THÈSE

Pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Bourgogne

Discipline : Sciences de l'Education

par Otilia Holgado

le 28 novembre 2011

Analyse didactique de l'activité en formation professionnelle

Le cas de l'apprentissage des Systèmes d'Information Géographique

Directeur de thèse : Patrick Mayen

Jury :

ASTIER Philippe	Professeur, Université Louis Lumière Lyon 2, rapporteur
MAUBANT Philippe	Professeur, Université de Sherbrooke (Canada), rapporteur
BOUCHEIX Jean-Michel	Professeur, Université de Bourgogne, membre de jury
LECLERCQ Gilles	Professeur, Université de Lille 1, membre de jury
MAYEN Patrick	Professeur, AgroSup Dijon, Institut National Supérieur des Sciences Agronomiques, de l'Alimentation et de l'Environnement, directeur de thèse

Je dédie ce travail à Ema et Carla.

En grandissant sous un régime de thèse, elles ont mis leur enfance au service de la science.

Dans le hasard de la vie, cette thèse est née d'une rencontre, avec une personne pas ordinaire, qui m'a entraînée sur un terrain inconnu et m'a tout appris. Je la remercie pour sa confiance et sa patience.

Cette thèse s'est faite dans le bonheur, parce que je vous ai eu à mes côtés. Merci à tous pour vos encouragements et vos précieux coups de main.

TABLE DE MATIERES

I.PROBLEMATIQUE, CONTEXTE ET GENESE DE LA RECHERCHE

1. LA GESTION DE L'ESPACE, UNE ACTIVITE INSTRUMENTEE 2

2. LE SIG ET LE TRAVAIL 3

3. LA FORMATION SIG 3

4. GENESE DU THEME DE RECHERCHE 5

II.OBJET ET QUESTIONS DE RECHERCHE

1. OBJET DE LA RECHERCHE 7

2. OBJECTIFS, QUESTIONS ET HYPOTHESES DE RECHERCHE 8

2.1. Objet de l'apprentissage : le SIG 9

2.2. Conditions de l'apprentissage 10

2.2.1. Conditions personnelles et professionnelles propres aux apprenants 10

2.2.2. Conditions de la situation de formation 11

2.3. Processus et mécanismes de l'apprentissage 13

2.4. La place du travail dans la formation 14

III.CARACTERISATION A PRIORI DE L'OBJET DE L'APPRENTISSAGE : LE SIG

1. LE SIG, UN SYSTEME TECHNIQUE 15

2. LES SIG, UN SYSTEME TECHNIQUE QUI ACCOMPAGNE LE PROFESSIONNEL 16

3. CARACTERISATION DU SYSTEME TECHNIQUE SIG DANS DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES DU DOMAINE « GIS COGNITION » 17

4. TACHES INSTRUMENTEES SIG 19

4.1. Acquisition des données 19

4.2. Mise à jour des données existantes 21

4.3. Consultation des données existantes 22

4.4. Conception et réalisation des instruments d'aide à la décision 23

4.5. Prendre des décisions à l'aide d'un SIG 24

IV.CADRES THEORIQUES MOBILISES

1. UNE THEORIE DE LA REPRESENTATION 26

1.1. Qu'est-ce qu'une représentation ? 27

1.1.1. Représentation graphique 28

1.1.2. Formes de représentation mentale 28
1.1.3. OCHANINE appelle la représentation « image » 29
1.1.4. Structure de l'objet et représentation 30
1.2. L'image opérative chez OCHANINE, la base théorique de la représentation pour l'action 31
1.2.1. L'image opérative dans et pour l'action 31
1.2.2. Formation de l'image opérative 32
1.2.3. Formes d'image opérative 33
1.2.4. Adéquation des représentations fonctionnelles à la tâche et à la situation : les propriétés des représentations 33
1.2.5. Image opérative lors de situations complexes 35
1.2.6. Maîtriser les représentations construites en vue de l'action 36
1.2.7. L'espace de l'action efficace 37
1.2.8. Evolution de la représentation : les trois phases d'OCHANINE 39
1.2.9. La représentation dans des situations complexes et dynamiques. La transparence opérative 41
1.2.10. Le traitement de la représentation 43
1.3. Représentation et conceptualisation 44
1.4. Représentation et schème 45
1.5. Construction des concepts pour agir 46
1.6. Analyse des représentations : possibilités et limites 47

2. THEORIES DE LA FORMATION POUR ADULTES 50

3. APPRENTISSAGE ET MEDIATION 54
3.1. Le rôle des formateurs 54
3.1.1. Formes de médiation 55
3.1.2. Mise en place de situations didactiques régies par un contrat bilatéral 57
3.1.3. Gestion des imprévus didactiques 58
3.2. Le rôle des autres apprenants 60

4. THEORIE DES INSTRUMENTS 61
4.1. Instruments techniques et instruments psychologiques 62
4.2. Le sujet face à l'instrument ou genèse instrumentale 63
4.3. Apprentissage des instruments : logique de fonctionnement et logique d'utilisation 64

V.METHODOLOGIE DE RECHERCHE

1. RECUEIL DE DONNEES DE RECHERCHE 65

2. CHOIX DES DONNEES RETENUES POUR ANALYSE 67

3. TRAITEMENT DES DONNEES RECUEILLIES 68

4. OBJETS DE L'ANALYSE DE LA FORMATION 69
4.1. Action, tâche et activité 70
4.2. L'objet de la formation : le SIG 74
4.3. L'objectif de la formation : l'apprentissage du SIG pour des tâches de travail 74
4.4. Les caractéristiques des personnes formées 75
4.5. Résultats de la formation : construction des représentations fonctionnelles 77
4.6. La conception et le déroulement de l'action de formation : la situation de formation 80

4.6.1. Distinctions nécessaires : formes d'activité observées en formation 82
4.6.2. Modalités d'analyse de l'activité verbale 83
4.7. Processus et mécanismes de l'apprentissage. Construction des représentations fonctionnelles 87

VI.CARACTERISATION DES SEANCES DE FORMATION A ET D

1. CONDITIONS DIDACTIQUES GENERALES....90

2. DEROULEMENT PREVU DES FORMATIONS A ET D....91
2.1. Les apprentissages prévus 91
2.2. Organisation et déroulement annoncés 93
2.2.1. Espaces d'apprentissage prévu 94
2.2.2. L'espace d'apprentissage « initiation au SIG »....95
2.2.3. L'espace d'apprentissage « approfondissement »....96
2.3. Objectifs annoncés 100
2.4. Le contrat bilatéral établi entre les formateurs et les apprenants 100
2.6. Le caractère formatif de la séquence de présentation....103

3. DEROULEMENT OBSERVE DES FORMATIONS A ET D....105
3.1. Modalités pédagogiques observées....105
3.2. Organisation chronologique des séquences de formation 106
3.2.1. Ouverture de la formation....107
3.2.2. L'espace d'apprentissage « initiation au SIG »....107
3.2.3. L'espace « approfondissement » ou l'espace de l'apprentissage en situation....110

VII.CARACTERISATION DES APPRENANTS A L'ENTREE EN FORMATION

1. PRESENTATION ET JUSTIFICATION DE LA METHODE D'ANALYSE....112

2. ANALYSE DE LA CONSIGNE DU TOUR DE TABLE 114

3. CARACTERISATION DES APPRENANTS A L'ENTREE EN FORMATION....115
3.1. Formation A....116
3.2. Formation D....120

4. LA REPRESENTATION DU SIG PAR LES APPRENANTS A L'ENTREE EN FORMATION....124
4.1. Les représentations personnelles du SIG 124
4.2. Situation de l'utilisation du SIG entre 2003-2006....125
4.3. Tâches évoquées et motifs d'engagement dans la formation....127
4.4. Usages du SIG prévus par les apprenants 128
4.5. Formes de représentations du SIG chez les apprenants, avant la formation....129
4.6. Degré d'élaboration et de conformité du système de représentations du SIG chez les apprenants 131
4.7. Les représentations socialement construites du SIG 132

5. MODELE D'APPRENTISSAGE DU SIG 133

6. Y A-T-IL UNE MANIERE D'APPRENDRE LE SIG EFFICACEMENT ? 135

7. LIMITES DE L'ANALYSE 137

VIII.CARACTERISATION DES FORMATEURS

1. LE FORMATEUR F1 139

2. LE FORMATEUR F2 140

3. LE BINOME DES DEUX FORMATEURS 140

IX.ESPACE D'APPRENTISSAGE « PRESENTATION DES BASES DU SIG »

1. OBJET DE L'APPRENTISSAGE 143

2. CONDITIONS DIDACTIQUES 144

3. SEQUENCE DE COURS « LE SIG » 145

3.1. Forme pédagogique générale et but de la séquence 145

3.2. Définitions du SIG 147

3.2.1. Première définition du SIG : définition générale 148

3.2.2. Deuxième définition du SIG : définition à caractère sémantique et structurel 150

3.2.3. Troisième définition du SIG : définition officielle 156

3.2.4. Quatrième définition du SIG : définition selon un professionnel 158

3.2.5. Discussions : finalement, quelle définition du SIG ? 159

3.3. Les objets de l'action instrumentée : les données SIG 160

3.3.1. Première caractéristique des données SIG : la représentation graphique 160

3.3.2. Deuxième caractéristique des données SIG : la structure 161

3.3.3. Troisième caractéristique des données SIG : les informations descriptives 161

3.3.4. Quatrième caractéristique des données SIG : la localisation géographique 162

3.3.5. Cinquième caractéristique des données SIG : leur pertinence 163

3.4. Représentations possibles des buts de l'action instrumentée SIG 163

3.4.1. Les possibilités techniques du SIG 164

3.4.2. Les conséquences pratiques 164

3.4.3. Les usages cartographiques du SIG : « la limite entre le SIG et la cartographie » 165

3.4.4. Les usages du SIG : faire des cartes ? 167

3.4.5. SIG vs. cartes papier : conséquences pratiques 167

3.5. La composante humaine de l'action instrumentée 168

3.6. Le potentiel didactique de la séquence de cours « Le SIG » 169

3.7. Les informations fournies par la situation didactique sont-elles en adéquation avec les buts annoncés ? 170

3.8. Activité des apprenants 174

4. SEQUENCE DE COURS « SYSTEMES DE PROJECTION » 175

4.1. Forme pédagogique générale et but de la séquence 176

4.2. Activité des apprenants 177

X.ESPACE D'APPRENTISSAGE « DECOUVERTE DU SYSTEME TECHNIQUE MI »

X.1. PREMIERE SERIE DE SEQUENCES DE DECOUVERTE DU LOGICIEL MI : IMPREVUS DIDACTIQUES « EN CASCADE »

1. DECLENCHEUR DE LA SERIE D'IMPREVUS DIDACTIQUES 183

2. FORME PEDAGOGIQUE GENERALE 184

3. CONDITIONS DIDACTIQUES 185

4. ANALYSE DIDACTIQUE DETAILLEE 187

4.1. Objets d'apprentissage visés 187

4.1.1. Séquence 1 187
4.1.2. Séquence 2 189
4.1.3. Séquence 3 189
4.1.4. Séquence 4 191
4.1.5. Séquences 5 et 6 192
4.1.6. Séquence 7 193
4.1.7. Séquence 8 194

4.2. Activité des formateurs 195

4.2.1. La co-animation et ses effets sur l'apprentissage 195
4.2.2. L'animation par un formateur 200
4.2.3. La gestion des imprevus par les formateurs et les effets sur l'apprentissage 200
4.2.4. l'ouverture de la transparence opérative 205
4.2.5. Autres modalités didactiques 209

4.3. Activité des apprenants 211

4.4. Références au travail, aux tâches et préoccupations professionnelles 217

4.4.1. Du côté des apprenants 217
4.4.2. Du côté des formateurs 218

X.2. DEUXIEME SERIE DE SEQUENCES DE DECOUVERTE DU LOGICIEL MI : LA PRATIQUE

1. OBJETS DE L'APPRENTISSAGE 220

2. FORME PEDAGOGIQUE GENERALE 222

3. CONDITIONS DIDACTIQUES 224

4. MODALITES DIDACTIQUES GENERALES 225

5. ANALYSE DIDACTIQUE DETAILLEE 227

5.1. Fonctions techniques de MI introduites hors action située 228

5.1.1. Description des fonctions techniques 229
5.1.2. Modalités didactiques observées 230
5.1.3. Activité des formateurs 231
5.1.4. Activité des apprenants 232

5.2. Fonctions techniques introduites par le formateur F1 dans l'action 235

5.2.1. Actions dédiées à l'ouverture des couches SIG 238
5.2.2. Actions dédiées à l'optimisation de l'affichage des couches 249

5.2.3. Le retour du thème « document .wor » 254
5.3. Tâches didactiques : la tâche Quimper 262
5.3.1. Intervention didactique autour de la tâche Quimper (éps. B-1 à B-36) 263
5.3.2. Action 10 : Sélection par distance 266
5.3.3. Activité des apprenants autour de la réalisation de la tâche Quimper 268
5.3.4. Potentiel d'apprentissage des séquences dédiées à la tâche didactique Quimper 273
5.4. Fonctions techniques découvertes par les apprenants 273

6. ACTIVITE DES FORMATEURS 276
6.1. Gestion de la co-animation 276
6.2. Imprévus didactiques 277
6.3. L'activité du formateur F1 279
6.4. L'activité du formateur F2 281

7. ACTIVITE DES APPRENANTS 282

8. REMOBILISATION DES THEMES PLUS ANCIENS 291
8.1. Le thème du document .wor 291
8.2. Le thème de la démultiplication des données affichées 292

9. REFERENCES AU TRAVAIL 292

XI.ESPACE D'APPRENTISSAGE EN SITUATION « REALISATION DE LA TACHE SIG SORME »

1. PRESENTATION GENERALE DE LA TACHE DIDACTIQUE SORME 294

2. CONCEPTION DE LA TACHE SORME 296
2.1. Forme pédagogique générale 296
2.2. Enoncé écrit 297
2.3. Consigne d'action 299
2.4. Du problème a la tâche SIG 300
2.5. Construction par les apprenants du problème à résoudre 304
2.6. Construction collective des buts de la tâche Sorme 305
2.7. Construction collective des résultats de la tâche Sorme 308
2.8. Construction de la démarche : identifier les actions techniques pertinentes et les organiser 308
2.9. Activité des formateurs 312
2.10. Activité des apprenants 313

3. EXECUTION DE LA TACHE SORME : ACTION *CALAGE* 315
3.1. Présentation de l'action de calage 317
3.2. Conditions et modalités didactiques observées 319
3.3. activité des formateurs 322
3.4. activité des apprenants 323
3.4.1. processus de construction de représentations fonctionnelles 323
3.4.2. Difficultés rencontrées par les apprenants 326

4. DISCUSSION TACHE SORME 329

XII.SYNTHESE DES RESULTATS

1. CARACTERISATION DE L'OBJET DE L'APPRENTISSAGE : LE SIG 331
1.1. Les fonctions du SIG 332
1.2. La complexité du SIG 334
1.2.1. Complexité liée aux domaines SIG 334
2.2.2. Complexité liee aux termes SIG 335
2.2.3. Complexité liée au système technique 336
2.2.4. Complexité liée à la relation homme – machine 338
2.2.5. Complexité de l'action 341
2.2.6. Complexité liée aux données utilisées 342
2.2.7. Complexité des tâches et de problèmes a resoudre 344
2.2.8. Complexité de l'activité 344
2. CONDITIONS POUR APPRENDRE 345
2.1. Le contrat bilatéral 345
2.2. Le dispositif de formation et l'activité des formateurs 346
2.2.1. Séquence de Présentation de la formation 349
2.2.2. Séquence Tour de table 350
2.2.3. Séquences de cours 350
2.2.5. Séquences de découverte du système technique MI 351
2.2.6. Séquences de réalisation d'un projet SIG : la tâche Sorme 358
3. RELATION ENTRE TRAVAIL ET APPRENTISSAGE 359
4. PROCESSUS ET MECANISMES D'APPRENTISSAGE 361
4.1. Premières représentations des apprenants : représentations initiales 362
4.2. Activité des apprenants au service de l'apprentissage 362
4.3. Une référence à la théorie d'OchAnine 363
4.4. Premières formes d'apprentissage observées 366
4.5. Construction des représentations dans l'action 369
4.6. Caractéristiques des représentations fonctionnelles 370

XIII.CONCLUSION

Partie 1

I. Problématique, contexte en genèse de la recherche

II. Objet et questions de recherche

III. Caractérisation a priori de l'objet de l'apprentissage : le SIG

IV. Cadres théoriques mobilisés

V. Cadre méthodologique

I. PROBLEMATIQUE, CONTEXTE ET GENESE DE LA RECHERCHE

1. LA GESTION DE L'ESPACE, UNE ACTIVITE INSTRUMENTEE

Sur le plan technique, l'évolution du monde du travail est parfois très rapide. Certains métiers subissent de véritables révolutions techniques. C'est le cas des professionnels qui travaillent sur des problématiques liées à l'espace géographique : inventaire, aménagement ou analyse sur des thématiques liées à l'agriculture, l'eau, la forêt ou l'espace rural. Suite à des mesures de protection de l'environnement de plus en plus nombreuses et strictes, ces professionnels voient leur travail se transformer continuellement. Pour que les tâches restent réalisables, la transformation du travail est accompagnée par une évolution des moyens techniques employés.

Le SIG est un instrument de travail conçu spécifiquement pour accompagner ces professionnels dans la résolution des problèmes. D'une part, il vient se substituer aux observations visuelles (très approximatives) et aux mesures directes (très coûteuses) sur le terrain, améliorant ainsi la qualité des résultats. D'autre part, la complexification des tâches fait qu'elles ne peuvent plus être réalisées sans l'aide d'un instrument informatisé. Un projet agro-environnemental ressemble de plus en plus à un problème mathématique complexe auquel, même s'il est possible de répondre sans l'aide de l'instrument informatique, il est difficilement envisageable d'obtenir un résultat rapide et précis.

La formation professionnelle continue au SIG a été mise en place pour permettre aux professionnels d'évoluer en même temps que le monde du travail. En proposant une réorganisation globale du travail, le SIG est conçu pour 1/ réaliser les tâches actuelles plus rapidement et avec plus de rigueur et 2/ envisager des nouvelles tâches impossible à réaliser avec les moyens techniques actuels. Toutefois, l'utilisation du SIG et notamment pour des tâches de résolution de problèmes nécessite un investissement important de la part des professionnels en termes d'apprentissage. D'ailleurs, le découragement lors de la période d'apprentissage constitue une cause importante d'abandon de l'instrument, ce qui interroge, à première vue, sur l'efficacité de la formation.

2. LE SIG ET LE TRAVAIL

Tous les professionnels n'utilisent pas le SIG de la même manière, ni pour réaliser les mêmes tâches. L'utilisation la plus courante est aussi la plus simple : réalisation de cartes par empilement de *couches* d'information. Néanmoins, l'intérêt de l'instrument SIG ne s'arrête pas là ; au-delà de la réalisation de simples cartes, le SIG permet de croiser des informations, d'observer, de simuler et d'analyser des phénomènes non perceptibles sur le terrain.

Quels que soient les motifs qui les amènent en formation, les professionnels sont directement focalisés sur leur activité professionnelle, présente ou future, et s'attendent à apprendre un système technique permettant la réalisation de tâches. Pourtant, pour continuer à assurer leur travail dans des bonnes conditions, les professionnels de l'espace doivent non seulement s'approprier ce nouveau moyen d'action, mais aussi se préparer à la transformation de leur travail, sur le plan technique *et* sur le plan conceptuel, car les tâches se trouvent transformées par l'existence et l'usage du SIG.

3. LA FORMATION SIG

En s'adaptant à l'évolution du monde professionnel, la formation initiale commence à introduire, depuis quelques années, l'apprentissage du SIG dans la plupart des cursus obligatoires des futurs professionnels de l'espace. Ainsi, de nouvelles compétences SIG commencent, graduellement, à arriver dans les services concernés. Mais il reste la question de la formation des plus anciens.

La possibilité la plus courante de formation en milieu professionnel, le tutorat, est écartée au départ ; pour pouvoir assurer ce type de formation, les tuteurs doivent être à la fois compétents en SIG et expérimentés au travail. Or, les plus compétents en SIG sont généralement les plus jeunes, qui n'ont pas suffisamment d'expérience des tâches et des situations de travail, pendant que l'expérience de travail, aussi importante qu'elle soit, ne suffit pas : une tâche réalisée avec le SIG ne ressemble pas à la « même » tâche réalisée sans SIG.

L'apprentissage par imitation est également exclu, car chaque tâche SIG est unique, ce qui fait que la réalisation de deux tâches à priori proches peut être différente. De plus, l'utilisation du SIG nécessite une base de connaissances qu'il est difficile d'apprendre sur le terrain (ou sur le tas). Ainsi, compétents dans leurs domaines respectifs (aménagement de l'espace, agriculture, écologie, hydrologie…) mais souvent débordés par la composante technique de l'instrument, les professionnels se tournent vers la formation continue pour

apprendre à utiliser ce nouvel instrument de travail, car seule la formation professionnelle semble être un moyen efficace de s'approprier l'instrument SIG.

L'évolution du monde professionnel fait qu'un autre type de public devient intéressé par l'apprentissage du SIG : ce sont les enseignants. Convaincus par son utilité pédagogique ou tout simplement sensibles à l'avenir professionnel de leurs élèves, des enseignants des lycées agricoles souhaitent intégrer le SIG dans leur programme d'enseignement. Mais avant cela, ils se retournent vers le système de formation continue pour apprendre à utiliser eux-mêmes le SIG.

Professionnels et enseignants se retrouvent ainsi ensemble en formation. Leur discours fait ressortir un objectif commun, à forte orientation pragmatique : être capable d'utiliser le SIG pour réaliser les tâches qui leur sont propres.

La plupart de ces personnes se donnent pour la tâche d'apprentissage du SIG le temps de la formation, c'est-à-dire une semaine. Pourtant, s'agissant d'un instrument complexe, l'apprentissage est long : *« les SIG sont généralement des logiciels complexes, nécessitant des temps d'apprentissage prolongés »*, (WURTZ 1996 p.91) et pas sans difficultés (MEDYCKYJ-SCOTT 1991). Utiliser le SIG pour des tâches de résolution de problèmes suppose d'avoir déjà acquis une certaine autonomie, ce qui ne semble pas être le cas dès la sortie de formation. NYERGES (1991) constate par ailleurs que les usages les plus courants du SIG restent, dans la plupart des cas, les *« petites tâches banales »*. WURTZ (2008) écrit également dans un rapport à usage interne au Ministère de l'Agriculture, que pour *« les logiciels standards du marché, l'utilisation courante requiert un niveau élevé de compétences dans le domaine spécifique des SIG puis une manipulation régulière de l'outil »*.

Dans ces conditions, face à une durée de formation imposée et qui semble insuffisante, la prolongation de l'apprentissage dans le travail, en situation, devant la tâche réelle, est essentielle. Or, de retour au travail, aussi bien les professionnels que les enseignants accusent l'engrenage de leur activité professionnelle quotidienne qui ne leur laisse pas de répit. La plupart des tâches n'attendent pas ; avec ou sans SIG, elles doivent être réalisées dans les plus brefs délais. Cela fait que certaines personnes hésitent à se lancer dès leur retour de formation dans l'utilisation du SIG, remettant à plus tard la « maturation » de l'apprentissage et la mise en application en douceur des nouvelles pratiques. Dans ce cas, un problème imminent s'entrevoit : sans une mise en application immédiate de ce qu'ils ont appris, le risque d'abandon de l'instrument est grand.

Nous avons pu constater qu'il y a chez les professionnels deux manières d'approcher l'instrument SIG. Certains professionnels commencent par se procurer le système technique (logiciel) et s'engagent dans une démarche d'autoformation devant la tâche réelle. Cette démarche est, à peu d'exceptions près, abandonnée rapidement et conduit soit à l'abandon de l'instrument, soit à l'orientation vers une formation « accompagnée ». D'autres

professionnels se tournent vers la formation avant même d'avoir fait connaissance avec l'instrument.

Toutefois, quelle que soit la démarche qui les a conduits en formation, les professionnels ont des attentes précises, la plupart du temps d'ordre « pragmatique » : *résoudre* des problèmes, réaliser des tâches de travail. Néanmoins, après avoir observé plusieurs sessions de formation et recueilli des témoignages des anciens apprenants, nous pouvons affirmer que le système de formation continue ne semble pas toujours répondre convenablement aux besoins des personnes qui l'investissent. Est-ce que les difficultés d'apprentissage sont liées au fait que l'instrument SIG bouleverse l'organisation actuelle de l'activité de travail des professionnels ? Est-ce que le SIG est trop vaste et trop complexe pour être à la portée de tous ? Ou bien, s'agit-il d'un système de formation inadaptée à l'objet d'apprentissage concerné, dans son contenu ou sur sa durée ?

Les formateurs SIG ne peuvent que constater les difficultés des apprenants. Ils n'ont que peu de possibilités d'améliorer la formation : ils ne connaissent pas d'emblée les tâches que les professionnels viennent apprendre à réaliser et ne disposent pas tous d'instruments leur permettant d'interroger leur propre expérience acquise lors des formations passées pour la réinvestir dans les formations à venir. De ce point de vue, une retombée de notre recherche est de donner aux formateurs des instruments didactiques leur permettant la mise en place de formations efficaces. Dans ce sens, la question qui émerge est celle d'une organisation de la formation qui pose les bases d'un apprentissage suffisamment solide pour qu'il puisse ensuite se prolonger, de manière autonome, au-delà de la formation.

La formation SIG ne peut pas être organisée comme une formation « à la tâche » (LEPLAT 2002), qui se propose d'assurer l'apprentissage à un ensemble de tâches prédéfinies. En effet, la formation SIG prépare les professionnels à des tâches de résolution de problèmes, différentes les unes des autres, sur des thématiques différentes et de niveaux d'élaboration variés ; elles sont dédiées à des professionnels et enseignants du Ministère de l'Agriculture, toutes fonctions, tous domaines professionnels et tous niveaux d'études confondus. Dans ces conditions, quelle est l'organisation de la formation qui conviendrait au mieux à cette situation ?

4. GENESE DU THEME DE RECHERCHE

Notre projet de recherche prend ses sources dans notre vécu professionnel en tant que formateur SIG. Certaines questions se sont posées à nous bien avant la naissance de ce projet de recherche. Il s'agissait de questions à caractère plus pragmatique que scientifique, visant l'amélioration de la qualité de la formation que nous dispensions, en co-animation

avec un collègue. La source de nos interrogations était l'écart entre l'objectif affiché par la formation, qui promettait l'autonomie dans l'utilisation du SIG, et les capacités qui semblaient réellement acquises par les apprenants en formation, loin de leur offrir l'autonomie attendue. Le résultat n'étant pas celui escompté, nous avons mis cela « sur le compte » de notre manque d'expérience en tant que formateur et nous avons pris la décision de chercher des solutions pour améliorer nos pratiques pédagogiques. Pour ce faire, nous avons commencé à poser un regard plus attentif sur les apprenants, sur leurs besoins. En les interrogeant sur leur activité professionnelle, nous avons constaté un écart systématique entre l'apprentissage visé et les besoins qui ressortaient à travers les tâches qu'ils avaient à résoudre. C'est dans cette direction que nous avons fait les premiers pas dans la recherche : comment les apprenants se représentent l'instrument SIG et quels bénéfices professionnels pensent-ils pouvoir tirer de son utilisation ?

En 2005, un événement donna une tournure différente à nos recherches. Ce fut l'ouverture de la communication entre les formateurs SIG, facilitée par la constitution du réseau national des formations « SIG au MAP ». Nous avons assisté (en observateur) à d'autres sessions de formation que les nôtres et nous avons eu la possibilité de les enregistrer et analyser. Nous avons alors considéré qu'il était nécessaire de nous tourner vers l'analyse de la formation, pour observer aussi bien son déroulement que les conditions offertes.

Les interrogations que la formation SIG soulève dépassent les frontières de la France. Cependant, les travaux scientifiques réalisés jusqu'à présent s'intéressent soit à la compréhension de l'instrument SIG (travaux en ergonomie), soit à l'activité des utilisateurs pour des tâches données (travaux en psychologie) et ne réfèrent qu'indirectement à des aspects d'apprentissage de l'instrument. Personnellement, nous avons participé, entre 2001 et 2004, à une réflexion au niveau européen sur la formation du SIG. Mais comme les autres travaux dans le domaine, celle-ci n'a fait qu'effleurer les problèmes potentiels que la formation SIG rencontre et a fini par se contenter de proposer une série d'instruments pédagogiques dits « adaptés » à l'enseignement du SIG aux professionnels. Or, notre vécu de professionnel et de formateur SIG et surtout la découverte du champ scientifique de la didactique professionnelle, nous ont incités à aspirer à des instruments didactiques conçus en partant d'une réelle analyse des situations de formation d'une part et d'une démarche de compréhension des mécanismes de l'apprentissage du SIG, d'autre part. Nous espérons que les résultats de cette thèse ouvriront aux formateurs SIG des nouveaux horizons didactiques.

II. OBJET ET QUESTIONS DE RECHERCHE

1. OBJET DE LA RECHERCHE

Des travaux de recherche en ergonomie et en psychologie cognitive ont relevé une difficulté d'apprentissage du SIG, sans pour autant s'attarder sur le sujet (NYERGES 1991 ; DAVIES 1995 ; KUHN 1992). Notre travail de recherche vient à la suite de ces travaux et vise à **caractériser la manière dont les professionnels apprennent à utiliser le SIG en tant qu'instrument supposé les aider à réaliser des tâches de travail** qui sont les leurs. Cette caractérisation a pour but la **compréhension des mécanismes de l'apprentissage du SIG dans les conditions offertes par la formation professionnelle continue**, c'est à dire dans un cadre institutionnel organisé.

Notre thèse interroge le processus d'apprentissage non pas au travail mais en formation. Toutefois, le travail est un objet central de cette thèse. Premièrement, parce que l'objet de l'apprentissage, le SIG, est un outil de travail. Deuxièmement, parce que les apprenants sont des professionnels en activité. Ils ont des occupations et des préoccupations (CLOT 2008) liées aux situations professionnelles dans lesquelles ils se trouvent ; ils ont une place au sein d'une organisation professionnelle et des tâches à réaliser. Ainsi, nous nous attendons à ce que l'activité d'apprentissage soit référée au travail : d'une part, que le dispositif de formation soit conçu *autour* de la réalisation de tâches professionnelles ; d'autre part, que les professionnels fassent ressortir en formation leurs préoccupations professionnelles, leurs représentations en rapport aux tâches de travail qui sont les leurs, leurs représentations du SIG et de la manière de l'utiliser pour réaliser les tâches.

Ainsi, nous nous proposons de participer à la compréhension du processus d'apprentissage sur trois plans :

- en formation,
- par des professionnels et donc en référence avec le travail à réaliser,
- d'un instrument technique informatisé.

Sur le plan théorique, **notre thèse est celle de la possibilité et de la pertinence d'accéder aux processus et aux mécanismes de l'apprentissage par les représentations que les apprenants**

se construisent. Nous nous proposons ainsi de suivre la construction et la transformation du système de représentations du SIG chez les apprenants en formation, entre un état initial à l'entrée en formation et un état final, en fin de formation, caractérisé par la présence de *représentations fonctionnelles* (LEPLAT 1985) supposées permettre aux personnes d'agir de manière efficace (VERGNAUD 1985).

Comme dans toute situation formative pour professionnels, *« l'analyse des apprentissages ne peut pas être séparée de l'analyse de l'activité des acteurs »* (PASTRE, MAYEN et VERGNAUD 2006). C'est donc par une analyse de l'activité que nous essayons de comprendre et de rendre compte de la manière dont les professionnels apprennent le SIG. Afin de situer l'apprentissage dans les conditions mises à disposition des personnes pour apprendre, nous retenons comme support privilégié de notre recherche l'activité conjointe développée par le groupe d'apprenants et formateurs dans le cadre de la formation. Nous avons en effet opté pour une double analyse didactique en situation de formation :

- analyse de l'activité des personnes engagées dans l'apprentissage,
- analyse du dispositif de formation et de l'activité des formateurs qui assurent et orientent l'apprentissage.

2. OBJECTIFS, QUESTIONS ET HYPOTHESES DE RECHERCHE

Notre thèse s'inscrit dans le domaine scientifique de la didactique professionnelle et fait partie des travaux réalisés par l'équipe « Didactique professionnelle et apprentissages médiatisés », unité propre de recherche « Développement professionnel et formation », AgroSup Dijon.

« La didactique professionnelle est née du souci de mettre l'accent sur l'analyse de l'activité constructive telle qu'elle se déploie dans l'activité productive » (PASTRE 2006 p.111). La didactique professionnelle conçoit ainsi la construction des dispositifs de formation sur la base de l'analyse des situations de travail (PASTRE, MAYEN et VERGNAUD 2006). Toutefois, une plus récente orientation de la didactique professionnelle ouvre son champ d'action à l'analyse de l'activité que les professionnels déploient afin de parvenir à un but donné (MAYEN 2007b p. 84). Nous suivons cette orientation en précisant l'objet de l'activité que nous analysons : l'apprentissage d'un instrument de travail. Nous allons ainsi observer comment les professionnels apprennent en situation de formation, mais aussi comment ils se

situent, pensent et agissent en professionnels face à l'apprentissage visé : c'est de cette manière que nous interrogeons la relation entre travail et apprentissage.

En suivant PASTRE (2008), notre travail de recherche est organisé autour des quatre axes fondamentaux pour la didactique professionnelle :

- caractérisation de l'objet de l'apprentissage que nous observons,
- identification des conditions mises à disposition des apprenants par la situation de formation dans une visée d'apprentissage,
- observation des mécanismes qui interviennent chez les apprenants dans le cadre du processus d'apprentissage par la formation,
- mise en évidence des relations entre la formation et le travail pendant et pour l'apprentissage.

Nous reprenons maintenant les quatre axes en termes d'objectifs de recherche.

2.1. OBJET DE L'APPRENTISSAGE : LE SIG

Nous suivons LEPLAT (1992), qui considère que la connaissance par le chercheur de l'objet sur lequel porte l'apprentissage est indispensable pour analyser efficacement une situation d'apprentissage. Ainsi, **caractériser le SIG** en tant qu'objet d'apprentissage s'impose comme notre premier objectif de recherche.

Le fait qu'il s'agisse d'un instrument de travail pour un domaine professionnel spécifique, qui est celui de la gestion de l'espace géographique, d'un instrument relativement nouveau et situé à la croisée de plusieurs domaines techniques et scientifiques (cartographie, géographie, informatique, mathématiques), fait du SIG un instrument à la fois mal connu et difficile à présenter en quelques mots.

Nous tentons une triple caractérisation du SIG. Premièrement, nous nous proposons d'accéder à l'objet SIG par des caractérisations de nature technique et scientifique. Nous interrogeons pour cela la littérature portant sur les travaux dans le domaine de la compréhension du SIG (GIS cognition). Nous caractériserons ensuite le SIG tel qu'il est proposé pour apprentissage aux participants à la formation. Nous faisons pour cela l'hypothèse que le SIG peut être considéré comme un instrument, défini par RABARDEL

(1995) comme le couple formé d'un artefact et des schèmes d'utilisation qui le rendent fonctionnel.

Enfin, un point qui attire tout particulièrement notre attention est le fait que le choix des aspects abordés dans la formation vient également des apprenants qui, comme nous l'avons évoqué, ont de la formation des attentes particulières, induites par leurs préoccupations professionnelles. Ils ont également des intérêts et des objectifs spécifiques, ainsi que leur propre idée du SIG et de ses usages possibles.

Par conséquent, nous nous attendons à ce que le SIG, en tant qu'objet d'apprentissage, soit : 1/ assis sur des bases scientifiques et techniques, 2/ formalisé par les formateurs et 3/ orienté par les apprenants.

2.2. CONDITIONS DE L'APPRENTISSAGE

Notre deuxième objectif de recherche est d'**identifier les conditions de l'apprentissage**. Selon MAYEN, la question de *« l'organisation des conditions pour engager et étayer le processus de développement des compétences »* et plus largement celle des ressources avec lesquelles *« les professionnels et les futurs professionnels ont à se débattre et à composer pour agir et obtenir des résultats »* (MAYEN 2007b p.84), est une *« question fondamentale de la formation professionnelle »* (MAYEN 2008 p.111). En effet, *« des conditions et des processus (…) facilitent ou limitent la construction et le développement professionnel et personnel »* (Ibid. p.110).

Nous retenons pour analyse des conditions d'apprentissage de deux natures :

2.2.1. CONDITIONS PERSONNELLES ET PROFESSIONNELLES PROPRES AUX APPRENANTS

Il s'agit ici des *« conditions internes de la population à former »* (LEPLAT 2002 p.28), parmi lesquelles nous accordons une place importante aux représentations (OCHANINE 1968) que les personnes en formation ont développées et développent. Les représentations qui guident l'action des apprenants à travers les situations didactiques se construisent non seulement sur la base des apports de la formation, mais aussi de l'expérience (MAYEN 2007), des connaissances antérieures (LEPLAT 1992), de la motivation pour l'apprentissage (KADDOURI

1996). Nous allons tenter également d'observer, à titre exploratoire, la place des invariants identitaires (PASTRE 2011) dans la construction des représentations des apprenants en formation.

2.2.2. CONDITIONS DE LA SITUATION DE FORMATION

Selon la didactique professionnelle (VERGNAUD, MAYEN et PASTRE 2006), l'analyse de l'activité est nécessairement associée à une analyse de la situation, pour identifier tout un ensemble de conditions dans lesquelles l'activité se déploie. En formation, « *les activités d'apprentissage ne sont pas spontanées mais organisées par les activités d'enseignement* » (MALGLAIVE 1990 p.108). Les activités d'enseignement peuvent prendre des formes diverses. Toutefois, en situation d'apprentissage professionnel, PASTRE (2006 p.118) considère qu'*« on apprend généralement quand on est confronté à un problème, c'est-à-dire à une situation où il n'existe pas de procédure connue du sujet pour arriver à la solution ».* Ainsi, les situations-problèmes extraites du travail « *sont de remarquables occasions d'apprentissage* » (Ibid.). Pour cela, les situations didactiques sont conçues de la manière suivante : *« on se focalise sur un problème présent dans la situation de travail et on le transforme en une situation d'apprentissage intentionnel »* (Ibid.).

Nous tenons toutefois à préciser que les **situations didactiques** ainsi conçues **ne sont pas pour autant des situations de travail**, car :

- même tirées du travail, les tâches proposées aux apprenants sont choisies par les formateurs pour leur valeur didactique, c'est-à-dire pour l'apprentissage que celles-ci sont supposées déclencher,
- souvent complexes, les tâches professionnelles mobilisées dans la formation subissent une adaptation afin de répondre à des buts d'apprentissage précis. LEPLAT parle ainsi de la *division de la difficulté* des tâches réalisées dans une visée didactique : *« la décomposition d'une tâche complexe en composantes qui, d'abord apprises séparément, faciliteraient ensuite la formation à la tâche complète, comme éventuellement à d'autres tâches »* (LEPLAT 2002 p.51).

Parmi les conditions de la situation de formation, nous allons travailler sur quatre aspects.

Le premier aspect concerne **le dispositif de formation** mis en place : le contenu et l'organisation de la formation, les modalités didactiques et pédagogiques employées par les

formateurs afin de favoriser l'apprentissage ainsi que les imprévus didactiques (CHAUTARD et HUBER 1999 ; PERRENOUD 1999), événements qui, observés lorsque la situation didactique échappe aux formateurs, peuvent toutefois être porteurs d'apprentissage.

Le deuxième aspect, qui retient tout particulièrement notre attention, est **la place occupée par les formateurs** et les autres apprenants du groupe, dans le processus d'apprentissage. La littérature montre que les formateurs peuvent assurer de multiples fonctions dans le cadre de la formation :

- formaliser et mettre à disposition des savoirs au sens large (transposition didactique introduite par CHEVALLARD 1985),
- proposer des situations didactiques, plus ou moins proches de situations de travail,
- faciliter l'appropriation des savoirs par la médiation (au sens de VYGOTSKI 1978 et de BRUNER 1976, 1983),
- guider les apprenants dans l'action à visée formative (au sens de SAVOYANT 1981, 2010),
- favoriser l'engagement des apprenants dans l'action et dans l'apprentissage (au sens de BOURGEOIS 2006).

Cependant, quelle est la place occupée par les formateurs des formations SIG observées, lors desquelles nous notons l'existence d'une situation didactique particulière : la co-animation de la formation par deux formateurs. Quelles sont les intentions des formateurs en termes d'apprentissage visé et de quelle manière envisagent-ils de les mettre en application ? Comment la co-animation s'organise-t-elle pour constituer une condition favorisante pour l'apprentissage ? Quelle forme de contrat les formateurs négocient-ils avec les apprenants pour régir l'apprentissage durant la formation ?

Nous considérons avec OCHANINE (1968) que toute action est orientée par les représentations des personnes qui la réalisent. Cela est valable pour les opérateurs face à la tâche, mais aussi pour les formateurs : de quelle manière leurs représentations orientent-elles l'action formative, c'est-à-dire l'action exécutée dans le but de favoriser l'apprentissage chez les professionnels en formation ? Nous faisons ici référence aux représentations que les formateurs ont du SIG, de son apprentissage, de l'action instrumentée SIG. Egalement, de quelle manière se représentent-ils les représentations des apprenants (GRIZE 1996) concernant ces mêmes objets ? Nous nous proposons d'accéder aux représentations des formateurs par les propositions qu'ils énoncent devant les apprenants.

Le troisième aspect que nous souhaitons interroger est la place qu'occupent dans le processus d'apprentissage **les autres apprenants** investis dans la formation. Les formateurs ne sont pas les seules personnes qui agissent sur l'avancement du groupe dans l'apprentissage : les interactions entre apprenants et les interventions de ceux-ci à destination du groupe peuvent également avoir un caractère formatif : en prenant la parole, les apprenants peuvent apporter des éléments qui orientent ou favorisent leur propre apprentissage mais aussi celui de leurs collègues.

Enfin, le quatrième aspect que nous abordons concernant les conditions de l'apprentissage offertes par la situation de formation concerne **les situations de travail** et la place que celles-ci occupent dans la formation : de quelle manière formateurs et apprenants ramènent-ils leurs situations et leur expérience de travail au cœur et en appui à l'apprentissage du SIG ?

2.3. PROCESSUS ET MECANISMES DE L'APPRENTISSAGE

Le troisième objectif de notre thèse est d'**analyser le processus d'apprentissage afin de tenter de comprendre ses mécanismes.** Nous abordons cet aspect, aussi bien convoité que souvent remis à plus tard lors des travaux en didactique professionnelle (PASTRE 2008), à travers une analyse de l'activité que les apprenants développent en formation en lien avec le processus d'apprentissage. Nous tentons d'accéder au processus et aux mécanismes d'apprentissage par les représentations que les apprenants se construisent. Ainsi, en étudiant l'activité des apprenants, nous cherchons à identifier leurs représentations, telles qu'elles se construisent, se manifestent et évoluent en formation. Car même dans une formation en groupe, chaque apprenant se construit des représentations qui lui sont propres et avance dans l'apprentissage avec et en fonction de celles-ci : représentations des tâches didactiques à réaliser, représentations de l'instrument à apprendre, de son fonctionnement, de ses usages. Les travaux autour de la représentation qui oriente l'action offrent un cadre d'analyse riche (WEILL-FASSINA, RABARDEL et DUBOIS dir. 1993), de même que les travaux sur l'*image opérative* (OCHANINE 1968, 1969, 1971, 1972, 1973a, 1973b) et la *conceptualisation* (VERGNAUD 1985).

2.4. LA PLACE DU TRAVAIL DANS LA FORMATION

Le quatrième objectif de notre thèse est de **caractériser la relation entre la formation professionnelle, le travail et l'apprentissage.**

En formation, les professionnels ne se détachent pas complètement du monde du travail. La formation professionnelle est en effet doublement référée au travail : premièrement, de par son objectif, car celle-ci est conçue en réponse à des préoccupations professionnelles réelles (MAYEN et MAYEUX 2003) et deuxièmement, parce que chaque apprenant arrive en formation avec son vécu, ses préoccupations professionnelles, ses tâches de travail présentes et futures, ses problèmes pour lesquels il compte trouver solution (PASTRE, MAYEN et VERGNAUD 2006). Dans ces conditions, nous nous attendons à ce que la formation abonde de références au travail, tâches et situations professionnelles, introduites aussi bien par les apprenants que par les formateurs. Concernant les formateurs, nous faisons l'hypothèse que ceux-ci mobilisent des références au travail en tant qu'objectif en soi de la formation (apprendre à agir dans les situations données et exécuter des tâches précises) que comme éléments favorisant l'engagement des apprenants dans l'apprentissage.

Sur le plan méthodologique, nous faisons l'hypothèse de la possibilité pour le chercheur de repérer des traces relevant du monde du travail à travers l'activité en formation. Ainsi, nous avons fait le choix de ne pas rencontrer les personnes sur leur lieu de travail, mais de chercher ces traces dans l'activité des participants à la formation.

III. CARACTERISATION A PRIORI DE L'OBJET DE L'APPRENTISSAGE : LE SIG

Nous proposons lors de ce chapitre une caractérisation à priori de l'instrument et de l'action instrumentée SIG, par le biais d'une analyse basée à la fois sur une revue de littérature et sur notre propre expérience en tant que professionnel SIG.

Selon la définition officielle (1988), le SIG est *« un système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçu pour permettre l'acquisition, la gestion, le traitement, l'analyse et la visualisation de données localisées pour résoudre des problèmes complexes de programmation et de gestion »* (Federal Interagency Coordinating Committee for Digital Cartography 1988).

Toutefois, scientifiques, concepteurs et utilisateurs semblent se représenter le SIG de manière différente. Le géographe américain POPESCU (2006) déplore la diversité des représentations que même les professionnels les plus avertis peuvent se faire du SIG : *« des nombreux géographes considèrent le SIG comme un outil, d'autres comme une science, alors que des personnes extérieures à la géographie commencent à croire que le SIG est la géographie même »* (correspondance privée, notre traduction).

Plusieurs définitions sont ainsi données au SIG, selon *« les besoins des utilisateurs »* (PORNON 1992 p.24). Ainsi, PORNON cite DIDIER (1990), qui définit le SIG comme un *« ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision »*. Quant à la société ESRI, leader mondial du logiciel SIG, considère qu'« *un SIG est un outil informatique »*.

En constatant que la définition du SIG ne fait pas l'unanimité chez les spécialistes du domaine, nous nous attendons à ce que cette difficulté ressorte également du côté des utilisateurs, lors de la formation.

1. LE SIG, UN SYSTEME TECHNIQUE

Pour tenter de définir le SIG, nous nous tournons vers la théorie des instruments, formulée par RABARDEL (2005). RABARDEL appelle instrument une entité constituée d'un *artefact* et

des « *schèmes d'utilisation (…) élaborées par le sujet à travers l'activité constructive et mobilisés dans l'activité productive* ».

Pour le moment, nous allons nous intéresser au SIG en tant qu'artefact et nous allons souligner un certain nombre de difficultés que les apprenants auront à dépasser avant d'aborder l'appropriation de l'instrument :

Tout d'abord, parmi les artefacts, nous associons le SIG à la classe de *systèmes techniques,* terme introduit par RABARDEL (1995) et repris par BEGUIN (2007) pour désigner les artefacts informatiques. Ici encore, le SIG montre sa spécificité, car il s'agit d'un système technique complexe, constitué d'un ensemble de dispositifs :

- un programme informatique, appelé *logiciel*, qui permet la réalisation des opérations techniques,
- un *ordinateur*, constitué à son tour d'un ensemble de dispositifs techniques (unité centrale, écran, clavier, souris). L'ordinateur assure deux fonctions essentielles : 1/« supporte » le logiciel et lui permet de fonctionner et 2/assure la transmission des informations (communication) entre l'opérateur et le logiciel.

2. LES SIG, UN SYSTEME TECHNIQUE QUI ACCOMPAGNE LE PROFESSIONNEL

La difficulté à se représenter le SIG de manière conforme à son fonctionnement et à ses possibilités est également évoquée dans le monde professionnel de la gestion de l'espace. BORDIN (2002) observe un décalage entre la solution proposée par un SIG insuffisamment assisté par la réflexion humaine et la réalité du terrain. Pour rendre compte de ce décalage, nous faisons appel à un cas qui circule à titre d'exemple dans le monde professionnel. Celui-ci montre le risque d'assigner au SIG le « pouvoir » de résoudre des problèmes liée à l'espace, en oubliant que l'espace est géré par les humains, qu'il est *constitué socialement* et donc impossible à traiter exclusivement en termes mathématiques (POPESCU 2006) :

Désigné par un SIG, l'emplacement d'un établissement (bancaire ou commercial) n'atteint pas le flux de clients attendu. Initialement considérée comme une erreur de calcul instrumental, il s'est ensuite avéré comme étant une erreur humaine. Le SIG n'a en effet fait que traiter les informations qui lui ont été données, parmi lesquelles ne figuraient pas les obstacles physiques (rivière, autoroute), pourtant infranchissables par une partie des clients identifiés comme potentiels.

Cet exemple montre que le SIG participe à la réalisation de la tâche sans remplacer l'intervention humaine. Il fait ainsi partie des ***systèmes techniques qui accompagnent***

l'opérateur dans son travail, pour des tâches que celui-ci n'est pas capable d'assurer *seul* et non pas des systèmes techniques automatisés, qui dispensent l'opérateur de toute participation à la réalisation de la tâche, en le remplaçant totalement (RABARDEL 1995).

En effet, l'analyse de l'activité en formation SIG va montrer que le SIG est un système technique qui :

- est actionné par des commandes humaines. Les opérations telles que le démarrage, la programmation ou le déclenchement des actions sont réalisées par l'opérateur,
- dispose de peu de possibilités internes de contrôle des actions. Le contrôle de l'action instrumentale et la surveillance de la performance de la machine sont assurées par l'opérateur,
- n'a pas la capacité d'évaluer la pertinence d'une action technique au regard des conditions de la situation de travail.

La composante humaine de l'action instrumentée SIG est, par conséquent, essentielle.

3. CARACTERISATION DU SYSTEME TECHNIQUE SIG DANS DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES DU DOMAINE « GIS COGNITION »

S'agissant d'un système technique relativement nouveau et dont l'usage est restreint à quelques milieux professionnels, l'intérêt des chercheurs pour le comprendre est relativement réduit (quasi absent en France). Seuls ses concepteurs s'intéressent systématiquement à la manière dont le SIG est abordé et utilisé par les professionnels, et cela dans un but économique : « *Making the technology truly easy and natural to use will empower new communities of users, thus increasing the value of the software* » (projet Varenius 1997-1999). Pourtant, ceux qui connaissent et utilisent le SIG s'accordent à affirmer qu'il s'agit d'un système technique complexe et difficile à s'approprier (MEDYCKYJ-SCOTT 1991 ; WURTZ 1996 ; projet Varenius 1997-1999). Cela pourrait faire du SIG un cadre privilégié pour analyser l'apprentissage dans sa dimension cognitive, occasion que peu de chercheurs ont saisie pour le moment. Toutefois, débutant dans les années 90 et appartenant dans leur grande majorité à la littérature anglophone, les travaux dans le domaine *« GIS cognition »* offrent certains éléments sur la manière dont le SIG est perçu en tant qu'instrument de travail. Ces travaux tentent également, quoique discrètement, d'aborder la dimension « apprentissage » du SIG, dimension qui fait l'objet de notre thèse.

Au moment où le SIG se démocratise, après une période de 15 ans d'utilisation réservée aux scientifiques, celui-ci est utilisé principalement pour réaliser des tâches simples, que

NYERGES (1991) appelle *« des petites tâches banales »* (notre trad.), comme questionner une carte. Ces tâches ne sont cependant pas répertoriées, la littérature évoquant des difficultés dans la réalisation d'un inventaire des usages : 1/la *similitude sémantique* (KUHN 1992, notre trad.), qui désigne le fait qu'un même terme est employé par deux utilisateurs différents pour définir deux tâches différentes et 2/la *complexité du système* (HALLGREN 1990, notre trad.), qui fait que « *certaines tâches discrètes sont presque impossibles à définir* ».

Par la suite, DAVIES (1995) tente la réalisation d'une *« taxonomie des usages des cartes »*, tout en précisant que celle-ci *« serait probablement insuffisante pour décrire toute la série des activités qu'un utilisateur pourrait réaliser à l'aide de SIG »* (DAVIES 1995, notre trad.) : tous les usages du SIG recensés renvoient à des tâches que NYERGES (1991) appelle *simples et répétitives* et qui, nécessitant peu de connaissances SIG, peuvent être réalisées sans formation préalable. Les tâches plus élaborées, comme les tâches d'analyse ou de résolution des problèmes, ne sont pas évoquées. De plus, peu de professionnels déclarent être concernés par plusieurs types de tâches.

NYERGES (1991) et DAVIES (1995) font ainsi le constat que les utilisateurs se représentent le SIG de manière étroite, limitée à l'usage qu'eux-mêmes font de l'instrument : certains professionnels se représentent le SIG comme un instrument de visualisation, d'autres comme un instrument de dessin ou encore de gestion de bases de données.

Par la suite, GILLIES (2007, cité par FONTANIEU, GENEVOIS et SANCHEZ 2007) précisent que l'intérêt de l'instrument SIG réside dans la possibilité de tous et chacun d'accéder à une géographie à la fois universelle et personnalisée. Néanmoins, dans les années 90 cela ne semble pas être le cas. Ainsi, quand MEDYCKYJ-SCOTT (1991) évoque la nécessité d'une *« longue période d'apprentissage avant de devenir capable de réaliser des tâches d'analyse »* (notre trad.), nous concluons à l'absence d'une offre de formation adéquate.

Au regard de ces constats, nous identifions un premier rôle de la formation SIG : avant d'amener les apprenants vers des usages plus élaborés, leur proposer une découverte systématique des possibilités du SIG, qui leur permet de dépasser les usages les plus évidents et les plus immédiats. Cette question de la formation professionnelle ne se pose pas uniquement pour le SIG, mais pour toute une classe d'artefacts informatiques.

Ces constats nous conduisent à porter notre attention, non seulement sur les représentations fonctionnelles des personnes en formation, mais aussi sur celles des formateurs. En effet, nous notons le fait que les définitions, les représentations et probablement les bases épistémologiques des concepteurs, des utilisateurs expérimentés et des formateurs diffèrent. Nous pouvons donc nous attendre à ce que la formation soit marquée par les caractéristiques des formateurs à cet égard.

4. TACHES INSTRUMENTEES SIG

Pendant que les psychologues rencontrent des difficultés à recenser les tâches SIG (HALLGREN 1990), les professionnels proposent une abondance de classifications des tâches, usages et possibilités du SIG. Ainsi, HANNIGAN (1990) présente neuf principales utilisations du SIG, pendant que PORNON (1992 p.27-35) identifie quatre groupes de fonctionnalités (saisie, gestion, exploitation et édition) et présente *« huit utilisations courantes »* du SIG.

Toutefois, l'impossibilité de convenir à une classification unanimement acceptée ne semble pas faire l'objet d'un débat sur le fond, mais montre que les classifications proposées sont orientées par les représentations des auteurs, représentations qui présentent des déformations fonctionnelles (OCHANINE 1971) induites par les usages que chacun fait du SIG.

Nous avons choisi de présenter les usages potentiels du SIG à travers quatre finalités (actions finalisées, au service d'un but motivé) que nous avons identifiées pour le système technique et qui pourraient être celles des apprenants présents dans les formations SIG observées :

4.1. ACQUISITION DES DONNEES

La première finalité des systèmes techniques SIG est de **rassembler de l'information géographique, selon un critère thématique**, en *couches d'information*. L'action porte le nom d'*acquisition de données* et a pour but la création, par superposition de couches d'information, d'une représentation numérique de l'espace géographique, à la fois réduite et représentative pour une classe de situations. L'espace géographique ainsi reconstitué s'appelle « un SIG ».

Les trois aspects : 1/ rassemblement de couches par superposition, 2/ critère géographique et 3/ critère thématique, désignent des caractéristiques essentielles des systèmes techniques SIG et apparaîtront régulièrement lors de l'analyse de la formation.

Figure 1. Couches d'information SIG. De gauche à droite : découpage administratif, réseau hydrographique, réseau routier, occupation du sol, relief.

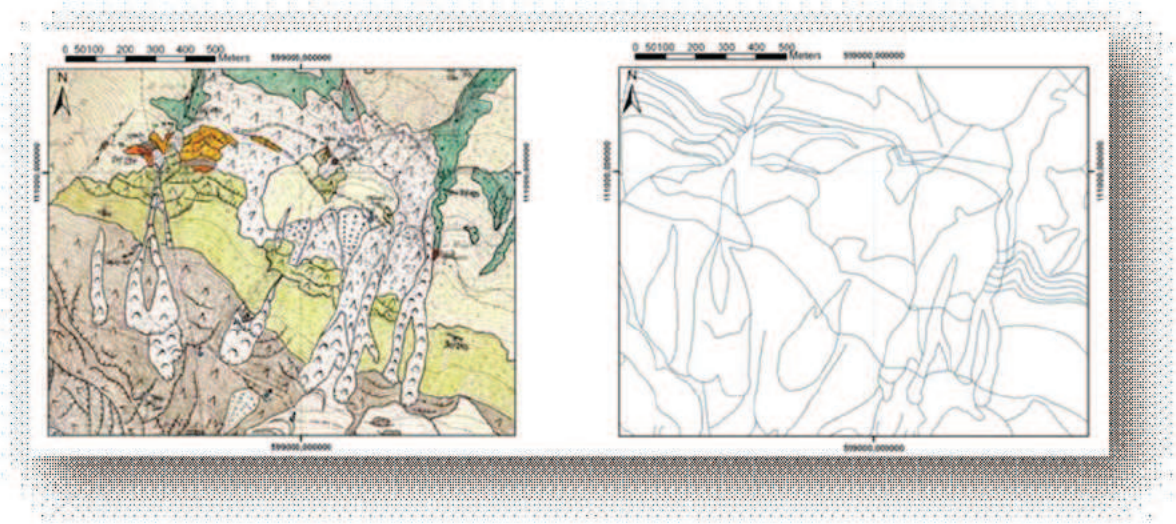
L'acquisition des données SIG repose sur deux modalités :

- l'intégration des couches d'information réalisées préalablement sur un poste de travail différent. Selon la nature des couches existantes, elles peuvent être déposées en l'état sur un support informatique accessible (disque dur, CDrom, clé USB…) et récupérées ensuite pour utilisation par l'action technique qui porte le nom d'*ouverture*. Dans ces cas, on parle de données au format *natif*, que le système technique reconnaît et s'approprie.
  Les systèmes techniques SIG reconnaissent également d'autres formats de données, que l'on appelle *compatibles*, mais une action de transformation est nécessaire pour les intégrer. Cette action est désignée par le terme technique *importation*.

- la création des couches d'information, qui nécessite une double action : la *digitalisation* : la construction des *objets graphiques* et la *saisie* des informations descriptives des objets graphiques, appelées également *données sémantiques*.

Pour les actions d'acquisition des données, l'objet de départ est soit l'espace géographique réel, dans quel cas on parle de recueil de données de terrain, soit un artefact culturel (carte papier, plan…) déjà existant. L'objet de départ ne se retrouve pas transformé par l'action, mais dupliqué sous une forme nouvelle, celle de *couches d'informations*.

Figure 2. Couche SIG (à droite) issue de la digitalisation d'une carte papier (données géologiques)



Les tâches permettant de rassembler de l'information géographique sont généralement des tâches simples pour lesquelles le but de l'action est explicite. Les procédures sont précises et le degré de liberté dans l'exécution de l'action est très faible.

Une tâche d'acquisition plus élaborée est désignée dans le monde professionnel du SIG par le terme de *mise en place d'un SIG institutionnel*. Cette tâche consiste à rassembler une série de couches d'information potentiellement utiles à toute une communauté professionnelle. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette tâche pour discuter la manière dont les apprenants et leurs supérieurs hiérarchiques se la représentent (séquence *Tour de table*).

4.2. MISE A JOUR DES DONNEES EXISTANTES

La deuxième finalité de l'instrument SIG est de *mettre à jour* des données SIG, en suivant l'évolution de l'espace géographique. Pour cela, plusieurs actions sont possibles : modification des informations descriptives, déplacement, déformation, découpage, assemblage et rajout d'objets graphiques. Ces actions reproduisent les effets des actions qui ont lieu sur le terrain : découpage des parcelles, création des voies de communication, déviation de cours d'eaux, évolution des phénomènes climatiques…

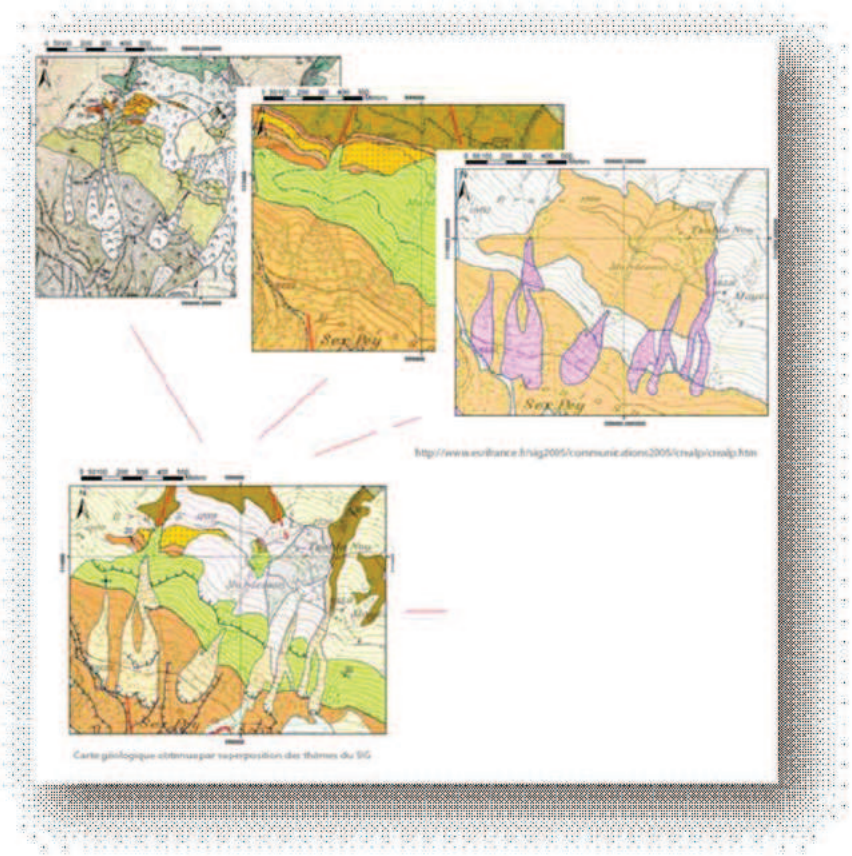
Selon le but de l'action, le degré d'élaboration des tâches varie. Ainsi, certaines tâches pouvant nécessiter un enchaînement de plusieurs actions simples : identifier le changement, identifier les objets graphiques concernés, les isoler et les modifier. Les procédures sont précises, mais plusieurs possibilités peuvent être associées à certaines actions.

4.3. CONSULTATION DES DONNEES EXISTANTES

La troisième finalité du SIG est de consulter l'information géographique disponible. Le degré d'élaboration des tâches de consultation varie. Nous trouvons des tâches simples de consultation, qui ont pour but la visualisation des données dans leur forme brute : *Où trouve-t-on tel objet ou phénomène ? Que trouve-t-on à un endroit donné ?* Pour ces tâches, l'action technique s'applique aux couches d'information sans les modifier. L'effet de l'action est une sélection d'objets, qui peut être consultée à l'écran ou immortalisée sous forme de carte.

Nous trouvons ensuite des tâches qui nécessitent une élaboration à partir de la prescription, suivie d'une série d'actions de traitement de l'information existante et de création d'information nouvelle. Le but est ici de mettre en évidence des aspects autrement inobservables. Le résultat de ce type de tâches est une représentation graphique élaborée, qui prend en considération plusieurs paramètres et fait apparaître simultanément plusieurs aspects, comme dans la figure suivante (Figure 3) :

Figure 3. Carte SIG obtenue par superposition et traitement de plusieurs couches d'information



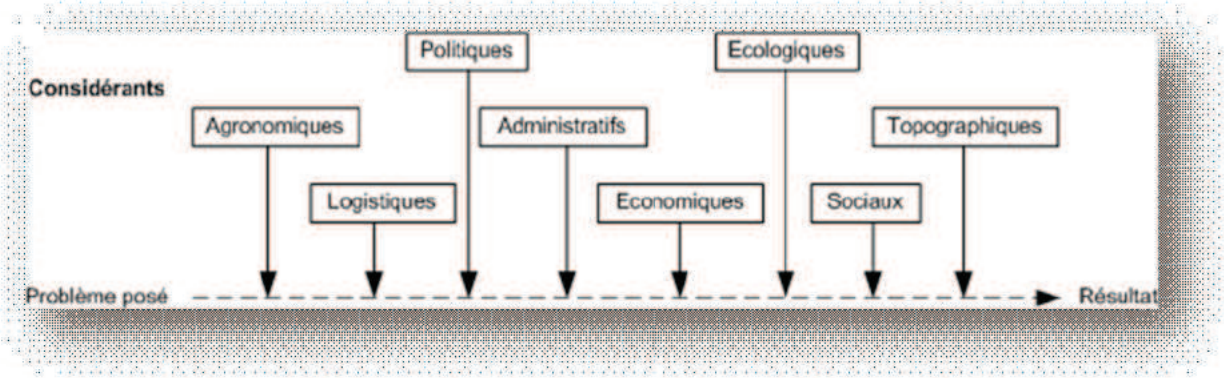
4.4. CONCEPTION ET REALISATION DES INSTRUMENTS D'AIDE A LA DECISION

La quatrième finalité du SIG est désignée par le terme technique *aide à la décision*, qui signifie la construction d'un support de réflexion en vue de la résolution d'un problème qui se pose sur le territoire.

Les tâches professionnelles associées à cette finalité sont élaborées et extrêmement variées : chaque tâche est unique. Voici un exemple : *choisir le périmètre d'implémentation d'une culture céréalière expérimentale en champ ouvert, sur une surface de 0,8 hectares.* Cette classe de tâches suppose deux phases d'action : la *conception* et la *réalisation* de la tâche.

Lors de la *phase de conception* de la tâche, l'action a une forte dimension mentale (conceptualisation de la situation sur le terrain, identification des aspects qu'il convient de traiter, anticipation des résultats attendus). La Figure 4 présente une partie des dimensions qu'il convient de traiter :

Figure 4. Aspects habituellement pris en considération dans un projet SIG



Les objets de l'action du professionnel sont principalement ses représentations : représentations de l'espace géographique réel, du problème à résoudre, représentations des possibilités d'action, des données utiles… Une composante technique de l'action peut toutefois être observée lors de cette phase : la consultation des couches existantes.

Pour la *phase d'exécution*, la dimension technique de l'action s'intensifie. La totalité des actions présentées aux points précédents peuvent y participer : actions d'acquisition et de création des couches d'information, actions de traitement et d'analyse des couches de données brutes et des données résultats, actions de mise en forme des résultats.

Caractérisé par un degré d'élaboration élevé, ce type de tâches se conçoit et se réalise progressivement, par des actions successives et des résultats partiels, jusqu'à l'obtention d'un résultat final satisfaisant. Le résultat attendu est une carte ou un système de cartes dont la fonction est celle d'instrument psychologique pour la prise de décisions.

4.5. PRENDRE DES DECISIONS A L'AIDE D'UN SIG

La cinquième finalité du SIG est la prise de décision, qui s'appuie sur les informations livrées par les cartes SIG réalisées à cet effet. Ce type de tâches ne nécessite pas des compétences SIG spécifiques et sont réalisées par une catégorie professionnelle appelée *décideurs,* par référence à l'action qu'ils réalisent.

Des travaux en psychologie (VYGOTSKI 1930 ; ROGALSKI et SAMURÇAY 1992 ; RABARDEL 1993) placent les cartes et les plans parmi les instruments psychologiques, car ils prennent en charge une partie de l'activité cognitive de la personne qui les utilisent. Les cartes préparées par les professionnels SIG ont la fonction d'artefacts pour les décideurs ; par conséquent, le SIG est un artefact pour la conception d'autres artefacts.

IV. CADRES THEORIQUES MOBILISES

En s'intéressant à l'activité des enseignants GOIGOUX (2007 p.23) considère que *« la didactique doit avoir pour projet de saisir ensemble toutes les dimensions de cette activité ; donc de dépasser le morcellement scientifique actuel : les savoirs aux didacticiens, les élèves aux psychologues, les situations de travail aux ergonomes, les contextes aux sociologues, les finalités et les valeurs aux philosophes, les pratiques et les émotions aux pédagogues des Sciences de l'éducation… »*.

L'activité des enseignants n'est pas notre objet de recherche, mais nous reprenons l'invitation formulée par GOIGOUX pour l'appliquer à l'analyse de l'activité des professionnels en formation, car comment espérer avancer dans la compréhension du processus d'apprentissage en restant « enfermé » dans un champ théorique, quel qu'il soit ? De ce fait, tout en défendant l'inscription de notre travail de recherche dans le domaine de la didactique professionnelle, nous mobilisons des champs théoriques appartenant à plusieurs disciplinaires.

Nous commençons par présenter le cadre théorique central que nous avons retenu pour notre thèse : la théorie de la représentation en vue de l'action, que nous organisons autour des travaux d'OCHANINE sur l'*image opérative* (1968, 1969, 1971, 1972, 1973) et plus récemment des travaux regroupés dans l'ouvrage *Représentation pour l'action*, paru sous la direction de WEILL-FASSINA, RABARDEL et DUBOIS (1993).

Nous nous appuyons sur cette théorie pour observer la construction et l'évolution chez les apprenants des représentations fonctionnelles. Nous considérons toutefois avec PIAGET (1975) et VERGNAUD (1991, 2001, 2007) que plusieurs processus qui guident l'action se déroulent en parallèle : le processus de construction des représentations fonctionnelles, le processus de conceptualisation et le processus de construction des schèmes en font parties. Pour tenter de mettre en évidence la possible relation entre ces processus, nous allons également visiter les cadres théoriques correspondants : nous définissons la conceptualisation avec PASTRE (1999a), VIDAL et ROGALSKI (2007) et les schèmes avec (VERGNAUD 1985, 1998).

Nous suivons ensuite DANIELLOU et GARRIGOU (1993), qui précisent que la représentation dépend de la situation mais aussi de *l'histoire de la personne.* Nous retenons, pour les sujets de notre thèse, qui sont des professionnels en tant qu'apprenants adultes, les caractéristiques suivantes : l'identité (PASTRE 2011 ; KADDOURI 1996), la motivation

(BOURGEOIS 2006), les attentes (MAYEN, PASTRE et VERGNAUD 2006) et l'expérience professionnelle. Nous explorons également le lien de ces aspects avec l'engagement dans la formation (BARBIER 2006; BOURGEOIS 2006).

Nous continuons la démarche « pluridisciplinaire » en empruntant deux cadres théoriques de la psychologie du travail : *la théorie des instruments et du travail instrumenté*, développée par RABARDEL (1995), sur laquelle nous nous appuyons pour caractériser l'objet de l'apprentissage observé – le SIG, et les *théories de l'action et de l'analyse de la tâche* développées par LEPLAT (2002), qui nous aideront à analyser l'activité d'apprentissage en référence à la tâche didactique et d'une manière plus générale, en référence au travail.

Toutefois, l'apprentissage par la formation est un acte collectif qui nous amène à prendre en considération la dimension du guidage dans l'apprentissage. Nous retenons pour cela les travaux de GALPERINE (1966) repris et continués par SAVOYANT (1981).

Enfin, pour comprendre les relations qui s'établissent dans le cadre de la formation entre les apprenants et les formateurs, nous faisons appel aux instruments théoriques conçues par BROUSSEAU pour étudier les apprentissages scolaires : le contrat didactique (BROUSSEAU 1980) et la situation didactique (BROUSSEAU 1996).

1. UNE THEORIE DE LA REPRESENTATION

Nous dédions ce chapitre à la théorie de la représentation, dans un double objectif.

Le premier objectif est de construire un cadre théorique pour l'analyse du processus d'apprentissage.

Selon VERGNAUD (1985), ***le rôle des représentations dans la réalisation des tâches et notamment des tâches nouvelles*** est essentiel. Se formant et se transformant en cours d'action, tout en orientant son déroulement, les représentations sont un élément primordial pour l'action. Les représentations témoignent également de la présence des éléments non pris en considération pour l'action : des intentions non abouties, des interrogations et des choix à faire, c'est-à-dire de toute l'activité cognitive déployée au service de l'action et qui n'est généralement pas repérable par une analyse de l'activité observable. Par conséquent, *« le concept de représentation est essentiel pour analyser la formation des connaissances opératoires et pour analyser les processus de transmission des connaissances »* (VERGNAUD 1985 p.245). Quand il s'agit de réaliser une action dans un but d'apprentissage, les représentations sont dynamiques et leur analyse d'autant plus justifiée : comment rendre mieux compte de l'apprentissage effectif d'une personne qu'en suivant l'évolution de son

action et de ses représentations ? Dans ce sens, TEIGER (1993), BERTRAND et WEILL-FASSINA (1993), VALOT, GRAU et AMALBERTI (1993) soutiennent ***la possibilité pour le chercheur d'accéder au contenu et à la dynamique des représentations*.** Cependant, VERGNAUD (2001) souligne la difficulté de rendre compte ou de décrire nos propres représentations, à cause de leur instabilité : les représentations peuvent être tellement instables, que le seul fait de les interroger risque de les transformer. Ainsi ressort une question d'ordre méthodologique : *De quels moyens dispose-t-on pour mettre en évidence une représentation à un moment « t », ainsi que son évolution ?*

Le deuxième objectif est de réunir et mettre en relation différentes théories qui font référence à la représentation pour l'action. Dans ce sens, nous réalisons une recherche documentaire concentrée autour de trois axes/hypothèses :

- Toute action humaine est le résultat d'une représentation que l'on se fait du réel, de la tâche, des moyens dont on dispose pour agir. Cependant, *qu'est-ce qu'une représentation et comment se forme-t-elle ?*
- La représentation n'est pas la copie fidèle du réel, mais une projection déformée de celui-ci : certains éléments du réel occupent dans la représentation une place plus ou moins privilégiée, selon les conditions dans lesquelles la représentation s'est formée. Dans ce cas, *quelles sont les caractéristiques et les propriétés de la représentation ?*
- Que la représentation soit déterminée ou déterminante pour l'action, l'apprentissage semble se situer dans l'espace entre la représentation et l'action. Dans ces conditions, *quelle relation entre représentation, action et apprentissage ?*

Nous avons choisi de construire notre cadre théorique en partant des travaux d'OCHANINE autour de l'image opérative, auxquels nous référons les résultats des travaux de recherche plus récents.

1.1. QU'EST-CE QU'UNE REPRESENTATION ?

L'objet de notre thèse impose l'utilisation du terme « représentation » à double sens. Pour éviter toute confusion, nous tenons à préciser qu'en plus de la *représentation mentale*, nous sommes amenés à faire référence à un autre concept, celui de *représentation graphique*.

1.1.1. REPRESENTATION GRAPHIQUE

La représentation graphique est un concept clé du domaine SIG. Il désigne un artefact « illustratif », qui peut prendre la forme de carte, plan, schéma ou image. Ayant travaillé sur ces artefacts, WEILL-FASSINA a employé le terme d'*intermédiaire* (1981 p.73), ou encore de *support de données* (1981 p.62), probablement pour souligner le fait que l'intérêt de la représentation graphique réside dans le message dont elle est porteuse. Dans une situation proche, ROGALSKI et SAMURÇAY (1993) ont qualifié les cartes de *représentations externes*, par opposition aux représentations internes, mentales, mais aussi des *représentations de référence*, car il s'agit de représentations-artefacts, qui ont une forme matérielle et qui *« interviennent dans des situations où sont mis en jeu des corps de savoirs organisés »* (ROGALSKI et SAMURÇAY 1993 p.184-185). Quant à nous, pour désigner les artefacts de type carte ou plan, nous employons dans cette thèse le terme technique SIG de *représentation graphique*.

Cependant, le sens que le terme de « représentation » prend dans ce chapitre et dans les analyses afférentes est exclusivement celui de *représentation mentale.*

1.1.2. FORMES DE REPRESENTATION MENTALE

Plusieurs termes ont été employés pour désigner la représentation en tant que projection mentale du réel, dont les plus courants sont ceux d'*image* mentale (PIAGET 1966 ; OCHANINE 1968) et de *modèle* mental (LEPLAT 1985 p.269 ; PASTRE 2007 p.25).

Nous distinguons dans la littérature plusieurs formes de représentation :

- Une forme de représentation liée à la prise de conscience des objets du réel, qui vise leur compréhension et leur caractérisation *« dans toute la diversité de ses propriétés accessibles »* (OCHANINE 1971 p.1). PIAGET appelle cette forme de représentation *image mentale*, pendant qu'OCHANINE utilise le terme d'*image cognitive*,
- une forme de représentation permettant d'extérioriser (d'exprimer) ces propriétés : la « forme prédicative de la connaissance » (VERGNAUD 2001),
- une forme de représentation permettant d'agir sur le réel : image opérative (OCHANINE 1968), représentation opératoire (MICHARD 1978), représentation

fonctionnelle (VERGNAUD 1985 ; LEPLAT 1985), représentation pour l'action (WEILL-FASSINA, RABARDEL, DUBOIS 1993), modèle opératif (PASTRE 2007).

Toutefois, certains auteurs avancent l'idée que la représentation vise nécessairement l'action : Ainsi, NORMAN (1983, cité par LEPLAT 1992 p.109) précise que les *modèles mentaux*, qui représentent *« ce que les gens ont réellement dans leur tête »,* « *doivent être fonctionnels ».* VERGNAUD (1985 p.245) attribue à la représentation la fonction de conceptualisation du réel nécessaire pour agir *efficacement*.

L'objet de notre thèse étant l'apprentissage professionnel, nous plaçons naturellement la représentation directement liée à l'action au centre de notre analyse. Toutefois, nous retenons la distinction possible entre les trois formes citées de représentation. En effet, dans une situation de formation, il nous semble difficile de parler d'un apprentissage uniquement focalisé sur l'action, en omettant la visée épistémique de certaines interventions des formateurs. Ainsi, nous nous approchons de WEILL-FASSINA (1981), qui avance l'existence de deux formes de représentation : une forme qui vise l'action et une forme qui a plus un rôle épistémique.

1.1.3. OCHANINE APPELLE LA REPRESENTATION « IMAGE »

OCHANINE ne s'attarde pas sur le terme général d'« image ». Il se contente de distinguer l'image cognitive de l'image opérative qu'il définit comme étant la première condition *pour agir* et cela même dans les situations les plus simples (OCHANINE 1968 p.3).

Essayant d'en déduire la signification qu'OCHANINE pourrait attribuer à l'image dans un sens général, VERMERSCH (1981) considère que le terme « image » est restrictif. Il fait pour cela référence à PIAGET, qui emploie le terme « image » pour mettre en évidence uniquement des aspects figuratifs. Or, la définition qu'OCHANINE donne à l'*image cognitive, « reflet intégral des objets dans toute la diversité de leurs propriétés accessibles »* (OCHANINE 1971 p.1), montre que l'image chez OCHANINE comprend aussi bien des aspects imagés que non imagés (VERMERSCH 1981 p.49-50). Contrairement à VERMERSCH, MOLNAR (1981) considère le terme « image » comme trop général, car amplement utilisé pour désigner des choses largement différentes. Rien que dans la sphère d'analyse des phénomènes mentaux, il constate la multitude de significations qui sont attribuées à ce terme (image mentale, rétinienne, opérative) et évoque la possibilité de confusion. Il propose de remplacer le terme d'image (cognitive et opérative, dans le sens d'OCHANINE) en le rapprochant de celui de *représentation*, qu'il définit comme *« modèle intériorisé de la réalité »* (VERMERSCH 1981 p.46). Nous suivons VERMERSCH, même si, dans un souci de respect des textes originaux,

quand nous faisons référence aux travaux d'OCHANINE, nous continuons à employer le terme d'image opérative.

1.1.4. STRUCTURE DE L'OBJET ET REPRESENTATION

A la base de l'image mentale, OCHANINE place la structure de l'objet. Il appelle *structure intégrale* l'ensemble de caractéristiques et de relations d'un objet (OCHANINE et CHEBEC 1968) et il observe comment la représentation se construit en partant des propriétés de l'objet que le sujet arrive à identifier. Il introduit également la *structure partielle,* qui fait référence à une partie quelconque des relations entre les éléments d'un objet (Ibid.).

Toutefois, les caractéristiques qui composent la structure intégrale de l'objet ne sont pas utiles au même degré, pour un sujet et une tâche donnée. C'est ainsi qu'OCHANINE introduit le terme de ***structure opérative*** pour désigner la structure la plus fiable de l'objet pour une tâche donnée, c'est-à-dire la structure qui offre, par un minimum de relations possibles, un maximum d'informations pertinentes sur l'objet (OCHANINE et CHEBEC 1968). Ensuite, en constatant l'existence de plusieurs possibilités d'action pertinentes, OCHANINE élargit le terme de structure opérative à l'ensemble de possibilités d'action *« pour un sujet et une tâche donnée »* (OCHANINE et KOZLOV 1971 p.8). Il désigne par le terme de *structure opérative intégrale « la totalité des possibilités permettant de réaliser la tâche »* (Ibid. p.16) et constate qu'avec l'expérience, les sujets tendent vers la structure opérative la plus efficace parmi les possibles, qu'il appelle *structure opérative optimale* (Ibid. p.25). Quant aux novices, POYET (1993) attire l'attention sur le fait que la multitude de possibilités d'action avec un même instrument peut rendre difficiles *« les processus d'assimilation et d'accommodation des représentations fonctionnelles et opératives du système technique »,* c'est-à-dire retarder l'installation des représentations opératives stables.

OCHANINE observe également que dans l'action, les sujets novices sont « attirés » par les informations immédiatement perceptibles, qui forment la ***structure visible*** (OCHANINE et CHEBEC 1968). Celle-ci n'est cependant pas nécessairement opérative : les sujets l'ayant suivi ont échoué, pendant que ceux qui ont fait abstraction de la structure visible ont pu réaliser convenablement la tâche. Dans le même sens, WEILL-FASSINA (1981 p.71) observe que *« les aspects figuratifs des données peuvent masquer des aspects opératifs »*. Nous notons par conséquent que la structure visible de l'objet peut constituer un facteur de dispersion pour les sujets dans la recherche de la structure opérative. Ce constat amène à penser que, dans une situation de formation, il est essentiel que l'étape de prise d'information fasse l'objet d'une action didactique adéquate.

1.2. L'IMAGE OPERATIVE CHEZ OCHANINE, LA BASE THEORIQUE DE LA REPRESENTATION POUR L'ACTION

Nous retrouvons dans la littérature plusieurs termes qui désignent le système de représentations construit en vue de l'action. Le premier terme que nous souhaitons évoquer est celui de *base d'orientation* (GALPERINE 1966). Telle que définie par GALPERINE, la base d'orientation semble regrouper des modèles mentaux et d'autres formes d'aide au sujet dans la réalisation d'une action : *« système ramifié de représentations de l'action et de son produit, des propriétés du matériel de départ et de ses transformations successives, plus toutes les indications dont se sert pratiquement le sujet pour exécuter l'action ».* Toutefois, SAVOYANT (1981 p. 85) revient sur ce terme et le rapproche de celui de représentation : *« la base d'orientation est en même temps reflet de l'action objective et système directeur de l'action, c'est-à-dire représentation qui doit être actualisée et qui guide la réalisation des opérations d'orientation ».*

Le deuxième terme auquel nous faisons référence est celui que nous avons choisi d'utiliser lors de cette thèse : la *représentation fonctionnelle*. LEPLAT considère que *« la représentation est fonctionnelle dans la mesure où elle assure la planification et le guidage de l'action »* (LEPLAT 1992 p.109). Le troisième terme est celui de *représentation pour l'action*, terme qui réunit dans un ouvrage commun des travaux d'approches différentes, sous la coordination de WEILL-FASSINA, RABARDEL et DUBOIS (1993). Enfin, le quatrième terme que nous tenons à évoquer est celui d'*image opérative* (OCHANINE 1968). Les travaux d'OCHANINE autour de l'image opérative apportent de nombreuses précisions sur la manière dont la représentation fonctionnelle oriente l'action tout en se construisant au cours de l'action.

1.2.1. L'IMAGE OPERATIVE DANS ET POUR L'ACTION

Nous allons maintenant caractériser la représentation fonctionnelle en partant des travaux d'OCHANINE sur l'image opérative.

La première définition de *l'image opérative* qu'OCHANINE (1968) propose est la suivante : le reflet dans la conscience du sujet de la structure la plus fiable (structure opérative) adéquate à la tâche (OCHANINE et CHEBEC 1968 p. 2). Ainsi, OCHANINE distingue une série d'images mentales qui peuvent être *adéquates* à la réalisation d'une tâche donnée et appelle image opérative celle qui, étant la plus fiable, a le plus de chances d'aboutir. OCHANINE observe ensuite le rôle stratégique que celle-ci occupe dans le traitement des

informations en vue et pendant l'action et aborde la relation entre action d'une part, identification et compréhension des propriétés pertinentes de l'objet sur lequel l'action porte, d'autre part.

Suite aux différentes expérimentations qu'il a conduites, OCHANINE a montré les effets des différents choix de stratégie d'action pour des tâches nouvelles :

- la réussite d'une action en choisissant la procédure optimale détermine chez l'exécutant une stabilisation rapide de la représentation et permet d'agir sans difficulté par la suite dans des situations semblables,
- la réussite d'une action en employant une procédure plus complexe nécessite plus de temps de stabilisation et, de plus, les chances d'erreur augmentent avec le degré de complexité de la procédure choisie,
- la réussite d'une action de manière aléatoire (par essai/erreur) n'amène pas à une évolution marquante des représentations initiales. Dans cette situation, même ayant réalisé l'action avec succès, les personnes gardent leur statut de novice face à la tâche donnée,
- l'échec amène à considérer que la procédure appliquée n'est pas opérative. Pourtant, la structure prise en compte peut être adéquate et seulement une des relations que les personnes ont établies entre les éléments de la structure ne convient pas à la situation donnée.

Suite aux résultats d'OCHANINE, dans une situation de formation il semble essentiel d'observer la manière dont les apprenants réalisent les tâches didactiques, en commençant par la prise d'information pour l'action : privilégient-ils, comme les opérateurs novices observés par OCHANINE, la structure visible des objets plutôt qu'une structure plus adéquate mais dont les éléments seraient plus difficiles à identifier ? Construisent-ils une procédure plus économique et de ce fait, moins opérative ? Suite à ces observations, une action didactique spécifique pourrait être conçue afin d'orienter la construction par les apprenants des représentations qui, d'une part, conduisent à une action efficace et d'autre part, sont facilement stabilisées et généralisées en vue des actions futures.

1.2.2. FORMATION DE L'IMAGE OPERATIVE

En analysant la réalisation des tâches en situation dynamique, OCHANINE constate que l'image opérative n'est pas finalisée au moment où elle commence à fonctionner ; sa finalisation est associée au moment où les dernières informations sont intégrées et

« stabilisées ». Ainsi, même si l'image opérative détermine l'action, elle ne la précède pas, elle se construit au cours de l'action même : les différentes possibilités d'action se présentent aux sujets de manière échelonnées, puis se regroupent autour d'une structure d'éléments communs à toutes les possibilités d'action. Ces constats permettent à OCHANINE de redéfinir l'*image opérative* (OCHANINE et KOZLOV 1971 p.1) en tant que *« structure informationnelle spécialisée formée au cours de telle ou telle action dirigée sur les objets »*. Nous allons voir ensuite comment, selon OCHANINE, la représentation oriente le choix d'une action parmi les possibilités identifiées.

1.2.3. FORMES D'IMAGE OPERATIVE

OCHANINE (1971) distingue deux formes d'images opératives :

- *images opératives effectrices* ou *images de l'action* qui, tournées vers le but, déterminent les grandes orientations de l'action : le choix et la préparation d'actions finalisées,
- *images opératives afférentes*, qui « règlent les détails » du déroulement de l'action.

Les images afférentes semblent subordonnées aux images effectrices, ce qui soulève deux questions. La première question interroge sur la place des images afférentes pour l'action : ont-elles toujours un rôle essentiel dans la réussite de l'action, y compris pour des tâches simples ? La deuxième question porte sur le mécanisme de régulation, pour une action donnée, entre images effectrices et images afférentes : quel est leur fonctionnement conjoint ?

1.2.4. ADEQUATION DES REPRESENTATIONS FONCTIONNELLES A LA TACHE ET A LA SITUATION : LES PROPRIETES DES REPRESENTATIONS

Plusieurs chercheurs qui se sont intéressés aux représentations fonctionnelles ont identifié des caractéristiques de celles-ci : WEILL-FASSINA (1981 p.63) rappelle trois des propriétés qu'OCHANINE (1969-1973) a attribué à l'image opérative : la finalisation, la sélectivité/laconisme et la déformation fonctionnelle.

Finalisation

La formation de l'image opérative a pour but l'action, ce qui constitue la première condition pour qu'une action aboutisse de manière volontaire.

Déformation fonctionnelle

L'image opérative étant *souple et plastique,* permet *« l'accentuation des caractéristiques de l'objet qui, dans les conditions d'une action donnée et à une étape donnée de cette action, revêtent une importance informationnelle toute particulière »* (OCHANINE et KOZLOV 1971 p.26). Le rôle de la déformation fonctionnelle est de réduire au maximum l'incertitude lors de l'action (OCHANINE, QUAAS et ZALTZMAN 1972 p.16) et de minimiser la probabilité d'erreur (ibid. p.23). La déformation fonctionnelle est ponctuelle et temporaire : elle se manifeste en priorité lorsque le risque d'erreur est important et change ou disparaît dès que la tâche ou les conditions de réalisation changent (Ibid. p.2 et p.23). Elle peut ainsi se manifester à plusieurs étapes de l'action (Ibid. p.3).

Sélectivité et laconisme

La capacité humaine de traitement de l'information étant limitée, chaque personne face à une tâche ne traite qu'une partie de l'information disponible : la partie considérée pertinente, selon le but et la situation de l'action. Dans la mesure où la sélection d'informations garantit l'efficacité de l'action, il s'agit de ce qu'OCHANINE appelle *structure opérative*.

SPERANDIO (1981) précise que la pertinence du choix des informations pour l'action passe par la connaissance a priori, par l'opérateur, des catégories pertinentes. A défaut, *« la sélection se fera mais mal, à la limite elle se fera de façon aléatoire »* (SPERANDIO 1981 p. 97). Selon TALYZINA (1968, citée par SAVOYANT 1979 p.22), c'est le degré de généralisation du système de représentations, appelé base d'orientation, qui *« permet de différencier les caractéristiques de l'objet qui sont essentielles pour l'action de celles qui ne le sont pas ».*

RABARDEL (1993) considère que le laconisme peut s'attaquer à des propriétés essentielles de l'objet, ce qui peut constituer un obstacle à la généralisation des représentations. Pour éviter cela, RABARDEL introduit l'idée d'une ***représentation ouverte*** : *« la représentation devrait être incomplète, floue, incertaine pour laisser la place, le « jeu » nécessaire à la mise en œuvre des mécanismes multiples et complémentaires de la gestion de la singularité »* de la situation (RABARDEL 1993 p.130).

D'autres propriétés des représentations fonctionnelles, que nous reprenons dans le tableau suivant (Tableau 1), sont ensuite identifiées ou citées par LEPLAT (1985/1995) et TEIGER (1993) :

Tableau 1. Caractéristiques des représentations fonctionnelles

Caractéristiques des représentations fonctionnelles :		***Source bibliogr. :***
Instabilité	se transformant, se simplifiant, même quand la tâche reste la même	NORMAN, cité par LEPLAT
Manque de scientificité	focalisant sur l'obtention du résultat, peuvent manquer de fondement scientifique	LEPLAT
Vicariance	existence de plusieurs représentations fonctionnellement équivalentes ; leur avantage est l'adaptabilité à diverses contraintes imposées par la tâche ou par les conditions de la situation de réalisation	
Cohérence	réduites, voir fausses mais efficaces dans les conditions données	
Caractère opératif	exprime le degré d'efficacité	TEIGER
Caractère dynamique	se déformant en fonction du but de l'action et se transforment avec l'expérience	
Caractère composite	variété de représentations d'une même réalité avec des buts différents	
Caractère personnel	relevant de la manière de voir les choses d'une personne, variable d'une personne à une autre	WEILL-FASSINA

A celles-là se rajoutent des *« caractéristiques des compétences »* (LEPLAT 1995 p.102), pour lesquelles nous faisons l'hypothèse qu'elles peuvent être traduites en termes de représentations :

Organisées	à caractère modulaire, ce qui renvoie à l'hypothèse sur les représentations regroupées dans un système de représentations pour une action donnée	BRUNER cité par LEPLAT
Apprises	construites et non pas innées	LEPLAT

1.2.5. IMAGE OPERATIVE LORS DE SITUATIONS COMPLEXES

Lors de la réalisation de tâches plus complexes, OCHANINE (1969, 1971) met en évidence deux fonctions de l'image opérative : une fonction anticipative et une fonction structurante.

La fonction anticipative

Construite au départ sur la base des informations immédiatement disponibles sur l'objet et tout en gardant sa fonction primaire pour l'action, ***l'image opérative assure*** ensuite ***l'interprétation des informations externes*** appelées *signaux* (OCHANINE 1969) et leur traitement (OCHANINE et KOZLOV 1971). Cela se réalise au fur et à mesure de l'apparition

des signaux, par confrontation avec les informations déjà disponibles dans l'image. Ainsi est mis en évidence le rôle de la représentation fonctionnelle dans la prise d'information et le traitement de l'information retenue pour l'action. Toutefois, LEPLAT (1992/2002) attire l'attention sur le fait que les informations prises en considération pour agir pourraient s'éloigner du cadre prescrit pour la tâche.

WEILL-FASSINA, RABARDEL et DUBOIS (1993) s'inscrivent dans la même direction qu'OCHANINE : ils considèrent que la représentation pour l'action a une fonction productive, qui rappelle l'image opérative, mais aussi une fonction anticipative des actions futures et de leurs effets.

Nous retenons ainsi le fait que les fonctions des représentations se multiplient d'une part avec la complexification de la tâche et d'autre part avec la complexification de la situation. Pour le système de formation, une difficulté se précise : ouvrir aux apprenants le champ des possibles tout en limitant leur champ d'action en fonction de l'apprentissage visé. Cela d'autant plus que, comme nous allons le voir ensuite, la manière dont la représentation se construit est importante pour l'action.

La fonction structurante

OCHANINE (1969 p.15) observe que l'image opérative a également une ***fonction de structuration des informations reçues*** et que, pour une tâche donnée, les formes de structuration de l'information qui aboutissent à une image opérative peuvent être différentes. OCHANINE fait ainsi le constat que l'image opérative n'est pas construite d'une manière unique.

1.2.6. MAITRISER LES REPRESENTATIONS CONSTRUITES EN VUE DE L'ACTION

Trois observations d'OCHANINE amènent à penser que l'analyse des propriétés des représentations des apprenants en cours de formation présente un intérêt didactique :

- dans le cas d'un apprentissage très orienté-action, ce sont les images opératives des objets qui se forment en premier. Ainsi, les opérateurs arrivent à se servir d'objets avant d'être en mesure de les caractériser et de connaître les possibilités d'action (OCHANINE, QUAAS et ZALTZMAN 1972 p.17),
- il est possible d'obtenir un résultat correct par une procédure fausse ou arbitraire (Ibid.),
- il existe le risque de généralisation des représentations considérées fonctionnelles sur le seul critère de leur réussite (OCHANINE 1969).

OCHANINE (OCHANINE, QUAAS et ZALTZMAN 1972 p.1) attire l'attention sur le fait que les déformations fonctionnelles peuvent amener les professionnels à s'éloigner considérablement de l'image isomorphe de l'objet. Dans ces conditions, et notamment chez les personnes centrées sur l'opérationnalité immédiate des actions réalisées, les différentes formes d'adaptation à la tâche pourraient être entraînées dans un processus de généralisation des représentations. Or, dans des situations légèrement différentes, ces représentations peuvent s'avérer non-opératives.

Ce constat nous amène à reconsidérer la fonction épistémique des représentations : l'exploration des caractéristiques des objets, et notamment celles qui ne sont pas immédiatement liées à une action, favoriserait-elle la construction de représentations ouvertes, qui ne visent pas uniquement l'action présente mais également des tâches et des situations à venir ? Dans ce sens, est-ce que, dans le cadre de la formation professionnelle continue – formation qui est généralement dédiée à l'apprentissage de tâches, d'instruments ou de gestes précis – les apprenants sont suffisamment engagés et accompagnées dans un processus de généralisation efficace, basé sur une structure élargie de l'objet de l'action, qui leur permettrait de remobiliser les représentations dans des actions futures sur le même objet ?

Les formations que nous analysons comportent une partie importante d'apprentissage par la pratique. Les tâches SIG sont réputées complexes et de plus, plusieurs possibilités d'action sont disponibles, certaines plus élaborées que d'autres. Dans ces conditions, sans un guidage adéquat par les formateurs, les apprenants pourraient être tentés de rechercher la simplification, en s'orientant vers des solutions plus économiques qui ne prennent en considération qu'une partie des caractéristiques des objets et des situations et conduisent à des déformations fonctionnelles des représentations. Pour cela, dans la formation, la conception de tâches didactiques passe nécessairement par un travail d'analyse des déformations fonctionnelles possibles, que peu de concepteurs de formation réalisent. Dans la formation SIG, nous allons examiner la manière dont les apprenants manipulent et caractérisent les objets techniques : quelles représentations leur action est-elle susceptible de construire et quelles représentations leur action détermine-elle réellement ? Nous regardons ensuite la manière dont les représentations ainsi construites sont mobilisées par les apprenants lors de la réalisation de nouvelles tâches.

1.2.7. L'ESPACE DE L'ACTION EFFICACE

Nous venons d'évoquer le fait que les représentations des professionnels peuvent être plus ou moins élaborées, tout en étant adéquates à la tâche. Toutefois, quelles sont les

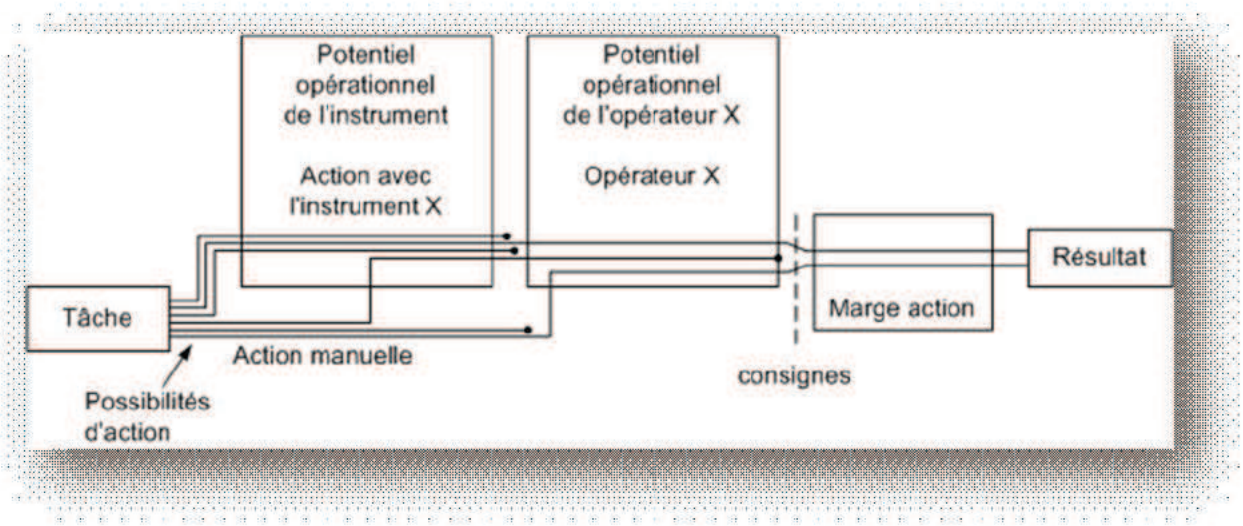
possibilités d'action pour une personne, dans une tâche et pour une situation données, lorsque cette personne est engagée dans un processus d'apprentissage et par conséquent son système de représentations fonctionnelles est en cours de construction ou d'évolution ? Analyser les représentations des apprenants en cours de réalisation d'une tâche instrumentée, comme pour le SIG, nécessite un procédé d'investigation adapté. En nous inspirant du concept de *potentiel de développement* des situations de formation (MAYEN 2008), nous introduisons les notions suivantes :

- le ***potentiel opérationnel de l'instrument***, qui définit la totalité des possibilités d'action qu'un système technique offre pour réaliser efficacement une tâche donnée,
- le ***potentiel opérationnel d'une personne***, qui représente l'ensemble de possibilités d'action dont une personne dispose à un moment donné, selon ses connaissances, son expérience, son système de représentations (de l'objet de l'action, des conditions de la situation, du système technique utilisé…),
- la ***marge d'action,*** qui définit l'espace d'action dont les apprenants disposent pour réaliser efficacement une tâche donnée. Cet espace est constitué par plusieurs types de conditions : techniques (utilisation de l'instrument SIG), personnelles (connaissances acquises, expérience), didactiques (les prescriptions).

De plus, les représentations des personnes en formation ne sont pas toutes efficaces au même degré. Pendant que certains apprenants réussissent l'action, d'autres abandonnent ou échouent. Lorsque l'échec est dû aux représentations des personnes, pas encore suffisamment construites, nous utilisons le terme d'***insuffisances***, emprunté à LEPLAT (LEPLAT et PAILHOUS 1973), pour désigner les éléments qui manquent aux représentations des personnes pour que celles-ci soient fonctionnelles.

Enfin, en observant les apprenants à l'œuvre, nous prenons en considération le fait qu'afin d'assurer la réussite de la tâche, ceux-ci pourraient être tentés de s'éloigner des prescriptions et se tourner, à des moments critiques de l'action, vers des procédures connues, avec ou sans l'instrument technique. Identifier ces écarts nous permettra de placer l'analyse de l'activité des apprenants dans les conditions de réalisation prévues par la situation didactique. Le Schéma 1 montre la manière dont nous nous proposons d'analyser l'activité des apprenants engagés dans la réalisation d'une tâche didactique : en prenant en considération les possibilités d'action prescrites (avec instrument technique) mais aussi d'autres possibilités efficaces vers lesquelles les apprenants pourraient se tourner en cours de l'action. Toutefois, comme présenté dans le schéma suivant, nous nous attendons à ce que la marge d'action soit réduite, du moins en début de formation, par le fait que les apprenants connaissent peu le SIG et donc ses possibilités :

Schéma 1. Modèle d'action instrumentée (à titre d'hypothèse)



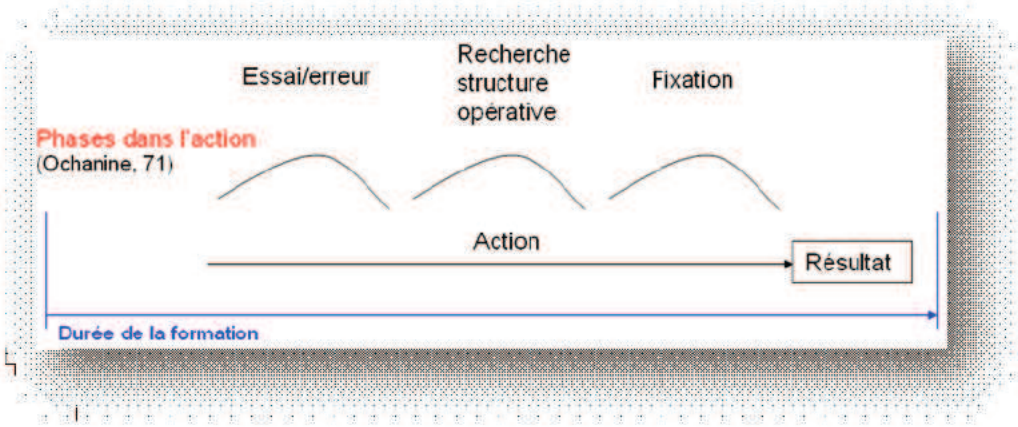
1.2.8. EVOLUTION DE LA REPRESENTATION : LES TROIS PHASES D'OCHANINE

OCHANINE et KOZLOV (1971) observent trois phases dans la formation de l'image opérative, qu'ils associent à la manière d'agir des opérateurs :

- la phase des réactions chaotiques (action par essai-erreur, découverte de la diversité de possibilités d'action),
- la phase de recherche et de mise en évidence de la structure opérative de l'objet. Lors de cette phase, une démarche de conceptualisation semble s'installer : selon LEPLAT, c'est la phase de l'action réfléchie basée sur le diagnostic de la tâche, de la prise en considération de règles d'action, de l'identification des éléments pertinents et des relations entre ces éléments. A ce stade, une procédure d'action est élaborée entièrement par le sujet.
- la phase de fixation de la structure opérative : les possibilités superflues sont définitivement éliminées et l'image opérative de référence se stabilise. Sans que l'on puisse parler de la formation de l'image opérative définitive, la charge cognitive semble se réduire et les procédures sont appliquées selon une analyse de la situation plus réduite.

Les trois phases peuvent être approchées des trois niveaux de régulation de l'activité qu'observe RASMUSSEN (1986) et des trois étapes de l'acquisition des compétences identifiées par LEPLAT (1995). La diversité de situations à laquelle le modèle semble pouvoir s'appliquer nous incite à faire l'hypothèse de sa pertinence pour l'analyse du processus d'apprentissage. Ainsi, nous tentons, à titre d'hypothèse, un modèle d'action qui s'appuie sur les trois phases qu'OCHANINE identifie pour la formation de la représentation (Schéma 2) :

Schéma 2. Modèle d'action sur la base des trois phases identifiées par Ochanine (1971) dans la formation des représentations



Nous mettons ce modèle en question lors de nos analyses ; nous le soumettons également à un questionnement théorique : selon WEILL-FASSINA, RABARDEL et DUBOIS 1993, BERTRAND et WEILL-FASSINA 1993, POYET 1993, les représentations guident l'action et en même temps s'enrichissent par les expériences vécues.

Toutefois, notre objet d'analyse est l'apprentissage en formation, c'est-à-dire dans une situation qui se distingue d'une situation de travail par le fait que les apprenants ne sont pas a priori autonomes face à la tâche. C'est justement le rôle de la formation que de favoriser, par une intervention externe spécifique, la construction de représentations fonctionnelles. Nous formulons ainsi ce modèle de manière à pouvoir l'utiliser en tant qu'instrument d'analyse des représentations en situation d'apprentissage en formation. Il est en effet peu probable que la situation didactique laisse la possibilité aux apprenants d'agir seuls, surtout en début de formation. Dans ces conditions, comment les apprenants agissent-ils face à la tâche didactique ? Que font-ils des degrés de liberté d'action que la situation de formation leur ouvre ? Tentent-ils dans un premier temps une action par essai-erreur ainsi qu'une découverte peu structurée du système technique avant de s'engager dans une action réfléchie ? Arrivent-ils à construire des procédures d'action efficaces ?

Nous devons préciser qu'en situation d'apprentissage en formation les procédures sont souvent mises à disposition, en totalité ou en partie, et ne sont que rarement construites par les apprenants. Ainsi, le chercheur n'a pas la possibilité d'identifier la phase de mise en évidence de la structure opérative de la même manière qu'OCHANINE le fait lors des expérimentations qu'il met en place. Nous nous tournons donc vers une autre modalité d'observation du processus de conceptualisation chez les apprenants : nous observons ce que les apprenants font et ce qu'ils parviennent à faire, mais nous analysons particulièrement l'activité verbale qui accompagne leur action technique. Nous faisons l'hypothèse qu'à travers l'activité verbale il est possible d'accéder à l'organisation de l'action par les apprenants et aux mécanismes d'apprentissage qui se mettent en place : par essai-

erreur, ensuite par réflexion, jusqu'à la construction autonome par les apprenants de représentations fonctionnelles pour les tâches laissées à leur charge. Quant à la phase de fixation de la structure opérative, une fois de plus, il est peu probable que cette forme de représentation puisse se manifester en formation, où les tâches didactiques sont à chaque fois différentes.

Nous devons également prendre en considération le fait qu'en formation professionnelle les apprenants ne sont pas égaux devant une tâche donnée : certains ont déjà exploré le système technique qui sera utilisé, d'autres ont déjà réalisé la même tâche par d'autres moyens. Chez certains, les représentations sont plus évoluées ou plus adéquates que chez d'autres. Dans ces conditions, allons-nous pouvoir identifier un modèle d'action commun aux apprenants ? Est-ce que, face à une tâche didactique, novices et plus expérimentés, enseignants et techniciens agissent de manière proche ?

Enfin, l'action dans le domaine SIG fait appel à des concepts issus d'un large éventail de domaines, comme l'informatique, la géographie ou le dessin assisté par ordinateur. Une partie de ces domaines et de ces concepts est déjà familière à certains apprenants. Dans ces cas, étant construites en référence à des classes de tâches différentes (non instrumentées ou instrumentées différemment), comment les représentations préexistantes influent-elles sur l'apprentissage ? On pourrait, en effet, penser que dans certains cas les représentations existantes favorisent l'apprentissage, mais que dans des situations comme celles qui nécessitent de « *regarder le processus d'une perspective opérative nouvelle* » (OCHANINE 1973 p.10) ces représentations pourraient faire obstacle à l'apprentissage.

Nous concluons en retenant le double dynamisme des représentations pour l'action. Les représentations se transforment sur la durée de l'action mais leur transformation ne s'arrête pas à la fin d'une action donnée : elles continuent leur évolution tant qu'elles sont confrontées à des situations nouvelles. Evidemment, le processus de transformation se passe différemment d'une personne à l'autre, d'où la nécessité d'une analyse individuelle (BERTRAND et WEILL-FASSINA 1993 p.245).

1.2.9. LA REPRESENTATION DANS DES SITUATIONS COMPLEXES ET DYNAMIQUES. LA TRANSPARENCE OPERATIVE

Nous avons évoqué le caractère dynamique des représentations suite à leur transformation en cours de l'action. Nous allons nous intéresser maintenant à la forme que les représentations prennent quand il s'agit de situations dynamiques.

Selon OCHANINE (OCHANINE et MOROSSANOVA 1973b p.2), *« le reflet humain des transformations est toujours sélectif »*, car *« n'étant pas en mesure de les embrasser dans toute leur complexité, l'homme met en relief quelques paramètres particulièrement significatifs à certains égards et juge de la dynamique des transformations dans leur ensemble d'après l'évolution dans le temps de ces paramètres contrôlables ».* Toutefois, OCHANINE considère qu'en *« reproduisant la dynamique des objets, le reflet devient dynamique lui aussi et se réalise sous la forme d'images dynamiques »* (Ibid. p.1).

Les situations dynamiques sont difficiles à se représenter, notamment quand les transformations ne sont pas explicites pour le sujet. Dans ce sens, RABARDEL (1995) observe que pour des actions instrumentées dans lesquelles le système technique prend en charge une partie de l'action, le processus de transformation entre un état initial et un état final n'est pas toujours accessible à l'utilisateur. Dans ces conditions, l'état initial et l'état final (le résultat) pourraient-ils suffire pour la construction de représentations fonctionnelles ?

POYET (1993) montre que l'absence de visibilité des éléments nécessaires pour l'action peut empêcher la formation de représentations nouvelles, complètes et opératives et même perturber l'utilisation des représentations préexistantes.

Quant à OCHANINE, une grande partie des sujets qu'il a observés dans une situation d'action dynamique a appris à agir correctement avant même d'avoir été en mesure d'analyser l'objet sur lequel ils agissent (OCHANINE et MOROSSANOVA 1973b p.7). Cela montre que l'image opérative ne s'appuie pas nécessairement sur la représentation de l'état initial, insuffisamment mature chez les sujets observés.

Dans ces conditions, deux questions se posent : la question de la formation des représentations nécessaires pour agir et la question de la transformation des représentations suite à l'action et en vue des actions futures. Ainsi, dans une situation de formation, de quelle manière une action didactique pourrait-elle favoriser l'accès des apprenants à une structure opérative de l'objet de l'action qui n'est que partiellement observable ? Réalisées à l'aide d'un système technique informatisé, les tâches SIG pourraient être concernées par cette difficulté. Nous interrogeons la situation didactique des formations SIG analysées avec l'aide de la notion de ***transparence opérative*** introduite par RABARDEL (1993 p.109) pour caractériser la manière dont les instruments rendent accessibles à l'utilisateur les propriétés pertinentes pour l'action : observe-t-on une transparence opérative du système technique SIG suffisante pour que les apprenants puissent réaliser les tâches didactiques sans difficulté ? Ou bien, l'absence de transparence opérative justifierait une intervention didactique spécifique de la part des formateurs ? Si oui, peut-on observer des telles interventions dans le cadre des formations SIG analysées ? Quels effets ces interventions produisent sur les apprenants et sur l'apprentissage du SIG ?

Nous évoquons maintenant une situation de travail avec SIG dans laquelle l'absence de transparence opérative pourrait être en jeu : la représentation des résultats comme moyen de contrôle de l'action SIG. Se représenter le résultat attendu et le comparer avec le résultat obtenu constitue souvent la seule modalité de contrôle de l'action. Toutefois, nous avons pu constater sur notre lieu de travail que de nombreux professionnels évitent la phase de contrôle car ils considèrent ne pas disposer des moyens nécessaires à sa réalisation. Dans ces conditions, la représentation fonctionnelle semble être mise en cause : les moyens de contrôle invoqués comme absents ne devraient-ils pas justement se trouver dans le système de représentation fonctionnelle dans sa dynamique ? Nous avançons l'idée que la difficulté que les professionnels rencontrent pourrait venir du fait que la représentation de l'état final n'est pas suffisamment opérative pour être investie dans une action de contrôle. Si tel est le cas, l'action de contrôle ainsi que la représentation de l'état final de l'action devraient faire l'objet d'un apprentissage spécifique pendant la formation. Nous allons observer la manière dont cet aspect est abordé lors des formations SIG analysées.

1.2.10. LE TRAITEMENT DE LA REPRESENTATION

La manière d'exploiter une représentation est tout aussi importante pour l'action que la représentation même. En effet, OCHANINE (1973) affirme que la représentation qui se construit en réponse à un but, seule, ne suffit pas pour garantir la réussite de l'action : la manière de traiter et de mobiliser cette représentation est tout aussi importante pour l'action. Malgré le fait qu'OCHANINE a toujours analysé la représentation en tant qu'*unité fonctionnelle* (VERMERSCH 1981 p. 55), il convient de distinguer la représentation fonctionnelle et le raisonnement qu'on y applique : selon LEPLAT et PAILHOUS (1973), les réussites et les erreurs humaines dépendent de ces deux facteurs. Nous allons cependant suivre OCHANINE, WEILL-FASSINA et RABARDEL, qui considèrent qu'une représentation fonctionnelle intègre nécessairement son « mode d'emploi », c'est-à-dire les éléments nécessaires à son utilisation en vue de l'action efficace. Car pourquoi appeler une représentation « pour l'action » si elle n'est pas fonctionnelle, c'est-à-dire ne permet pas de résoudre des problèmes ?

Sur le plan didactique, WEILL-FASSINA considère qu'il est possible d'extérioriser une représentation et de l'utiliser comme modèle de référence (WEILL-FASSINA, RABARDEL, DUBOIS 1993). Toutefois, cela revient à sélectionner les informations pour l'action à la place des sujets, ce qui empêche l'élaboration de représentations personnelles ou bien, réduit les représentations aux seules variables sélectionnées. Cette pratique favorise la réussite immédiate de l'action, mais limite l'utilisation de ces représentations à la tâche donnée *dans* la situation donnée. (WEILL-FASSINA 1981 p.74).

1.3. REPRESENTATION ET CONCEPTUALISATION

Ayant choisi les représentations comme objet de notre analyse, le travail de recherche bibliographique que nous avons entrepris visait en priorité les théories de la représentation. Ce travail nous a cependant permis de nous rendre compte que la théorie de la représentation n'est qu'une partie d'un champ théorique plus vaste, qui est celui du développement professionnel, lui-même partie du développement humain. Aussi riche qu'elle le soit, la théorie de la représentation ne pourra pas à elle toute seule rendre compte de la complexité du processus d'apprentissage. Ce constat nous amène à explorer également un autre cadre théorique : *la théorie de la conceptualisation.*

En observant que l'image opérative permet l'interprétation et l'intégration des informations extérieures appelées *signaux* (OCHANINE 1969) et parfois même leur traitement (OCHANINE et KOZLOV 1971), OCHANINE montre que la représentation est au service de la conceptualisation. Quant à VERGNAUD (1985 p.245), il affirme que *« la fonction principale de la représentation est de conceptualiser le réel pour agir efficacement »*, ce qui amène à considérer que ***la représentation requière, mais aussi détermine, la conceptualisation***, dans une transformation cyclique progressive.

Les travaux de VALOT, GRAU et AMALBERTI (1993) montrent que dans la préparation des missions aériennes, les professionnels commencent par se représenter la situation, et finissent par se représenter *dans* l'action. A ce moment, homme et machine semblent faire corps commun au service de l'action à accomplir, car la différenciation entre l'action humaine et l'action instrumentale devient difficile à saisir. En s'appuyant sur ces travaux, BERTRAND et WEILL-FASSINA (1993 p.242) avancent l'hypothèse qu'***au début l'action est guidée principalement par la représentation et la conceptualisation suit l'action***. A un moment donné, l'ordre peut changer. Lorsque c'est la conceptualisation qui oriente l'action, un changement de stratégie d'action intervient chez l'opérateur : celui-ci passe d'une « coordination agie » (BERTRAND et WEILL-FASSINA 1993), basée sur des éléments pré-acquis et présents dans la représentation, à une coordination réfléchie, « conceptuelle » (PASTRE 1999a). C'est précisément le moment où l'anticipation et le contrôle de l'action deviennent possibles pour la personne exécutant l'action : *« quand la compréhension rejoint la réussite, la coordination agie est relayée par une coordination conceptuelle »* (PASTRE 1999a p.15). On observe alors une forme de réorganisation de la coordination agie à un niveau supérieur, qui *« constitue ainsi un progrès décisif dans l'organisation de l'action »* (WEILL-FASSINA et PASTRE 2004 p. 217). Atteindre ce moment pourrait être déterminant pour le professionnel : ce moment pourrait marquer, selon PASTRE (1999a), le ***passage de tâches d'exécution à des tâches de conception.*** Car si *« la conceptualisation est (déjà) à l'œuvre dès le moment de la coordination agie »,* la coordination agie *« a un faible pouvoir*

d'anticipation », qui est insuffisant pour assurer des tâches de conception (PASTRE 1999a p.15, en référence à VERGNAUD 1996).

Toutefois, le processus de conceptualisation semble également atteindre des limites : en faisant référence aux travaux de HOFFMAN (1998, 2005), PASTRE souligne le fait que certains sujets ne pourront pas atteindre un niveau de conceptualisation suffisant pour assurer des tâches de conception. En même temps, *« tous les apprentissages ne peuvent se réduire à un processus de conceptualisation : il y a des apprentissages d'habiletés, de procédures »* (PASTRE 1999b).
Nous nous attendons ainsi à ce qu'à la sortie de la formation, les apprenants n'aient pas atteint le même niveau d'apprentissage, ni appris les mêmes choses. Il est même possible que pour certains, le niveau d'apprentissage attendu ou requis au regard des tâches futures, ne soit pas suffisant. Dans ces conditions, nous pouvons interroger la situation de formation sur les éventuels obstacles de nature didactique et tenter de les réduire.

1.4. REPRESENTATION ET SCHEME

Nous avons longtemps « caressé » le concept de ***schème***, sans pour autant comprendre la distinction qui serait à faire entre schème et représentation fonctionnelle. Car VERGNAUD tourne régulièrement autour d'un rapprochement possible entre les deux concepts sans le proposer explicitement. Il commence par placer le schème au service de la représentation : « *le schème a un rôle central dans le fonctionnement de la représentation* » (VERGNAUD 1985 p.250). Il l'imagine ensuite comme composante interne de la représentation : « *la représentation comme ensemble de schèmes* » (VERGNAUD 2007 p.10). Toutefois, à la lecture de plusieurs textes de VERGNAUD, représentation et schème apparaissent comme deux concepts proches. Car d'une part, VERGNAUD (1998a p.7) définit le schème comme *« une organisation invariante de la conduite/activité pour une classe de situations donnée »* et d'autre part il affirme que *« la fonctionnalité de la représentation vient de deux raisons principales et complémentaires : elle organise l'action, la conduite et plus généralement l'activité, tout en étant elle-même le produit de l'action et de l'activité »* (VERGNAUD 2007 p.10). Ainsi décrits par VERGNAUD, schèmes et représentations ont au moins deux propriétés communes : 1/ sont des structures mentales impliquant des éléments reliés entre eux par des relations et 2/ ont pour but l'action.

Après avoir pris connaissance, à travers les travaux d'OCHANINE, des propriétés et du fonctionnement des représentations, nous considérons que la théorie des schèmes pourrait nous permettre une opérationnalisation des représentations fonctionnelles, en nous permettant d'accéder à leur contenu. Nous nous autorisons ainsi à approcher la construction

des représentations fonctionnelles à la construction par le sujet des catégories qui composent le schème, telles que définies par VERGNAUD (1994) : des buts, des règles d'actions, des propositions tenues pour vraies qui lui permettent de traiter les informations recueillies, des possibilités d'inférence.

1.5. CONSTRUCTION DES CONCEPTS POUR AGIR

Des chercheurs du domaine de la didactique professionnelle ont introduit l'existence de deux catégories distinctes de **concepts** : les concepts théoriques et les concepts pragmatiques.

Le terme de *concept théorique* est employé par ROGALSKI (VIDAL et ROGALSKI 2007) pour définir les concepts qui se situent à la base d'un domaine donné mais qui, n'étant pas reliés à des buts et des motifs, ne participent pas directement à l'action. Le terme de *concepts pragmatiques* est introduit par SAMURÇAY et PASTRE (1995) et définit par PASTRE (1997 p.18) comme les *« concepts que les opérateurs mobilisent dans l'action »*.

Toutefois, nous pouvons constater que l'existence de deux catégories distinctes de concepts est de plus en plus difficile à démontrer : d'une part, ROGALSKI admet que les concepts théoriques peuvent être au service de l'action (VIDAL et ROGALSKI 2007) et d'autre part la visée épistémique est observée dans l'action (SAMURÇAY et PASTRE 1995, VIDAL et ROGALSKI 2007). De plus, MAYEN et SAVOYANT (1999) montrent que dans l'entreprise, la distinction entre *« les éléments qui permettent de comprendre »* (Ibid. p. 79) et ceux qui permettraient d'agir est moins marquante, les professionnels ayant une acception différente de la théorie de celle généralement acceptée dans le monde scientifique : ils considèrent les procédures et les éléments de description des instruments de travail comme faisant partie de la théorie (PASTRE 2010).

Lors de l'analyse de la formation professionnelle que nous allons réaliser, nous nous autorisons à ne pas faire la distinction entre concepts qui permettent de comprendre et concepts qui permettent d'agir. Nous nous appuyons pour cela sur le fait que, comme le montre le tableau suivant (ROGER et MAUBANT 2009) plusieurs auteurs s'accordent à dire que le plus important est le fait qu'il s'agisse de concepts professionnels (Tableau 2) :

Tableau 2. Concepts professionnels selon BARBIER (2006), Lenoir (1995) et Raisky (1993). Par Roger et Maubant (2009)

Barbier, 2006	***Lenoir, 1995***	***Raisky, 1993***
concepts sur l'action concepts pour l'action concepts de l'action	concepts théoriques concepts procéduraux concepts pratiques	concepts scientifiques concepts techniques concepts pratiques

Par conséquent, lorsque nous identifions dans les formations que nous analysons des concepts SIG qui se construisent ou qui sont mobilisés par les apprenants, considérer qu'il s'agit de ***concepts professionnels*** nous parait pertinent et suffisant.

Enfin, nous considérons avec VERGNAUD que la réalisation de toute tâche, même réduite, fait rarement appel à un seul concept, tout comme un concept peut participer à la réalisation de plusieurs tâches. Nous retenons ainsi le terme de ***champ conceptuel*** (VERGNAUD 1994) qui désigne *« un ensemble de situations parentes entre elles et l'ensemble de concepts qui sont nécessaires pour les analyser »* (Ibid. p.187).

Dans ces conditions, une question didactique se pose : qu'est-ce que les formateurs, qui sont des professionnels expérimentés, mettent derrière le terme de *théorie* et qu'appellent-ils la *pratique* ? Visent-ils, à travers les séquences de cours qu'ils mettent en place, la construction par les apprenants des concepts qui permettent la compréhension des objets du monde, sans lien avec l'action et à travers les séquences pratiques, l'apprentissage des procédures ? Ou bien, lors des séquences de cours, préparent-ils les apprenants pour des actions futures, en tentant de susciter et d'étayer chez ceux-ci la réalisation d'un processus d'élaboration pragmatique et la construction de représentations fonctionnelles ? Car si nous considérons que tout concept qui participe à l'action est un concept pragmatique, nous nous attendons à ce que les concepts rencontrés dans la formation professionnelle rentrent dans cette catégorie.

1.6. ANALYSE DES REPRESENTATIONS : POSSIBILITES ET LIMITES

Notre but de recherche central est l'analyse des processus et des mécanismes d'apprentissage qui ressortent à travers l'activité des apprenants en formation. Tout en observant la totalité des formes d'apprentissage, nous centrons plus particulièrement notre attention sur les représentations fonctionnelles qui se construisent chez les apprenants et qui sont mobilisées par ceux-ci pour réaliser des actions didactiques et donc, pour

apprendre. Car accepter la thèse que les représentations orientent l'action (OCHANINE, PASTRE, VERGNAUD), suppose de considérer qu'apprendre à agir revient à construire des représentations fonctionnelles en référence aux tâches données. Nous allons ainsi tenter de répondre aux questions suivantes :

- Comment les apprenants perçoivent-ils la structure opérative des objets de l'action ? Quels sont les modalités de prise d'informations qui les amènent à cette construction ? Que font-ils lorsque des aspects essentiels pour l'action ne leur sont pas mis à disposition, comment dépassent-ils ces obstacles ?

- Comment les représentations fonctionnelles se construisent-elles ou évoluent-elles chez les professionnels en formation et comment les apprenants sont-ils guidés dans l'action par leurs propres représentations ? Comment les professionnels apprennent-ils à agir et comment agissent-ils pour apprendre ? Comment mobilisent-ils dans l'action didactique les connaissances nouvellement acquises, mais aussi les connaissances acquises antérieurement, l'expérience de travail et l'expérience avec l'instrument SIG ? Les représentations fonctionnelles en cours de construction arrivent-elles à orienter efficacement l'action des apprenants en formation ? Comment les apprenants construisent-ils des stratégies d'action et quels effets les stratégies choisies ont-elles sur le processus de construction des représentations fonctionnelles d'une action dans une situation donnée ?

- Comment les représentations fonctionnelles s'ajustent-elles à la variation des situations et de formes d'action que les apprenants rencontrent ? Autrement dit, comment s'opère chez les apprenants le processus de généralisation des représentations de l'action et pour l'action, dans quelles conditions le caractère fonctionnel est-il conservé ?

Lors de l'analyse, nous devons cependant prendre en considération plusieurs aspects.

Premièrement, lors des discussions théoriques auxquelles nous avons dédié ce chapitre, nous avons présenté plusieurs propriétés des représentations. Ces propriétés ont cependant été mises en évidence en situation de travail ou d'expérimentation. En retenant ces propriétés comme des catégories potentielles d'analyse didactique des dispositifs de formation que nous observons, nous faisons l'hypothèse que les tâches didactiques proposées aux apprenants en formation SIG ne diffèrent pas fondamentalement des tâches de travail. Nous devons cependant, systématiquement, caractériser la situation didactique dans laquelle chacune des tâches est réalisée par les apprenants.

Deuxièmement, nous notons la difficulté d'accéder aux représentations des personnes car celles-ci ne laissent pas de traces directes : *« les représentations sont par nature inobservables et leur existence comme leurs propriétés ne peuvent qu'être inférées à partir de comportements observables »* (LEPLAT 2002 p.25). LEPLAT (Ibid. p.93) précise également

que les méthodologies propres à l'étude des représentations sont *« d'un emploi délicat »* car *« leur application modifie la représentation »*. Nous notons également la nature dynamique des représentations, qui rend leur caractérisation particulièrement vulnérable : certaines représentations se construisent pendant la formation, d'autres préexistent mais se transforment et se réorganisent au cours de l'action (WEILL-FASSINA, RABARDEL, DUBOIS 1993) et même après action (PASTRE 1992). Ainsi, lorsque nous avons choisi de nous limiter à l'analyse des représentations des apprenants pendant la formation, nous sommes conscients de n'accéder qu'à une partie de leur évolution ; nous ne nous attendons pas à observer des représentations fonctionnelles qui ont atteint la phase de fixation (OCHANINE 1971). Cependant, au regard de l'objectif annoncé par la formation SIG, qui est de former les apprenants à l'utilisation du SIG et non pas à l'exécution de tâches précises, il pourrait s'agir de la partie la plus importante de l'apprentissage du SIG.

Le troisième aspect à prendre en considération lors de l'analyse est le fait que les représentations sont personnelles. Il est possible que dans certaines conditions, les possibilités d'action soient limitées. Ainsi, en partant des représentations des opérateurs engagés dans une action de conception, DANIELLOU et GARRIGOU ont mis en évidence le fait qu'au-delà des variations de l'activité, qui sont liées à la fois aux situations et aux opérateurs, il est possible de repérer des *« structures invariantes de l'activité des opérateurs »* (DANIELLOU et GARRIGOU 1993 p.301). Quant à nous, nous notons le fait que lors des situations de formation que nous observons, des *structures invariantes de l'activité des opérateurs* pourraient être induites par le guidage de l'action didactique, qui est en grande partie assuré par les formateurs de manière collective.

Toutefois, malgré les contraintes qui pourraient induire une uniformisation des représentations, VALOT, GRAU, AMALBERTI (1993 p.272) parlent d'*« aménagements individuels spécifiques de chaque opérateur »* d'où la nécessité d'une analyse individuelle des représentations (BERTRAND et WEILL-FASSINA 1993 p.245). Ainsi, la question suivante se pose : peut-on identifier des structures invariantes de l'action des apprenants en formation et à travers celles-ci, des structures invariantes d'apprentissage ? Cette hypothèse sera vérifiée en observant l'évolution des représentations de plusieurs apprenants, dans des conditions de formation identiques et en partant des représentations initiales des apprenants.

2. THEORIES DE LA FORMATION POUR ADULTES

Analyser une situation d'apprentissage revient, selon MAYEN (2007c p.176), à distinguer entre *« ce qui est à apprendre »* et *« ce qui est propre à générer de l'apprentissage ».* Parmi les conditions de l'apprentissage, nous nous arrêtons ici sur les conditions intra-personnelles. Parmi les conditions intra-personnelles évoquées par BOURGEOIS et NIZET (1999) et CHAPELLE et BOURGEOIS (2006), nous nous arrêtons sur les connaissances antérieures et les capacités cognitives, ainsi que sur les attentes, la motivation et le projet identitaire des personnes engagées en formation pour adultes.

Les ***connaissances antérieures*** à la formation et les ***capacités cognitives*** des apprenants sont des conditions qui font qu'une intervention formative peut avoir des effets différents sur les apprenants en termes d'apprentissage. Car si « *dans un grand nombre de situations, ce qui est agi ou énoncé (…) crée la zone de développement* » (MAYEN 2007c p. 178), agir ou énoncer n'est pas une condition suffisante pour l'apprentissage ; les situations didactiques ne sont efficaces que si l'apprenant identifie et arrive à mobiliser les ressources nécessaires à la réalisation des tâches prescrites : *« pour qu'une situation imaginée par le maître soit une situation pour le sujet, il faut que ce dernier ait les moyens cognitifs d'y reconnaître une intention possible pour lui, des informations utilisables et des actions possibles* » (VERGNAUD 1994 p.182). De plus, l'étayage par les formateurs de l'activité des apprenants peut être plus ou moins efficace aussi parce que *« la communication entre le médiateur et l'apprenant est frappée par les mêmes ambiguïtés que toute autre communication »* (VERGNAUD cité par MAYEN 2007c).

Toutefois, les personnes adultes que nous observons en formation ont une spécificité : ce sont des professionnels et des professionnels en poste. Ceux-ci appartiennent au monde professionnel à trois niveaux : Premièrement, ils appartiennent au monde du travail, qui leur impose des critères et des exigences comme des critères de réussite, d'efficacité ou de performance. Deuxièmement, ils appartiennent au monde professionnel de leur corps de métiers, qui est régi par des procédures, des croyances, un langage technique. Dans ce monde, ils ont acquis des connaissances et construit des expériences. Troisièmement, ils font partie d'une institution qui leur impose des valeurs et des règles de conduite. Appartenant tous à un monde professionnel qui est celui de la gestion du territoire, nous nous attendons à ce que les apprenants SIG aient un langage technique et des valeurs professionnelles communes ou proches, ce qui pourrait faciliter la communication entre eux et avec les formateurs. Tout cela crée un cadre particulier pour l'apprentissage et pour l'orientation des processus d'apprentissage.

En s'intéressant à la relation entre la formation et le travail, PASTRE, MAYEN et VERGNAUD (2006) observent que les professionnels en formation ne quittent pas complètement le monde du travail. Ainsi, en analysant l'activité des apprenants, nous tentons d'observer la manière dont les mondes professionnels font surface dans la formation, en favorisant ou en faisant obstacle au processus d'apprentissage. Nous allons essayer d'apporter des éléments de réponse aux questions suivantes : *De quelle manière le travail des personnes se manifeste-t-il pendant la formation ? Comment est-il présent comme part agissante dans le processus de formation ?*

Une autre condition déterminante pour l'apprentissage est la ***motivation*** des apprenants. C'est un terrain sur lequel le formateur peut et doit agir : *« il ne s'agit pas seulement d'amener les personnes à apprendre à mieux agir dans des situations connues ou mieux réaliser des tâches connues. Il s'agit aussi d'ouvrir le champ des possibles, d'élargir le champ des tâches réalisables, des actions possibles après la formation. C'est une voie essentielle pour s'engager et continuer à trouver des motifs d'intérêt pour la formation »* (Holgado et MAYEN 2006 p.4).

De par sa mission, qui est d'identifier des situations porteuses d'apprentissages, la didactique professionnelle s'est notamment dédiée aux professionnels qui s'engagent dans l'apprentissage de manière volontaire, avec l'intention d'apprendre à résoudre des problèmes et à réaliser des tâches de travail. Nous retenons dans ce sens la distinction que fait KADDOURI (2006) entre deux formes d'engagement volontaire :

- un engagement autonome, qui caractérise un projet personnel,
- un engagement soutenu, qui correspond à un projet pour soi qui sert aussi pour autrui.

Les théories de la formation d'adultes parlent souvent d'adultes engagés, motivés, responsables, avec désir d'autonomie, mais les « ruptures » qui amènent les professionnels en formation peuvent avoir sur les personnes des conséquences émotionnelles, pas toujours motivantes, d'ailleurs plutôt négatives selon BOURGEOIS (2006) : frustration, inconfort, insatisfaction, tristesse… Dans le but de comprendre ce qu'il appelle « une rupture au sein d'une évolution », PASTRE (2005) introduit la notion de genèse identitaire, qui tente de rendre compte de deux oppositions : entre continuité et ruptures identitaires et entre affection et affirmation identitaires (PASTRE 2011 p.140).

En soutenant l'existence d'une structure invariante de l'identité, qui organise l'activité, qui est une « identité en acte » (VINATIER et ALTET 2008) et qui se manifeste lorsqu'un sujet est en interaction avec d'autres sujets. PASTRE (2011) reprend l'idée de VINATIER (2008, 2009) qui introduit la notion d' « invariants du sujet » qu'il appelle « invariants identitaires ». Nous retenons que les invariants identitaires se révèlent lorsqu'ils sont mis en crise, dont au moment d'une évolution (PASTRE 2011 p.146).

Nous retenons pour analyse la première opposition évoquée par PASTRE (2011), celle entre continuité et rupture identitaire. Pour tester la théorie de PASTRE, nous allons tenter d'identifier, à travers leur récit, les ruptures qui ont amené les personnes en formation. Nous faisons ainsi l'hypothèse que sur la durée de la formation, les apprenants évoqueront des événements marquants antérieurs à la formation.

Au-delà de l'apprentissage par besoin induit par les tâches professionnelles, la formation est également un moyen que les adultes peuvent utiliser pour soigner leur image de professionnels compétents (BOURGEOIS 2000 ; DECI et RYAN 1985 ; NEUVILLE et VANDAM 2006 ; BARBIER, BOURGEOIS, de VILERS, KADDOURI 2006). En effet, en arrivant en formation, les adultes ont derrière eux un vécu et des représentations de soi : d'un « soi » présent, qui est « lesté de son passé et de ses œuvres » (RICŒUR cité par PASTRE 2011 p.135) mais aussi d'un « soi » en transformation, car c'est bien l'objectif de l'engagement en formation que d'évoluer et donc de faire évoluer sa représentation de soi (PASTRE 2011). Il semble ainsi essentiel que les professionnels engagés en formation soient ouverts à l'apprentissage et qu'ils acceptent le fait qu'ils ont des choses à apprendre, qu'ils ne détiennent pas la vérité, qu'ils peuvent faire des erreurs et qu'ils acceptent l'autorité du formateur. Celle-ci est une posture qui n'est pas toujours facile à assumer par un professionnel et l'un des rôles des formateurs est ainsi de faciliter l'engagement et le maintien des apprenants dans l'apprentissage.

Dans le travail comme dans la formation, qui sont des activités collectives, le regard que les autres posent sur soi est également important. BARBIER montre que la représentation de soi est un élément évaluatif lorsque les autres posent un regard sur soi : « *Les représentations de soi (…) fonctionnent entre sujets comme des reconnaissances* » (BARBIER 2006 p.34).

Selon PASTRE (2011 p.137), la représentation ou la connaissance de soi *« ne prend forme que lorsqu'elle s'inscrit dans un récit »*. Par conséquent, lorsqu'ils se présentent, en début de formation, les apprenants font émerger leurs représentations d'eux-mêmes. Et comme pour les professionnels la représentation de soi est indissociable de la représentation de son travail, car « construites ensemble » (BARBIER 2006), parler de soi revient à parler de son travail. Nous nous attendons ainsi à ce que les apprenants évoquent les tâches qu'ils ont à réaliser, sur leur statut face à ces tâches et finalement les raisons de leur engagement en formation.

Un autre aspect qui nous semble important à prendre en considération dans nos analyses est celui des ***attentes***. Selon PASTRE, MAYEN et VERGNAUD (2006), les professionnels en poste se tournent vers la formation au moment où ils constatent ou supposent un écart entre les compétences détenues et les compétences requises par leur travail présent ou futur. Motivé par des attentes spécifiques, leur investissement est faible lorsque la formation ne présente pas les garanties de réussite en termes d'apprentissage prévu

(PASTRE, MAYEN et VERGNAUD 2006 ; BARBIER 2006). Nous tentons d'accéder aux attentes des apprenants : dans les conditions où ces attentes sont précises, nous nous attendons à ce qu'elles soient précisées par les apprenants lors de la formation.

Toutefois, comme le soulignent BARBIER, BOURGEOIS, de VILERS, KADDOURI (2006), *« le sujet n'a pas, la plupart du temps, entièrement conscience de ses buts et stratégies identitaires ».* Dans ces conditions, le rôle du formateur est d'identifier les possibles buts des sujets et d'en tenir compte pour la formation. Or, lorsque les objectifs des apprenants et des formateurs ne sont pas identiques, certains apprenants se laissent amener dans les situations les plus diverses, qui leur permettent de *« percevoir le monde et agir sur lui »* selon l'orientation donnée par le formateur (MAYEN 2007c p.177), pendant que d'autres peuvent, pour des raisons diverses, s'y opposer. Dans ces conditions, quels sont les moyens dont les formateurs disposent pour réorienter les attentes et les préoccupations des apprenants, pour stimuler leur motivation pour des apprentissages divers ? Nous allons interroger la situation de formation sur les attentes des apprenants : Quelles sont ces attentes ? Dans quelle mesure facilitent-elles ou au contraire, font-elles obstacle à l'apprentissage ? Dans quelle mesure peuvent-elles constituer une difficulté pour le formateur, et cela notamment lorsque le groupe d'apprenants est hétérogène ? Et comment le formateur s'y prend-il pour dépasser cet obstacle ainsi que, d'une manière plus générale, les obstacles que les apprenants posent, malgré eux, entre eux et l'objet de l'apprentissage ? Comment fait le formateur pour assurer les conditions de réussite de l'apprentissage ?

3. APPRENTISSAGE ET MEDIATION

Parmi les conditions de l'apprentissage, nous nous arrêtons maintenant sur la place qu'occupent les *autres* dans le processus d'apprentissage.

3.1. LE ROLE DES FORMATEURS

Selon LEPLAT (2002 p.2), la formation professionnelle *« vise à faire acquérir les compétences nécessaires à l'exécution d'une tâche ou d'une classe de tâches ».* Mais, dans les conditions d'un monde professionnel vaste et en pleine évolution, comme c'est le cas du SIG, une formation « à la tâche » peut ne pas suffire. Ainsi, au but de répondre aux attentes des participants en terme de tâches et d'usages spécifiques du système technique qui fait l'objet de la formation, s'ajoute le but d'orienter l'apprentissage vers des aspects critiques, dont les professionnels n'ont pas nécessairement conscience et qu'ils n'iraient pas découvrir d'eux-mêmes : *« l'adaptation de l'Homme aux travaux industriels modernes ne peut être laissée au hasard, si l'on veut qu'elle soit à la fois économique physiologiquement et efficace au point de vue des résultats »* (Ibid. p.9).

Cela nécessite la mise en place de situations didactiques appropriées, c'est-à-dire des situations didactiques qui, à travers des tâches didactiques qui puissent être réalisées par les personnes en formation avec les moyens mis à leur disposition, apportent à chacun quelque chose de nouveau.

Selon MAYEN, il est nécessaire de partir de situations dans lesquelles des professionnels ont ou auront à agir et de tâches qu'ils doivent ou devront accomplir. Considérant que *« dans le monde du travail, les situations professionnelles peuvent être des opportunités d'apprentissage, de développement »* (MAYEN 1999 p.71), MAYEN parle de *situations potentielles de développement* (Ibid.) En formation, lorsque des situations professionnelles sont introduites, c'est pour leur ***potentiel d'apprentissage***, terme que nous introduisons pour souligner la dimension didactique de ces situations introduites volontairement dans la formation dans un but d'apprentissage.

Ainsi, une partie du travail des formateurs consiste à didactiser des situations professionnelles qui ont un fort potentiel d'apprentissage et qui sont familières aux apprenants pour construire des espaces collectifs d'apprentissage.

Dans une approche socioculturelle, VYGOTSKI (1978) souligne le rôle du *médiateur*, qui représente un acteur actif dans l'apprentissage, à condition que la médiation se situe dans la

zone proximale de développement, l'espace cognitif délimité d'une part par ce que le sujet est déjà capable d'accomplir seul et sans difficulté et d'autre part par ce qu'il lui est possible de réaliser avec aide. Le terme de zone proximale de développement ayant été pensé en référence au développement « physiologique » de l'enfant, l'utiliser pour des adultes implique de préciser de quel type de développement il s'agit (MAYEN 1999 p.67). Il s'agit dans notre cas du développement de compétences professionnelles dans l'utilisation du SIG pour réaliser des tâches de travail.

La forme de l'aide qu'une personne peut fournir à une autre est définie par la théorie de la médiation de tutelle (WOOD, BRUNER & ROSS 1976) : pour qu'une relation de tutelle puisse favoriser l'apprentissage, l'aide fournie par le médiateur ne doit être ni insuffisante, ni plus importante que ce dont l'apprenant a besoin pour réaliser la tache prescrite. En suivant BRUNER, nous notons plusieurs rôles médiateurs du « système formateur », parmi lesquels :

- diriger, contrôler et maintenir l'attention des apprenants,
- entretenir une relation permanente entre moyens et fins des actions didactiques,
- inciter les apprenants à s'impliquer activement dans leur propre apprentissage, en suscitant chez eux des activités susceptibles de produire de l'apprentissage.

VERGNAUD (1994 p.182) fait également remarquer que *« le plus souvent, l'enseignant ne se contente pas d'offrir aux élèves des occasions de produire une conduite (…) mais il apporte une aide à l'identification du but à atteindre, à la catégorisation et à la sélection de l'information, au réglage de la conduite, au raisonnement »*. Dans quelles conditions les apports du formateur favorisent-ils l'apprentissage et dans quelles conditions constituent-ils des obstacles à l'apprentissage du SIG ?

3.1.1. FORMES DE MEDIATION

Quand il s'agit d'analyser une situation d'apprentissage, MAYEN (2007c p.176) identifie *« ce qui est à apprendre »* et *« ce qui est propre à générer de l'apprentissage »*. Ce qui est à apprendre ou *l'objet de l'apprentissage* est défini par le but de la formation, est présenté explicitement, ou est facilement identifiable par une analyse didactique du contenu de la formation. En revanche, ce qui va générer, faciliter ou au contraire, faire obstacle à l'apprentissage, c'est-à-dire les conditions de la situation didactique proposée aux apprenants, est plus difficile à mettre en évidence. Car ces conditions sont multiples et, de plus, peuvent déterminer chez les apprenants des effets différents. A ce niveau, le rôle du formateur est essentiel, dans sa qualité de médiateur entre ce qui est à apprendre et la

situation qui permet l'apprentissage. Ainsi, dans la réalisation par l'apprenant d'une tâche didactique, nous retenons les formes d'étayage identifiées par BRUNER (1983) :

- ***L'enrôlement*** : soutenir l'intérêt pour la tâche,
- ***La réduction des degrés de liberté*** : simplifier la tâche pour faciliter sa réalisation,
- ***Le maintien de l'orientation*** : s'assurer que le sujet ne s'éloigne pas du but de la tâche,
- ***La signalisation des caractéristiques déterminantes*** : attirer l'attention sur les éléments pertinents de la tâche,
- ***Le contrôle de la frustration*** : s'assurer à ce que les difficultés rencontrées ne se transforment en échec,
- ***La présentation de modèles*** : démontrer la tâche à l'apprenant, en détaillant les étapes.

Nous retenons également le fait que le guidage par le formateur doit se situer à tous les niveaux de l'action de l'apprenant (SAVOYANT 2010), c'est-à-dire :

Le guidage de l'exécution : indiquer à l'apprenant ce qu'il faut faire. Il s'agit là, selon SAVOYANT, de la forme de guidage la plus facile pour le formateur, car celle-ci renvoie à des opérations d'exécution, sans préciser le but de ces opérations, ni les informations à prendre en compte. Toutefois, le niveau de guidage peut être variable. Nous appelons ainsi ***guidage serré*** la forme de guidage avec la mise à disposition par le formateur d'une partie importante des éléments pour l'exécution de l'action. La forme d'apprentissage associée est la réalisation de *« séquences opératoires de plus en plus longues »* (SAVOYANT 2010 p.124).

Le guidage de l'orientation : définir le but, livrer des propriétés de l'objet de l'action et de la situation, énoncer des règles d'action pour permettre à l'apprenant d'associer une procédure d'action à une situation d'utilisation. Toutefois, selon SAVOYANT, *« en début d'apprentissage, ce type de guidage risque de rester insuffisant et inopérant »*, car il renvoie l'exécutant à la représentation du résultat, difficile pour un novice. En termes d'apprentissage, cette forme de guidage amène les apprenants à l'élaboration d'une catégorisation des situations permettant l'utilisation de manière autonome des règles d'action énoncées.

Le guidage du contrôle : assurer le suivi de la réalisation des opérations pour détecter les éventuelles erreurs. Une forme plus évoluée de guidage consiste à expliciter les relations entre opérations et leur effet et peut avoir comme résultat en termes d'apprentissage, l'élaboration de l'action réalisée.

Les effets de la médiation ne sont pas toujours prévisibles, ni maîtrisables (MAYEN 1999) ; l'action même de tutelle peut déterminer une évolution des situations : « *la situation, telle*

qu'elle est vécue par celui qui est aidé, peut en être profondément transformée » (MAYEN 2007c p.177). L'action de tutelle peut également échapper au contrôle des formateurs : « *la tutelle, même lorsqu'elle est anticipée, parfois jusque dans ces détails, est cependant soumise au caractère dynamique et jamais absolument prévisible de la manière dont la transaction va évoluer »* (Ibid.)

La littérature sur la formation des adultes fait référence au fait que *« le formateur joue dans une pièce dont il n'est pas auteur »* (PERRENOUD 1999). Contraint par une prescription institutionnelle en termes d'objectifs, de durée, parfois de programme et même d'organisation de la formation, le formateur n'a parfois que peu de marge de manœuvre pour une organisation plus spontanée de l'action (MAYEN 2007c). Toutefois, tel que prévu, le contenu de la formation ne correspond pas toujours aux attentes des apprenants et des aménagements sont nécessaires. Dans ces conditions, deux questions se posent : Quelles sont les libertés qui restent à disposition des formateurs ou qu'ils s'autorisent dans le cadre de la formation ? Et au contraire, quelles sont les modalités dont les formateurs disposent pour que la situation didactique ne s'éloigne pas du but prévu ?

Pour traiter ces deux questions nous retenons plus particulièrement comme formes d'activité didactique que les formateurs peuvent développer : 1/ la mise en place d'un contrat bilatéral entre les formateurs et les apprenants qui rappelle le contrat didactique tel que défini par BROUSSEAU (1980), 2/ l'anticipation des effets que les situations didactiques proposées produisent chez les apprenants (SAVOYANT 2005), 3/ la négociation et l'aménagement du contrat didactique (PERRENOUD 1999) et 4/ l'exploitation des imprévus didactiques lorsque ceux-ci apparaissent pendant la formation (CHAUTARD et HUBER 1999 et 2001 ; PERRENOUD 1999).

3.1.2. MISE EN PLACE DE SITUATIONS DIDACTIQUES REGIES PAR UN CONTRAT BILATERAL

Dans une conférence sur le thème « comparaison entre la didactique des mathématiques et la didactique professionnelle » (BROUSSEAU 2003) soutient que *« si quelqu'un demande un savoir, on ne lui enseigne pas, on lui donne une réponse ». « En ce qui concerne la formation professionnelle »,* ajoutait Guy BROUSSEAU, *« celle-ci se constitue comme une solution à un problème »* et par conséquent, les principes de la didactique classique ne seraient plus valables.

Toutefois, lorsque nous nous intéressons aux situations didactiques, nous ne pouvons pas admettre que la didactique professionnelle soit déshéritée d'office de théories et valeurs de *la* didactique. Nous nous autorisons ainsi à définir la ***situation didactique*** de la manière dont

le fait BROUSSEAU : *« un ensemble de relations et rôles »* (BROUSSEAU 2002 p.2), *« spécifiques du savoir »* (BROUSSEAU 1986 p.54), établis entre un *« sous-système éducatif porteur de l'intention d'enseigner et d'une certaine connaissance du savoir désigné »* et un *« sous-système enseigné susceptible de s'approprier ce savoir »* (BROUSSEAU 1986 p.54).

Utilisée dans une démarche de didactique professionnelle, la définition de BROUSSEAU a cependant besoin d'être re-précisée. Premièrement, on ne parle pas de savoir à enseigner mais d'objet d'apprentissage : tâches à réaliser, concepts à construire, moyens de réalisation et leur fonctionnement, usages possibles. Deuxièmement, le sous-système *éducatif* renvoie aux formateurs et le sous-système *enseigné* est représenté par les apprenants. Nous nous attendons toutefois à ce que les deux sous-systèmes « humains » soient régis par des règles plus souples que pour l'enseignement scolaire, que la place de chacun soit moins stricte. Car dans la formation professionnelle continue, les apprenants sont des professionnels novices face à une classe de tâches, mais peuvent avoir par ailleurs une expérience professionnelle riche. Ainsi, il est possible que ce ne soit pas toujours et nécessairement le formateur qui forme et l'apprenant qui soit formé. Mais d'une manière générale, la formation professionnelle est régie par un système de règles qui rappelle le « *système d'obligations réciproques* », qui *« détermine ce que chaque partenaire didactique a la responsabilité de gérer , et dont il sera responsable devant l'autre »,* qui *« préexiste à la situation didactique »*, qui *« se manifeste à l'occasion de ses ruptures »* et qui *« évolue en cours d'activité »* (ASTOLFI, DAROT, GINSBURGER-VOGEL, TOUSSANT 1997 p.61-62), que BROUSSEAU (1980) appelle ***contrat didactique*** et que nous allons appeler *contrat bilatéral* afin de marquer les différences potentielles entre les situations d'enseignement pour lesquelles le contrat didactique a été défini et les situations de formation professionnelle continue que nous allons observer.

3.1.3. GESTION DES IMPREVUS DIDACTIQUES

CHAUTARD et HUBER (1999 p.168 et 2001 p.129) appellent *« tout événement de nature organisationnelle, méthodologique, relationnelle ou cognitive qui a échappé à la programmation de l'enseignant et qui introduit une perturbation dans la leçon en cours »*. Certains imprévus didactiques peuvent, selon CHAUTARD et HUBER (2001), *« faire événement »* et *« poser problème à l'enseignant »*, qui sera amené à chercher *« un nouvel équilibre, immédiat ou différé ».* Afin d'éviter les situations à risque, les formateurs s'éloignent de la préoccupation didactique qui est d'exploiter les situations qui interviennent pour en faire des situations potentielles d'apprentissage et se dédient à trouver des modalités leur permettant de « sauver la face » (au sens de GOFFMAN 1974) du système formateur. Selon CHAUTARD et HUBER (2001), les formateurs mobilisent pour cela la

stratégie *par décrochement,* qui consiste à changer l'objet de l'activité didactique, en le reportant à plus tard ou en l'abandonnant définitivement.

Dans ces conditions, l'analyse des imprévus didactiques pourrait nous permettre d'identifier l'écart entre prévu et réalisé en termes d'actions didactiques.

CHAUTARD et HUBER (2001 p.103) identifient trois types d'imprévus : *inévitables, nécessaires et exploités*. Cela suppose que lorsqu'ils interviennent, les imprévus didactiques ne déstabilisent pas nécessairement les formateurs ; lorsqu'ils sont convenablement exploités par les formateurs, les imprévus peuvent être source d'apprentissage.

PERRENOUD (1999 p.123-124) propose également deux classifications des imprévus didactiques. Pour la première classification, il prend en considération l'anticipation de l'arrivée de l'imprévu et distingue :

- *des **imprévus relatifs***, prévisibles et parfois même déjà vécus. Les imprévus relatifs ne posent pas des difficultés aux formateurs, car ceux-ci disposent des compétences pour les traiter immédiatement (VERGNAUD 1990). En revanche, les formateurs n'anticipent et ne contrôlent pas le moment où ces imprévus se manifesteront.
- *des **événements inédits***, nouveaux pour les formateurs. Les imprévus inédits appellent à la construction d'une réponse adéquate qui, selon VERGNAUD (1990) nécessite un temps d'élaboration. Ces types d'imprévus peuvent conduire aussi bien à la réussite qu'à l'échec.

La deuxième classification porte sur le la manière dont le formateur gère l'imprévu :

- *des **imprévus contrôlés***. C'est en anticipant leur manifestation que les formateurs peuvent contrôler, de moins partiellement, ce type d'imprévus. Ils peuvent ainsi éviter les situations à haut risque ou les préparer en amont.
- *des **imprévus à risque***, qui soit n'ont pas pu être évités, soit sont acceptés par les formateurs qui cherchent le défi en privilégiant ces situations, considérées comme gratifiantes lors de leur réussite.

Enfin, CHAUTARD et HUBER (2001) identifient chez les formateurs face à un imprévu, quatre tensions :

- gérer le groupe *ou* s'intéresser à un élève particulier,
- énoncer des certitudes en apportant des réponses immédiates *ou* introduire le doute et susciter un questionnement,
- respecter le programme *ou* saisir l'occasion pour exploiter un événement significatif,
- privilégier le relationnel *ou* le cognitif.

A partir de ces éléments théoriques, nous construisons des nouvelles ***catégories d'analyse***, que nous allons employer lorsque nous allons analyser l'activité de formation :

- ***le caractère improvisé des interventions***, qui amène à l'introduction des imprévus didactiques par les formateurs mêmes,
- ***le jugement évaluatif*** que les formateurs portent sur l'action des apprenants dans le but d'anticiper la manifestation des événements imprévus,
- ***l'anticipation des difficultés*** permettant d'agir sur la base de l'expérience didactique passée et d'éviter ainsi la manifestation des imprévus,
- ***l'action de remédiation et de prévention*** que les formateurs mettent en place lorsqu'ils ont identifié un imprévu imminent et tentent d'empêcher la manifestation de celui-ci,
- ***l'apprentissage avec et malgré le formateur*** qui part du principe que l'activité des formateurs peut aussi bien favoriser l'apprentissage que l'empêcher.

Nous tenterons par conséquent d'identifier les sources ainsi que les effets des imprévus sur la situation didactique et sur l'apprentissage.

3.2. LE ROLE DES AUTRES APPRENANTS

Dans les conditions de la formation professionnelle, *« les situations didactiques se présentent comme des situations sociales »* (MAYEN 2007c p.178). Et comme *« il n'y a pas de phénomène social sans la médiation de l'autrui »* (VARELA et al. 1993), les participants à la formation co-agissent. MAYEN interroge fondamentalement le rôle des autres dans l'apprentissage d'autrui : *« Les autres et les instruments de la culture sont-ils simple ressource disponible au cœur des situations que le sujet utiliserait à son profit pour réussir l'action ou bien influencent-ils l'orientation même de l'action (…) ? »* (MAYEN 2007c p.179).

C'est ainsi que l'activité des apprenants ne constitue pas seulement l'objet de notre analyse mais aussi une des conditions de l'apprentissage : nous nous attendons à ce que le groupe intervienne dans le processus d'apprentissage de chaque apprenant et que, tout comme les formateurs, les apprenants *« aident, expliquent, négocient, enseignent explicitement, corrigent, donnent des ordres, évaluent »* (Ibid. p.178).

4. THEORIE DES INSTRUMENTS

LEONTIEV, LERNER et OCHANINE (1961 p.2) considèrent que pour conduire une analyse de l'activité de la manière dont nous l'envisageons, c'est-à-dire centrée sur les relations qui se créent entre les composantes humaine et instrumentale d'un système, il est pertinent pour le chercheur de connaître préalablement l'instrument analysé. C'est ce que nous allons tenter de faire : lors de ce chapitre, nous interrogeons la littérature sur les théories nous permettant de comprendre l'objet de l'apprentissage que nous allons analyser, le SIG, ainsi que la forme de travail réalisé en l'utilisant.

RABARDEL définit l'*instrument* (1995), ou, plus tard, l'*instrument subjectif* (2005), comme l'entité instrumentale constituée d'un *artefact* et des « *schèmes d'utilisation (…) élaborés par le sujet à travers l'activité constructive et mobilisés dans l'activité productive* » (RABARDEL 2005). Cette définition permet de classer le SIG parmi les instruments. Toutefois, le terme de « système technique » introduit par RABARDEL (1995) et employé par BEGUIN (2007) pour désigner des artefacts informatiques, semble plus adapté du fait des moyens techniques associés au SIG (cf. p.16).

Dans des situations comparables au SIG, OCHANINE constate que l'utilisateur est conscient d'agir sur un système (défini comme un *ensemble d'éléments solidaires*) et non pas sur un objet (OCHANINE et CHEBEC 1968 p.1). Nous nous attendons ainsi à ce que l'apprentissage du SIG passe par l'apprentissage de chacune des trois composantes fonctionnelles du système : le logiciel, le matériel informatique et l'interface graphique, ainsi que par l'appropriation de la place occupée par professionnel dans le « système homme-machine ».

La relation entre le professionnel et l'instrument ne semble pas facile à construire : MOUNOUD (1970, cité par RABARDEL 1993 p.105) ont observé que pendant que les professionnels expérimentés adoptent avec l'instrument un « fonctionnement conjoint » qui détermine un système unique de commande de l'action, les novices attribuent aux instruments les mêmes caractéristiques qu'eux-mêmes et tentent d'agir avec l'instrument de la même manière qu'ils agiraient sans instrument. Or, ce mode d'action n'est pas toujours opératif. Nous retenons ainsi le fait que l'utilisation de certains instruments requière un apprentissage adapté.

4.1. INSTRUMENTS TECHNIQUES ET INSTRUMENTS PSYCHOLOGIQUES

VYGOTSKI (1930) défini les instruments psychologiques comme les moyens « internes » par lesquels le sujet contrôle et régule son activité, en prenant en charge une partie de l'activité cognitive. Il invite à rapprocher les instruments techniques des instruments psychologiques (VYGOTSKI, cité par Brossard 2004).

Les cartes et les plans ont déjà fait l'objet d'analyses et ont été considérés comme des instruments psychologiques : VYGOTSKI (1930), ROGALSKI et SAMURÇAY (1992), RABARDEL (1993 p. 99). En revanche, ROGALSKI et SAMURÇAY (1993) qui appellent « outils cognitifs » les instruments psychologiques de VYGOTSKI, montrent que certains instruments techniques n'ont pour l'utilisateur qu'une valeur technique et proposent de faire la distinction suivante :

- ***instruments techniques***, qui réalisent uniquement des tâches techniques,
- ***instruments cognitifs***, qui participent en guidant ou en aidant l'opérateur dans ses choix pour la réalisation de la tâche, qui *« sont destinés à prolonger les possibilités de traitement cognitif des opérateurs et ils sont donc intermédiaires entre la tâche et l'action »* et qui ont la particularité que *« leur élaboration et leur usage intègrent un nombre important de connaissances. »* (Ibid. p.184).

RABARDEL (1995) propose un classement des systèmes techniques selon la partie du travail qu'ils prennent en charge. Il distingue :

- les ***systèmes techniques automatisés***, qui dispensent l'opérateur de toute participation à la réalisation de la tâche, en le remplaçant totalement,
- les ***systèmes techniques qui accompagnent l'opérateur*** dans son travail, pour des tâches que l'opérateur n'est pas capable d'assurer seul.

Dans le premier cas, l'instrument remplace en grande partie l'activité humaine pour apporter une rapidité et une précision que l'opérateur n'est pas capable d'assurer. Dans le deuxième cas, l'activité instrumentale est en revanche indissociable de l'activité humaine pour l'améliorer, la faire évoluer, l'enrichir de nouvelles possibilités d'action.

Lorsque nous considérons, avec DAVIES (1995), que même les tâches SIG les plus simples nécessitent l'implication de l'opérateur et cela à plusieurs phases de l'action instrumentée, nous plaçons le SIG parmi les instruments de la deuxième catégorie. Cela présage le fait que dans l'action SIG, la place occupée par le professionnel est fondamentale. Toutefois, la plupart des usages du SIG répertoriés étant des simples tâches d'exécution (NYERGES 1991 ; GENEVOIS et SANCHEZ 2007), peu d'utilisateurs semblent exploiter les possibilités les plus poussées de l'instrument.

Ces constats nous ramènent sur le terrain de la formation : est-il si difficile d'apprendre et d'utiliser l'instrument SIG ? Ou bien, la méconnaissance du potentiel de l'instrument, l'incompréhension de son fonctionnement empêchent-elles les utilisateurs de s'avancer sur le terrain des usages avancés ?

En nous appuyant sur les théories énoncées et en identifiant les caractéristiques du SIG, nous allons tenter de répondre à la question suivante : quelle place attribuer à l'instrument SIG dans le travail des professionnels ?

4.2. LE SUJET FACE A L'INSTRUMENT OU GENESE INSTRUMENTALE

Fonctionnant comme une interface entre le sujet et l'objet de l'action (RABARDEL 1995), l'instrument permet aux professionnels de réaliser les anciennes tâches plus rapidement et avec plus de rigueur, mais aussi d'envisager des nouvelles tâches, impossibles à réaliser par ailleurs. Pour cela, l'instrument peut être approché de deux manières (RABARDEL 1995, 2003) :

- l'approche par ***instrumentation*** est orientée vers le système technique et ses possibilités. L'utilisateur se conforme aux usages de l'instrument, en adaptant et en transformant ses propres schèmes d'action en fonction des possibilités du système technique. Ainsi, en apprenant à utiliser un instrument, l'utilisateur se transforme lui-même,
- l'approche par ***instrumentalisation*** met l'accent sur les besoins de l'utilisateur et sur ses manières de faire. Celui-ci assigne à l'instrument des fonctions et des usages et tente de transformer l'instrument en fonction de ses propres besoins.

S'engager dans l'apprentissage d'un instrument dans un but précis, suppose d'avoir une représentation de l'instrument, de connaître, même partiellement, ses possibilités. Dans ce sens, ROGALSKI (1988) a observé que la méconnaissance du système technique peut amener les utilisateurs à lui attribuer des capacités qu'il ne possède pas, déterminant ainsi la formation de représentations qui ne sont pas fonctionnelles et qui conduisent à l'échec de l'action. Nous allons observer la manière dont l'apprentissage du SIG est organisé, selon quelle approche et quels effets celui-ci produit sur les apprenants en termes de représentation de l'instrument, de son fonctionnement, de ses possibilités et usages.

4.3. APPRENTISSAGE DES INSTRUMENTS : LOGIQUE DE FONCTIONNEMENT ET LOGIQUE D'UTILISATION

Churchill (1992) identifie deux logiques de formation à un instrument, l'une centrée sur la ***logique de fonctionnement*** et l'autre sur la ***logique d'utilisation***. Il observe que les deux aboutissent au final au même résultat du point de vue de l'apprentissage : *« les apprenants finissent par se construire des représentations fonctionnelles »* (CHURCHILL 1992 cité par RABARDEL 1995 p.153). Cependant, ROGALSKI (1988) précise que la méconnaissance du mode de fonctionnement du système technique peut amener les utilisateurs à attribuer à celui-ci des capacités qu'il ne possède pas et déterminer ainsi la formation de représentations qui ne sont pas fonctionnelles et conduisent à l'échec de l'action. Quant à Churchill, il constate que, dans des situations où la connaissance du mode de fonctionnement interne du système technique est nécessaire pour l'action, les personnes qui apprennent dans une logique de fonctionnement mettent plus de temps à résoudre des problèmes. D'autres travaux (CAILLOUX 1992 cité par RABARDEL 1995 p.154-155) ont montré que pour certains instruments, la différence entre la logique de fonctionnement et celle d'utilisation détermine en grand écart entre les représentations des concepteurs et celles des utilisateurs. Nous nous attendons ainsi à ce que tous les messages affichés automatiquement à l'écran par le système technique n'assurent pas un guidage efficace des apprenants dans l'action.

Nous retenons le fait que privilégier l'une ou l'autre des logiques de l'instrument pourrait poser des difficultés lors d'un apprentissage ambitieux, comme c'est le cas du SIG.

V. METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Sur le plan méthodologique, la question centrale de notre thèse est la manière dont il est possible de mettre en évidence les conditions ainsi que les processus et mécanismes d'apprentissage chez les participants à la formation SIG. Nous avons pour cela engagé une approche par observation : 1/l'observation de l'activité des personnes qui suivent une formation dans l'intention d'apprendre à utiliser l'instrument SIG pour réaliser des tâches de travail et 2/ l'observation des conditions didactiques de la situation de formation dont fait partie l'activité des formateurs.

1. RECUEIL DE DONNEES DE RECHERCHE

Nous avons assisté à quatre sessions de formation, que nous avons observées et filmées (Tableau 3) :

Tableau 3. Sessions de formation SIG analysées dans le cadre de cette thèse

Session de formation	*Lieu de la formation*	*Année*	*Formateurs intervenus*	*Nombre participants*
Formation A	Centre de formation D.	2003	Formateur F1 Formateur F2	10
Formation B	Centre de formation M.	2004	4 Formateurs pour des interventions indépendantes	12
Formation C	Centre de formation B.	2005	2 Formateurs pour des interventions indépendantes	9
Formation D	Centre de formation D.	2006	Formateur F1 Formateur F2	9

Nous avons suivi les personnes engagées dans l'apprentissage du SIG sur toute la durée de ces formations : huit demi-journées consécutives, soit environ 30 heures. Nous avons appliqué la méthode d'observation suivante : observation directe avec prise de notes et enregistrement vidéo – et certaines fois audio – des sessions de formation. Toutefois, la

méthodologie de recueil de données a été mise en place par expérimentation : pour la formation A – première formation à laquelle nous avons assisté dans un but de recherche – nous avons fait l'hypothèse que les traces essentielles de l'apprentissage se retrouvent lors des séquences de *travaux pratiques* ; nous avons par conséquent focalisé notre attention sur ces séquences. Mais nous avons également enregistré certaines séquences de cours ; ainsi, sur les 30 heures de la formation A, nous disposons de 20 heures d'enregistrement exploitable, ce qui s'est avéré satisfaisant pour l'analyse. Pour les formations suivantes en revanche, nous avons filmé la totalité des séquences de formation. Enfin, pour éviter la perte de données pendant le changement des cassettes vidéo (toutes les 1h30), nous avons mis en place un enregistrement sonore parallèle.

La prise d'image et de son a été faite par nos soins. Nous avons placé la caméra dans un coin de la salle, de manière à avoir en vue un maximum de personnes. Ainsi, peu d'apprenants se trouvent en dehors du champ de la caméra, mais ceux-ci ne seront pas exclus de notre analyse, car étant proches de la caméra, leur activité verbale est distinctement identifiable.

Pour analyser l'activité d'enseignement en mathématiques, Aline Robert (Robert 2008) fait le choix d'observer l'activité sans interagir en tant que chercheur. Nous adoptons également cette modalité d'analyse. Nous faisons ainsi l'hypothèse que les situations de formations professionnelle continue sont riches en observables qui concernent les aspects qui nous intéressent, c'est-à-dire : 1/ l'avancement des apprenants dans l'apprentissage, 2/ les conditions didactiques qui déterminent cet apprentissage et 3/ les situations de travail qui sont celles des professionnels présents en formation.

Nous nous sommes éloignée de la caméra et nous avons intégré le groupe d'apprenants et formateurs, ce qui nous a apporté également d'autres avantages :

- assister à la formation et construire des modèles de référence à partir de mêmes sources d'information que les apprenants,
- être à proximité des apprenants même pendant les pauses en continuant à observer leur activité. En effet, pendant les pauses l'activité formative ne s'arrête pas : les apprenants évoquent des situations de travail, débattent en petits groupes des aspects traités en formation, demandent des précisions aux formateurs sur des thèmes déjà abordés ou sur des thèmes nouveaux. Nous faisons parfois référence à ces événements au cours de notre analyse.

Sans présence humaine, la caméra a rapidement été ignorée par les participants à la formation.

En plus des enregistrements vidéo, nous disposons également de traces écrites du programme prévisionnel des formations observées, des documents distribués aux

apprenants pendant la formation et des fiches d'évaluation remplies par les apprenants en fin de formation. Nous faisons certaines fois référence à ces documents.

Nous avons également écouté les formateurs lorsque, hors temps de formation et notamment pendant les pauses, ceux-ci ont pris l'initiative de nous exposer et souvent d'expliciter des choix et des modalités didactiques prévues ou effectives. A ces moments, nous avons eu accès à des éléments de leur système de représentations : représentations du SIG, de son enseignement et apprentissage, du métier de formateur. Etant à l'initiative des formateurs, nous nous sommes autorisée à utiliser ces éléments et cela nous a facilité l'analyse de l'activité des formateurs.

Ensuite, comme nous l'avons déjà indiqué, nous avons fait appel à nos connaissances dans le domaine SIG. Nous sommes ainsi intervenue, à différents moments de l'analyse didactique, en tant qu'expert SIG. Dans le texte de cette thèse, lorsque nous adoptons cette position, nous le précisons systématiquement.

Enfin, nous nous référons certaines fois à des événements qui ont eu lieu lors de formations SIG que nous-mêmes avons assurées entre 2001 et 2007.

2. CHOIX DES DONNEES RETENUES POUR ANALYSE

Notre choix initial d'aller observer les formations A, B, C et D a été fait sur le critère *a priori* de certains conditions que nous supposons comparables : mises en place dans une politique unique, le programme, l'objectif affiché, la durée et les moyens techniques de ces formations étaient les mêmes. Toutefois, au-delà des ressemblances entre les quatre formations, certains paramètres différaient : le lieu de la formation, les formateurs qui intervenaient, les modalités didactiques employées.

Les formations A et D, qui ont lieu dans le même centre de formation D., ont la particularité d'être assurées par les mêmes deux formateurs, F1 et F2, qui sont des professionnels SIG (ingénieurs). Ils adoptent une modalité didactique que nous ne retrouvons pas lors des formations B et C et que nous appelons la ***co-animation simultanée***. Les formations B et C ont lieu dans les centres de formation M. et respectivement B., et sont assurées de la manière suivante : les séquences de cours sont dispensées par les formateurs au statut d'enseignants-chercheurs et les séquences pratiques sont prises en charge par des formateurs qui sont des professionnels SIG expérimentés.

Lorsque nous gardons pour analyse uniquement les formations A et D, notre choix n'est basé ni sur le lieu de la formation, ni sur les formateurs intervenants, mais sur les modalités pédagogiques mise en place, qui ne se prêtent pas en égale mesure à l'analyse. **Nous**

retenons pour analyse les formations A et D sur la base de l'activité lors des séquences de travaux pratiques, qui est particulièrement riche en observables :

- observables de l'activité des formateurs, qui guident en permanence les apprenants, de manière collective et individuelle,
- observables de l'activité des apprenants, qui prennent souvent la parole devant le groupe.

Quant aux formations B et C, la quantité d'observables exploitables est réduite : les apprenants avancent seuls et à des rythmes différents dans la réalisation des tâches didactiques, en suivant des consignes écrites. Ils s'expriment peu et quand ils le font, c'est pour demander de l'aide suite à des difficultés techniques rencontrées. Les demandes d'aide sont peu explicites et difficilement contextualisables par le chercheur, car les apprenants donnent peu d'indications sur les difficultés et sur les tâches en cours de réalisation.

3. TRAITEMENT DES DONNEES RECUEILLIES

En adéquation avec les données recueillies, la méthodologie d'investigation utilisée est celle de ***l'analyse a posteriori des traces de l'activité*** en formation. Dans ce contexte, les notes prises lors de l'observation directe se sont avérées particulièrement utiles : celles-ci nous ont facilité la reconstitution du contexte de chaque moment de la formation choisi pour analyse.

Nous avons gardé le découpage en *« cours et travaux pratiques »* prévu par l'organisation de la formation, que nous avons appelé des ***séquences***, en référence à KERBRAT-ORECCIONI (1990 p. 218), qui appelle séquence un *« bloc d'échanges reliés par un fort degré de cohérence sémantique et/ou pragmatique »*. Toutefois, nous nous permettons d'associer le terme de séquence non seulement à des situations d'interaction verbale, qui supposent plusieurs locuteurs, mais aussi à des interventions a priori monologales de la part des formateurs : les cours. Nous réalisons ensuite un découpage des séquences en ***épisodes***, sur le critère de la cohérence thématique des actes de langage et nous retenons pour analyse les épisodes pertinents au regard des objectifs de recherche. Les épisodes retenus sont transcrit littéralement, car accéder aux représentations des personnes nécessite une échelle d'analyse au niveau de l'acte : *acte de langage* pour l'analyse verbale, acte technique ou *opération* pour l'activité technique.

4. OBJETS DE L'ANALYSE DE LA FORMATION

Selon LEPLAT (1992), dans une analyse de la formation, plusieurs points sont visés :

- analyser les conditions initiales de la formation, ce qui revient à identifier les **caractéristiques des personnes formées** et définir l'**objet de la formation** et tant que classe de tâches pour laquelle les personnes sont formées,
- définir les **objectifs de la formation**, en fonction des compétences requises et les compétences actuelles des personnes,
- analyser les **résultats de la formation**. Nous focalisons ce point d'analyse sur l'objet central de notre thèse, qui est d'observer et de comprendre l'apprentissage par les professionnels d'un instrument de travail informatisé, le SIG, à travers les représentations fonctionnelles, qui orientent l'action future, mais qui se construisent dans l'action didactique, pendant la formation,
- analyser la **conception et** le **déroulement de l'action de formation**, ce qui revient à interroger la situation de formation sur le contenu et l'organisation des ressources mises à disposition des apprenants en vue de l'apprentissage.

Nous retenons la procédure d'analyse proposée par LEPLAT. Toutefois, comme nous l'avons précisé, notre terrain d'analyse est exclusivement l'activité du groupe pendant la durée de la formation. Ainsi, lorsque nous retenons pour analyse le point concernant la conception de la formation, nous faisons l'hypothèse que pendant les formations observées, les formateurs interviennent pour évoquer, défendre ou remettre en question, leurs propres choix didactiques.

Nous allons cependant rajouter un point d'intérêt à notre analyse : le **processus d'apprentissage** tel qu'il ressort de l'analyse de l'activité de formation. Ce point est proposé par PASTRE (2008), dans une démarche d'analyse en didactique professionnelle, mais est également présent chez LEPLAT (2002), décomposé en trois axes de recherche :

- les ***mécanismes de l'acquisition***, ce qui *« permettrait de traiter des rapports entre connaissances déclaratives et procédurales, en même temps que préciser les phénomènes de réorganisation des connaissances quand on en acquiert des nouvelles »* (Ibid. p.51),
- les ***mécanismes de transfert et de généralisation***, qui donnent des indications sur la manière dont des compétences acquises précédemment *« sont susceptibles de faciliter la formation dans d'autres situations ou domaines »* (Ibid.),
- la ***division de la difficulté***, qui porte sur la décomposition des tâches complexes en composantes qui, une fois acquises séparément, permettent l'apprentissage de la tâche complète.

Nous définissons maintenant les notions d'*action* et de *tâche* que nous avons introduites en parlant de la représentation fonctionnelle. Nous allons ensuite présenter plus en détail les modalités par lesquelles nous souhaitons aborder chaque aspect retenu pour l'analyse de la formation, en commençant par les conditions de la situation de formation, parmi lesquelles nous retenons l'objet et les objectifs de la formation ainsi que les caractéristiques des personnes formées. Nous continuons par le déroulement et les résultats de la formation en tant qu'objets d'analyse didactique et nous finissons par les mécanismes de l'apprentissage.

4.1. ACTION, TACHE ET ACTIVITE

Nous suivons LEPLAT (1992), qui considère que connaître la tâche est essentiel au chercheur pour comprendre l'activité développée autour de sa réalisation. Ayant fait le choix méthodologique de ne pas nous éloigner de l'activité de formation, nous tentons une caractérisation de la tâche Sorme à partir de l'énoncé écrit et des propos des formateurs. Nous réalisons ainsi une analyse de la tâche de la manière dont les apprenants pourraient la faire : à partir de ce que la situation de formation met à leur disposition.

Nous définissons l'action de la manière dont SAVOYANT (1979) le fait : en relation avec l'*activité,* en s'appuyant sur les travaux de LEONTIEV (1972, 1974).

Nous retenons que l'***activité*** est un processus dans lequel un sujet s'engage afin de satisfaire un besoin (LEONTIEV 1972 p.288). L'activité est ainsi déterminée par un *motif,* définit comme un *« objet matériel ou idéal qui stimule et dirige l'activité »* (LEONTIEV 1974 cité par SAVOYANT 1979) et réalisée par des actions. SAVOYANT (1979) définit les ***actions*** comme *« les composantes fondamentales des activités ».*

Dans les dispositifs de formation que nous analysons, l'apprentissage du SIG passe en partie par l'action pratique : pour réaliser les tâches qui leur sont prescrites par les formateurs, les apprenants enchaînent des actions instrumentées SIG, que nous appelons des ***actions techniques***.

Les actions sont guidées par la représentation mentale du résultat à atteindre, appelée *but conscient* et réalisées par une suite d'***opérations***, définies par LEONTIEV (1972) comme *« le mode d'exécution d'une action ».* Les opérations sont, selon SAVOYANT (1979), *« directement déterminées par les conditions objectives dans lesquelles le but est donné et doit être atteint et que LEONTIEV définit comme tâche ou problème »*.

SAVOYANT (1981) observe que les opérations ont des fonctions différentes :

- des *opérations d'orientation*, qui assurent : l'analyse des conditions spécifiques de l'action, le repérage des propriétés de l'objet, l'identification et l'ordre de réalisation des opérations d'exécution et de contrôle,
- des *opérations d'exécution*, qui assurent la transformation effective de l'objet de l'action,
- des *opérations de contrôle*, qui assurent le déroulement de l'action et la comparaison du produit de l'action avec le but visé.

SAVOYANT (1979) avance l'idée que, tout en occupant une place plus ou moins importante, chaque type d'opérations se retrouvé mobilisé lors de l'exécution d'une action. Il considère toutefois que *« la partie orientation est la plus essentielle, celle dont dépend l'échec ou la réussite de l'action* ».

Si nous tentons une mise en relation entre les types d'opérations décrites par SAVOYANT et les formes d'images opératives identifiées par OCHANINE, un rapprochement entre les opérations d'exécution et les images opératives effectrices semble peu risqué. En revanche, l'importance que SAVOYANT accorde aux opérations d'orientation ne permet pas de les rapprocher des images opérative afférentes, censées « régler les détails » de l'action.

LEONTIEV (1972) définit la ***tâche*** comme *« un but donné dans des conditions déterminées ».* Par conséquent, la tâche indique *ce qui est à faire* (LEPLAT et HOC 1983 ; MONTMOLLIN 1986). LEPLAT et HOC (1983) proposent de décrire la tâche de trois points de vue :

- des *états* : l'état final ou le *but*, l'état initial, qui réfère aux propriétés de la matière première et un nombre variable d'états intermédiaires. Certains états sont identifiés comme critiques. Parmi ceux-ci, le but, car en indiquant *« ce qui doit être réalisé »* (LEPLAT 1992), se représenter le but en fonction des moyens disponibles constitue l'une des conditions de réussite de la tâche.
- des *opérations*, qui assurent le passage d'un état à un autre,
- des *procédures*, qui définissent comment seront mises en œuvre les opérations pour atteindre le but donné.

LEPLAT (1992) appelle ***tâche prescrite*** *« la tâche conçue par celui qui commande l'exécution ».* La tâche prescrite est définie à travers la consigne, qui fournit à l'exécutant des conditions d'exécution. Plus ou moins explicite, la consigne met à disposition de l'exécutant des conditions explicites, qui ne constituent toutefois pas la totalité des conditions de réalisation de la tâche : *« des conditions implicites sont passées sous silence mais doivent être prises en considération »* (LEPLAT 1992 p.50). L'activité mise en œuvre pour réaliser la tâche ne répond pas toujours aux exigences de la tâche prescrite. Dans ces conditions, on parle de tâche effective. Certaines fois, la consigne ne suffit pas à la réalisation de la tâche et l'exécutant est amené à redéfinir la tâche : une activité d'élaboration est alors nécessaire. Dans ce sens, LEPLAT (1985 p.272) a observé que plus les tâches sont complexes, plus *« l'espace des conditions prises en compte peut s'écarter beaucoup de celui qui est prescrit »*

et dans ce cas, l'écart entre les représentations fonctionnelles des différentes personnes pourrait être important.

Lorsque nous considérons, avec LEPLAT, que *« l'activité c'est ce qui est mis en œuvre par le sujet pour exécuter la tâche »* (LEPLAT 2002 p. 24), la distinction entre ***la tâche*** et ***l'activité développée pour la réaliser*** s'impose**.** LEPLAT (Ibid.) propose d'associer l'analyse de la tâche à l'analyse de l'activité, car tâche et activité *« s'éclairent souvent l'un par l'autre eu cours de l'analyse ».* TROGNON (TROGNON et al. 1999 p.14) souligne cependant que la tâche existe indépendamment du sujet et de son action et invite à distinguer :

- ***la tâche*** : sa nature, les difficultés intrinsèques, les prérequis en termes de connaissances, les obstacles épistémiques et les modes opératoires possibles.
- ***les opérateurs face à la tâche*** : la manière dont ceux-ci se représentent la tâche, les stratégies et procédures qu'ils mettent en œuvre pour la réaliser, ou encore les types d'erreurs qu'ils commettent.

En effet, selon les théories de la représentation, l'activité déployée pour réaliser une tâche n'est pas orientée par la tâche mais par les représentations que les personnes se font de cette tâche et particulièrement de son résultat.

Les tâches proposées aux apprenants tout au long de la formation sont de deux natures :

- ***tâches conceptuelles***, dont le but est de comprendre,
- ***tâches techniques***, dont le but est d'exécuter une action pratique.

La première question qui se présente à nous est la suivante : y a-t-il un rapport entre les séquences de cours et les séquences de travaux pratiques d'une part et les tâches conceptuelles et les tâches techniques d'autre part ? Ou bien, les séquences de cours comme les séquences pratiques sont-elles caractérisées en égale mesure par une double activité, verbale et pratique, nécessitant ainsi systématiquement une double analyse?

Dans les situations de travail, la réussite d'une tâche renvoie à la notion de compétence. MONTMOLLIN (1984) définit la compétence comme étant *« un ensemble hiérarchisé de savoirs, de savoir-faire, de conduites-types, de procédures standards, de types de raisonnement que l'on peut mettre en œuvre sans apprentissage nouveau ».* Cependant, quand il s'agit d'une démarche d'apprentissage, la situation est différente : l'exécution de la tâche vise justement la construction de la compétence. LEPLAT et PAILHOUS (1976, cités par SAVOYANT 1979), ont observés que les novices décomposent méthodiquement l'action en opérations auxquelles ils attribuent des buts propres (appelés des sous-buts en référence à leur relation avec le but de l'action). Ayant leur propre but pour l'exécutant, les opérations peuvent être considérées comme des actions. Ce mode d'action est observé *« au moins une fois »* et cela même si la personne dispose de tous les éléments nécessaires pour réussir

l'action (GALPERINE 1966, p.170). Ensuite, l'action gagne pour le sujet le statut de « déjà réalisée », statut qui ne garantit pas cependant la réussite de l'action lors d'une exécution ultérieure.

PASTRE (2011), qui reprend RICŒUR (1986), le terme de sujet capable, le définit comme une personne qui porte son activité en l'assumant. Nous retenons deux caractéristiques du sujet capable : 1/ il *« enchaîne épisodes de développement et d'empêchement »* (PASTRE 2011, p.130) et 2/ lorsqu'il agit, il développe deux formes d'activité simultanées et indissociables : une activité productive et une activité constructive (ibid. p.131). Nous retenons également de PASTRE (ibid.) la possibilité de distinguer les deux formes d'activité : *« quand on prend en compte le but de l'action, on peut légitimement être amené à penser que, du point de vue de l'intention, activité productive et activité constructive peuvent être distinguées ».* Cela signifie pour nous deux choses : Premièrement, que lorsqu'on considère la construction des représentations fonctionnelles comme une activité constructive, nous pouvons accéder aux représentations des apprenants en analysant l'activité de formation. Deuxièmement, que lorsqu'il s'agit de l'activité des personnes en formation, nous pouvons distinguer entre la représentation du but de l'action, qui oriente l'action vers la réussite de la tâche et la représentation du but didactique de la tâche, qui est censée amener l'apprenant vers une activité constructive, d'apprentissage.

En parlant du « paradigme de Leplat », PASTRE (2011) précise que dans une démarche de didactique professionnelle, l'analyse de la tâche prescrite n'est pas un but en soi, mais constitue le moyen indispensable pour accéder à l'analyse de l'activité. Il précise également que *« le couplage entre la tâche prescrite et l'activité réelle s'est révélé de plus en plus complexe »*, mais reste accessible au chercheur pour des activités techniques. Le chercheur peut ainsi tenter de comprendre l'activité des professionnels en comparant la tâche prescrite, la tâche prédéfinie et la tâche effective et en repérant les écarts entre ces formes de la tâche.

L'activité des apprenants en formation SIG pourrait être proche de la forme d'activité que PASTRE considère comme observable, même s'il s'agit d'une activité d'apprentissage et non pas de travail : pour réaliser les tâches prescrites dans le cadre de la formation, les apprenants réalisent des actions techniques en suivant les consignes qui leur sont données. Nous nous attendons à ce qu'en début des formations, la prescription soit plus détaillée et plus complète et qu'avec l'avancement dans l'apprentissage du SIG les tâches didactiques nécessitent un travail de réélaboration par les apprenants. A ce moment, nous aurons recours à la ***tâche experte***, définie par PASTRE (2011) comme *« l'activité d'un expert érigée en équivalent à la tâche prescrite, puisqu'elle représente ce qu'on attend des autres agents ».*

Nous retenons également pour l'analyse de l'activité d'apprentissage les constats suivants : 1/ aussi bien l'extrême pauvreté que l'extrême richesse des consignes pourraient aboutir à

des résultats proches, peu porteurs d'apprentissage (LEPLAT et PAILHOUS 1977) et 2/ la réussite de la tâche ne garantit pas systématiquement la construction d'une représentation fonctionnelle. LEPLAT et PAILHOUS (1977 p.154) appellent *« ampleur de l'acquisition à réaliser »*, l'écart entre la totalité de conditions à prendre en compte pour la tâche et celles déjà intériorisées par la personne. Ils encouragent à s'intéresser lors de l'analyse aux modalités d'acquisition mises à disposition des sujets, c'est-à-dire les moyens pour intérioriser ce qui leur manque pour l'action. Car ces moyens peuvent être plus ou moins puissants, et pas toujours formateurs au même degré : *« dans les situations de formation on décrit longuement la tâche au sujet et on oriente son activité tout au long de l'acquisition. On arrive souvent ainsi à obtenir des performances particulièrement rapides mais à partir d'une base d'orientation qui reste souvent trop étroite pour les objectifs réels de la formation. »* (Ibid. p.155).

4.2. L'OBJET DE LA FORMATION : LE SIG

Selon LEPLAT (1992), définir l'objet de la formation revient à identifier les classes de tâches pour laquelle les personnes sont formées. Nous partons toutefois de l'hypothèse que dans le domaine SIG, une variété de tâches et d'usages peut être envisagée. Il est ainsi évident que la formation ne pourra pas couvrir la totalité de ceux-ci et qu'un choix s'impose. Nous réalisons pour cela une analyse en deux temps :

- *une analyse a priori*, qui offre, sur la base de la littérature technique et scientifique d'une part, et du point de vue d'un professionnel expérimenté d'autre part, une caractérisation générale du SIG et des tâches les plus courantes,
- *une analyse contextualisée*, qui consiste à caractériser le SIG, les tâches et les usages SIG tels que les personnes en formation se les représentent : Quelles sont les tâches didactiques prévues par les formateurs ? Quelles sont les tâches et les situations professionnelles que les apprenants souhaitent voir aborder dans la formation ?

4.3. L'OBJECTIF DE LA FORMATION : L'APPRENTISSAGE DU SIG POUR DES TACHES DE TRAVAIL

La définition de l'objectif d'une formation est généralement préalable à l'action de formation et, selon la didactique professionnelle, se réalise sur la base d'une analyse du travail qui vise à identifier les difficultés rencontrées par des personnes au travail. L'action de formation intervient dans le but de réduire ces difficultés. Toutefois, une analyse du

travail préalable n'est pas toujours possible et de nombreuses formations sont encore construites sur la base de besoins supposés être ceux des professionnels.

Nous tentons de rendre compte de ce qu'apprendre à utiliser le SIG signifie et implique pour les formateurs : comment envisagent-ils de s'y prendre ? Quelle démarche didactique mettent-ils en place ? Nous réalisons pour cela une analyse du contenu propositionnel de l'activité verbale développée par les formateurs lors de la séquence dédiée à la présentation aux apprenants du contenu et de l'organisation de la formation.

La question qui se pose est celle de la représentation que les différents acteurs se font de la formation SIG et celle de la cohérence entre les représentations de chacun : y a-t-il consensus, incompatibilité, écarts majeurs, possibilités d'entente ? L'analyse de la manière dont les formateurs négocient avec les apprenants les objectifs et les modalités didactiques afin de mettre en place un ***contrat bilatéral***, pourrait nous éclairer dans ce sens. Nous nous attendons a que ce contrat soit revisité, notamment dans les situations suivantes :

- l'activité collective semble s'éloigner des objectifs visés,
- les objectifs évoluent, des nouveaux objectifs surgissent.

Dans ce sens, nous interrogeons la situation de formation sur les moyens mobilisés par les formateurs pour se représenter l'avancement des apprenants dans l'apprentissage.

4.4. LES CARACTERISTIQUES DES PERSONNES FORMEES

Nous considérons que, d'une manière générale, les caractéristiques des personnes fonctionnent comme des conditions de l'apprentissage. Nous observons pour cela une partie des caractéristiques des apprenants à l'entrée en formation, afin de tenter de déterminer : 1/ leur rôle pour l'apprentissage et 2/ leur évolution suite à l'apprentissage.

Nous réalisons cette *observation* de la manière suivante : en écoutant les apprenants parler, pendant la formation, d'eux et de leur travail. Car engagés dans une démarche de didactique professionnelle, nous considérons que la principale caractéristique des apprenants qui constituent les sujets de notre analyse est d'être des professionnels en poste, d'avoir des préoccupations professionnelles, des connaissances et une expérience professionnelle, des projets professionnels et des besoins d'apprentissage par rapport aux projets actuels et futurs.

Nous nous appuyons en priorité sur une séquence présente lors de toutes les formations observées et qui nous parait particulièrement riche en traces : la séquence appelée par les formateurs ***tour de table***, lors de laquelle les apprenants sont invités à se présenter. La

caractérisation des apprenants que nous proposons est construite autant que possible sur la base de traces explicites, reprises telles que retrouvées dans le récit (en écriture *italique* dans le texte). Toutefois, un travail d'interprétation ou de reformulation par le chercheur des traces directes est souvent nécessaire.

Nous ne prenons pas en considération, lors de cette thèse, la question du genre comme caractéristique des apprenants. Concernant cet aspect, nous avons délibérément gommé les traits des apprenants qui auraient pu amener le lecteur vers une telle distinction.

Nous focalisons sur les caractéristiques personnelles présentées à travers la grille d'analyse suivante (Tableau 4) :

Tableau 4. Grille d'analyse de l'activité verbale des apprenants pendant la séquence *Tour de table*

Statut		***Usage***		***But***		***Terme d'application***		***Apprentissage visé***		***Motivation***	
ens	pro	étroit	élargi	précis	vague	long	court	conceptuel	technique	forte	faible

Le ***Statut*** présente l'appartenance des professionnels à un corps de métiers : enseignants ou professionnels de production. Pour les enseignants, la discipline enseignée est mentionnée dans le champ [ens] ce qui nous permettra de construire des profils des enseignants intéressés par l'apprentissage du SIG. Pour les professionnels, le niveau de technicité de l'emploi exercé (technicien, ingénieur) et le domaine de compétence (informatique, agronomie, géographie) sont reportés dans le champ [pro]. Nous avons également recueilli les éléments que certains professionnels ont choisi d'exposer sur leur identité et trajectoire professionnelle.

L'***Usage*** fait référence à l'usage de l'instrument SIG prévu par les apprenants. Nous sommes attentifs à la variété et à l'ampleur des usages. Nous recensons explicitement les usages du SIG déclarés par les apprenants, aussi bien les usages actuels que les usages souhaités. Ensuite, en nous basant sur la caractérisation préalable du SIG en tant qu'objet d'apprentissage, nous précisons si l'usage déclaré par chaque apprenant est [étroit] ou [élargi]. Nous avons associé un usage [étroit] à l'intention d'un apprenant de se limiter à une classe de tâches précise et réduite du SIG, alors que nous avons associé à un usage [élargi] une utilisation plus générale de l'instrument, pour des tâches variées.

Le ***But*** interroge sur la connaissance préalable par les apprenants des usages de l'instrument SIG qu'ils vont faire de retour au travail. Un but [précis] renvoie à la possibilité des personnes à énoncer des tâches SIG qui seront les leurs, pendant qu'un but [vague] témoigne de l'impossibilité des personnes à se représenter leurs tâches SIG futures.

Le ***Terme d'application*** tente de rendre compte du temps que les apprenants ont à leur disposition avant de commencer à utiliser le SIG à des fins de production. Deux classes sont prévues : à [long] terme pour une utilisation au stade de projet et à [court] terme pour une utilisation qui existe déjà ou qui est envisagée prochainement.

L'***Apprentissage visé*** indique les intentions des apprenants en termes d'apprentissage. Certains apprenants évoquent en effet le souhait d'un apprentissage [conceptuel], orienté sur la découverte du SIG : comprendre le fonctionnement de l'instrument SIG, connaître ses possibilités et ses usages. D'autres apprenants déclarent souhaiter un apprentissage [technique], dans un souci d'opérationnalité.

La ***Motivation*** des personnes tente de rendre compte de deux aspects : l'implication de chaque personne dans le projet d'apprentissage du SIG (motivation [forte] ou [faible]) et la source de cette motivation : s'agit-il d'une motivation personnelle, par et pour soi ou d'une motivation à source externe, par autrui (hiérarchie, collègues), par la tâche que la personne n'arrive pas à résoudre ou pour autrui (pour les élèves ou les collègues) ?

Enfin, les ***représentations initiales des apprenants*** constituent une variable intrapersonnelle importante pour l'apprentissage. Nous faisons l'hypothèse qu'en formation professionnelle continue, les personnes arrivent généralement avec des représentations de l'objet de l'apprentissage préexistantes, plus ou moins construites, réduites, vagues ou incertaines ou au contraire, élaborées, stabilisées, mais rarement absentes. Ces représentations orientent l'action des apprenants et par conséquent l'apprentissage qu'elles peuvent faciliter ou empêcher. Ainsi, nous dédions une partie de notre analyse aux représentations initiales des apprenants.

Après une caractérisation individuelle de chaque apprenant présent en formation, nous regroupons les éléments recueillis au niveau de la formation (formations A et D) et nous discutons ensuite une éventuelle évolution dans le temps des caractéristiques des deux groupes d'apprenants.

4.5. RESULTATS DE LA FORMATION : CONSTRUCTION DES REPRESENTATIONS FONCTIONNELLES

Par rapport à l'analyse de l'activité sur le lieu de travail, l'analyse de l'activité en formation présente l'avantage suivant : cela nous permet d'observer la manière dont les apprenants construisent des modèles d'actions à partir de leurs représentations initiales mais également des éléments que la situation de formation met à leur disposition. En effet, il est plus difficile d'analyser l'activité des personnes expérimentées, pour lesquelles peu d'informations pour

l'action suffisent. Mais lorsque, comme c'est le cas de la situation de formation que nous analysons, les personnes sont novices ou peu expérimentées face à la tâche ou face à la nouvelle manière de l'approcher, celles-ci ont besoin de plus d'informations pour l'action que les professionnels expérimentés, éléments qui s'ouvrent au chercheur pour analyse à travers l'activité, verbale et instrumentale, des formateurs et des apprenants.

Analyser les modèles d'action des professionnels semble offrir des informations sur les représentations fonctionnelles que ces personnes se sont construites. BERTRAND et WEILL-FASSINA (1993), qui préfèrent parler de stratégies d'action, ont analysé la manière dont les professionnels avancent dans la réalisation répétée d'une tâche instrumentée. Ils observent que les stratégies d'action évoluent dans le temps :

- dans un premier temps, les stratégies d'action employées sont celles par essai-erreur, caractéristiques des novices,
- par la suite, les stratégies sont construites sur les possibilités connues de l'instrument, donc *motivées par les représentations du fonctionnement*. Ces stratégies semblent se construire (ou s'affiner) en cours de réalisation,
- enfin, on peut parler de stratégies *« selon des schémas d'action préétablis »,* pour lesquelles le contrôle de l'action est procédural mais la motivation technique est « implicite ».

Nous pouvons rapprocher les stratégies d'action identifiées par BERTRAND et WEILL-FASSINA (1993) aux trois étapes d'acquisition de compétences de RASMUSSEN (1986) rappelées par LEPLAT (1995, p.106) : 1/ activité fondée sur les connaissances, 2/ activité fondée sur les règles et 3/ activité fondée sur les automatismes.

Nous pouvons constater que les deux classifications ne correspondent pas, mais se complètent. De plus, des caractéristiques des représentations fonctionnelles associées peuvent être formulées à titre d'hypothèse comme dans le tableau suivant (Tableau 5) :

Tableau 5. Caractéristiques potentielles des représentations fonctionnelles selon les stratégies d'action (Bernard et WEILL-FASSINA 1993) et des étapes d'acquisition des compétences (RASMUSSEN 1986)

BERTRAND et WEILL-FASSINA	***RASMUSSEN***	***Représentations fonctionnelles potentiellement associées :***
1/action par essai-erreur	-	Système de représentations de la tâche absent ou réduit au démarrage de l'action, représentations fonctionnelles en cours de construction par la suite, en fonction de la manière dont les personnes se représentent la réussite et l'échec de l'action.
2/ action en se basant sur les possibilités connues de l'instrument	1/action en se basant sur les connaissances	Système de représentations préexistant, qui peut permettre la réalisation de la tâche convenablement, mais pas de la manière la plus efficace. Représentation fonctionnelle construite lors de la finalisation de l'action, si réussite de la tâche et selon les exigences de la personne.
3/ action selon des schémas d'action préétablis	2/ action en se basant sur des règles	Représentations fonctionnelles élaborées.
-	3/ action fondée sur des automatismes	Représentations fonctionnelles simplifiées.

L'entrée structuraliste dans l'analyse des représentations

Toute étude d'une représentation doit, selon LEPLAT (1985 p.269), préciser l'objet (représentation de … ?), la fonction de celle-ci (représentation pour… ?), ainsi que le contenu. VERGNAUD (1985 p.245) précise également que la représentation est à analyser *« dans toutes ses composantes fonctionnelles »* afin de *« saisir l'ensemble de son fonctionnement ».* Notre intention est de conduire une telle analyse dans l'objectif d'accéder à la structure des représentations : les éléments qui les composent et les relations entre ces éléments, avec, autant que possible, des modèles de représentation pour une tâche donnée.

Nous avons abordé précédemment la question de la fonction des représentations fonctionnelles. Nous ramenons maintenant en discussion la question de son objet. Dans une démarche de facilitation de l'analyse, nous nous laissons tenter par la possibilité de concevoir la représentation fonctionnelle comme un système de représentations se construisant en réponse à une tâche donnée et à une intention de réaliser cette tâche. BERTRAND et WEILL-FASSINA (1993 p.242), qui ont analysé les représentations des personnes, évoquent comme entrées possibles pour l'analyse d'un tel système de représentations : 1/ la succession des buts et des contrôles, 2/ l'extension des informations prises en compte dans l'interprétation par les opérateurs, 3/ l'utilisation des schémas, 4/ le

réajustement des actions en fonction des possibilités de compréhension des résultats des contrôles. En rappelant les composantes de l'action, les « entrées » évoquées renvoient à ce que nous pouvons appeler des ***éléments de représentation***, qui composent un système de représentations correspondant 1/ à une tâche ou une classe de tâches et 2/ à des situations, que LEPLAT (1985) appelle ***représentation fonctionnelle***. Nous faisons ainsi l'hypothèse qu'à chaque élément de la tâche pourrait correspondre un élément de représentation fonctionnelle et nous tentons, à travers l'analyse didactique, de les mettre en évidence (Tableau 6) :

Tableau 6. Relation entre les éléments de l'action et les éléments de la représentation fonctionnelle de l'action

but de l'action	représentation du but
objet de l'action	représentation de l'objet de l'action
informations pour l'action (dont l'ensemble constitue, pour OCHANINE, la *structure opérative*)	représentation des informations pour l'action
moyens d'action (instrument)	représentation de l'instrument de l'action
règles d'action	représentation des règles d'action
contrôle de l'action	représentation des modalités et du processus de contrôle de l'action
l'action en tant que processus (enchaînement d'opérations selon une procédure déterminées)	représentation de l'action

Toutefois, tout comme pour le schème de VERGNAUD, il parait évident que chaque élément de représentation pris à part ne soit pas opératif. L'opérativité est donnée par le *système,* c'est-à-dire par la totalité unitaire d'éléments de représentation et de relations tissées entre ces éléments. Il est donc nécessaire de se pencher également sur les relations existantes entre les différentes représentations liées à une tâche avant de, en les regroupant, s'attaquer à l'opérativité des représentations.

4.6. LA CONCEPTION ET LE DEROULEMENT DE L'ACTION DE FORMATION : LA SITUATION DE FORMATION

Selon les didactiques disciplinaires, l'objet de référence de l'analyse des situations de formation est le savoir et les modalités de transmission de celui-ci. Cependant, dans une approche par la didactique professionnelle, les connaissances et leur transmission ne constituent pas l'objet principal de l'analyse, mais font plutôt partie des variables de

l'activité, en tant que conditions pour apprendre et ensuite pour agir. Une des différences essentielles entre la didactique professionnelle et les didactiques disciplinaires se situe donc au niveau du but de l'analyse. Cependant, les centres d'intérêt se déplacent dans le temps et lors de travaux récents, la distance conceptuelle entre les deux domaines didactiques semble se réduire. « *Le lien de parenté entre les des deux domaines didactiques est assuré »*, selon RABARDEL (2007 p.87), quand l'on traite des *« connaissances construites par les sujets ainsi que les modalités de construction de ces connaissances, en partie issues de l'action formative ».* En effet, tandis que la didactique professionnelle commence à reconnaître l'importance des savoirs dans le processus d'apprentissage, les didactiques « scolaires » s'orientent vers l'analyse de l'activité des élèves.

Quant à nous, nous analysons la situation de formation afin de déterminer son *potentiel d'apprentissage* comme ensemble de conditions mises au service d'un but didactique donné : comment, au regard de l'objectif visé, la situation de formation apporte-t-elle aux apprenants les éléments nécessaires pour apprendre ? Pour tenter de répondre à cette question, nous interrogeons la situation de formation pour les deux formations A et D, sur ***l'organisation effective de la formation***. Nous analysons ensuite plus en détail une sélection de séquences de la formation, en utilisant les catégories d'analyse suivantes :

- ***Les conditions matérielles*** mises à disposition des apprenants. Nous identifions les conditions matérielles par observation directe. Nous nous attendons à ce que ces conditions soient communes à toute une série de séquences formatives (séquences de cours, séquences de travaux pratiques…).

- ***La forme pédagogique générale.*** Nous tentons d'identifier le but et les éventuels sous-buts didactiques visés. Nous observons également les modalités pédagogiques mises en place par les formateurs.

- ***L'écart entre prévu et réalisé*** en termes d'actions didactiques. Nous allons observer la mise en place du contrat bilatéral établi entre les formateurs et les apprenants. Nous allons observer les difficultés potentielles pour les apprenants, difficultés qui remettent en question ou font évoluer le contrat bilatéral : incidents intervenus dans le processus didactique, obstacles – de nature technique, langagière ou épistémique – rencontrés par les apprenants mais aussi par les formateurs.

- ***Le système de guidage par les formateurs*** de l'avancement des apprenants dans la réalisation des tâches didactiques et plus généralement dans l'apprentissage. Nous analysons le système de guidage par les formateurs selon les formes d'intervention d'aide identifiées par SAVOYANT (2010). De plus, s'agissant d'une situation de co-animation par deux formateurs, nous nous intéressons tout particulièrement à la ***régulation de la co-animation.***

- ***Les grands concepts*** mobilisés par les formateurs et/ou construits par les apprenants et leur place dans le processus d'apprentissage,

- La mobilisation par des participants des ***références au travail, des tâches et préoccupations professionnelles,*** dans un but didactique. Nous sommes également attentifs à la manière dont les connaissances et l'expérience professionnelle des personnes sont mobilisées pour favoriser l'apprentissage.

Pour analyser la situation de formation, nous faisons appel à des instruments méthodologiques d'***analyse de l'activité verbale***, d'***analyse de la tâche et de l'activité pratique***, d'***analyse des imprévus didactiques***. Mais avant, nous souhaitons préciser certains aspects.

4.6.1. DISTINCTIONS NECESSAIRES : FORMES D'ACTIVITE OBSERVEES EN FORMATION

Lorsque nous tentons d'atteindre chacun des objets d'analyse précisés à travers l'activité des personnes en formation, nous faisons les distinctions suivantes :

Nous faisons une première distinction entre deux formes d'activité en formation, selon le sujet et l'objet de l'activité :

- l'***activité formative***, ou l'activité des formateurs, définie sur la base de la théorie de LEONTIEV (1972) comme le processus engagé afin de déclencher l'apprentissage chez les apprenants. Cette forme d'activité caractérise a priori les formateurs qui, afin de remplir une fonction formative, montrent, expliquent, livrent aux apprenants des éléments pour comprendre et pour agir,
- l'***activité d'apprentissage,*** définie comme le processus engagé par les apprenants afin de réaliser, ultérieurement et sans aide, des tâches de travail.

Nous faisons ensuite une seconde distinction, entre deux composantes de l'activité : l'***activité verbale*** et l'***activité pratique***. Les deux formes d'activité caractérisent à la fois les apprenants que les formateurs.

L'activité d'apprentissage s'appuie, dans les situations de formation observées, à la fois sur la réalisation de tâches techniques et sur la communication entre apprenants et formateurs. Notre observation va porter sur les deux composantes de l'activité, même si nous situons l'activité verbale des participants à la formation au centre de notre analyse. En effet, nous nous attendons à ce que certains aspects ressortent facilement à travers l'activité verbale : l'objectif annoncé pour la formation, les concepts mobilisés, les références au travail seront abordées uniquement de manière verbale.

En revanche, d'autres aspects sont plus difficilement observables. Nous sommes conscients que l'activité des participants dépasse l'activité observable, mais comme le précise LEPLAT (1985 p.269), *« qu'analyser d'autre que ce qui est observable ?»* Ainsi, pour tenter d'accéder à des éléments comme les connaissances investies dans l'action, les manières d'agir ou la réussite de l'action, nous renforçons l'analyse de l'activité verbale par une analyse des traces de l'activité pratique des personnes. Nous espérons ainsi pouvoir accéder plus facilement à *« des traces des représentations, qui, elles, sont cachés à l'observation »* (Ibid.) mais *« en gouvernant les actions observables, peuvent se manifester à travers celles-ci »* (MALGLAIVE 1990 p.130).

4.6.2. MODALITES D'ANALYSE DE L'ACTIVITE VERBALE

L'analyse de l'activité verbale est destinée à la fois à l'activité formative et à l'activité d'apprentissage.

La première question qui se pose lors de l'analyse est la subjectivité de l'action verbale au regard de l'action mentale et matérielle qu'elle tente de mettre en mots. Selon GALPERINE (1966 p.173), chez les novices – que nous associons aux apprenants – l'*« action verbale est construite comme une image exacte de l'action matérielle »*. Ainsi, est-ce que les formateurs, qui sont des professionnels SIG expérimentés, arrivent à assurer une forme de guidage qui correspond à la zone proche de développement (VYGOTSKI 1934) des apprenants ? Développent-ils une activité verbale qui permet d'assurer la réussite de la tâche par les apprenants tout en favorisant l'apprentissage chez ceux-ci, ou bien une activité verbale inadéquate, qui pourrait brouiller les apprenants par le fait qu'elle est incomplète, fonctionnellement déformée, trop générale, non conforme aux référents sur lesquels elle porte ou tout simplement trop complète ou trop élaborée ?

Lors de l'analyse de l'activité verbale, nous nous limitons la plupart du temps au langage articulé qui, selon GALPERINE (1966), n'est pas la seule forme d'activité verbale. Lorsqu'Aline ROBERT (2008) analyse l'apprentissage des élèves en réalisant une analyse de l'activité en classe, elle utilise comme catégories d'observation les ***modalités verbales*** suivantes :

- *directif* : à fonction de consigne d'action immédiate ou bien pour plus tard,
- *assertif* : à fonction informative, argumentative, directive,
- *commissif* : à fonction d'orientation de l'attention ou bien à fonction directive,
- *interrogatif* : à fonction assertive ou invitation à répondre.

Nous utilisons également ces catégories d'analyse, mais nous privilégions toutefois l'analyse du ***contenu propositionnel*** de l'action verbale. C'est en effet dans les *propositions tenues*

pour vraies (VERGNAUD 1990 p.142) que nous retrouvons une forte manifestation des formes de représentation fonctionnelle des locuteurs, et notamment :

- *des caractéristiques de l'objet de l'action,*
- *des procédures,*
- *des règles d'actions*.

Analyse des séquences de cours

Comme pour les séquences de travaux pratiques, pour les séquences de cours nous envisageons également une double analyse, de l'activité verbale et de l'activité pratique. Nous nous attendons cependant à ce que lors des séquences de cours, l'activité pratique soit plus réduite que l'activité verbale, mais pas absente. Des formes d'activité pratiques peuvent être identifiées : démonstrations, schémas et dessins peuvent être proposés par les formateurs aux apprenants. Ainsi, du point de vue de l'activité observée, nous distinguons deux types de cours :

- ***cours magistraux***, caractérisés par une activité monologale de transmission des formateurs vers les apprenants,
- ***cours dialoguées***, supposant une interaction entre les formateurs et les apprenants.

CHAUTARD et HUBER (1999) observent plusieurs styles de conduite de cours dialogués, parmi lesquels nous retenons :

- *le cours à dominante informative ou prescriptive*, qui, sous une forme monologale, relate une expérience vécue ; ce type de cours laisse peu de place à l'émergence des représentations chez les apprenants,
- *le cours à dominante fluide***,** fondé sur une série de questions fermées induisant de la part des apprenants des réponses exactes attendues,
- *cours digressif*, potentiellement riche en activité cognitive mais lors duquel, suite à des difficultés avec le contenu disciplinaire, les imprévus sont gérés par les formateurs d'une manière peu propice aux apprentissages (réponses évasives),
- *cours interactif à visée heuristique*, lors duquel les imprévus sont exploités afin d'atteindre l'objectif initial ou de viser des nouveaux objectifs, supposant une activité cognitive plus approfondie.

Analyse des séquences pratiques

Nous appelons activité pratique, l'activité développée autour d'une tâche didactique d'ordre technique. Nous choisissons pour analyser ce type d'activité la méthode d'analyse de la tâche, développée par LEPLAT. Nous nous attendons à ce que l'analyse de l'activité nous

donne accès à la fois à des représentations des participants et à des éléments de caractérisation de la tâche. Nous pouvons ainsi mener une double analyse : observer, d'une part, la manière dont les tâches participent à la construction des représentations fonctionnelles et d'autre part, la manière dont les représentations ainsi construites guident l'action de réalisation de la tâche. Ainsi, pour chaque élément de représentation, nous identifions les éléments de représentation fournis par la situation de formation (éléments fournis dans la consigne de la tâche) et ceux dont la construction est laissée à la charge des apprenants.

Nous commençons l'analyse d'une tâche technique en identifiant le ***but de l'action*** en tant qu'élément déclencheur de l'activité des personnes. Selon LEPLAT et PAILHOUS (1977 p.150), le but que le sujet doit atteindre est *« fourni »* dans la ***consigne*** de la tâche. Mais la consigne fournit également les ***conditions de réussite*** de la tâche, qui constituent la partie des conditions de réalisation de la tâche qui n'est pas laissée à la charge des apprenants.

Lors de l'analyse des tâches didactiques, nous observons les informations fournies dans la consigne de réalisation de la tâche et celles laissées à la charge des apprenants : comment le rapport entre les deux évolue-t-il avec l'avancement dans la formation ?

Nous réalisons une analyse de la tâche en poursuivant les étapes suivantes :

1/ Identifier le **but de la tâche**, par une analyse de la consigne donnée verbalement par les formateurs.
Selon LEPLAT (1992 p.48), *« le but c'est ce qui doit être réalisé ou plus précisément l'état final »*. Quand il s'agit d'une situation de formation, les buts d'une action visent des résultats de deux natures : le résultat matériel de l'action et le résultat visé en termes d'apprentissage, que nous appelons ***but didactique***. Nous cherchons à mettre en évidence les deux buts à travers une analyse de l'activité verbale développée par les formateurs à destination du groupe d'apprenants.

2/ Identifier les **conditions** nécessaires à la réalisation **de la tâche**, en réalisant, avec l'aide d'un professionnel expérimenté, la ***procédure experte***.
Pour des tâches simples et réduites, nous tentons d'analyser l'activité de formation sans une analyse préalable de la tâche : nous analysons la tâche en même temps. Toutefois, au-delà d'un certain degré d'élaboration, l'analyse des tâches didactiques nécessite une analyse préalable de la tâche. Car, comme le dit LEPLAT (1992 p.52), *« en l'absence de connaissance de la tâche il est difficile d'analyser l'activité du sujet ».* Nous avons pour cela recourt à un professionnel SIG expérimenté nous analysons l'activité que celui-ci développe pour réaliser la tâche prescrite et nous construisons ainsi la procédure de référence, que nous appelons *procédure experte*.

3/ Identifier les **conditions de réalisation** de la tâche **mises à disposition des apprenants,** par une analyse de la consigne donnée par les formateurs.
Lorsqu'il s'agit d'analyser une situation d'apprentissage, MAYEN (2007c p.176) distingue *« ce qui est à apprendre »* et *« ce qui est propre à générer de l'apprentissage ».* Il convient ainsi de distinguer entre :

- ***les conditions*** dont les apprenants disposent ***pour* réaliser *la tâche***,
- ***les conditions*** dont les apprenants disposent ***pour* apprendre *à réaliser la tâche***.

Pour les tâches conceptuelles, il semble difficile d'accéder aux conditions qui permettent d'apprendre à réaliser la tâche, car ces conditions sont en partie mentales, propres à la personne et antérieures à la tâche. En revanche, lorsqu'il s'agit d'analyser l'activité pratique, il semble possible de faire la distinction entre les conditions mises à disposition des apprenants pour réaliser une tâche et les conditions qui leur sont offertes pour apprendre à réaliser cette même tâche par la suite, sans aide et dans des conditions qui peuvent varier.

4/ Identifier les **conditions de réalisation** de la tâche **laissée à la charge des apprenants**.
Une partie des conditions de l'action est livrée par les formateurs lors de la consigne d'action ; une autre partie de ces conditions est laissée à la charge des apprenants : peut-on observer une forme d'évolution des consignes avec l'avancement dans la formation et dans l'apprentissage ?

LEPLAT (1992 p.31) identifie trois manières de décrire les conditions de réalisation de la tâche :

- par des *états* (l'évolution de l'état initial à l'état final en passant par des états intermédiaires),
- par des *opérations*, mises en place selon des règles
- par des *procédures*, définies par LEPLAT (1992) comme *« la combinaison de ces opérations »* (p. 49) *« pour atteindre un but donné »* (p. 31).

Nous avons choisi d'analyser les conditions de réalisation des tâches didactiques SIG selon la troisième modalité proposée par LEPLAT : la procédure mise en œuvre. Ce choix est imposé par la nature de la tâche. Premièrement, parce que les états des objets de l'action SIG sont difficilement perceptibles. Deuxièmement, parce les opérations seules ne permettent pas de rendre compte du degré d'élaboration des tâches SIG et que, de plus, les opérations SIG sont imposées par la tâche comme des opérations instrumentées SIG, ce qui réduit la possibilité de diversification des moyens d'action qui auraient pu justifier un intérêt pour l'analyse des opérations. Enfin, la réussite des tâches instrumentées SIG semble s'appuyer non pas uniquement sur le choix des opérations, mais sur plusieurs éléments, parmi lesquels nous avons déjà identifié :

- L'ordre des opérations et leur regroupement en sous-tâches,

- Les règles d'action construites,
- Les concepts mobilisés dans l'action.

5/ Analyser, toujours par une double analyse de l'activité verbale et pratique, les **obstacles rencontrés** par les apprenants dans la réalisation de la tâche et la manière dont ils les dépassent. Il s'agit également ici d'identifier des éventuels écarts entre la procédure prescrite et la procédure suivie par les apprenants ainsi que les effets de cette action, selon le cadre d'analyse des imprévus didactiques développé par CHAUTARD et HUBER (1999, 2001) et PERRENOUD (1999) que nous avons présenté dans le chapitre précédent (§ 3.1.3. Gestion des imprévus didactiques, p.58).

4.7. PROCESSUS ET MECANISMES DE L'APPRENTISSAGE. CONSTRUCTION DES REPRESENTATIONS FONCTIONNELLES

En partant des représentations des opérateurs engagés dans une action de conception, DANIELLOU et GARRIGOU (1993) ont mis en évidence le fait qu'au-delà des variations de l'activité, qui sont liées à la fois aux situations et aux opérateurs, il est possible de repérer des *« structures invariantes de l'activité des opérateurs »* (DANIELLOU et GARRIGOU 1993, p.301). Et pourquoi pas des structures invariantes de l'apprentissage, qui seraient fonction de la représentation des apprenants ? Cette hypothèse sera examinée en partant des représentations initiales de plusieurs apprenants et en suivant la transformation de ces représentations suite à l'avancement dans l'apprentissage dans des conditions de formation identiques. Nous suivons pour cela plusieurs apprenants, en observant l'évolution de leurs représentations tout au long de l'apprentissage.

Partie 2 : Conditions de l'apprentissage

La deuxième partie de cette thèse est consacrée aux conditions de l'apprentissage suivantes :

Chapitre VI. Caractérisation des séances de formation A et D

Chapitre VII. Caractérisation des apprenants à l'entrée en formation

Chapitre VIII. Caractérisation des formateurs

VI. CARACTERISATION DES SEANCES DE FORMATION A ET D

Partie intégrante de l'analyse didactique proposée par cette thèse, ce chapitre propose également au lecteur une première prise de contact avec les formations A et D, qui constituent le support de nos analyses. Pour cela, après une sommaire présentation des conditions didactiques générales des deux formations, nous allons aborder la présentation des formations A et D :

Dans un premier temps, nous réaliserons une analyse de l'activité verbale que le formateur F1, qui intervient lors des formations A et D, développe à destination des apprenants lors de la séquence de présentation de chacune des deux formations. Il s'agit de la première séquence de chacune des formations A et D, qui se propose d'informer les apprenants sur ce que les formateurs ont l'intention de leur faire apprendre, sur les modalités qu'ils envisagent d'utiliser, mais aussi sur ce qu'ils attendent des apprenants. Car cette séquence est également pour le formateur F1 une occasion de mettre en place une première forme de contrat entre le système formateur et les apprenants, ce que nous appellerons ***contrat bilatéral*.**

Le contrat bilatéral rappelle la notion de *contrat didactique* (BROUSSEAU 1986), défini comme un « *système d'obligations réciproques* » qui « *détermine ce que chaque partenaire didactique a la responsabilité de gérer, et dont il sera responsable devant l'autre* » (ASTOLFI, DAROT, GINSBURGER-VOGEL et TOUSSANT 1997 p.61). Nous utilisons cependant le terme de contrat bilatéral, car, selon BROUSSEAU (2003), la situation de formation que nous analysons (formation continue des professionnels en poste) diffère de la situation pour laquelle le terme de contrat didactique a été introduit (analyser l'apprentissage des mathématiques dans le cadre de l'apprentissage scolaire). En effet, en nous autorisant à employer le contrat bilatéral comme un instrument d'analyse didactique, nous allons observer que la manière dont ce contrat est mis en place et dont celui-ci « *évolue en cours d'activité* » (ASTOLFI, DAROT, GINSBURGER-VOGEL et TOUSSANT 1997). Cela montre une dimension dynamique différente de celle qui caractérise le contrat didactique unilatéral, proposé en situation scolaire. Le contrat proposé aux apprenants en formation professionnelle continue est discutable : la participation des apprenants à sa co-construction est non seulement possible mais encouragée pas les formateurs. Quant aux apprenants, nous allons voir tout au long de notre analyse que ceux-ci n'hésiteront pas à faire ce qu'on attend d'eux : participer à leur propre apprentissage en renégociant le contrat qui leur est proposé.Nous présenterons ensuite le déroulement effectif des formations A et D.

1. CONDITIONS DIDACTIQUES GENERALES

Une partie des conditions de la situation de formation est identique aux deux formations A et D : la durée prévue d'environ 30 heures est organisée en 8 demi-journées consécutives, les deux formations se déroulent dans la même salle et sont assurées par les mêmes deux formateurs. Les formateurs n'ont pas la possibilité d'intervenir sur les conditions didactiques générales de la formation : durée, lieu, matériel pédagogique.

La salle de formation comporte un nombre suffisant de postes de travail individuels pour chaque apprenant et un poste « maître » que les formateurs se partagent. Projeté sur un grand écran, l'écran du poste maître est visible en permanence par les apprenants. Chaque poste de travail est constitué d'un ordinateur standard (unité centrale, écran, clavier et souris) équipé du logiciel SIG appelé « MI ».

Au fur et à mesure de leur arrivée, les apprenants sont invités à choisir un poste de travail disponible. La localisation des apprenants dans la salle est la suivante :

Figure 5. Organisation de la salle lors de la formation A

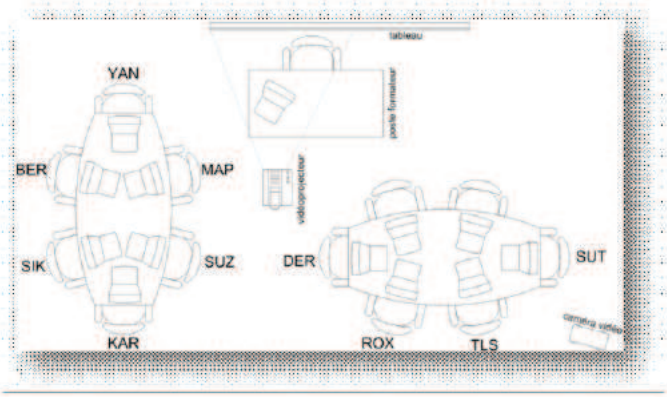
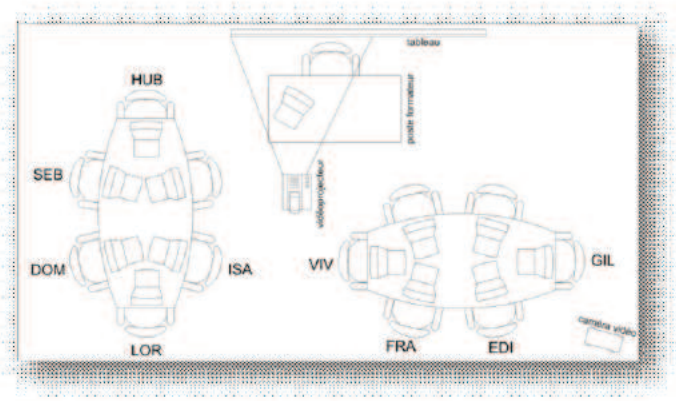


Figure 6. Organisation de la salle lors de la formation D



2. DEROULEMENT PREVU DES FORMATIONS A ET D

Nous analysons maintenant les séquences de présentation des formations A et D que le formateur F1 propose aux apprenants. Nous allons ainsi caractériser les formations A et D des points de vue suivants :

- les apprentissages prévus,
- l'organisation et le déroulement annoncé,
- les objectifs annoncés,
- la mise en place du premier contrat bilatéral entre les formateurs et les apprenants.

Nous allons ensuite discuter les différences observées entre les séquences de présentation des formations A et D. Enfin, nous allons interroger le caractère formatif des séquences de présentation des deux formations : comment le processus d'apprentissage est-il préparé par les formateurs et engagé par les apprenants ?

2.1. LES APPRENTISSAGES PREVUS

En revenant sur le déroulement de la séquence de présentation de la formation, nous observons que pour atteindre les objectifs pédagogiques affichés, le formateur F1 annonce un apprentissage en plusieurs étapes :

1/ **Initiation aux notions SIG.** Afin d'apporter aux apprenants des connaissances scientifiques appelées par le formateur « les bases » et qualifiées d'*importantes* (formation A) et d'*essentielles* (formation D), plusieurs séquences de cours sont annoncées : *ce que c'est que le SIG, les systèmes de projection, l'échelle et la précision.* Ces séquences de cours sont programmées au début de la formation, *parce que c'est le départ et c'est important de bien préciser les bases* (formation D).

2/ **Manipulation du système technique MI**. Le formateur précise que tout en étant utilisé lors de la formation pour la réalisation des tâches didactiques, MI reste un système technique SIG *parmi d'autres*. Toutefois, lors de la formation A, le formateur ne se montre pas fidèle à son affirmation : il affiche une intention d'apprentissage du SIG qui passe essentiellement par l'apprentissage de l'utilisation de MI. En revanche, lors de la formation D, l'intention formative s'élargit : celle-ci est cette fois partagée entre la découverte du système technique MI (*la découverte de MI, en tout cas de l'environnement de MI*) et la réalisation d'une tâche SIG élaborée (la tâche Sorme).

3/ **Connaissance des possibilités de l'instrument SIG**. Le formateur énonce dès maintenant une partie des possibilités offertes par les systèmes techniques SIG, sous la forme de classes de tâches que l'instrument permet de réaliser :

- *acquisition, traitement, interrogation, représentation des données*, pour la formation A,
- *acquisition, gestion, analyse, édition cartographique* pour la formation D.

Sans que le formateur le précise, l'ordre des classes de tâches dans son récit correspond aux étapes d'exécution d'un projet SIG élaboré. De plus, lors de la formation D, le formateur précise que ces possibilités seront abordées au fur et à mesure de l'avancement dans la réalisation de la tâche « Sorme ».

4/ **Conception d'une tâche SIG élaborée et son organisation en sous-buts**, en fonction des conditions de la situation et des possibilités de l'instrument SIG : *quelles précautions, quel message on désire passer et comment on s'y prend pour arriver à bien le faire passer* (formation D). Cet objectif, faiblement évoqué pour la formation A, prend une place centrale dans l'organisation des apprentissages pour la formation D *: l'idée pour la semaine, ça va être de suivre ce fil conducteur de cette étude de cas.* Le formateur rentre même dans le détail et annonce deux phases dans la réalisation de tâches SIG complexes : la conception et l'exécution. Il décrit les deux phases en insistant sur la phase de conception : *cette phase (…) est essentielle.*

5/ **Confrontation à des situations professionnelles nouvelles.** Pour élargir la classe de situations traitées pendant la formation, le formateur F1 annonce son intention de favoriser la communication et l'échange entre les professionnels : *on espère que vous allez pouvoir intervenir et exposer vos petits problèmes particuliers* (formation A), *l'idée est de partager les expériences et les besoins et faire profiter aussi tout le monde* (formation D).
Nous pouvons cependant constater qu'entre les deux formations, le formateur F1 se représente différemment le vécu des apprenants :
Lors de la formation A, le formateur prend en considération la possibilité que certains apprenants n'aient aucune expérience en référence au SIG. Il prend l'initiative de préparer ces apprenants à la confrontation avec des situations nouvelles ; il tente de les projeter dans leur avenir professionnel, en employant des verbes au futur : *tout ça, ça va surgir ; vous allez vous poser des questions.*
Lors de la formation D en revanche, le formateur F1 considère que les apprenants ont déjà vécu des expériences significatives en lien avec le SIG et souhaite les exploiter. Ainsi, quand, dans une formation qui ne se veut pas personnalisée, le formateur incite les apprenants à soumettre au groupe leurs expériences par une promesse de réponse aux problèmes qu'ils évoqueraient, il montre l'intention d'attribuer une fonction didactique à ces expériences.

6/ **Préparation aux difficultés** que les apprenants risquent de rencontrer lors de l'utilisation du SIG en situation professionnelle. Lors de la formation A uniquement, le formateur aborde

l'imminente confrontation des apprenants avec des difficultés qui, selon lui, *vont survenir dès que vous allez dans votre coin essayer de monter quelque chose*. Pour justifier l'absence de cet aspect du récit du formateur lors de la formation D, nous proposons l'interprétation suivante : le formateur considère que les apprenants ont déjà été sensibilisés à la difficulté d'apprentissage du SIG.

7/ **Connaissance des aspects « stratégiques » de réalisation d'un projet SIG**. Ces aspects sont regroupés par le formateur sous le terme de *politique SIG.* Cette intervention est annoncée uniquement pour la formation A, sous une forme pédagogique qui n'est pas prédéfinie : *présentation ou alors discussions.* Le formateur se donne ainsi le temps de connaître l'expérience des apprenants et d'évaluer la pertinence d'une intervention directe de ceux-ci dans le traitement du thème annoncé. Pour la formation D, cette séquence formative n'est pas annoncée, mais sera retrouvée en acte lors de la formation. Nous avançons ainsi l'idée que pour la formation D, le formateur s'accorde encore plus de libertés au regard de ce thème ; ce n'est plus seulement le choix des modalités pédagogiques qui est en jeu, mais la pertinence même du thème pour le public apprenant.

2.2. ORGANISATION ET DEROULEMENT ANNONCES

En même temps que les objectifs visés, le formateur F1 présente verbalement les séquences formatives programmées. A travers son récit, nous retrouvons une structure commune aux deux formations :

1/ L'organisation de la formation est élaborée. Nous y retrouvons :

- une diversité de modalités pédagogiques envisagées :
    - séquences de « cours »,
    - séquences de « présentation »,
    - séquences de « manipulations »,
    - séquences d'« échanges » et de « débats ».
- plusieurs approches qui se préfigurent :
    - une approche scientifique, à travers les séquences de cours,
    - une approche technique à travers la découverte du logiciel MI,
    - une approche professionnelle à travers la tâche Sorme, les échanges et les discussions que nous supposons riches en références au travail.

Le formateur ne détaille pas les modalités pédagogiques envisagées. Mais nous allons revenir sur cet aspect avec une analyse des modalités pédagogiques telles que mises effectivement en place par les formateurs.

2/ Les apprentissages prévus ont une certaine continuité : *tout au long de la semaine* (formation A), *l'idée pour la semaine* (formation D).

3/ Plusieurs approches sont envisagées simultanément : *en même temps, entre temps, tout autour de ça* (formation A), *au cours de cette construction* (formation D).

4/ Le programme et le contenu de la formation s'annoncent flexibles. Lors de la formation A, le formateur F1 autorise les apprenants à intervenir ; lors de la formation D, il les implique d'avantage, en allant jusqu'à leur demander de faire des propositions concernant le programme et le contenu de la formation. Dans ces conditions, nous attendons que la formation D soit plus flexible que la formation A.

F1 : *vous allez pouvoir intervenir et exposer vos petits problèmes particuliers* (formation A),
F1 : *vous pouvez nous dire si vous avez des choses à apporter par rapport au programme… ou des souhaits en particulier* (formation D).

2.2.1. ESPACES D'APPRENTISSAGE PREVU

Dans les conditions décrites ci-dessus, notre travail d'analyse conduit a l'identification de plusieurs ***espaces d'apprentissage,*** que nous allons présenter sous forme schématique dans les tableaux x et y, illustrés par des extraits significatifs des propos du formateur F1.

Nous appelons *espace d'apprentissage* un ensemble de conditions réunies volontairement par le système formateur dans le but de préparer et de favoriser un type d'apprentissage précis. Les espaces d'apprentissage identifiés ne se situent pas tous au même niveau, car les objectifs qu'ils visent, les objets sur lesquels ils portent, le degré d'élaboration des apprentissages visés ainsi que les moyens mobilisés pour y arriver ne sont pas les mêmes.

Les deux formations A et D sont tout d'abord divisées en trois espaces d'apprentissage plus généraux, qui se suivent chronologiquement et pour lesquels la distinction se fait en fonction du niveau d'apprentissage visé :

- un espace d'initiation au SIG,
- un espace d'approfondissement,
- un espace dédié à des apprentissages complémentaires. Visant l'apprentissage de deux instruments appelés par le formateur *connexes* au SIG – le système GPS et les bases de données – l'espace des apprentissages complémentaires ne retient pas notre attention pour analyse.

Traversant les trois espaces d'apprentissage généraux, trois autres espaces se préfigurent. Ce sont cette fois des espaces thématiques, dont la distinction de fait en fonction de l'objet d'apprentissage visé :

- *l'espace cours*, qui est l'espace d'apprentissage des notions SIG,
- *l'espace manipulation*, qui est dédié aux actions techniques réalisées par les apprenants,
- *l'espace discussions*, qui est l'espace des échanges, plus ou moins libres, entre les membres de chaque groupe.

Comme nous le montrons dans le tableau suivant, les espaces d'apprentissage ainsi définis correspondent à chaque fois à une série de séquences formatives. Selon la présentation des séquences par le formateur, chaque série semble caractérisée par des modalités pédagogiques proches :

Tableau 7. Organisation générale des espaces d'apprentissage lors des formations A et D

<table>
<tr><td>Espaces d'apprentissage :</td><td>Espace cours
(séquences de cours)</td><td>Espace manipulations
(séquences de travaux pratiques)</td><td>Espace discussions</td></tr>
<tr><td>Espace initiation au SIG</td><td>Espace présentation des bases</td><td>Espace découverte du logiciel MI
(séquences de travaux pratiques)</td><td rowspan="2">Espace présentation des apprenants « tour de table »

Espace mise en commun de situations professionnelles</td></tr>
<tr><td>Espace approfondissement</td><td>Espace poursuite de l'acquisition de connaissances</td><td>Espace réalisation tâche Sorme</td></tr>
<tr><td colspan="4">Espace apprentissages complémentaires</td></tr>
</table>

2.2.2. L'ESPACE D'APPRENTISSAGE « INITIATION AU SIG »

D'un point de vue chronologique, le premier espace d'apprentissage est celui de l'*initiation aux SIG.* Les actions pédagogiques annoncées pour les deux formations coïncident, malgré le fait que la formation D annonce un niveau d'apprentissage unique.

Sur la base des propos du formateur, nous plaçons dans l'espace initiation trois types d'actions pédagogiques :

- la *présentation des bases*, prévue à travers trois ***séquences de cours*** : *Le SIG*, *Systèmes de projection* et *Echelle et précision*,
- la *découverte* (ou *prise en main*) *du logiciel MI*, à travers des ***séquences de travaux pratiques***,
- la mise en commun des situations professionnelles des apprenants, à travers notamment la ***séquence de présentation des apprenants***, également appelée *tour de table.*

Concernant l'espace initiation, la seule différence observable entre les deux formations se situe au niveau de la *découverte du logiciel MI,* annoncée comme se prolongeant sur la totalité de la formation A, alors que seul un temps limité lui est accordé pour la formation D.

2.2.3. L'ESPACE D'APPRENTISSAGE « APPROFONDISSEMENT »

La présence d'un espace *initiation* préfigure l'existence d'un deuxième espace d'apprentissage, que nous appellerons *espace d'approfondissement*. Le passage de l'initiation à l'approfondissement n'est pas marqué par le formateur. Nous plaçons cette limite par déduction, sur la base des actions didactiques annoncées pour la suite de l'étape d'initiation, entre la découverte du système technique MI et l'utilisation de celui-ci pour la réalisation de la tâche Sorme, tâche motivée par un but professionnel.

L'espace approfondissement a les caractéristiques suivantes :

- les ***séquences de cours*** se poursuivent, en alternance avec des séquences de travaux pratiques : *Raster/vecteur*, *Données SIG*, *Acquisition et traitement de données*, *Echange de données* ou encore *Edition cartographique*,
- la découverte du logiciel MI laisse la place à des ***séquences de travaux pratiques*** qui ont comme but la réalisation de la tâche professionnelle Sorme,
- la mise en commun des situations professionnelles des apprenants se poursuit également. Pour la formation A, des ***séquences de discussions sont prévues***, pendant que pour la formation D, les apprenants sont invités à s'exprimer librement.

Lors de la formation D, nous retrouvons dans les propos du formateur des éléments permettant de caractériser l'espace d'apprentissage dédié à la réalisation de ***la tâche Sorme*** : Appelée par le formateur *« étude de cas »,* la tâche Sorme est une tâche de réalisation d'un projet SIG. Son introduction dans le parcours de formation induit un changement dans l'organisation des deux formations, car tout en étant un objectif didactique en soi – explicitement formulé pour la formation D – la réalisation de la tâche par les apprenants sert également de support pour des apprentissages plus généraux : *et tout autour de ça, il y aura des cours et des TP* (formation A). Ainsi, l'espace de réalisation de la tâche Sorme est marqué par la présence de deux objectifs simultanés : apprendre à réaliser un projet SIG et acquérir les connaissances nécessaires pour y parvenir.

Brièvement introduit pour la formation A, le déroulement du processus de réalisation de la tâche Sorme est décrit plus en détail lors de la formation D. Le formateur annonce une réalisation en deux étapes :

- une première partie appelée par le formateur « étape d'analyse », que nous identifions comme étant la ***phase de conception de la tâche***,

- une seconde partie que le formateur appelle « mise en œuvre » ou « construction », qui semble correspondre à la ***phase d'exécution*** de la tâche.

Tableau 8. Organisation des apprentissages prévus pour la formation A

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">Espace « cours et manipulations »</td><td>Espace de discussion
Espace de discussion</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3"></td><td>Espace « présentation des apprenants »
on va essayer de faire un tour de table, les présentations</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Espace
« initiation »
on va commencer par vous initier aux systèmes d'information géographique</td><td colspan="2">Espace « manipulation »</td><td>Espace « cours »</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td><u>Espace « découverte logiciel MI »</u>
Ensuite on va vous faire découvrir, tout au long de cette semaine (…) un logiciel SIG (…) qui s'appelle MI</td><td>Sur la partie cours (…) il y a différentes choses
Le SIG : on va commencer par essayer de décrire ce que c'est qu'un SIG
Systèmes de projection : en suite on va passer aux systèmes de projection
Echelle-précision : les problèmes, après, de précision, d'échelle</td></tr>
<tr><td>Espace « approfondissement »</td><td>Espace « réalisation tâche Sorme »
… et sur un TP, une étude de cas.</td><td colspan="2">Espace « manipulation et cours »

Et tout <u>autour</u> de ça, il y aura de la manipulation et des cours.

Raster/vecteur : au cours de la semaine on verra ce que c'est qu'un raster, un vecteur
Données SIG : quelles sont les types de données,
les moyens d'acquisition [des données] en suite…
Acquisition et traitement données : une fois la donnée acquise qu'est qu'on en fait, comment on peut la traiter.
Requêtes SIG : On verra donc tout ce qui est interrogation, ce qu'on appelle les requêtes
Echanges données : On abordera aussi toutes les problématiques d'échange entre logiciels
Edition cartographique : Et l'aboutissement c'est la représentation ; enfin, il y aura tout l'aspect un petit peu final c'est-à-dire édition cartographique.</td><td>Espace « discussions » sur :
Situations de travail : après, ou en même temps, vous allez pouvoir intervenir et exposer vos petits problèmes particuliers, ou si vous avez une demande plus générale

Politique SIG : Et enfin, une partie de présentation ou alors discussions autour de la politique SIG à l'heure actuelle</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3"></td><td>Espace « évaluation »
Et on terminera donc comme tout stage par un bilan final</td></tr>
</table>

Tableau 9. Organisation des apprentissages prévus pour la formation D

<table>
<tr><td></td><td colspan="3"></td><td><u>Espace « présentation des apprenants »</u>
on va faire un tour de table et là, vous pouvez nous dire si vous avez des choses à apporter</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Espace « manipulation »</td><td>Espace « présentation des bases »</td><td><u>Espace « mise en commun de situations professionnelles »</u>
cet après-midi on peut se réserver aussi un moment, pour répondre un petit peu aux situations de chacun</td></tr>
<tr><td>Espace « initiation »</td><td><u>Espace « découverte logiciel MI »</u>
on terminera l'après-midi par la découverte de MI</td><td></td><td>Aujourd'hui on fera un peu plus de cours
Le SIG : vous vous demandez ce que c'est que le SIG…
Systèmes de projections : les systèmes de projection…
Echelle-précision : également faire distinction entre l'échelle et la précision</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Espace « approfondissement »</td><td colspan="3">Espace « manipulation et cours »
demain on attaquera l'étude de cas ; on va alterner les manipulations avec du cours</td><td rowspan="2"><u>Espace « discussions »</u>
ce qu'on souhaite, c'est que vous puissiez intervenir quand vous avez envie…</td></tr>
<tr><td>?</td><td><u>Espace « réalisation tâche Sorme »</u>
… sur cette semaine, on va s'appuyer sur une étude de cas…
<u>Espace « analyse »</u>
on distribuera l'énoncé, on va essayer de se mettre en situation, de réfléchir sur la façon d'aborder le problème, de quelles données a-t-on besoin
<u>Espace « exécution »</u>
une fois qu'on aurait un chemin, on va essayer de le mettre en œuvre</td><td><u>Espace « retour sur action »</u>
on va faire des coupures pour faire le point, avant, après les manipulations</td><td>Raster/vecteur : on verra les définitions : raster/vecteur, image / tracé…
Données SIG : on abordera les notions sur les données
Acquisition et traitement données : l'acquisition, les modes de gestion, l'analyse spatiale,
Requêtes SIG : les requêtes…
Echanges données : Ensuite, on verra des transferts d'informations entre MI et Access… les possibilités d'échange avec les autres outils…
Edition cartographique : la construction de la carte, la sémiologie ;
pour finir en fin de semaine sur l'édition cartographique</td></tr>
</table>

2.3. OBJECTIFS ANNONCES

Nous constatons, à travers le récit du formateur F1, que l'objectif général de la formation est le même pour les deux formations : permettre aux apprenants ***d'utiliser le SIG pour réaliser des tâches professionnelles***. Nous observons que la place centrale lors des deux formations est occupée par deux objets didactiques : la *tâche professionnelle Sorme* et le *système technique MI.* Toutefois, telles que présentées par le formateur F1, les modalités pédagogiques et les fonctions des deux objets didactiques ont évolué entre les deux formations : pour la formation A, l'apprentissage de l'utilisation du système technique apparaît comme étant le but didactique central, pendant que la tâche Sorme prend la place de moyen au service de ce but. La formation D en revanche, semble se centrer sur l'apprentissage de la réalisation de tâches : la tâche Sorme est cette fois présentée comme une situation didactique et le système technique comme le moyen technique mobilisé pour y parvenir.

En référant les situations observées pour les deux formations à la théorie de la genèse instrumentale de RABARDEL, nous pouvons conclure que la formation A propose aux apprenants une démarche de découverte des possibilités et des usages prévus par le système technique MI, qui rappelle la démarche d'***instrumentation***. Quant à la formation D, celle-ci invite d'avantage les apprenants à une approche de type ***instrumentalisation***, orientée sur la résolution, avec l'instrument SIG, d'un problème professionnel qui sera apporté par les formateurs (la tâche Sorme) et des situations de travail qui seront évoquées par les apprenants.

2.4. LE CONTRAT BILATERAL ETABLI ENTRE LES FORMATEURS ET LES APPRENANTS

Nous allons maintenant revenir plus en détail sur la manière dont la relation formateurs / apprenants et les rôles de chacun se mettent en place dès les premiers instants des formations A et D, en même temps que les objectifs didactiques se précisent et que les espaces d'apprentissage s'organisant.

A ce stade d'avancement des formations A et D, les formateurs ne connaissent pas encore les attentes, la motivation, le niveau de connaissances et les représentations que les apprenants ont du SIG et de la manière de l'apprendre. Ces aspects seront évoqués par les apprenants lors de la séquence qui suivra, par un tour de table autour duquel les apprenants seront invités à se présenter, à parler de leur travail et de leurs intentions en termes d'apprentissage du SIG. Mais avant de connaître les apprenants, le formateur F1 formule

déjà des buts formatifs et des actions didactiques. Nous pouvons considérer que les buts et les actions sont proposés aux apprenants avec une intention didactique mais aussi afin de favoriser l'engagement des apprenants dans l'apprentissage. En effet, en regardant la manière dont le formateur F1 définit dès le départ le rôle de chacun, en observant les actions pédagogiques qu'il a l'intention de mettre en place et les précautions qu'il prend pour assurer leur bon déroulement, nous comprenons que ce qu'il est en train de construire va certainement conditionner, d'une manière ou d'une autre, l'apprentissage.

Nous allons maintenant discuter plusieurs composantes du contrat bilatéral, composantes qui se retrouvent lors des deux formations A et D :

- La première composante est le rapport entre connaître et opérer, que le formateur F1 aborde dès le départ : il se lance dans la négociation de la place qu'il souhaite donner à ***l'acquisition des connaissances*** par rapport au ***développement de compétences***.

Lors de la formation A, le formateur agit comme s'il s'attendait que ce rapport soit un rapport de forces ; pourtant, aucune réaction des apprenants n'est constatée. Pour favoriser l'engagement des apprenants dans la formation, le formateur tente de les mettre au centre de leur propre apprentissage. Il fait ainsi directement appel à une situation de travail générale et impersonnelle : ni objet, ni lieu, ni action, qui renvoie à la représentation des situations de chacun : *ces questions sont des questions que vous aurez après, dès que vous allez dans votre coin essayer de monter quelque chose.*

En revanche, lors de la formation D, le formateur F1 ne défend plus mais impose la place des apprentissages théoriques dans le programme de la formation et cela même pour les apprenants qui ont déjà un certain niveau de connaissance : *« c'est important de bien préciser les bases ou revenir sur les bases ».*

- La deuxième composante du contrat bilatéral est la ***conceptualisation comme but explicite*** des actions pédagogiques.

Lors de la formation A, cette prescription est formulée par le formateur en employant la phrase *ça revient à prendre conscience.* Nous rappelons que la prise de conscience est considérée par VYGOTSKI comme une étape de la conceptualisation. Ensuite, pour appuyer ses propos, le formateur lance à la fois un engagement de vérité et une demande pour qu'on lui fasse confiance : *on va vous démontrer*.

Lors de la formation D, c'est surtout à la réflexion que le formateur invite les apprenants : *essayer de réfléchir sur la façon d'aborder le problème*.

- La troisième composante du contrat bilatéral que nous souhaitons présenter est ***la didactisation des situations professionnelles*** vécues par les apprenants : le formateur F1 invite explicitement les apprenants à se référer à leur situation professionnelle pour ramener des questions concrètes tirées de leurs tâches de travail. Le but didactique de cette incitation semble être double : répondre aux problèmes de chacun tout en confrontant la

totalité des apprenants aux situations de chacun. Nous pouvons nous attendre à que la mobilisation régulière de l'expérience professionnelle et des situations de référence stimule les apprenants les plus expérimentés, mais aussi les moins initiés ou moins expérimentés. Ces derniers, sans exposer leurs propres expériences, s'imprègnent du vécu des autres.

Dans la suite de cette thèse, nous serons particulièrement attentifs aux effets de cette forme de didactisation des situations professionnelles, qui étant peu employée par les formateurs est également peu étudiée.

Pour favoriser l'intervention des apprenants, le formateur met en place les modalités nécessaires et définit les conditions d'application : il annonce une certaine ***flexibilité dans le programme*** de formation, qui permettra le débordement sur des thèmes non-prévus, au choix des apprenants. Pour la formation A, cette modalité sera conditionnée par le respect du programme : *On va vous donner un programme, à partir de là…* Pour la formation D en revanche, la flexibilité dans le programme de formation est encore plus marquée et n'est plus conditionnée par le respect du programme. Les apprenants sont invités à intervenir librement et sans contrainte du thème abordé : *ce qu'on souhaite, c'est que vous puissiez intervenir quand vous avez envie, par rapport au sujet qui sera développé ou par rapport à votre projet*. Le formateur s'engage même – et engage également son collègue – à chercher une réponse à *toute* question venant de la part des apprenants : *on n'a pas forcement la réponse* [sur le moment] *on va essayer de trouver une réponse d'ici vendredi.*

Enfin, nous souhaitons évoquer la modalité pédagogique générale qui semble gouverner le déroulement des formations A et D et qui est l'***alternance des séquences de cours et des séquences de travaux pratiques*** :

> **F1** *: il y aura de la manipulation et des cours* (formation A),
> **F1** : *faire des coupures, pas sans arrêt du cours ou sans arrêt des manipulations* (formation D).

Nous trouvons lors de la formation D la justification de cette modalité didactique, à laquelle le formateur F1 semble très attaché : un souci d'engagement des apprenants dans les actions proposées.

Pour conclure, nous notons que le premier contrat entre les formateurs et les apprenants prend pour le moment la forme d'un contrat didactique dans le sens de BROUSSEAU (1986) : il est mis en place par le formateur et non pas issu d'une négociation. Le formateur F1 choisit le monologue pour annoncer des contenus et des modalités didactiques qu'il envisage de mettre au service de l'apprentissage. Toutefois, au-delà de ce à quoi les formateurs tiennent, comme la théorie, la manipulation du système technique ou les situations professionnelles, les formations A et D s'annoncent ouvertes : le formateur F1 invite les apprenants à s'investir dans l'organisation de leur propre apprentissage en prenant la parole. Deux formes de prise de parole sont prévues pour les apprenants : la première est imposée et prend la

forme d'un tour de table évocateur d'attentes en termes d'apprentissage : la deuxième est libre et invite les apprenants à s'exprimer à tout moment pendant les formations.

Si nous considérons que le contrat didactique est également un contrat social, dans le sens de CHEVALLARD (1988), nous nous attendons à ce que lorsque les apprenants commenceront à prendre la parole, la dimension sociale mette en opposition les objectifs des apprenants et ceux des formateurs. Le discours du formateur F1 montre que lui aussi est préoccupé par ce même aspect : il semble tenter de préparer les apprenants à une possible opposition entre 1/ l'empressement des apprenants à améliorer leurs pratiques professionnelles en apprenant à réaliser des tâches d'une certaine manière (avec SIG) et 2/ la mise en place par les formateurs, dans le même objectif d'efficacité, des conditions propices pour la construction de représentations pour l'action non seulement efficaces mais élaborées et techniquement et scientifiquement cohérentes. Ainsi, l'objectif qui pourrait opposer les points de vue des apprenants et des formateurs est le même, mais la temporalité est différente : court terme pour les apprenants, moyen terme pour les formateurs (pas exprimé dans la séance d'ouverture, mais apparaîtra plus tard). Nous nous attendons ainsi à observer, pour les formations A et D, des conflits d'intérêts et d'intentions entre les formateurs et les apprenants.

Le contrat bilatéral va ensuite évoluer lors du tour de table. Le tour de table intervient, pour les formations A et D, juste après la séquence de présentation aux apprenants, par le formateur F1, du programme de la formation.

2.6. LE CARACTERE FORMATIF DE LA SEQUENCE DE PRESENTATION

Dès les séquences d'ouverture de la formation, nous constatons que le formateur F1 est déjà engagé dans le contenu de la formation, par les actions suivantes :

Favoriser l'engagement des apprenants dans l'apprentissage

Le formateur F1 réfère les objectifs de la formation aux besoins professionnels et aux attentes des apprenants, tels qu'il se les représente ; il formule des besoins génériques, d'ordre institutionnel et d'ordre individuel et invite chaque apprenant à se reconnaître à travers son récit : *les services déconcentrés normalement devront travailler sur ce logiciel, vos petits problèmes particuliers* (formation A), *vous vous demandez ce que c'est que le SIG* (formation D).

Orienter les représentations des apprenants

Le formateur F1 s'attaque déjà aux représentations des apprenants, telles qu'il se les représente. Il énonce explicitement la possibilité qu'une confusion pourrait s'être installée, autour du terme SIG, chez les professionnels non initiés : *Quand on parle SIG, le premier réflexe, actuellement, c'est ça, la personne pense à l'outil* (formation A), *bien souvent on pense uniquement à l'outil* (formation D).

En mettant à disposition des apprenants des éléments leur permettant de démarrer la construction ou, selon le cas, la transformation des représentations du SIG, le formateur se situe dans une posture ***de prévention et de remédiation***. En indiquant la forme que ces représentations ne devraient pas prendre, le formateur oriente les représentations des apprenants dans une direction précise : *« le SIG n'est pas que des outils »* :

> **F1** : *ça revient à prendre conscience que ce ne sont pas seulement des outils mais c'est aussi des hommes derrière, des méthodologies* (formation A).

Introduire des notions SIG

Dès cette première séquence, le formateur introduit une série de notions qu'il présente comme faisant partie des *bases* du SIG : systèmes de projection, raster, vecteur, échelle et précision. Le simple fait d'énoncer ces notions marque le début du processus d'acquisition par les apprenants de nouvelles connaissances et appelle aux éventuelles connaissances antérieures de ceux-ci.

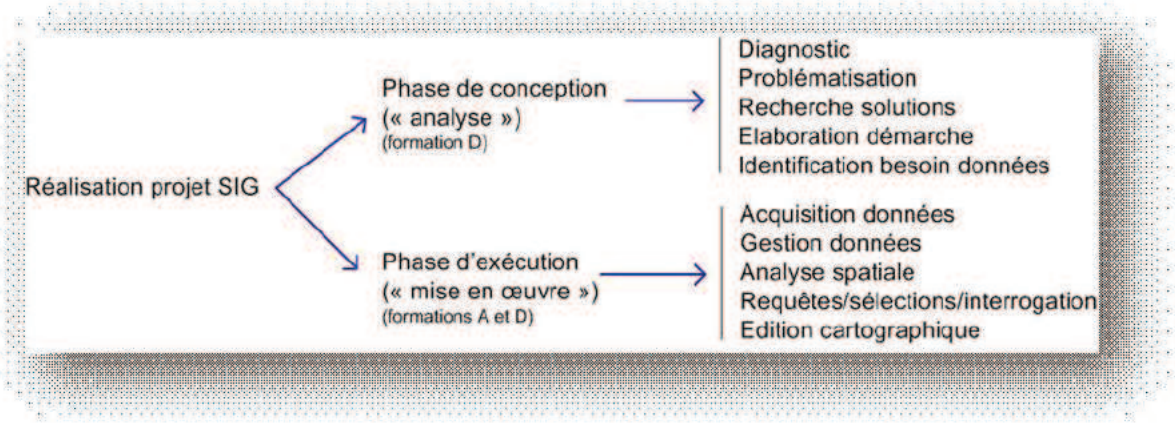
Favoriser la représentation du processus de réalisation d'une tâche SIG élaborée

Lors de son récit, le formateur évoque plusieurs classes de tâches SIG. Pour la formation A, seules des actions d'exécution technique sont évoquées (acquisition des données, interrogation/requêtes, édition cartographique), ce qui pourrait laisser penser aux apprenants que toute tâche SIG est une tâche d'exécution. En revanche, pour la formation D, deux autres types d'actions techniques sont évoqués :

- des actions faisant partie de la phase de conception de la tâche, que le formateur qualifie d'*essentielle,*
- des actions réflexives, qui interviennent avant les actions techniques (anticipations, représentation des effets attendus) et après celles-ci (retour sur l'action, prise de conscience des effets obtenus) : *faire, parfois, le point, avant les manipulations, après les manipulations enfin… un retour sur les questions qui sont décrites par les manipulations…*

Le schéma suivant montre la manière dont le processus de réalisation d'une tâche instrumentée SIG est présenté lors des deux formations. Nous précisons que le processus est incomplet pour la formation A. En revanche, pour la formation D, nous retrouvons la quasi-totalité des sous-tâches présentes dans la réalisation, en situation de travail, d'une tâche SIG élaborée :

Schéma 3. Processus de réalisation d'une tâche SIG élaborée



3. DEROULEMENT OBSERVE DES FORMATIONS A ET D

Nous avons jusqu'ici présenté les objectifs visés et le programme envisagé de la formation : il s'agit des *intentions* des formateurs. Nous allons cette fois connaître le déroulement effectif des formations A et D et constater la manière dont les objectifs et le programme annoncés sont respectés.

3.1. MODALITES PEDAGOGIQUES OBSERVEES

Pour les deux formations, nous retrouvons les types de séquences formatives annoncées par les formateurs : *cours*, *présentations*, *discussions* et *travaux pratiques*. Nous caractérisons ces types de séquences de la manière suivante :

Les ***cours*** sont des interventions discursives principalement monologales, qui abordent en priorité des notions scientifiques et techniques. Ces notions sont généralement peu situées. Toutefois, les références à l'action, au fonctionnement du système technique et au travail du professionnel SIG sont présentes. Le locuteur est l'un des formateurs ; le deuxième

formateur peut cependant intervenir ponctuellement, pour apporter des précisions ou des corrections.

Les ***présentations*** sont une forme d'intervention verbale auxiliaire à l'apprentissage. Peu de savoirs sont abordés. Ancrées dans le travail, les présentations semblent préparer les conditions pour l'apprentissage : les formateurs décrivent les situations didactiques futures, évoquent des situations professionnelles vécues ou entendues. Les apprenants prennent également la parole pour se présenter, eux et leur travail.

Les ***discussions*** sont des interventions verbales impliquant la prise de parole de plusieurs participants à la formation, parmi lesquels au moins l'un des formateurs. Les situations de travail et les tâches professionnelles sont l'objet privilégié des discussions.

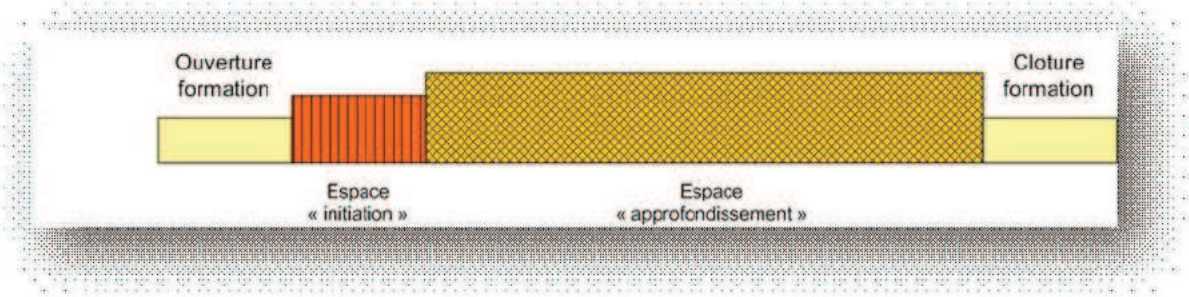
Les ***travaux pratiques*** sont une forme d'organisation de l'activité des apprenants centrée sur la réalisation de tâches instrumentées SIG et guidée par les formateurs. Nous retenons ici la définition de SAVOYANT : *« toute activité est pratique en ce sens qu'elle implique toujours la transformation, par des opérations d'exécution, d'un objet ou plus généralement d'une situation »* (SAVOYANT 2010 p.120).

Les modalités pédagogiques et le type de guidage des apprenants dans l'action varient en fonction du degré d'élaboration de la tâche didactique et du degré d'avancement dans la formation.

3.2. ORGANISATION CHRONOLOGIQUE DES SEQUENCES DE FORMATION

Les deux formations sont structurées en trois parties, que nous présentons de manière schématique dans l'illustration ci-dessus :

Schéma 4. Organisation générale observée pour les formations A et D



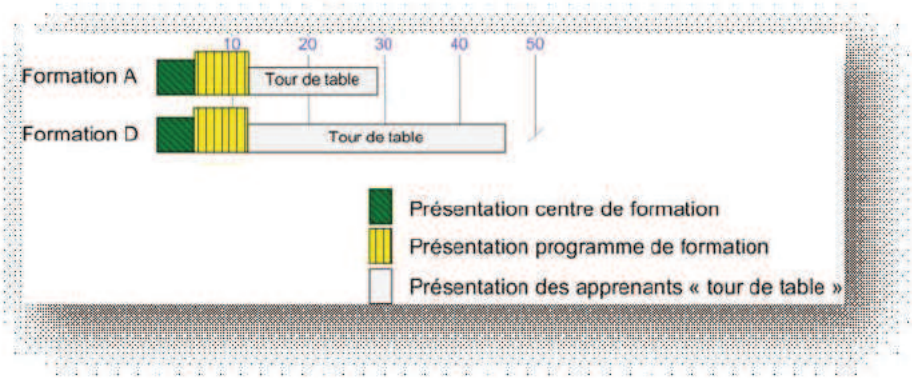
Comme nous pouvons le voir, la séquence d'ouverture de la formation est suivie des deux espaces d'apprentissage annoncés : l'espace « initiation au SIG » et l'espace « approfondissement ». Nous allons décrire chacune de ces trois parties.

3.2.1. OUVERTURE DE LA FORMATION

Les formations A et D débutent par trois séquences de présentation, qui totalisent une durée de 29 minutes pour la formation A et 47 minutes pour la formation D :

- Séquence de présentation du centre qui assure la formation, qui ne retient pas notre attention,
- Séquence de présentation des objectifs et du programme de la formation, pour laquelle nous avons déjà présenté une analyse au chapitre précédent,
- Séquence de présentation des apprenants : invités par le formateur F1, les apprenants prennent la parole à tour de rôle, pour se présenter, eux et leur travail. Les formateurs appellent cette séquence *le tour de table*. Il s'agit du tour de table initial, car un deuxième tour de table sera organisé en fin de formation. Cette séquence sera analysée plus loin.

Schéma 5. Séquences de présentation en début des formations A et D



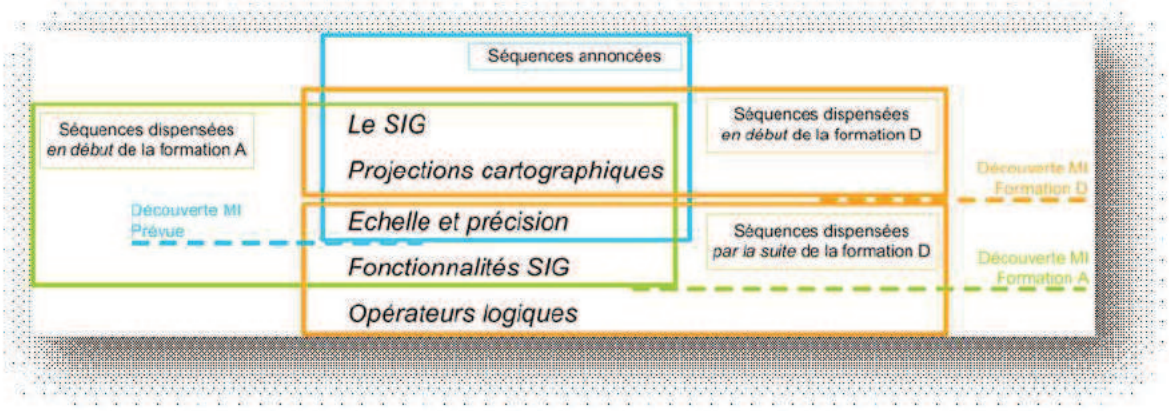
3.2.2. L'ESPACE D'APPRENTISSAGE « INITIATION AU SIG »

Chronologiquement situé en début de formation, après la séquence d'ouverture de la formation et avant la mise en situation professionnelle des apprenants, l'espace d'initiation au SIG est dédié par les formateurs à l'acquisition des concepts et des techniques nécessaires pour réaliser des tâches SIG plus élaborées. L'apprentissage débute par une première série de séquences de cours – espace présentation des bases – et se poursuit par une série de séquences de travaux pratiques axées sur la découverte, guidée par les formateurs, du système technique MI – espace découverte du logiciel.

L'espace **présentation des bases** met à disposition des apprenants des éléments pour favoriser la construction des représentations du SIG : des définitions, notions, principe de conception et de fonctionnement général de l'instrument SIG sont énoncés par les formateurs. Cela semble important pour les apprenants, même si nous ne pouvons pas constater pour le moment les effets que les interventions formatives produisent sur eux. De plus, nous allons voir par la suite que l'abondance d'informations offertes aux apprenants ne conduit pas immédiatement à la construction des représentations fonctionnelles du SIG. Pour le moment, les apprenants prennent contact avec le domaine SIG, sont « baignés » dans un vocabulaire technique et acquièrent probablement des éléments de connaissance. Ce n'est que plus tard dans la formation que nous allons trouver chez les apprenants des traces d'un processus de construction des représentations du SIG.

Trois ***séquences de cours*** ont été annoncées par les formateurs pour la partie « initiation ». Néanmoins, pour la formation A, quatre séquences de cours sont dispensées de manière groupée, en début de formation, et uniquement deux pour la formation D. Ainsi, si pour la formation A, l'alternance annoncée de *« cours et TP »* tarde à se mettre en place, pour la formation D celle-ci intervient plus tôt que prévu. Comme nous le montrons dans le schéma suivant, pour la formation D, deux séquences de cours, *Echelle et précision* et *Fonctionnalités SIG*, sont reportées après la séance de découverte du système technique MI. Enfin, la séquence de cours *Opérateurs logiques* apparaît uniquement dans la formation D, sans avoir été annoncée dans le programme.

Schéma 6. Organisation des séquences de cours de l'espace « présentation des bases » (formations A et D)



Après la première série de séquences de cours, l'initiation au SIG se poursuit par la **découverte du logiciel MI**, à travers une série de séquences de travaux pratiques. Les apprenants approchent le système technique MI qui d'une part, sera utilisé par la suite de la formation pour réaliser des tâches didactiques plus élaborées et d'autre part, sera retrouvé de retour au travail par une partie importante des apprenants.

Un changement important par rapport au programme prévisionnel est observé pour la formation D : la séquence de découverte du système technique MI est, d'une part, avancée

dans la formation et, d'autre part, prolongée par un temps dédié à la manipulation libre par les apprenants, sans aucune forme d'accompagnement par les formateurs. De plus, la présentation des formations A et D par le formateur F1 nous avait conduit à considérer que les « bases du SIG » portent exclusivement sur les éléments de connaissance livrés aux apprenants à travers les séquences de cours du début de la formation. Toutefois, en acte, nous remarquons qu'en passant aux séquences de découverte de MI, les deux formateurs laissent entendre que l'apprentissage des bases se poursuit par la découverte du logiciel MI.

En assistant à une discussion informelle entre les formateurs, nous apprenons que l'avancement dans la formation de la séance de découverte du logiciel MI constitue une *stratégie didactique* que les formateurs mettent en place avec l'intention de favoriser l'apprentissage. Cette stratégie s'appuie sur les représentations que les formateurs se sont construites, lors de la formation A et des formations qui ont suivi, des intentions des apprenants. Selon les formateurs, les apprenants *« viennent pour manipuler »* et le fait d'attendre le deuxième jour de formation pour utiliser le système technique constitue pour ceux-ci une source de démotivation pour l'apprentissage.

Nous allons maintenant présenter, de manière schématique et comparative (schéma p.109), l'organisation de la totalité des séquences qui composent l'espace initiation pour les deux formations. Nous pouvons constater que l'organisation de la formation D a évolué par rapport à la formation A, non seulement en termes d'ordre chronologique des séquences, mais aussi en termes de durée. Ainsi, pendant que la durée de la plupart des séquences de cours a diminué (jusqu'à 30% pour *Projections cartographiques*), la durée de la séquence de cours *Le SIG* a augmenté de 8 minutes (30%). Le temps alloué aux interventions des apprenants a plus que doublé (40 minutes pour la formation D contre 19 minutes pour la formation A, voir schéma x 3 pages plus loin). Cela montre que l'intervention des apprenants n'est pas uniquement affichée dans le cadre du contrat didactique, mais effectivement permise et cela y compris en interrompant l'activité formative en cours et dès les premiers moments de la formation (séquence de cours Projections cartographiques). Le temps de découverte du système technique MI a également augmenté, passant de 135 minutes pour la formation A à 188 minutes pour la formation D.

En prenant également en considération l'introduction, dans la formation D, de la nouvelle séquence de cours Opéra*teurs logiques* (14 minutes), nous constatons une augmentation du temps dédié à l'initiation aux SIG lors de la formation D de 40 minutes. Ce dépassement par rapport au programme prévisionnel a comme conséquence le prolongement de la première journée de formation au-delà du temps alloué à la formation. Le dépassement important du temps de formation et la possibilité pour les apprenants d'intervenir en cours de formation sont deux éléments qui défendent l'hypothèse de la flexibilité de la formation D et montrent que les formateurs accordent une grande importance à l'espace d'apprentissage « initiation au SIG ».

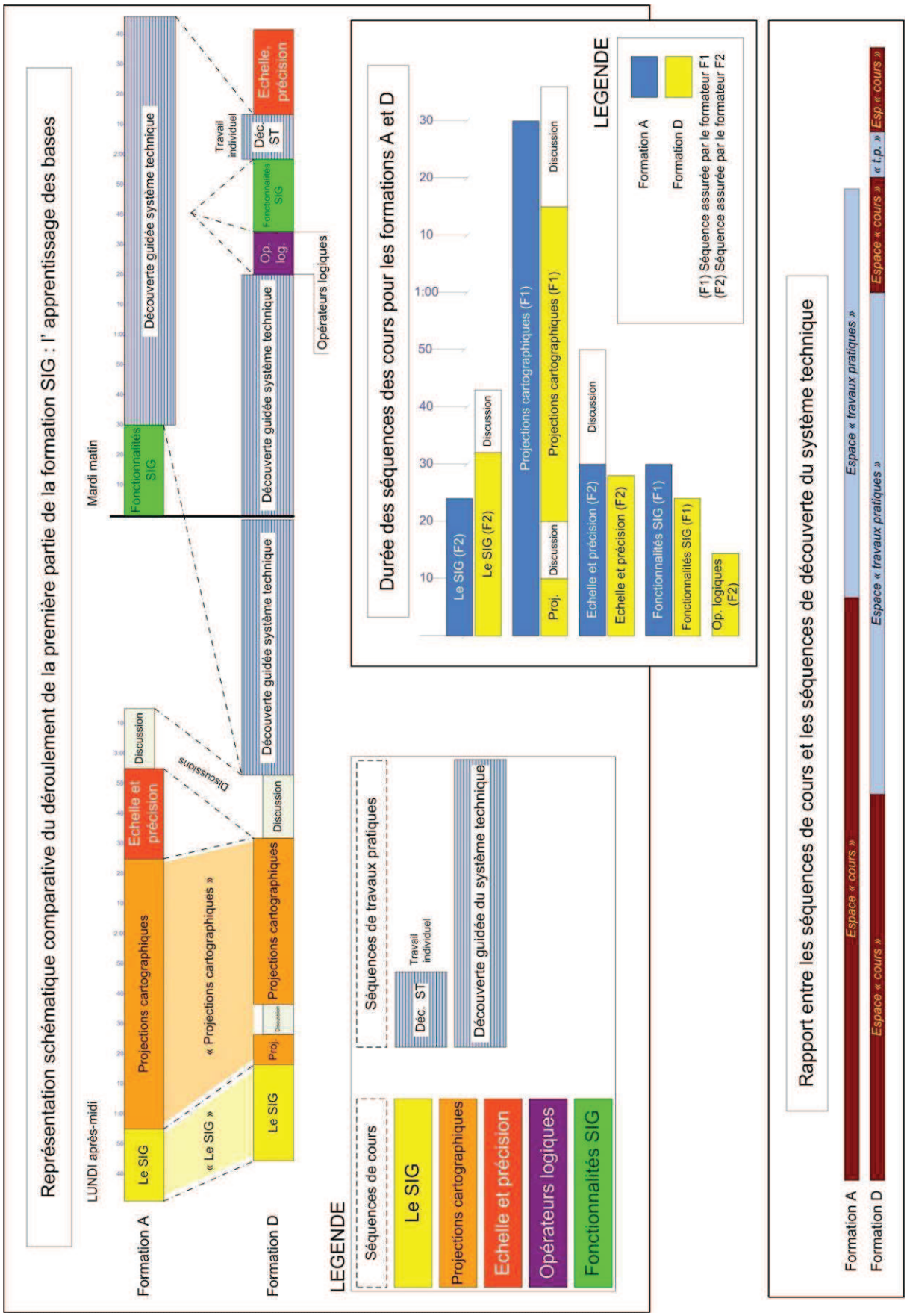
3.2.3. L'ESPACE « APPROFONDISSEMENT » OU L'ESPACE DE L'APPRENTISSAGE EN SITUATION

Structuré autour de la réalisation d'une tâche didactique à forte valeur professionnelle appelée *La Sorme*, l'espace d'approfondissement est caractérisé par la mise des apprenants dans une situation proche des situations de travail. La *tâche Sorme,* qui prend la forme d'un projet SIG élaboré, est organisée en trois étapes :

- construction de la tâche, à partir d'un problème qui se pose sur le territoire
- exécution de la tâche et production des résultats
- formalisation des résultats et réalisation d'un système de cartes.

La réalisation de cette tâche se fait à travers un nombre important de ***séquences de travaux pratiques,*** dédiées à la réalisation des différentes sous-tâches de la tâche Sorme. Celles-ci alternent avec des nouvelles ***séquences de cours***. Certaines séquences de cours mettent à disposition des apprenants les éléments nécessaires pour avancer dans la réalisation de la tâche Sorme ; c'est le cas des cours *Raster/vecteur* et *Edition cartographique*. D'autres séquences de cours apportent aux apprenants des connaissances que, selon les formateurs, ils auront à mobiliser de retour au travail : les cours *Les données SIG, Analyse spatiale, Discrétisation des données* (classification des informations sur des critères thématiques) et *Représentation cartographique.* Mais le but annoncé de cette alternance est d'ordre pédagogique :

> F1 : *« on va faire des coupures, pas uniquement faire sans arrêt du cours ou sans arrêt des manipulations »* (formation D).


Représentation schématique comparative du déroulement de la première partie de la formation SIG : l' apprentissage des bases
LUNDI après-midi
Mardi matin
Formation A
Formation D
Le SIG
Projections cartographiques
Echelle et précision
Discussion
« Le SIG »
« Projections cartographiques »
Discussions
Proj.
Découverte guidée système technique
Fonctionnalités SIG
Travail individuel
Déc. ST
Op. log.
Opérateurs logiques
LEGENDE
Séquences de cours
Séquences de travaux pratiques
Le SIG
Projections cartographiques
Echelle et précision
Opérateurs logiques
Fonctionnalités SIG
Découverte guidée du système technique
Durée des séquences des cours pour les formations A et D
Le SIG (F2)
Projections cartographiques (F1)
Fonctionnalités SIG (F1)
Op. logiques (F2)
Formation A
Formation D
(F1) Séquence assurée par le formateur F1
(F2) Séquence assurée par le formateur F2
Rapport entre les séquences de cours et les séquences de découverte du système technique
Espace « cours »
Espace « travaux pratiques »
« t.p. »
Esp.« cours »

VII. CARACTERISATION DES APPRENANTS A L'ENTREE EN FORMATION

Nous passons maintenant à la caractérisation des apprenants à l'entrée en formation. Cette caractérisation intéresse le chercheur car elle constitue notre point de départ dans l'observation de l'évolution des représentations des apprenants au long de la formation.

Nous nous appuyons sur la séquence *Tour de table,* qui intervient à la suite de la séquence de présentation par le formateur F1 du programme et des objectifs de la formation. Dans un premier temps, nous analyserons la consigne par laquelle le formateur F1 invite les apprenants à prendre la parole. Nous orienterons ensuite l'analyse vers le contenu propositionnel de l'activité verbale des apprenants. Nous découvrons ainsi les motifs qui amènent les apprenants en formation et leurs attentes de la formation. Une diversité d'intentions et de buts ressortent : à long ou à court terme, pour un usage limité à une tâche ou élargi à plusieurs classes de tâches, pour appliquer des procédures ou pour concevoir des solutions. Nous regarderons également les statuts des apprenants, leurs connaissances dans le domaine SIG, ainsi que la manière dont ils se représentent le SIG, ses usages et son apprentissage. Nous tenterons ensuite d'identifier les éventuelles différences entre le public des deux formations et, suite à un travail d'interprétation de notre part, nous tracerons une évolution dans le temps (entre les deux formations) des caractéristiques des apprenants à l'entrée en formation.

1. PRESENTATION ET JUSTIFICATION DE LA METHODE D'ANALYSE

Une grande partie des formations qui visent l'apprentissage d'un instrument pour le travail est encore conçue à partir de la logique de l'instrument et peu à partir des tâches effectives que les professionnels ou futurs professionnels auront à réaliser avec celui-ci. De plus, les formateurs n'ont pas toujours une connaissance solide des situations d'utilisation de l'instrument à apprendre et ils organisent les formations à partir de la représentation qu'ils ont de ses usages. Une démarche de didactique professionnelle supposerait que les formateurs connaissent l'activité professionnelle des apprenants avant de concevoir les formations. Toutefois, comme le remarque PASTRE (2005), il n'est pas toujours possible d'aller observer la mise en œuvre et l'évolution des compétences là où elles se pratiquent. Tel est le cas des formations SIG analysées.

En revanche, lors des formations SIG que nous avons observées, la possibilité pour les formateurs de connaître le travail et les besoins des apprenants est offerte par le tour de table évocateur d'attentes de la part des ceux-ci, qui est une pratique courante dans la formation professionnelle continue.

Par notre analyse, nous cherchons à identifier ce que les apprenants livrent au groupe et ce que les formateurs font de ce que les apprenants mettent leur à disposition. Car nous souhaitons montrer qu'afin de mieux répondre aux besoins des apprenants et de mieux référer la formation aux caractéristiques du public présent et aux situations de travail qui leur sont familières, les formateurs ont la possibilité de réaliser une forme d'analyse du travail en présence des apprenants. C'est une modalité particulière d'analyse de travail, une analyse du travail à la fois en formation et pré-formation. C'est de cette manière que nous la concevons.

Nous nous appuyons pour cela sur des travaux dans le domaine de la didactique professionnelle, qui révèlent le fait que se les apprenants ramènent le travail en formation, à travers leur récit (PASTRE, MAYEN et VERGNAUD 2006). Par conséquent, nous proposons maintenant d'analyser l'activité verbale des apprenants engagés dans le tour de table et tenter d'extraire des éléments en lien avec la raison de leur présence en formation : quelles sont leurs tâches de travail, quelles difficultés rencontrent-ils et de quelle manière envisagent-ils de les dépasser en utilisant le SIG ? De cette manière, nous tentons de connaître le travail des personnes, et à partir de là, leurs besoins en formation. Nous faisons pour cela une autre hypothèse : le processus de construction des représentations est aussi fonction du travail, des attentes et des besoins des personnes.

Cette analyse s'inscrit dans la continuité de notre thèse. Car analyser le processus d'apprentissage à travers la transformation des représentations que la formation détermine chez les professionnels est difficilement envisageable sans connaître les représentations que des apprenants ont à l'entrée en formation. Pour cela, nous faisons l'hypothèse que le tour de table offre au chercheur la possibilité d'accéder aux représentations des personnes sans risque d'interagir avec celles-ci.

Nous présentons maintenant les résultats et les conclusions de l'analyse nous permettant de trouver des éléments de réponse aux questions suivantes : qu'est-ce que les apprenants savent du SIG, quelles sont les tâches et les usages du SIG qu'ils connaissent et qu'ils envisagent de faire ? Quelle sont leurs attentes et leurs besoins en formation ? De plus, sur la base de ces éléments et avec l'aide d'un professionnel SIG expérimenté, nous réalisons un travail d'interprétation afin de mettre en évidence des représentations que les apprenants ont du SIG et du travail instrumenté SIG à l'entrée en formation.

Le traitement des données, assez élaboré, pourra être consulté en annexe.

2. ANALYSE DE LA CONSIGNE DU TOUR DE TABLE

Nous revenons maintenant à l'analyse et plus précisément à l'analyse de la consigne par laquelle le formateur F1 invite les apprenants, à tour de rôle, à se présenter. Le but déclaré du tour de table est de faire connaissance. Toutefois, en employant des mots incitatifs, le formateur tente d'obtenir des apprenants bien plus qu'une simple présentation des personnes. Le tableau suivant présente les aspects que le formateur F1 souhaite voir développés par les apprenants :

	Formation A	***Formation D***
Présentation des personnes	*Les présentations*	-
Attentes de la formation	*voir vos attentes*	*Ce que vous attendez*
Motifs de l'engagement en formation	*Ce que vous souhaitez pourquoi vous êtes là*	*Ce que vous aimeriez faire*
Usages prévus du SIG	*Projets de mise en œuvre de SIG*	*Ce que vous aimeriez faire*
Usages actuels du SIG		*si vous faites déjà aujourd'hui quelque chose…*
Système technique utilisé	*quels outils vous allez utiliser*	*… avec ces outils…*
Données SIG utilisées	*quels types de bases de données*	*… avec ces données*
Obstacles rencontrés dans l'usage du SIG	-	*ce que vous n'arrivez pas à faire*

Nous discutons la manière dont le tour de table est organisé :

Le caractère institutionnalisé de la formation est peu présent dans la consigne : on ne demande pas aux apprenants de préciser leur appartenance à une institution, service ou corps de métiers. Ce qui semble intéresser le formateur F1, en tout cas ce qu'il souhaite obtenir des apprenants, ce sont des précisions sur la spécificité de leur travail : tâches, situations problématiques, usages du SIG. Toutefois, nous remarquons également chez le formateur F1 des préoccupations didactiques. En invitant les apprenants à s'interroger sur le travail, les tâches, les problèmes actuels ou potentiels, le formateur tente de les engager dans la formation en relation étroite avec leurs préoccupations.

Le formateur reste vigilant quant aux débordements possibles en termes d'attentes de la part des apprenants. En restant fidèle à son affirmation *« le SIG n'est pas que des outils »,* il ne fait pas référence à un système technique précis, préférant orienter les propos des apprenants sur les usages plutôt que sur les systèmes techniques. Le formateur manifeste en effet beaucoup d'intérêt pour les usages futurs et, pour la formation D, pour les usages présents du SIG. C'est ainsi que nous remarquons un changement important intervenu entre les formations A et D : en 2003 (formation A), le formateur s'intéresse aux usages prévus

(*projets de mise en œuvre*) alors qu'en 2006 c'est sur les usages actuels qu'il interroge les apprenants (*ce que vous n'arrivez pas à faire*). Cela nous fait penser que la place du SIG a évolué entre les deux dates, du stade de projet en 2003 au stade d'exploitation en 2006.

Nous pouvons également observer que la consigne invite à évoquer distinctement les attentes et les motifs de l'engagement en formation. Les motifs renvoient à un engagement personnel (LEONTIEV 1975) alors que les attentes sont susceptibles de satisfaire des exigences externes, comme dans le cas des tâches qui ne peuvent pas être réalisées autrement ou d'un service qui attend son spécialiste SIG. Le formateur F1 fait ainsi la différence entre projet prescrit et projet personnel (KADDOURI 1996) non pas pour les dissocier, mais pour inciter les apprenants à trouver des motivations personnelles pour les projets prescrits. De plus, en appelant les apprenants à se référer à leur « souhaits », le formateur se situe dans un registre affectif. Il invite ainsi les apprenants à dépasser les besoins pour le travail présent et les prépare à la manière dont la formation est organisée, c'est-à-dire à la découverte des possibilités et des usages pas nécessairement prévus dans l'immédiat. Cette modalité semble efficace car, notamment pour la formation D, les apprenants sont nombreux à déclarer un double projet, personnel et prescrit.

Au regard de la place que le formateur attribue aux situations de travail, nous nous attendons que des nombreuses situations soient mobilisées dans la formation. Toutefois, la condition pour que les références au travail favorisent l'apprentissage est qu'elles soient intéressants pour les apprenants et non pas « chers » aux formateurs.

3. CARACTERISATION DES APPRENANTS A L'ENTREE EN FORMATION

Selon PASTRE (2011 p.133), *« quand se déploie l'activité du sujet capable, cette activité se réfère aux situations, elle se réfère à autrui, elle se réfère au propre passé du sujet ».* En effet, lors du tour de table, les apprenants suivent la consigne du formateur F1 : ils évoquent les usages de l'instrument SIG qu'ils connaissent, qu'ils pratiquent ou qu'ils envisagent. Ils livrent au groupe les motifs qui les amènent en formation et l'orientation qu'ils souhaitent donner à l'apprentissage, en fonction de leurs besoins, de leurs connaissances et des représentations qu'ils se font du SIG.

Nous présentons maintenant le résultat d'un travail d'interprétation de notre part portant sur les caractéristiques de chaque apprenant, travail que nous avons réalisé à partir de l'activité verbale des apprenants lors de la séquence *Tour de table.*

Nous tentons également de participer à l'ambition de PASTRE (2011) qui est d'examiner la dimension identitaire personnelle dans le processus d'apprentissage. En nous avançant dans

l'analyse, nous notons qu'en effet, la dimension personnelle ressort, y compris pour les apprenants qui ne viennent pas en formation pour eux même mais pour les élèves ou pour l'institution, donc dans le cadre d'un projet prescrit.

L'analyse préalable peut être consultée en annexe.

3.1. FORMATION A

Caractérisation de l'apprenant DER

Enseignant en mathématiques et informatique, DER a découvert le SIG dans le cadre d'une *démonstration* faite par des collègues d'un autre lycée. Sa représentation du SIG, qui dépend ainsi du degré d'élaboration de la démonstration, semble assez évoluée, car il énonce des usages potentiels complexes et précis. Mais DER ne se positionne pas personnellement par rapport aux usages qu'il énonce, précisant que ces usages sont ceux des *étudiants* (élèves en BTS) : *« les étudiants doivent (…) réaliser des études de marché, sur la population, éventuellement des aspects agro, étudier des aspects cartographiques, faire des travaux informatiques autour de la cartographie ».*

En termes d'apprentissage visé, DER ne se limite pas aux tâches mentionnées. Il déclare souhaiter *« découvrir le SIG pour le mettre en œuvre dans des séances de cours »*, ce qui renvoie à deux intentions :

- dans un premier temps, apprendre à utiliser l'instrument SIG et cela d'une manière globale, élargie, non centrée sur les usages évoqués,
- dans un deuxième temps, former les élèves à l'utilisation du SIG afin que ceux-ci puissent, en autonomie, réaliser les tâches qui leur seront assignées.

DER ne précise pas si le projet d'enseignement du SIG pour lequel il se prépare est un projet personnel ou un projet prescrit, mais semble motivé pour y participer. Il est probable qu'il s'agisse d'un projet collectif, car il était prévu que DER intègre la formation SIG accompagné de son collègue enseignant en géographie, ce qui n'a finalement pas été le cas. DER ne fait pas non plus référence aux délais de mise en œuvre de ce projet, ce qui nous amène à penser qu'il ne s'agit pas d'un projet dans l'immédiat, mais d'un projet en cours de construction, qui laissera la possibilité à DER de se former lui-même et de préparer son intervention formative auprès des élèves. Et c'est ce que DER déclare souhaiter faire : en attendant le moment de l'implémentation du SIG dans le lycée, DER se propose *« d'acheter un logiciel »* pour prolonger son apprentissage par la pratique après la formation.

Caractérisation de l'apprenant SUT

Enseignant à double compétence, technique (informatique) et thématique (gestion forestière), SUT n'envisage pas une mise en application immédiate de l'apprentissage du SIG, en invoquant des raisons institutionnels : *« l'école n'a pas les moyens financiers de passer aux SIG ».*

SUT se situe dans une démarche personnelle d'anticipation d'une utilisation future fortement souhaitée : *mais je viens pour me tenir au courant, en espérant qu'on jour on va monter un projet.* En l'absence d'un projet professionnel précis, la préoccupation de l'apprenant SUT semble être l'apprentissage général de l'instrument et la découverte des usages potentiels.

Caractérisation de l'apprenant ROX

Enseignant dans l'enseignement supérieur et doctorant, ROX assure déjà des cours d'initiation en SIG, ce qui suppose qu'il n'est pas novice. Nous savons par ailleurs que ROX s'est engagé dans une démarche d'auto-formation par découverte d'un système technique, qui n'est pas celui utilisé dans la formation qu'il va suivre. L'auto-formation montre ses limites, car ROX vient en formation pour apprendre à faire un usage précis, sur lequel il bute. Cet usage, ROX le décrit et le présente comme étant d'ordre cartographique, ce qui n'est pas le cas : *faire des cartes de risque et d'hasard géologique et des cartes de vulnérabilité de l'eau souterraine*. La confusion de ROX vient du fait qu'il concentre son attention sur les résultats visés ; ceux-ci sont en effet, d'ordre cartographique, mais l'usage décrit est bien plus large. Mais ROX ne semble pas faire la distinction entre les résultats attendus et l'action instrumentée qui amène à ces résultats et qui renvoie à un usage de l'instrument SIG parmi les plus élaborés (un enchaînement de tâches de traitement de données, d'interprétation et d'analyse).

Caractérisation de l'apprenant KAR

KAR est enseignant en gestion forestière. Il énonce plusieurs motifs de son engagement en formation, parmi lesquels, sur un premier plan, se situent les motifs d'ordre pédagogique : apprendre à utiliser le GPS et récupérer des supports pédagogiques à réutiliser pour enseigner *surtout pour le GPS*. Nous remarquons ainsi chez l'apprenant KAR une confusion quant à l'objet de la formation. Nous attribuons cette confusion au fait que le terme « GPS » est présent dans le descriptif de la formation, sans qu'il ne soit l'objet principal de la formation.

Enfin, sur le second plan nous voyons apparaître chez KAR l'intention de connaître le processus de réalisation de cartes SIG, que l'apprenant utilise déjà en consultation : *ça peut être sympa d'avoir les bases de la création.* KAR prend surtout une attitude d'intermédiaire (de transmission, de liaison) entre l'instrument SIG et les *besoins* des élèves : « *ils ont besoin de créer des cartes thématiques, de transformer des cartes cadastrales artistiques en quelque chose de plus proche de la réalité ; situer des points pour après les retrouver sur le terrain* ». En évoquant ces usages, KAR montre avoir une représentation du SIG probablement réduite à la réalisation de cartes.

Caractérisation de l'apprenant BER

BER est ingénieur dans un service territorial. Il a suivi par le passé une formation SIG, à laquelle il n'attribue aucun mérite dans sa réussite. Les compétences qu'il dit posséder, BER les a acquises par la pratique, par l'exploration des possibilités de l'instrument. BER a une expérience non négligeable avec l'instrument SIG, mais en utilisant un système technique différent, que BER va devoir abandonner (changement imposé) et remplacer par le système technique MI, qui est celui qui sera utilisé en formation. Se disant *autodidacte sous MI*, BER s'est engagé dans une démarche d'auto-formation et *« fait des tests pour voir ce qu'il était possible »* de faire avec le nouveau système technique. Cette démarche, BER la justifie par une motivation à la fois personnelle (défi) et professionnelle, imposée par sa fonction de *« personne ressource »* pour sa structure. Le récit de BER est structuré et les termes techniques SIG employés sont précis, montrant que l'apprenant a des connaissances approfondies de l'instrument SIG et de ses usages les plus complexes, qu'il dit faire. Il est ainsi censé avoir construit des représentations élaborées du SIG, de son fonctionnement, avoir construit les concepts fondamentaux qui gouvernent le domaine. L'apprenant a une idée très claire de ce qu'il connait et de ce qu'il connait moins bien. Quand il décrit des problèmes précis qu'il n'arrive pas à résoudre, il propose tout de même des solutions, pour lesquelles il *« attend confirmation »*. Il situe ainsi les limites d'une démarche autodidacte : l'absence de confirmation sur les possibilités du système technique MI. Les intentions avec lesquelles BER s'engage dans la formation sont : 1/ *« avoir un aperçu global de l'outil »* et 2/ le transfert des procédures d'action d'un système technique connu vers un autre, nouveau.

Dans ces conditions, une question qui se pose pour BER est celle de ses représentations existantes et de leur degré de généralisation supposé faciliter l'apprentissage.

Caractérisation de l'apprenant TLS

Novice dans le domaine SIG, l'apprenant TLS est enseignant en agriculture de précision. Il vient *« découvrir MI et voir comment l'intégrer à l'établissement »*. Par la formulation de ses

intentions pour l'apprentissage, TLS montre qu'il ne fait pas la distinction entre l'instrument SIG et le système technique associé. Le but de l'utilisation du SIG est, chez TLS, à la fois précis et vague. Précis, car *« le lycée a un projet »* auquel TLS semble devoir participer, vague, car l'apprenant ne connait pas les détails du projet. Nous pouvons conclure que l'utilisation future du SIG est pour TLS un projet prescrit.

Caractérisation de l'apprenant MAP

MAP est technicien dans un service territorial. Il s'est vu attribuer, sans plus de précisions, la fonction de « chargé de mise en place d'un SIG » ainsi que la tâche de *faire rapidement un atlas.* Bien plus réduite que les tâches qui sont potentiellement celles d'un chargé de mise en place d'un SIG, la réalisation d'un atlas est celle qui oriente l'intention de l'apprenant pour l'apprentissage. MAP a fait une tentative d'autoformation, qu'il qualifie d'insatisfaisante, et se retrouve vers la formation pour avoir *« des astuces pour faire des cartes avec un modèle tout prêt »*. Nous remarquons ici la préoccupation forte de l'apprenant pour la simplification des tâches de travail mais aussi le fait qu'il se représente le SIG comme un instrument automatisé, ce qui n'est pas le cas. En invoquant un projet prescrit, MAP s'engage dans l'apprentissage avec une motivation qui n'est pas aussi forte que celle de son prescripteur, à laquelle MAP fait référence : *«pour le directeur, l'urgence est de donner envie aux gens »*.

Caractérisation de l'apprenant SUE

SUE est ingénieur informaticien et occupe la fonction de responsable des systèmes d'information dans la même structure que MAP. Nous identifions chez SUE la même source de motivation, externe, forte, qui est celle du directeur : *« le directeur souhaite une utilisation très large de l'outil »*. La préoccupation du directeur pour l'utilisation du SIG contraste avec son niveau de connaissance du domaine visé : les usages connus dans la structure semblent être réduits à la réalisation des cartes. Du moins, c'est sur cet usage que les consignes d'apprentissage portent : *« que tout le monde puisse faire ses cartes* ». La mission de SUE est d'assurer les conditions de réalisation de l'objectif visé par le directeur, en formant ses collègues : *« on aura à monter un peu de formation »*. Tout en accordant une certaine importance aux usages prescrits (faire des cartes), SUE se montre personnellement motivé pour les dépasser et découvrir des nouveaux : *« voir la réalisation des cartes mais aussi aller plus loin ».* Toutefois, au-delà des prescriptions, nous identifions également chez SUE un motif d'engagement en formation qui lui est propre et pour lequel il montre une motivation forte : « *ce qui m'intéresse beaucoup, c'est l'aspect organisation des fichiers MI qui est différente de GC* ». Ainsi, tout comme BER, SUE affiche d'une part la connaissance d'un système technique SIG différent de celui qui fait l'objet de la formation et d'autre part une découverte du système technique MI par l'auto-formation.

SUE affiche un apprentissage visé d'ordre technique (faire des cartes et organiser des fichiers), mais se montre également ouvert à un apprentissage plus conceptuel, lui permettant de *« monter toute une phase amont de réflexion »*.

Caractérisation de l'apprenant YAN

YAN est ingénieur. Novice dans le domaine SIG, il ne fait pas la distinction entre le SIG et le système technique MI : *« je viens découvrir ce qu'un SIG, essentiellement MI »*. YAN aborde l'apprentissage du SIG avec une intention ouverte à la fois sur la compréhension et sur l'apprentissage de l'instrument. Sur le plan de la motivation, YAN extériorise le motif de sa présence en formation : *« le service d'économie agricole veut développer un SIG car ils pensent qu'à l'avenir ça sera un outil publique »*.

Caractérisation de l'apprenant SIK

SIK est technicien. *« Chargé de mettre en place un SIG dans le département»*, SIK ne connait pas les détails sur sa mission. N'ayant aucune représentation du SIG : « *je n'y connais rien* », le projet professionnel lui a certainement été prescrit. Toutefois, SIK se déclare motivé par l'apprentissage du SIG (*« je suis là pour apprendre* ») pour lequel ne formule aucune exigence ou attente, car comme il le dit lui-même, « *tout est à faire »*.

3.2. FORMATION D

Entre la formation A et la formation D, la durée du tour de table a augmenté considérablement ; les apprenants prennent plus de temps à se présenter, donnent plus d'éléments sur eux et sur leur travail. Cet aspect ne semble pas être déterminé par la consigne, qui est, quant à elle, plus réduite (annexe).

Caractérisation de l'apprenant VIV

Ingénieur en aménagement, l'apprenant VIV présente dans le détail son domaine thématique (agronomie, phytotechnie) et la principale tâche de son travail. Il a accès à l'instrument SIG mais ne l'a pas encore utilisé, ni exploré. VIV a découvert le SIG à travers le récit des collègues et à travers la visualisation des résultats obtenus (cartes). Il a eu sous ses ordres une personne qui savait l'utiliser, mais celle-ci est partie. La voie de l'utilisation étant restée ouverte, VIV se sent dans l'obligation (*je dois*) d'*apprendre à s'en servir* pour réaliser

des tâches précises, qu'il décrit sans rentrer dans des détails techniques : *établir une base de données, analyser, établir des diagnostics.*

L'usage envisagé est large : acquisition, gestion traitement et analyse de données et VIV a une bonne représentation des usages possibles du SIG, héritage du collègue parti. Du point de vue de son statut professionnel, VIV est assez haut placé hiérarchiquement : quand il dit *nous sommes en train de*, il fait référence à d'autres personnes, probablement placés sous ses ordres. L'apprentissage du SIG est un projet personnel que VIV s'impose, à la fois par nécessité professionnelle et par prise de connaissance du potentiel de l'instrument. La motivation personnelle est forte, mais VIV se considère faiblement préparé pour l'apprentissage (faibles compétences informatiques).

Caractérisation de l'apprenant GIL

GIL est ingénieur et assure une fonction de contrôle de la gestion d'un phénomène sur le territoire (AOC). Inscrit dans une démarche d'auto-formation par exploration du système technique), GIL utilise déjà le SIG pour des tâches simples, de consultation de données. GIL se représente les possibilités du SIG comme étant larges, mais il ne connaît pour le moment que des usages d'ordre cartographique. Il s'engage dans la formation avec une préoccupation professionnelle précise : reprendre et continuer le travail d'un collègue parti, pour lequel il se montre motivé.

Caractérisation de l'apprenant EDI

Ingénieur en début de carrière, EDI se trouve dans une démarche personnelle qui vise, *dans un but d'avenir,* l'acquisition de compétences nouvelles. Les usages simples, de cartographie, qu'EDI attribue au SIG, font que l'apprenant n'est pas particulièrement motivé pour l'apprentissage du SIG. Toutefois, il s'impose la formation comme projet personnel, par anticipation sur l'utilité de cette compétence *à l'ordre du jour,* qui pourrait lui permettre de « se faire sa place » dans un collectif où la compétence SIG manque. EDI cherche donc à se former au SIG selon les liens qu'il entrevoit avec son travail. Toutefois, l'apprenant sous-estime les bénéfices du SIG : telles que présentées, ses tâches professionnelles justifient une utilisation poussée du SIG.

Caractérisation de l'apprenant FRA

Enseignant en physique-chimie, FRA est personnellement motivé pour « *s'occuper* » du SIG : *j'ai eu l'opportunité*, FRA se trouve dans une démarche d'engagement soutenu. Il perçoit l'apprentissage comme la cause directe de cette nouvelle activité qui est l'enseignement du

SIG. L'urgence de la tâche : *je suis obligé de leur enseigner quand même un petit peu,* a déterminé FRA à s'orienter vers une autoformation rapide assistée par un collègue. FRA considère ne pas avoir réussi sa première expérience avec la tâche : *plus du bidouillage des fois qu'autre chose* et souhaite un apprentissage complet et systématique. Il semble connaître les usages qu'il souhaite faire avec les élèves, mais il ne les présente pas.

Caractérisation de l'apprenant ISA

ISA s'engage dans un projet personnel, pour faire profiter les élèves : le SIG *manque énormément pour la professionnalisation de nos élèves plus tard.* Il a probablement beaucoup entendu parler du SIG et a observé un collègue l'utiliser : *on m'a montré un tout petit peu*, mais sans formation antérieure ni d'essai d'autoformation il ne connaît pas de quoi il s'agit exactement. Ainsi, ISA se représente le SIG comme un système technique. Il vient *découvrir l'outil* et connaître ses usages, dans un but d'enseignement. Il envisage tout de même certains usages, qu'il relie à des activités actuelles : *on a plein de choses à faire …ça serait tout à fait possible de mettre tout ça sous un SIG et travailler dessus*.

Caractérisation de l'apprenant LOR

LOR enseigne l'informatique à des jeunes adultes. Il a déjà entendu parler du SIG mais ses représentations de l'instrument et de ses usages sont réduites. En revanche, il est convaincu du vaste potentiel de l'instrument, qu'il souhaite découvrir en totalité.

LOR rejoint la formation avec plusieurs *ambitions*. C'est l'*ambition personnelle* qui est évoquée en premier, en montrant une forte motivation pour l'apprentissage du SIG : *j'ai tout à apprendre, avec des grandes oreilles et des grands yeux…* LOR semble conduit à la fois par la curiosité et – nous allons l'apprendre de manière informelle – par la frustration de ne pas connaître l'instrument que ses collègues lui présentent comme *incontournable*. L'engagement de LOR dans la formation est également conduit par la préoccupation à garder la face, dans le sens de Goffman, devant les élèves qui *s'intéressent de plus en plus et demandent une formation.* Enfin, LOR a un dernier projet professionnel : *permettre aux futurs agriculteurs de lire une carte et de s'initier à cette technique.*

Caractérisation de l'apprenant DOM

Se qualifiant lui-même de *nouveau prof*, DOM a rejoint l'enseignement après une carrière professionnelle dans le domaine technique. Il possède de bonnes connaissances en SIG, qu'il a acquises lors d'une formation suivie de plusieurs années d'exercice en tant que *chargé d'étude dans une boîte de développement durable,* pendant laquelle DOM a *monté un petit*

SIG d'étude pour la ville de S. Comme DOM n'évoque pas des difficultés dues au fait d'avoir utilisé par le passé un système technique différent, nous pouvons supposer que, dans le système de représentations fonctionnelles de l'apprenant, le système technique ne se situe pas au centre de l'activité, mais constitue un moyen de réaliser les tâches.

Les attentes de DOM pour la formation s'inscrivent dans le registre didactique : croyant *savoir un peu de choses,* DOM se rend compte que ses connaissances ne sont pas organisées (*mes bases ne sont pas solides*, *des concepts qui ne sont pas clairs*) et leur transmission s'avère difficile. DOM s'engage en formation afin de *revisiter tout ça*. Nous supposons que DOM fait référence aussi bien aux concepts qu'aux aspects techniques. Toutefois, DOM envisage également de découvrir des nouveaux usages, pas par nécessité (*je ne peux pas dire que j'ai un besoin aujourd'hui*), mais par défi technique (*ça m'a tellement impressionné que je serais content de savoir comment ça pourrait se faire*).

DOM montre une forte motivation pour la formation et un engagement dans un projet personnel pour autrui : *je suis très frustré de penser qu'y a des promos qui sortent en ayant presque pas vu de SIG.* Il se représente le SIG comme une modalité d'amélioration dans la réalisation des tâches liées au territoire, raison pour laquelle il souhaite enseigner le SIG même dans des classes où ceci n'est pas prévu.

Caractérisation de l'apprenant SEB

Enseigner le SIG est un projet personnel pour SEB et son projet est bien accueilli par la direction : engagement soutenu. SEB considère le SIG comme une compétence nécessaire pour les élèves du domaine. Il a une bonne expérience en SIG, acquise par autoformation assidue (depuis 2 ans), mais une moins bonne connaissance des concepts et de la manière de les enseigner, ce qu'il vient chercher en formation. Et il vient aussi pour rencontrer d'autres enseignants convaincus de l'utilité du SIG afin de monter un réseau (comme également LOR, DOM et probablement d'autres).

Caractérisation de l'apprenant HUB

Passionné par tout ce qui est approche territoriale, HUB s'est engagé dans un projet personnel. Les usages qu'il envisage : *cartographier les données statistiques* afin de mieux interpréter les résultats. L'usage du SIG qu'il évoque est *l'édition des cartes* et les aspects qu'il souhaiterait voir abordés sont : *mesurer les effets, les impacts*, *étayer des avis de manière assez argumentée.* HUB est le seul apprenant qui semble conceptualiser le danger que présente une mauvaise interprétation des cartes. HUB possède des connaissances dans le domaine de la cartographie, ainsi que certaines compétences techniques en termes d'usages cartographiques du SIG.

4. LA REPRESENTATION DU SIG PAR LES APPRENANTS A L'ENTREE EN FORMATION

TEIGER (1993), qui a analysé la représentation des « savoirs initiaux » des professionnels engagés dans une démarche d'apprentissage, a observé qu'avant la confrontation des professionnels avec la tâche de formation, les représentations des ceux-ci se basent sur :

- leur expérience,
- ce qu'ils perçoivent chez leurs collègues dont ils sont les représentants,
- ce qu'ils connaissent de la situation générale de l'entreprise (dans notre cas, du monde professionnel).

TEIGER caractérise ces représentations comme étant *« sans souci du degré de généralisation de l'affirmation », « organisés sur un mode narratif, chronologique et anecdotique et peu analytique ou logique », « vernaculaires, spécifiques à une situation particulière et réservés à un groupe (…) qui partage des savoirs communs »* (TEIGER 1993 p.331).

Nous allons observer les caractéristiques identifiées par TEIGER et nous allons tenter d'identifier des nouvelles caractéristiques des représentations initiales des apprenants. Mais c'est le contenu de ces représentations qui retient en priorité notre attention.

4.1. LES REPRESENTATIONS PERSONNELLES DU SIG

En arrivant en formation SIG, la plupart des apprenants se représentent, d'une manière ou d'une autre, le SIG. Leurs représentations sont certainement lacunaires, réduites, déformées ou incomplètes, mais rarement absentes. Ces représentations s'avèrent construites sur deux bases :

1/ *le premier contact*, direct ou indirect, que dans leur vie professionnelle certains apprenants ont eu avec le SIG. Ce contact a amené les personnes à considérer le SIG comme potentiellement utile pour leur travail et les a orientées vers la formation pour en connaître d'avantage : ce sont, dans ce cas, *les représentations du SIG qui ont orientés les personnes vers la formation*,

2/ *l'absence de contact avec le SIG.* Pour certaines personnes, la formation SIG a été prescrite ou conseillée alors qu'ils n'avaient aucune représentation du SIG. Cela a amené ces personnes à se représenter le SIG, et par conséquent son apprentissage, comme étant utile pour leur travail : pour les tâches actuelles ou pour des tâches futures.

Cette distinction se traduit au niveau du récit des apprenants de la manière suivante : les premiers parlent de ce qu'ils connaissent du SIG, des usages qu'ils souhaitent faire, de leurs sources d'informations en SIG (collègues, ressources diverses) ; les seconds, évoquent leur travail actuel et, selon le cas, mentionnent pour ce travail une évolution qu'ils connaissent peu. Ainsi, au-delà de ses usages, les apprenants se représentent le SIG comme un moyen d'évoluer dans leur métier, comme un moyen leur permettant de « rester dans la compétition » ou comme un moyen de promotion professionnelle. En ce qui concerne les apprenants enseignants, ceux-ci reportent également ces mêmes représentations du SIG sur leurs élèves : l'apprentissage du SIG est ainsi conçu par les enseignants comme un facteur favorisant pour le devenir professionnels des élèves.

Par conséquent, comme le souligne TEIGER (1993), les représentations initiales des apprenants sont prioritairement **construites sur** la base de deux séries d'éléments : **l'expérience personnelle des apprenants**, dans la mesure où ceux-ci ont eu un premier contact avec le SIG et **les intentions et projections dans le travail futur**. Ce n'est qu'en l'absence du contact *directe* avec l'instrument que des représentations toutes prêtes sont empruntés par les apprenants au milieu dans lequel ils évoluent. Nous pouvons constater que ces représentations se transmettent sous forme de propositions tenues pour vraies par des collègues et pairs qui racontent leur vécu ou encore, transmettent à leur tour des affirmations véhiculées dans le milieu professionnel. Toutefois, la manière dont les apprenants y réfèrent, les représentations reprises sont moins stables que les représentations construites par les personnes.

Au-delà des représentations construites par les apprenants, les représentations « empruntées » retiennent également notre attention, car elles illustrent la manière dont le SIG est perçu dans le milieu professionnel.

4.2. SITUATION DE L'UTILISATION DU SIG ENTRE 2003-2006

« Si on voulait tracer le portrait prototypique du professionnel engagé en formation SIG, celui-ci aurait les caractéristiques suivantes : âge moyen 35-40 ans, agent dans un service technique. Il gère des données, réalise des cartes, et est de plus en plus confronté à la résolution des problèmes d'espace géographique. Il peut arriver qu'il n'exprime pas le besoin d'une utilisation poussée du SIG, quoi que parfois nécessaire, probablement par méconnaissance du potentiel de l'instrument. Généralement, il se contente de peu : il déclare son intention de se limiter aux nécessités actuelles imposées par la tâche, ou au même usage que celui de ses collègues. Quand il déclare son intérêt pour l'exploration de l'instrument, c'est rarement afin de connaître d'autres possibilités d'utilisation que celle qu'il envisage. C'est la raison pour laquelle il peut se retrouver en formation suite à une évolution de ses

tâches ». Ce constat (HOLGADO et MAYEN 2005), concerne les apprenants engagés en formation SIG dans les années 2001-2003. Depuis, les intentions des apprenants semblent avoir évolué :

Les apprenants présents dans les formations analysées peuvent être organisés en trois catégories : techniciens, ingénieurs et enseignants. Le récit de ceux-ci permet d'identifier une organisation des intentions professionnelles vis-à-vis du SIG qui diffère selon la catégorie professionnelle : les ingénieurs souhaitent apprendre à résoudre des problèmes, les techniciens visent la maîtrise du système technique afin de réaliser des tâches techniques. Quant aux enseignants, ils cherchent à faire développer des compétences aux élèves, les techniciens de demain.

Suggérée par le nom du domaine dans lequel le SIG s'inscrit, la *géomatique,* la double compétence géographie-informatique est considérée comme nécessaire par plusieurs apprenants. Dans le domaine de la production, nous pouvons observer que la double compétence se met en place de la manière suivante : la compétence thématique est représentée par l'ingénieur thématicien, qui s'associe, pour un projet donné, à une compétence technique capable d'assurer l'exécution de la tâche qui revient au technicien. Cette situation est rencontrée en 2003, quand l'apprentissage du SIG se fait par « binômes » : ingénieur et technicien travaillant ensemble. Par la suite, cette organisation est moins visible.

En 2006, parmi les professionnels de production, seuls des ingénieurs intègrent la formation. La plupart d'entre eux font référence à un certain vécu en matière de SIG dans leurs structures. Ils évoquent avec regret le départ des emplois jeunes, emplois temporaires qui ont mis en place le SIG dans les institutions et ont assuré la compétence technique. La fin de ces contrats a laissé les ressources SIG inutilisées et les thématiciens dans l'impossibilité de poursuivre les projets SIG, faute de compétences techniques. Ayant connu et apprécié les possibilités de l'instrument, les ingénieurs se tournent vers la formation pour acquérir eux-mêmes les compétences techniques manquantes.

Cependant, toutes les structures n'ont pas bénéficié de la mise en place d'un SIG. En 2006, il y a toujours des personnes qui viennent se former à ce but, quoi que moins nombreuses que par le passé.

En même temps que les professionnels se forment par la formation continue, les enseignants se préparent à proposer une compétence SIG en amont, par la formation initiale, au niveau BTS. L'évolution de l'implémentation du SIG dans les lycées a été assez rapide. Les projets d'enseignement que certains enseignants avaient en perspective en 2003 à titre personnel, ont évolué en projets d'établissement et par la suite, en projets locaux. Un partenariat avec d'autres acteurs du territoire (services de l'état, parcs régionaux) s'est créé. Certains enseignants ont été porteurs du projet, d'autres leurs succèdent, mais avec une

motivation aussi forte que les premiers. Dans la situation où les enseignants présents en formation SIG sont soit jeunes, soit moins jeunes mais passionnés par la technique, il est probable que l'enseignement du SIG ne soit pas imposé à des enseignants mais plutôt proposé à ceux qui le souhaitent.

La tendance de l'association technique/thématique est présente également dans les établissements d'enseignement, où l'enseignant des disciplines thématiques (agronomie, aménagement, gestion forestière) s'associe avec l'enseignant en informatique pour créer ce qu'ils appellent des « projets d'établissement » et, qu'ils se forment ensemble ou pas, les « binômes » existent. Les projets d'établissement intégrant le SIG donnent naissance à des usages précis de l'instrument et offrent la possibilité d'enseigner cette compétence de manière située.

4.3. TACHES EVOQUEES ET MOTIFS D'ENGAGEMENT DANS LA FORMATION

Les apprenants évoquent les tâches de travail en lien avec leur engagement dans l'apprentissage du SIG. La première intentionnalité des apprenants est *l'instrumentalisation des tâches actuelles*, pour laquelle les apprenants évoquent trois types de contraintes :

- obligation institutionnelle, qui montre que le SIG est reconnu dans le monde professionnel des apprenants comme un instrument de référence pour des tâches données,
- évolution des exigences en termes de productivité quant à la réalisation des tâches (exigences personnelles ou externes),
- transformation des tâches, avec l'augmentation des paramètres à prendre en considération.

La seconde intentionnalité des apprenants en termes d'apprentissage du SIG est liée à une évolution de carrière ou des métiers, qui fait qu'ils ont ou auront à *réaliser des tâches nouvelles*. Les tâches futures étant moins familières ou encore inconnues aux apprenants, ceux-ci y réfèrent peu ; pendant que certains préfèrent décrire leur travail actuel, d'autres tentent de se représenter le travail futur, qu'ils décrivent dans des termes vagues.

La troisième intentionnalité des apprenants est l'*anticipation sur des besoins futurs* : certains aperçoivent un besoin potentiel en SIG, d'autres le considèrent comme un investissement pour leur devenir professionnels et préfèrent se préparer en attendant le moment où la compétence SIG deviendra nécessaire autour d'eux. Ainsi, en termes de projet identitaire, le récit des apprenants révèle le fait que le SIG est considéré comme un moyen de s'améliorer

dans son métier, de rester dans la compétition ou comme moyen de promotion professionnelle.

4.4. USAGES DU SIG PREVUS PAR LES APPRENANTS

Les tâches pour lesquels les apprenants souhaitent devenir opérationnels, peuvent être regroupées en quatre catégories :

- *Tâches cartographiques,* qui consistent à faire des cartes à partir des données existantes,
- *Autres tâches simples, exclusivement techniques*, qui portent sur des composantes précises de la chaîne d'actions associées aux tâches plus élaborées, de résolution de problèmes. Nous regroupons ici les tâches de : *création – acquisition – intégration – gestion – actualisation* des données SIG. Ce type de tâches préjuge d'un existant en termes de SIG dans la structure,
- *Tâches de mise en place du SIG,* qui sont des tâches élaborées, faisant appel à plusieurs classes d'actions SIG dont celles évoquées aux points précédents auxquelles s'ajoutent des tâches de réflexion et d'anticipation sur : les données nécessaires, le choix du système technique à utiliser, les besoins des thématiciens, l'assistance technique et la formation des futurs utilisateurs,
- *Tâches de traitement et d'analyse de données et autres usages avancés* : tâches d'une haute technicité, partie intégrante des tâches de résolution de problèmes. Cette classe de tâches regroupe principalement : les traitements appliqués à l'information géographique (sélections sur critères, croisements des données), les travaux d'analyse spatiale et de modélisation de l'espace et les analyses statistiques.

Nous avons évoqué le fait que la diversité d'usages de l'instrument SIG est souvent inconnue ou sous-estimée par les professionnels, y compris par les utilisateurs avertis. Cette affirmation est également valable pour les professionnels engagés dans la formation continue qui, le plus souvent, évoquent des tâches de cartographies et autres tâches simples : ce sont les usages qu'ils font ou qu'ils connaissent du SIG.

Nous pouvons en déduire que les représentations du SIG chez les apprenants sont peu développées. Or, se sont ces représentations qui accompagnent les professionnels en formation et qui conduisent leurs pas à travers l'apprentissage. Dans ces conditions, un des rôles du formateur est d'accompagner les apprenants dans l'évolution de leurs représentations, en favorisant ainsi un engagement adéquat dans l'apprentissage. Ce rôle semble facilité par le fait que les apprenants, même s'ils ne l'expriment pas toujours de

manière explicite, s'attendent à ce que la formation leur fasse découvrir des usages plus larges et des tâches plus élaborées. En règle générale, les usages simples du SIG sont attendus comme une nécessité immédiate et les usages plus élaborés sont mis sur un deuxième plan, pour plus tard et sous réserve de la réussite de l'apprentissage.

4.5. FORMES DE REPRESENTATIONS DU SIG CHEZ LES APPRENANTS, AVANT LA FORMATION

Nous tentons maintenant d'identifier les principales formes que les représentations des apprenants prennent en début de la formation. Nous partons pour cela des usages du SIG que ceux-ci évoquent et des propositions qu'ils tiennent pour vraies quand ils tentent de caractériser le SIG.

1/ Le SIG sert uniquement *à faire des cartes*

La revue de littérature a montré que la représentation du SIG en tant qu'instrument cartographique est courante chez les professionnels peu formés. Tout en étant très réductrice, cette manière de se représenter le SIG n'est pas fausse, tant qu'elle ne prend pas un caractère absolu. En effet, sans être exclusive, la réalisation de cartes compte parmi les possibilités offertes par le SIG. Toutefois, cette forme de représentation semble se stabiliser facilement et pourrait même résister, empêchant la personne d'envisager des nouveaux usages.

Nous identifions cette représentation chez les apprenants suivants : KAR et MAP (formation A), EDI et HUB (formation D). Fraichement sorti de l'école, l'apprenant EDI débute sa carrière professionnelle. Il est novice dans le domaine SIG, qu'il se représente comme un instrument de cartographie, voire même de dessin. Les apprenants KAR et MAP ont déjà eu un premier contact, visuel, avec un système technique SIG et nous pouvons supposer qu'ils ont assisté uniquement à la réalisation de tâches cartographiques. Enfin, l'apprenant HUB a déjà utilisé l'instrument SIG pour réaliser des tâches de cartographie, sans s'intéresser à d'autres usages. Orientés dans l'apprentissage par leurs représentations, ces apprenants visent à développer ou améliorer leurs pratiques cartographiques. Pourtant, leur récit montre que les tâches professionnelles qu'ils assurent justifient un usage plus élargi du SIG.

Enfin, nous admettons que certainement apprenants pourraient avoir en charge des tâches qui ne justifient pas d'autres usages du SIG que la cartographie, mais cela ne semble pas être le cas des apprenants présents dans les formations observées.

2/ Le SIG sert principalement *à faire des cartes*

Tout en considérant le SIG comme un instrument de cartographie, les apprenants ROX et SUZ (formation A), LOR et GIL (formation D) supposent que le SIG offre également d'autres possibilités d'usage. L'apprenant LOR est novice dans le domaine SIG. Ses propos laissent entrevoir une représentation du SIG reprise du milieu professionnel, mais ouverte sur tout ce que la formation pourrait lui apporter. En revanche, les apprenants ROX, SUZ et GIL ont déjà exploré l'instrument SIG, mais ne sont pas arrivés à identifier des usages autres que la cartographie. Après avoir suivi une formation, SUZ ne fait que *supposer* que le SIG permet d'autres usages. Quant à ROX et GIL, qui ont exploré l'instrument de manière individuelle et sans être guidés dans leur démarche, ils ont abouti exclusivement à la découverte d'usages cartographiques. De manière informelle (discussion entre apprenants pendant une pause), ces derniers déclarent avoir bien constaté que le système technique est doté de plus de fonctions, mais que, par crainte (GIL) ou par manque de temps (ROX), ils ne les ont jamais explorés. ROX déclare avoir en charge une tâche élaborée : constituer des classes de vulnérabilité des eaux souterraines sur la base de formules mathématiques complexes qui reprennent de multiples paramètres. C'est un travail scientifique et technique qui fait partie des tâches pour lesquelles le SIG a été créé. Pourtant, en évoquant le SIG, ROX fait uniquement référence à la présentation des résultats sous forme de cartes, ce qui montre que l'apprenant ignore le fait que l'instrument SIG pourrait lui permettre de réaliser l'intégralité de la tâche.

3/ Le SIG permet des usages élaborés et variés

Cette forme de représentation du SIG, qui peut être qualifiée de conforme aux objectifs de la formation, caractérise deux types d'apprenants :

- des professionnels complètement *novices* en SIG, qui ne connaissent pas l'instrument SIG ni ses usages, mais qui, sur la base des tâches qu'ils souhaitent réaliser avec, ont construit des représentations conformes aux objectifs de la formation : DER (formation A), VIV et ISA (formation D),

- des professionnels *initiés*, qui ont déjà suivi une formation SIG, ont exploré l'instrument et en font des usages avancés. Ces apprenants ont une expérience en SIG de 2 ans ou plus : BER (formation A), DOM et SEB (formation D).

Nous concluons avec l'observation que les représentations des professionnels présentent des déformations fonctionnelles importantes et variées, déterminées par les usages auxquelles les personnes se limitent. Mais contrairement aux situations de travail dans lesquelles les déformations fonctionnelles permettent de mieux appréhender la tâche, en situation de formation celles-ci les amènent à ignorer ou minimiser les possibilités de l'instrument et peuvent constituer ainsi des obstacles à l'apprentissage.

4.6. DEGRE D'ELABORATION ET DE CONFORMITE DU SYSTEME DE REPRESENTATIONS DU SIG CHEZ LES APPRENANTS

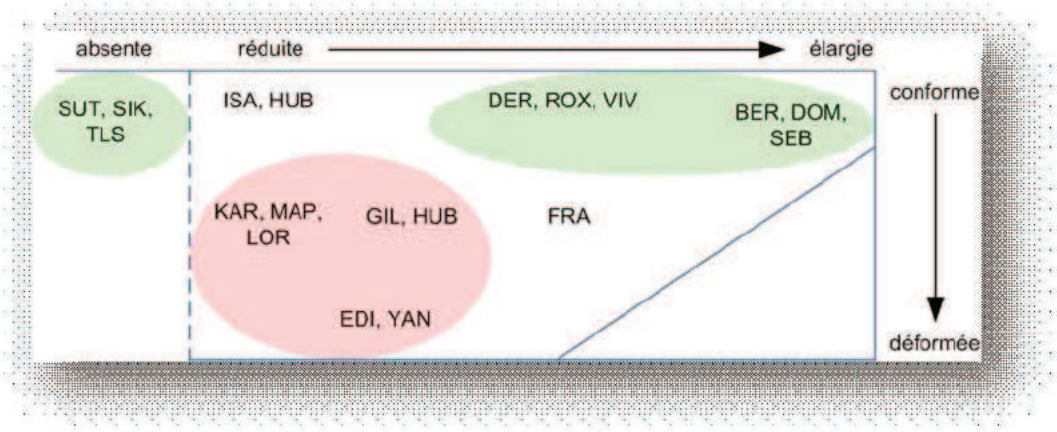
Hors temps de formation, le formateur F1 énonce la proposition tenue pour vraie selon laquelle il est plus facile de former des novices que des professionnels qui ont déjà eu un premier contact avec l'instrument. Dans ce sens, l'analyse des représentations des apprenants montre le fait qu'une entrée dans l'apprentissage par l'exploration « libre » du système technique peut amener à des représentations non-maîtrisées du SIG. Faire évoluer une représentation semble être plus difficile pour les formateurs que favoriser sa construction.

Toutefois, nous avons montré que toutes les personnes se représentent le SIG, d'une manière ou d'une autre, à l'entrée en formation. Nous tenons à établir cependant, à titre d'hypothèse, une distinction entre les deux catégories d'apprenants évoquées par le formateur F1. Nous nous appuyons pour cela sur deux caractéristiques du système des représentations du SIG de chaque apprenant :

- *le degré d'élaboration*,
- *le degré de conformité* aux définitions qui seront données par les formateurs lors de la formation.

Le schéma suivant regroupe ces deux caractéristiques que nous estimons à partir des propriétés que les apprenants attribuent à l'instrument SIG, des possibilités techniques et des usages qu'ils connaissent ou qu'ils supposent de l'instrument. L'axe vertical présente le degré de conformité technique des représentations (*conforme*, *intermédiaire* et *déformé*) et l'axe horizontal présente le degré d'élaboration du système de représentations du SIG (quatre niveaux : *absent*, *réduit*, *moyen* et *élaboré*).

Figure 7. Classification des représentations initiales des professionnels en formation (formations A et D)



A partir de ce schéma, nous identifions deux catégories de public apprenant : les zones vertes regroupent les personnes dont le système de représentations du SIG à l'entrée en formation, soit conforme techniquement, soit absent, ne devrait pas constituer un obstacle à l'apprentissage. Toutefois, nous devons remarquer que les personnes qui arrivent en formation sans se représenter le SIG correspondent généralement aux professionnels auxquels le projet de formation a été prescrit, raison pour laquelle leur motivation semble plus faible que celle de leurs collègues et leur engagement initial dans l'apprentissage, plus réduit.

La zone rouge regroupe les apprenants dont le système de représentations du SIG nécessite, selon les formateurs, une réélaboration, une évolution, des transformations. Nous allons vérifier cette hypothèse à travers l'analyse de l'activité d'apprentissage.

4.7. LES REPRESENTATIONS SOCIALEMENT CONSTRUITES DU SIG

Au-delà des représentations personnelles du SIG et de ses usages, qui varient en fonction de l'expérience des personnes avec l'instrument, nous observons des éléments de représentation qui concernent plus généralement le SIG et qui, empruntées au monde professionnel, sont récurrentes chez les apprenants d'une même formation. Nous constatons ainsi que ces représentations, que nous appelons *socialement construites* évoluent dans le temps.

Ainsi en 2003, c'est-à-dire lors de la formation A, le SIG est associée à un important investissement humain et matériel, qui conditionne son utilisation. Toutefois, dans certaines structures, son utilité est reconnue et des volontés politiques d'introduction du SIG peuvent être observées, mais une certaine latence de la démarche se fait sentir, les débuts dans le SIG semblent se faire selon un certain « rituel », qui commence par la préparation des futurs utilisateurs potentiels à l'arrivée d'une technologie nouvelle. Dans ces conditions, les professionnels qui sont convaincus par l'utilité du SIG prennent les devants : ils se procurent des versions non-officielle du logiciel, font des prêts auprès d'autres structures plus « aisées », utilisent des logiciels moins performants mais gratuits appelés « logiciels libres », font appel aux compétences des stagiaires.

Lors de la formation D, en 2006, les conditions d'accès au SIG semblent s'être améliorées : de nombreux services sont maintenant équipés de logiciels SIG dont l'utilité est unanimement reconnue. Dans ce sens, il est intéressant de remarquer qu'en 2003, les professionnels restent réticents quant au SIG ; ils véhiculent des représentations socialement construites sans se les approprier : en parlant du SIG, ils utilisent la 3ème

personne. En revanche, en 2006, des nombreux professionnels ont adhéré à l'utilisation du SIG et s'approprient les représentations reprises du monde du travail.

Nous constatons également qu'en 2003 comme en 2006, le SIG est globalement mal connu par les « dirigeants ». Ainsi, en 2003, nous notons un dysfonctionnement en ce qui concerne l'attribution de certaines tâches SIG à des professionnels qui n'ont ni le statut, ni les compétences adaptées à cette tâche. Il s'agit de *la mise en place des SIG institutionnels*, tâche complexe et réflexive, attribuée aux techniciens, d'ailleurs plutôt démunis devant la tâche que motivés pour sa réalisation. Le phénomène ne se reproduit pas en 2006, mais les propos de l'apprenant SEB montrent que la méconnaissance du SIG par la hiérarchie persiste.

5. MODELE D'APPRENTISSAGE DU SIG

Aussi bien en 2003 qu'en 2006, plus de deux tiers des participants à la formation ont eu un premier contact avec le SIG avant d'arriver en formation. Certains ont exploré le système technique, d'autres ont déjà utilisé ou enseigné l'instrument, mais leurs connaissances en SIG sont principalement de compétences informatiques, correspondant à des savoirs-faire procéduraux.

L'auto-formation a permis à certains apprenants de parvenir à des usages simples (2 à 3 apprenants par formation) mais a constitué un effort trop important pour la moitié des apprenants ayant fait la tentative. Aucun apprenant n'a réussi, suite à l'auto-formation, à réaliser des tâches SIG complexes, de résolution de problèmes. Le plus assidu, l'apprenant SEB, évoque un travail de deux années afin d'acquérir des compétences techniques qu'il considère suffisantes.

Les apprenants au niveau d'étude plus élevé sont sensiblement plus nombreux à avoir tenté une découverte du système technique, principalement par l'auto-formation. Toutefois, ce constat n'a pas un grand intérêt, car tous les apprenants n'ont pas eu accès au système technique avant la formation. En revanche, parmi les apprenants qui ont tenté une découverte, ceux au niveau d'étude plus élevé ont pu avancer plus loin dans l'apprentissage autonome. Cela vient infirmer l'hypothèse que l'apprentissage du SIG requière un niveau élevé de connaissances en informatique ; ce n'est pas de cela qu'il semble s'agir, mais de réflexion et de conceptualisation, capacités à priori plus présentes chez les personnes ayant suivi des études supérieures longues.

Certains apprenants, et notamment ceux qui ont suivi des formations par le passé, ont des connaissances théoriques de nature technique et scientifique : la manière dont ils parlent du SIG et de ses usages, le vocabulaire technique qu'ils emploient pour cela en témoigne.

Quant aux compétences dans la conception des tâches, celles-ci sont rares et identifiées uniquement chez les apprenants ayant déjà par ailleurs réalisé un travail de recherche de solutions à des problèmes variés.

Il est également difficile d'apprendre le SIG en regardant faire ou en se faisant aider par un collègue. Ainsi, le SIG semble faire partie des instruments de travail qui ne s'apprennent pas par immersion, mais qui nécessitent un double apprentissage, théorique et pratique (PASTRE 2008 p.56), pour lequel la formation continue peut être le moyen le plus adéquat, à condition que la formation vise bien l'apprentissage de l'instrument pour des tâches de travail et non pas l'enseignement des savoirs professionnels, comme PASTRE avertit qu'il risque de se produire. Il s'avère toutefois que la formation continue n'est pas toujours efficace. Parmi les apprenants, nombreux sont ceux qui ont déjà suivi une première formation, qui n'a pas assuré le degré d'opérationnalité nécessaire. La qualité de la formation suivie, la durée insuffisante et le manque de pratique après la formation, sont les raisons invoqués par les apprenants pour l'échec de la première tentative d'apprentissage du SIG.

Un premier contact avec le SIG avant la formation ressort comme un avantage : par le biais des sessions d'information ou de démonstration, les personnes ont découvert des usages potentiels, ce qui les a aidés à envisager leurs propres usages ; la découverte du système technique permet la démystification de l'instrument et, par les usages qu'il laisse entrevoir, incite à la poursuite de l'apprentissage d'une manière structurée.

Mais explorer le système technique et l'utiliser par essai/erreur a aussi des désavantages, notamment quand la réussite de l'action n'est pas accompagnée de la conceptualisation nécessaire. L'apprentissage en situation de travail réel peut en effet amener à des pratiques inadéquates. Ainsi, OCHANINE (OCHANINE et CHEBEC 1968) affirme que ce type d'apprentissage conduit à la construction des représentations du SIG incomplètes et déformées. MEYER (2006 cité par MAYEN 2007b p.85) montre les risques de l'apprentissage en situation pour les élèves infirmiers et, en s'appuyant sur les travaux de ce dernier, MAYEN (2007b p.85) conclut que *« les situations de travail produisent des activités approximatives, simplificatrices, marqués par la référence à des critères de réussite immédiats »* qui ne sont pas adaptées aux débutants.

Nous le constatons également chez les professionnels qui se tournent vers la formation à ce stade et qui n'ont qu'une seule intention : poursuivre la découverte du système technique, afin de réaliser des tâches techniques simples, indépendantes les unes des autres, usages qui

correspondent aux représentations qu'ils ont construites, par expérience, de l'utilisation du SIG.

En revanche, les apprenant qui montrent avoir exploré le système technique tout en étant conscients qu'ils étaient face à un instrument qui obéit à des règles de fonctionnement et d'action, quoi que pour le moment inconnues, ont intégré cet aspect dans leurs représentations du SIG. Ainsi, tout en restant incomplètes, leurs représentations sont plus ouvertes et ces personnes se différencient des premières par leurs attentes : si les premiers souhaitent savoir faire, les derniers envisagent également d'apprendre *comment* faire.

Parmi les apprenants, les enseignants ayant déjà traversé une expérience d'enseignement du SIG – et cela indépendamment du niveau de connaissances et d'expertise dans le domaine – évoquent la difficulté de le transmettre et notamment les concepts SIG. D'ailleurs ces enseignants sont les seuls à faire explicitement référence aux concepts SIG comme objets de leur apprentissage. Ainsi plusieurs questions surgissent : 1/ Pourquoi les enseignants pensent-ils que l'enseignement des concepts SIG est nécessaire ? Pensent-ils que la connaissance des concepts accroit le potentiel d'action ? 2/ Pourquoi les enseignants se sont-ils heurtés aux concepts SIG au point de ne pas pouvoir dépasser cette difficulté ? 3/ Pourquoi les professionnels accordent-ils moins d'attention à cet aspect ? Nous espérons trouver la réponse aux questions posées à travers l'analyse de l'apprentissage.

6. Y A-T-IL UNE MANIERE D'APPRENDRE LE SIG EFFICACEMENT ?

Suite à l'analyse des expériences pré-formation des apprenants, nous faisons les constats suivants :

- La seule manipulation du SIG ne semble pas permettre de dépasser l'acquisition du potentiel d'action relative à quelques tâches simples ; les représentations qui se construisent du SIG sont relatives à ces tâches et le SIG apparaît comme un instrument procédural qui assure l'exécution des opérations,
- Un mode opératoire très procédural semble conduire à accorder une place réduite aux concepts. Or, pour l'avoir expérimenté, les enseignants pensent que l'enseignement du SIG est difficile sans avoir construit les concepts du domaine,
- Enfin, une première expérience ou une première formation ont amené certains apprenants à se représenter le SIG comme un système complexe, fait de principes de fonctionnement et de concepts et nécessitant un apprentissage plus conceptuel.

Par conséquent, nous retenons les aspects suivants :

1/ Une seule formation ne suffit pas toujours pour utiliser le SIG de manière autonome

De nombreux apprenants ont déjà suivi, par le passé, une formation SIG. Pour justifier leur retour en formation, ils invoquent les raisons suivantes :

- l'absence de pratique immédiatement après la formation et avec le temps le retour à l'utilisation est devenu difficile, voire impossible,
- la première formation a été insuffisante pour assurer les apprentissages souhaités,
- les tâches ont évolué et de nouveaux besoins se préfigurent.

Les propos des apprenants montrent que la formation SIG est une tâche délicate, qui peut ne pas réussir. La formation ne répond pas toujours aux attentes des apprenants et même quand les apprenants sont satisfaits de la formation suivie, celle-ci ne les rend pas pour autant immédiatement fonctionnels. Un certain temps de « pratique » s'avère nécessaire pour passer du stade d'apprentissage au stade d'exécution ou de production et pour s'adapter à la nouvelle manière d'aborder les tâches anciennes. Mais certains apprenants ne prennent ou ne disposent pas de ce temps. Deux situations peuvent être observées :

- de retour au travail, les professionnels, ne se sentant pas prêts à s'investir dans l'immédiat dans l'application de ce qu'ils ont appris, reprennent leur activité telle qu'avant la formation, en attendant « le bon moment » pour intégrer « en douceur » le nouvel instrument. La pratique du SIG est remise à plus tard et plus la reprise est tardive, plus il y a des chances que les personnes « perdent le contact avec l'instrument », contact qui ne pourra pas être rétabli de manière autonome.
- pressés pour devenir autonomes et/ou redoutant la première situation, les professionnels enchaînent sur une nouvelle formation, avec l'intention de « pratiquer », dans une démarche qui rappelle celle de « stage ».

La nécessité de la pratique intensive est illustrée également par un apprenant en situation de réussite : après une première formation, SEB a pratiqué le SIG en situation professionnelle et, après une manipulation régulière de l'instrument, est arrivé à un niveau qu'il qualifie de satisfaisant. En revanche, c'est au niveau des concepts SIG que SEB considère avoir des lacunes : *« mes bases ne sont pas solides ».* Ces lacunes n'ont pas posé de difficultés à SEB pour réaliser des tâches professionnelles, mais sont perçues comme un obstacle pour enseigner le SIG. Les propos de SEB montrent ainsi que l'apprentissage par la pratique, c'est-à-dire orienté sur la réalisation des tâches, reste d'un niveau conceptuel assez faible.

2/ L'apprentissage par exploration de l'instrument s'avère insuffisant

Certains apprenants ont essayé de réaliser les tâches professionnelles actuelles en utilisant le SIG, sans formation préalable et, en échouant, se sont tournés vers la formation. D'autres, ont tenté une exploration du système technique sans le relier à des tâches professionnelles ; ceux-ci sont arrivés, au mieux, à en faire des usages simples.

Ces premières expériences avec l'instrument SIG montrent qu'il est tout aussi difficile de se lancer dans l'exploration du système technique sans avoir de buts précis, que de tenter de réaliser des tâches sans connaître préalablement le système technique. Dans ces conditions, quelle modalité d'apprentissage envisager pour arriver à s'approprier le SIG ?

La réponse pourrait venir de deux apprenants qui sont arrivés à des usages complexes par l'auto-formation : BER (formation A) et SEB (formation D). Le principal ingrédient de leur réussite semble être la manipulation du système technique. Les deux apprenants ont passé beaucoup de temps à explorer les possibilités du système technique par la pratique : deux années dans le cas de SEB, *« plusieurs années »* pour BER.

Mais le temps n'est pas le seul paramètre de la réussite de l'apprentissage. Même en passant beaucoup de temps, les apprenants qui se lancent dans l'auto-formation n'explorent pas la totalité des possibilités offertes par l'instrument et aboutissent, comment nous avons pu le constater, à des usages limités. N'étant pas satisfaits de leur progression dans l'apprentissage, ils se retournent vers la formation. A ce stade, ils possèdent déjà un système de représentations du SIG, qui peut être plus ou moins élaboré, plus ou moins organisé, plus ou moins conforme aux usages possibles et plus ou moins fonctionnel. Pour ces apprenants, la progression en formation va dépendre de la manière dont ces représentations vont pouvoir évoluer, se transformer, se généraliser.

7. LIMITES DE L'ANALYSE

L'analyse construite sur la base des usages et des autres éléments issus du récit des apprenants lors du tour de table initial des formations A et D contribue à caractériser les apprenants à l'entrée en formation. Toutefois, plusieurs précisions s'imposent.

Premièrement, lorsque les apprenants sont invités à prendre la parole pour se présenter, leurs intentions en termes d'apprentissage, les usages qu'ils exposent et les représentations qui ressortent de leur récit peuvent déjà être considérés comme *le résultat d'une transformation* par la formation et non pas ceux avec lesquels ils ont poussé la porte de la salle de formation. En effet, il est possible que lors du tour de table les apprenants s'appuient sur des éléments de la présentation de la formation comme ressource pour composer, recomposer ou tout simplement mettre en mots leurs attentes. L'effet du collectif est également à prendre en considération : on pourrait penser qu'en présentant leurs buts, les apprenants vont aussi réajuster ces buts au regard de ce que d'autres apprenants ont dit avant eux.

Deuxièmement, la caractérisation des apprenants ne doit pas être sortie du contexte pour lequel elle a été réalisée, c'est-à-dire celui des *formations analysées*. Les interprétations qui ont été faites sont valables uniquement dans la situation donnée et ne sont en aucun cas généralisables au niveau des professionnels du SIG, encore moins de la population apprenante.

Enfin, certains critères d'analyse ne sont que des « intuitions » du chercheur, pour utiliser un terme cher à PASTRE. Même documentées, ces intuitions aboutissent uniquement à des hypothèses, qui, dans l'absence de détails sur le vécu des personnes observées et notamment le vécu lié au SIG, ne peuvent pas être vérifiées. Cependant, la manière dont les apprenants s'investissent dans l'apprentissage et évoluent à travers celui-ci, ce que chacun d'entre eux réussit à apprendre dans des conditions identiques, pourra nous amener à renforcer ou infirmer certaines de ces hypothèses.

VIII. CARACTERISATION DES FORMATEURS

Nous disposons de peu d'informations sur les formateurs. En effet, tout en invitant les apprenants à se présenter, les formateurs ne se présentent pas et tout en incitant les apprenants à évoquer des situations de travail, ils évoquent peu leur expérience professionnelle. C'est ainsi que pour connaître les formateurs, leur domaine de compétences, leur histoire, leur expérience, leurs motifs en tant que formateurs et le rôle qu'ils s'attribuent dans la formation, nous faisons appel à des traces de l'activité verbale recueillies tout au long de la formation, ainsi que lors des rencontres informelles, hors temps de formation (pendant les pauses), entre les formateurs et le chercheur et entre les formateurs et un ou plusieurs apprenants. Ces traces nous permettent de reconstituer leur profil professionnel.

1. LE FORMATEUR F1

Lors de la première formation à laquelle nous assistons (formation A), le formateur F1 a environ 40 ans. Il a plus de 10 ans d'ancienneté dans le même service de production SIG, où il est entré après un BTS en informatique. Fortement soutenu et encouragé par son supérieur hiérarchique, il a appris à utiliser le SIG sur le tas « *en faisant*, *en cherchant sur Internet* ». Son expérience porte principalement sur des tâches de cartographie, pour lesquelles il est reconnu dans le service comme la personne ressource. Deux années avant la formation A, grâce à son ancienneté dans le métier, le formateur F1 a été admis dans une formation Master en environnement, qu'il a intégrée par la formation continue. A cette occasion, il a suivi un module optionnel d'initiation aux SIG et a réalisé, comme travail de mémoire, un projet SIG. Il a commencé sa carrière de formateur en binôme avec le formateur F2, l'année qui a suivi à l'obtention de son titre de Master.

F1 s'engage sans difficulté dans la description de situations de travail connues ou potentielles, mais cède volontiers la parole à son collègue quand il s'agit d'aborder des concepts scientifiques.

Dans une certaine mesure, le parcours du formateur F1 s'assimile aux parcours décrits par les apprenants.

2. LE FORMATEUR F2

Le formateur F2 a été employé par le service SIG en 2001, en tant qu'ingénieur SIG avec une charge partielle de formation. Il est à ce moment fraichement diplômé d'un cursus supérieur de formation en SIG (Master professionnel). En dehors de la formation, il participe à la réalisation de projets SIG et il encadre des étudiants et des stagiaires pour des travaux de mémoire avec une composante SIG. Comme il le dit, F2 *n'a pas été formé pour former*. Il considère avoir les connaissances académiques nécessaires mais pas la maîtrise de leur transmission, notamment quand il s'agit de *transmettre en une semaine ce que j'ai appris en une année.* Il exprime également des inquiétudes au regard de son âge, car à tout juste trente ans lors de la formation A, F2 est plus jeune que la plupart des apprenants et a peur que son autorité ne soit pas reconnue par les apprenants.

F2 a également moins d'expérience dans le travail que la plupart des apprenants dans leurs métiers respectifs. Mais cet aspect ne le préoccupe pas ; il sait que, pour référer les éléments de connaissance à des situations professionnelles, il peut compter sur l'expérience de son collègue F1.

3. LE BINOME DES DEUX FORMATEURS

Les deux formateurs assurent, toujours en binôme, deux à trois formations par an. Les formations qu'ils dispensent sont proches : même durée, même objectifs, mêmes conditions techniques. La formation A est la première formation de leur deuxième année en tant que formateurs.

De manière générale, la co-animation se passe ainsi : les séquences de cours sont assurées, en alternance, par l'un des formateurs. Le deuxième formateur, présent dans la salle, se tient prêt à intervenir à la demande de son collègue ou à sa propre initiative. En revanche, pendant les séances de travaux pratiques, la co-animation simultanée s'active. La plupart du temps, F1 guide l'avancement des apprenants dans l'exécution des actions techniques, pendant que F2 assure l'accompagnement individuel des apprenants qui ont décroché du système de guidage assuré par F1. Mais les tâches conceptuelles (compréhension du fonctionnement du système technique), les tâches de conception de solutions et les grands épisodes de régulation de l'avancement des apprenants dans la réalisation d'une tâche élaborée, c'est le formateur F2 qui les assure, pendant que l'intervention du formateur F1 devient ponctuelle.

Partie 3 : Analyse de l'activité en formation

La troisième partie de cette thèse est dédiée à la restitution, dans un ordre chronologique, de l'analyse de plusieurs séquences de formation que nous considérons somme représentatives pour les formations A et D.

Le chapitre IX est dédié à l'analyse de deux séquences de cours qui entrent dans la composition de l'espace d'apprentissage « présentation des bases du SIG ».

Le chapitre X est consacré aux séquences de formation qui constituent l'espace d'apprentissage « découverte du système technique MI ».

Les chapitres XI et XII sont construits autour de la réalisation par les apprenants du projet SIG « Sorme ». Le chapitre XI est dédié à la sous-tâche de conception du projet SIG Sorme. Le chapitre XII est dédié à l'une des séquences qui composent la sous-tâche de réalisation du projet : l'action de calage.

Chaque séquence ou série de séquences est abordée de la manière suivante :

- Présentation des tâches didactiques qui font l'objet d'une analyse de notre part ainsi que les conditions de réalisation de ces tâches,
- Description et analyse de l'activité développée par les apprenants et les formateurs autour de la réalisation des tâches ; mise en évidence des représentations fonctionnelles en cours de construction chez les apprenants et des difficultés rencontrées.

Suivre de manière chronologique les phases pédagogiques suivies par les formateurs va nous permettre de mettre en évidence les processus de construction des représentations fonctionnelles des apprenants au regard du SIG.

IX. ESPACE D'APPRENTISSAGE « PRESENTATION DES BASES DU SIG »

Nous allons nous intéresser maintenant au premier espace d'apprentissage de la formation, lors duquel, à travers des séquences de cours, les formateurs abordent ce qu'ils appellent *les bases* du SIG. Nous allons observer et discuter le potentiel d'apprentissage des deux premières séquences de cours :

- la séquence *Le SIG*, qui présente aux apprenants des éléments de caractérisation du SIG, qui prennent la forme de définitions, usages possibles, principes de conception et de fonctionnement du système technique,
- la séquence *Projections cartographiques*, qui présente, avec un important degré de détail, des concepts scientifiques et techniques du domaine de la géographie appliquée à la cartographie.

Ces deux séquences font partie de l'espace d'apprentissage des bases du SIG, aux côtés des trois autres séquences :

- la séquence *Echelle et précision,* qui assoit l'utilisation efficace du SIG sur la mise en relation des concepts géographiques (échelle de représentation graphique) et informatiques (précision des données numériques géoréférencées),
- la séquence *Fonctionnalités du SIG*, qui présente, de manière détaillée, plusieurs possibilités techniques du logiciel MI, le système technique SIG choisi pour la formation,
- la séquence *Opérateurs logiques*, qui liste les différents types d'opérations (mathématiques, logiques, géographiques…) disponibles sur les systèmes techniques SIG. Présente uniquement dans le programme de la formation D, cette séquence a été mise en place suite à un diagnostic que les formateurs ont réalisés lors de la formation A et qui les a conduits à constater que l'absence de certaines notions chez les apprenants engendre une difficulté dans la réalisation de certaines tâches didactiques.

1. OBJET DE L'APPRENTISSAGE

Nous retenons pour analyse les deux premières séquences de cours des formations A et D : la séquence de cours *Le SIG* et la séquence de cours *Projections cartographiques*.

Selon les propos des formateurs, les séquences de cours réunies dans ce premier espace d'apprentissage visent à offrir aux apprenants les « bases » du SIG. Nous nous attendons ainsi à retrouver lors des séquences que nous analysons :

- des actions didactiques menées par les formateurs avec l'intention de favoriser la construction d'un système de représentations fonctionnelles chez les apprenants,
- des concepts fondamentaux pour la compréhension du SIG et pour l'action future,
- des références au travail, à des situations et des tâches professionnelles.

Nous choisissons ces trois aspects comme catégories d'analyse et nous allons regarder la manière dont ceux-ci pourraient déclencher chez les apprenants la construction de représentations du SIG. Dans la mesure où les représentations supposées se construire à cette étape de la formation ont vocation à préparer les apprenants pour l'étape suivante, qui est celle de l'apprentissage par la pratique, ces représentations pourraient être qualifiées de fonctionnelles.

Lors des séquences de cours, la tâche prescrite aux apprenants est de nature cognitive : écouter, comprendre, acquérir des connaissances, se représenter les aspects évoqués. L'activité suscitée par la tâche est principalement mentale et par conséquent, difficile à analyser. MALGLAIVE (1990, p.130) note que les activités mentales sont des *comportements inobservables*, mais qui, gouvernant les *comportements observables*, se manifestent à travers ceux-ci, dans l'action. Toutefois, les comportements observables auxquels nous avons accès lors des séquences de cours ne nous permettent pas d'analyser le processus de construction des représentations chez les apprenants : les apprenants écoutent le formateur qui a la parole, regardent la présentation affichée à l'écran, prennent éventuellement des notes.

Par conséquent, nous orientons l'analyse didactique vers les conditions que la situation didactique met à disposition des apprenants. Nous suivons ainsi MAYEN (2007c p.176), qui invite à *« interroger la situation d'action vue comme condition de l'apprentissage »,* afin d'observer la manière dont la situation didactique est susceptible de favoriser la création de *zones de développement* nécessaires aux apprenants pour réaliser la tâche assignée. Nous analysons pour cela, comme le suggère MAYEN (2008), l'action langagière – le contenu propositionnel et la forme que prennent les paroles – des formateurs.

2. CONDITIONS DIDACTIQUES

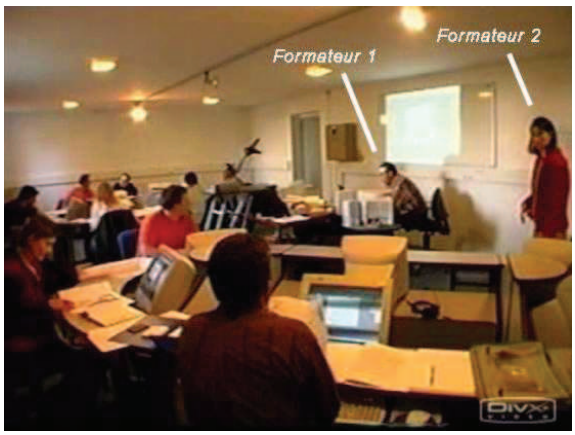
Chaque séquence de cours est assurée, à tour de rôles, par l'un des formateurs, le même pour les deux formations :

- le formateur F2 : *Les SIG*, *Echelle et précision* et *Opérateurs logiques*,
- le formateur F1 : *Projections cartographiques* et *Fonctionnalités SIG.*

L'activité du formateur qui assure l'intervention est caractérisée par une forte composante verbale, majoritairement monologale. L'activité simultanée de co-animation est en effet peu présente : bien que le deuxième formateur, présent dans la salle, se tienne prêt à intervenir pour apporter des précisons, il ne le fait qu'exceptionnellement.

La situation didactique qui caractérise les séquences de cours observées est une *situation de transmission*, pour laquelle le contenu et la forme des interventions didactiques sont définis par avance par les formateurs. Les apprenants – autorisés mais pas invités à intervenir – prennent peu la parole et lorsqu'ils le font, leur intervention ne change pas l'orientation de l'activité formative collective.

L'image suivante illustre la situation de la formation pendant les séquences de cours : le formateur qui prend en charge l'intervention formative est assis au poste maître, d'où il pilote une présentation « Power Point » qui accompagne son récit et qui est projetée sur le grand écran de la salle. Cette même présentation est imprimée et distribuée aux apprenants avant chaque séquence de cours. L'écran est situé derrière le formateur, ce qui permet aux apprenants de suivre aisément du regard à la fois le formateur et l'écran. A certains moments, le formateur se lève pour réaliser des schémas ou des dessins, sur la partie du tableau qui n'est pas occupée par l'image projetée.



3. SEQUENCE DE COURS « LE SIG »

Nous commençons l'analyse des séquences de cours par la séquence *Le SIG* et cela pour les deux formations A et D. Nous considérons que cette séquence est critique pour le processus d'apprentissage du SIG pour deux raisons :

- selon le formateur F2, *Le SIG* est la première séquence à visée formative de la formation, même si nous avons vu que le processus d'apprentissage a été déjà engagé lors des séquences précédentes (*Présentation de la formation* et *Tour de table*),
- à travers cette séquence, le formateur F2 propose aux apprenants de faire la connaissance du SIG.

Nous nous attendons ainsi à ce que des conditions soient créées pour que 1/le processus de construction des représentations fonctionnelles du SIG puisse s'engager chez les apprenants novices et 2/les apprenants plus expérimentés puissent confronter, valider ou faire évoluer le système de représentations du SIG préexistant.
Nous allons analyser le SIG tel qu'il est proposé aux apprenants, suite à un choix didactique et à un travail de transposition didactique (CHEVALLARD 1985) de la part des formateurs.

L'intégralité de l'analyse didactique est proposée en annexe. Nous focalisons ici notre attention sur les aspects suivants :

- le but et la forme que prend la séquence didactique,
- les éléments mis à disposition des apprenants pour se représenter le SIG sur toute la durée de la séquence,
- le potentiel d'apprentissage de la séquence,
- l'analyse didactique d'un épisode précis, celui qui est dédié aux *définitions du SIG*.

Ces aspects seront abordés en parallèle pour les formations A et D. A certains moments de l'analyse, nous nous avançons dans le déroulement des formations A et D jusqu'à des moments où des traces de l'activité des apprenants montrent la présence ou le contraire, l'absence chez les apprenants des représentations des éléments livrés lors des épisodes analysés.

3.1. FORME PEDAGOGIQUE GENERALE ET BUT DE LA SEQUENCE

La séquence de cours *Le SIG* est assurée par formateur F2, qui est la plupart du temps l'unique locuteur. Les apprenants n'interviennent pas et la co-animation ne se déclenche

qu'une seule fois, lors de la formation A, lorsque le formateur F1 considère que l'intervention de son collègue pourrait affaiblir le système formateur.

La séquence débute par la prescription verbale de la tâche didactique, à travers laquelle nous pouvons constater que le but didactique de la séquence est de nature cognitive – ***voir*** **et *découvrir* le SIG et ses usages** :

> **F2 :** *voir ce qu'est un SIG, voir ce qu'un SIG pourrait nous apporter, découvrir le vrai sens de ce mot* SIG*, voir quelles sont les utilisations* (formation A)
> **F2 :** *voir ce que c'est qu'un SIG, voir ce qu'on peut faire avec* (formation D)

Les objectifs que le formateur F2 annonce pour cette séquence sont à la fois imprécis (*« voir »*) et ambitieux : ce qu'est le SIG, quelle est la signification du terme et quels sont les usages du SIG. Notre analyse didactique confirme l'ambition de la séquence, pour laquelle nous identifions les intentions formatives suivantes :

- favoriser l'apprentissage du SIG, de son fonctionnement et de ses possibilités,
- déclencher et orienter le processus de construction des représentations du SIG chez les apprenants novices,
- orienter l'évolution des représentations existantes chez les apprenants qui ont des connaissances en SIG,
- préparer les apprenants pour l'apprentissage du SIG par l'action instrumentée. A ce propos, nous retrouvons dans le récit du formateur des aspects qui, orientés vers l'action, pourraient participer à la construction des représentations fonctionnelles : des possibilités techniques, des éléments de fonctionnement, des usages du SIG, des règles d'action et des procédures, comme la procédure permettant de résoudre l'incident potentiel du « plantage » des ordinateurs suite à des traitements trop lourds.

Le SIG est un objet d'apprentissage compliqué. Nous l'avons anticipé en observant les difficultés que les spécialistes SIG rencontrent lorsqu'ils tentent de définir le SIG (chapitre III, p.21). Nous allons le montrer également par l'analyse didactique qui va suivre. Nous allons montrer également la manière dont le formateur F2 agit avec cette contrainte : il aborde le SIG par « strates », par points de vue :

- signification sémantique du terme SIG,
- définitions du SIG,
- composantes du SIG,
- fonctionnement général du SIG,
- possibilités et situations d'utilisation du SIG,
- domaines connexes.

Ainsi, dans un laps de temps de 24 minutes pour la formation A et 32 minutes pour la formation D, qui est relativement réduit compte tenu de la quantité et du degré de détail

important des informations que le formateur F2 livre aux apprenants, nous identifions plusieurs types d'éléments susceptibles de participer à la compréhension du SIG : des caractéristiques, des termes de vocabulaire, des concepts SIG.

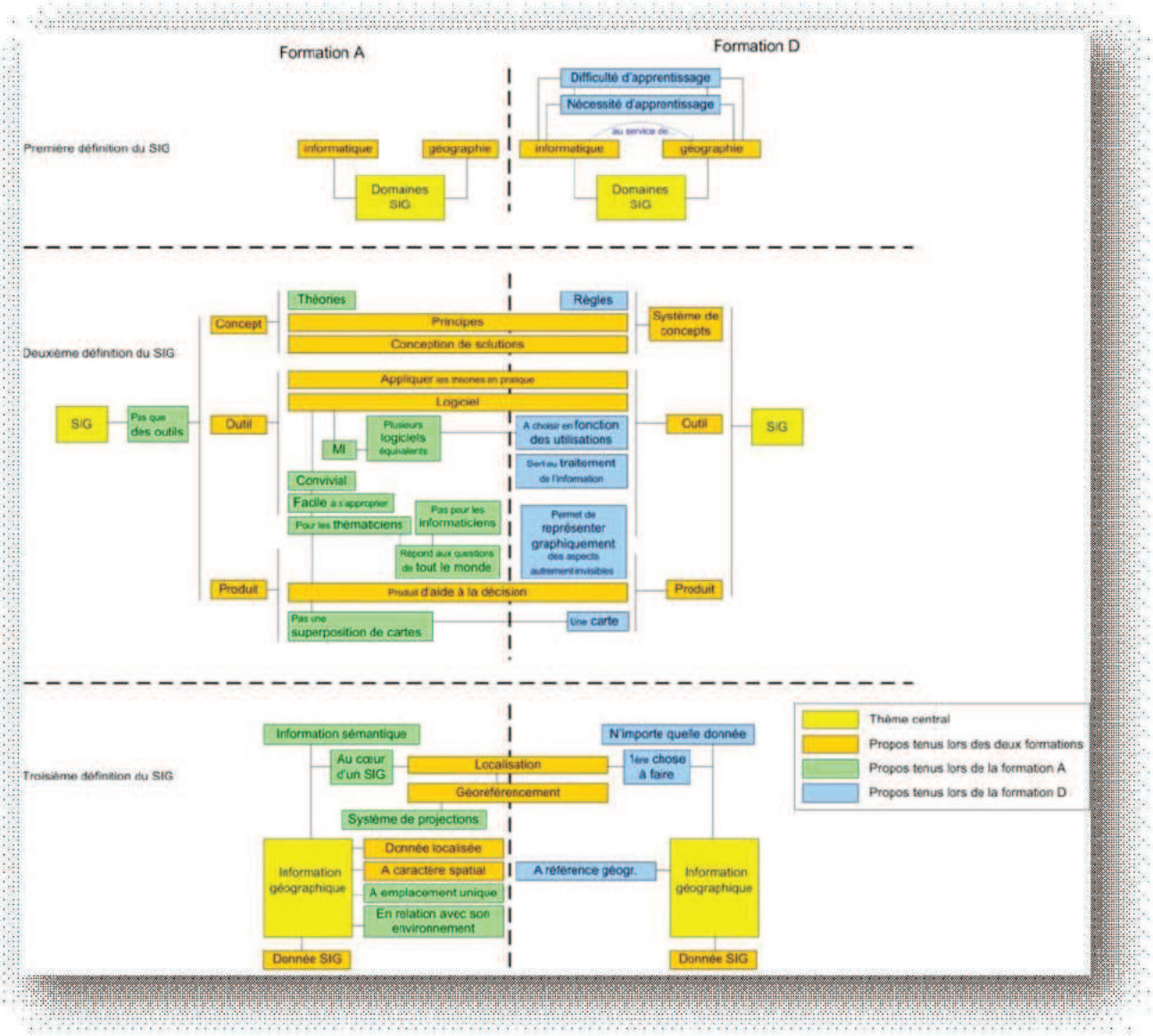
D'un point de vue didactique, le formateur F2 n'invite pas les apprenants à s'investir dans la recherche d'informations, mais uniquement à écouter son intervention. Cela nous amène à supposer que le formateur considère son récit comme suffisamment riche pour atteindre les objectifs qu'il se donne. Nous allons constater dans notre analyse que ce n'est pas toujours le cas.

3.2. DEFINITIONS DU SIG

Nous passons maintenant à l'analyse de l'activité didactique organisée autour du thème des définitions du SIG. Ce thème est amplement abordé par le formateur F2 lors des formations A et D : quatre définitions du SIG sont livrées et discutées, dans un ordre qui va de la plus générale à la plus détaillée. Les deux premières définitions sont construites par le formateur F2 sur la base de ses propres croyances, les deux définitions qui suivent sont des définitions officialisées.

Dès le départ, le *concept SIG* ressort à travers les propos du formateur F2 comme un concept important pour l'apprentissage du SIG ; mais les éléments pour se représenter ce concept sont livrés progressivement. Nous présentons sous forme de schéma (Schéma 7) les configurations mises à disposition des apprenants par le formateur F2. Nous montrons dans ce schéma, qui est une modélisation – et par conséquent déjà une forme de représentation – des aspects présentés par le formateur F2, que les quatre définitions proposées par les formateurs introduisent un nombre important d'aspects.

Schéma 7. Modélisation et analyse comparative du contenu propositionnel des définitions du SIG (formations A et D)



3.2.1. PREMIERE DEFINITION DU SIG : DEFINITION GENERALE

La <u>première définition</u> introduit les deux domaines scientifiques attenants au SIG, l'informatique et la géographie, que le formateur F2 aborde à travers les propositions suivantes :

> **F2** : *Qu'est-ce qu'un SIG : la partie informatique… la partie géographie* (…) *sans l'informatique on ne peut rien faire* (formation A)

> **F2** : *Comme je l'ai représenté ici* (Figure 8 ci-dessous), *il y a bien une partie informatique et une partie géographique. C'est une façon informatique d'analyser l'information géographique récupérée sur le terrain (…)* (formation D)

Figure 8. Représentations graphique symbolisant les domaines informatique et géographique situés à la base du SIG. Illustration utilisée par le formateur F2 lors des formations A et D

Ainsi, le formateur F2 prépare les apprenants pour un double apprentissage. Pour la formation A, une priorité semble toutefois accordée aux apprentissages dans le domaine de l'informatique, même si la proposition émise n'est pas argumentée : *« sans l'informatique on ne peut rien faire »*. Quant à la formation D, le formateur F2 s'appuie à la fois sur la définition énoncée et sur son expérience pédagogique pour argumenter la nécessité d'un apprentissage portant sur les deux domaines mentionnés, l'informatique et la géographie. Il fournit aux apprenants une clé de lecture de la proposition émise, qui invite les apprenants à se représenter l'informatique du côté des moyens d'action et la géographie du côté des buts de l'action. Enfin, le formateur F2 anticipe une difficulté d'apprentissage imminente, incontournable et différente d'un apprenant à un autre :

> **F2** : *Les géographes se plaignent qu'il y a trop d'informatique, les informaticiens qu'il y a trop d'aspects géographiques… mais il faut bien assimiler tout ça* (formation D)

Nous précisons que concernant les domaines attenants au SIG, les représentations susceptibles de se construire chez les apprenants sont pour le moment réduites. Ces représentations ont cependant vocation à évoluer lorsque le formateur F2 revient sur ce thème dans la deuxième partie de la séquence. A ce moment, le formateur introduit des nouveaux domaines sur lesquels le SIG s'appuie : qualifiés de « domaines connexes », la cartographie, la géodésie, le dessin assisté par ordinateur, la télédétection et la géostatistique prennent une place secondaire dans l'apprentissage du SIG. Ils seront en effet peu abordés lors des formations A et D.

3.2.2. DEUXIEME DEFINITION DU SIG : DEFINITION A CARACTERE SEMANTIQUE ET STRUCTUREL

La deuxième définition aborde le SIG de deux points de vue : du point de vue sémantique (les significations du terme SIG) et du point de vue structural (l'organisation du système SIG).

> **F2 :** *Un SIG n'est pas seulement un logiciel, contrairement à ce qu'on pense actuellement. C'est un concept, le logiciel qui aide à la création d'un système d'information géographique et puis le SIG en lui-même, le produit. En ce qui concerne le concept, le SIG en tant que concept, faut voir qu'y a des théories, y a des principes qui rentrent en calcul pour qu'un SIG existe – déjà – et qu'il soit viable, que ça soit pas n'importe quoi, comme une superposition de cartes n'est pas forcément un SIG. L'outil, ensuite, pour nous pour la semaine ça va être MI, ça pourrait être tout autre logiciel, ça ne changera rien, un comme un autre, ils font plus ou moins la même chose et qu'est-ce qu'ils font pratiquement : ils permettent d'appliquer la théorie - qu'on va voir aujourd'hui - en pratique, d'une façon d'un côté conviviale pour que tout le monde s'y retrouve, pour que tout le monde puisse s'y mettre rapidement. C'est surtout pas un outil pour les informaticiens, c'est fait pour les thématiciens et ça répond aux questions de tout le monde. Et le SIG en tant que produit, c'est un produit par excellence d'aide à la décision, c'est surtout ça* (formation A)
>
> **F2 :** *Un SIG est plusieurs choses à la fois : un système de règles, de principes, qu'on va appliquer aux données pour en sortir quelque chose, un outil, d'un logiciel, que lui aussi on l'appelle un SIG. Le logiciel, il n'y a pas de meilleur ou de pire, ça dépend de nos utilisations. Le logiciel va nous permettre de mettre la théorie en pratique, pour obtenir quoi ? Un produit : notre SIG, notre résultat. Obtenir un produit d'aide à la décision. Le plus souvent ça sera une carte. On a traité l'information et on l'utilise pour prendre des décisions avec. Ça nous aidera à représenter des choses qui ne sont normalement pas représentables autrement, comme des phénomènes* (formation D)

Lors de cet épisode, le formateur F2 tente de déclencher chez les apprenants deux formes de distinction : d'une part, la distinction entre *ce qu'est le SIG* et *ce que le SIG n'est pas* et d'autre part, la distinction entre trois significations que le formateur attribue au terme SIG :

- le SIG en tant que *concept*,
- le SIG en tant que *logiciel*,
- le SIG en tant que *résultat*.

L'intention du formateur peut être considérée comme pertinente au regard des remarques de Kuhn (1992), qui constate un rapport direct entre l'absence de distinction entre les significations du terme SIG, qu'il appelle *similitude sémantique,* et des difficultés d'apprentissage et d'utilisation du SIG pour des tâches élaborées. Toutefois, est-ce que l'intervention didactique assure aux apprenants les conditions permettant de faire ces distinctions ? Nous tentons d'y répondre point par point, pour chacune des formations A et D.

Lors de la formation A, le formateur F2 s'attaque aux formes de représentations qu'il se représente à son tour comme étant celles des apprenants et qu'il considère comme non-conformes aux buts de la formation : *« Un SIG n'est pas seulement un logiciel, contrairement à ce qu'on pense actuellement ».* Mais la proposition énoncée s'annonce difficilement

exploitable par les apprenants, au regard de l'argumentation qui l'accompagne : lorsque le formateur aborde les trois significations du terme SIG, c'est tout de même le côté *logiciel* qui est développé d'avantage. Lors de la formation D en revanche, la place des trois significations est plus équilibrée.

Première signification : le SIG est un *concept*

Le formateur F2 introduit le terme de *concept* SIG en lui attribuant la propriété de regrouper *des théories* et *des principes* (formation A), *des principes* et *des règles* (formation D). Il tente de construire une unité autour du concept SIG, ce qui fait penser à la notion de *champ conceptuel* introduite par VERGNAUD (1986).

Pour le moment, les termes que le formateur emploie pour définir le *concept* SIG sont imprécis et insuffisamment explicités ; les apprenants ne disposent pas des éléments nécessaires pour attribuer des significations aux termes énoncés. Le formateur F2 revient cependant sur ce thème plus loin dans la séquence, en poursuivant la construction du champ conceptuel du SIG par points de vue. Il associe au concept SIG la totalité des connaissances théoriques et pratiques qu'il considère comme nécessaires à l'utilisation du SIG, en distinguant :

1/ une ***dimension conceptuelle***, dans laquelle il intègre les *théories SIG*, vues comme des connaissances scientifiques, mais aussi les *principes,* probablement des principes de conception, d'utilisation ou de fonctionnement du système technique,

2/ une ***dimension orientée vers l'action***, suggérée par l'expression *« appliquer la théorie en pratique »* dans le but de « *produire un résultat ».* Pour la formation D, le formateur F2 évoque également un système de *règles*, qu'il va appeler plus loin des *stratégies* et qu'il va définir comme « *le bon moyen d'arriver* [au résultat] *».* Le formateur F2 semble ainsi faire référence aux règles d'action nécessaires à la réalisation des tâches SIG. Il introduit également les termes *schéma conceptuel* et *plan*, auxquels il relie les actions suivantes :

- identifier les possibilités d'action permettant de répondre à la question posée : *ce qu'on peut faire*,
- évaluer la pertinence de l'utilisation du SIG : *voir si c'est possible de le faire avec un SIG*,
- déterminer les opérations à exécuter : *les étapes*, *quelles fonctionnalités,*
- construire la procédure d'action : *de quelle manière ; par quel chemin on va arriver au résultat*.

En insistant sur la marque de pluriel du terme *stratégies*, le formateur F2 oriente l'attention des apprenants sur la diversité des procédures efficaces, ce qui renvoie à la

vicariance des représentations fonctionnelles : *« on ne fera pas tous de la même manière mais on arrivera tous au même résultat »*.

Par la suite de la séquence et cela pour les deux formations A et D, la distinction entre la dimension conceptuelle et la dimension orientée vers l'action s'estompe de nouveau lorsqu'en évoquant les *« règles, méthodes* et *stratégies »* SIG, qu'il avait initialement placées du côté de la « théorie », le formateur les situe cette fois du côté de l'action SIG.

Deuxième signification : le SIG est un *logiciel*

Lors de cet épisode, le formateur F2 présente le SIG en tant que système technique. Il emploie pour cela un terme qui a une signification culturellement construite par la plupart des apprenants : celui de *logiciel*. Lors des formations A et D, les apprenants sont invités à se représenter le logiciel comme l'interface entre « la théorie » et « la pratique » : *« le logiciel va nous permettre de mettre la théorie en pratique »* (formations A et D).

En utilisant les termes *théorie* et *pratique*, le formateur travaille avec les apprenants la distinction entre fonctionnement et usage du SIG. Toutefois, il introduit deux ambigüités. La première ambigüité intervient en l'absence d'une définition du terme « théorie », que le formateur a déjà employé mais n'a pas encore explicité. La deuxième ambigüité est susceptible d'intervenir par la suite de la formation, lorsque les apprenants pourraient être tentés de mettre en relation deux propositions livrées par le formateur : 1/*le logiciel va nous permettre de mettre la théorie en pratique* et 2/le logiciel assure le lien entre la conception de solutions et la résolution des problèmes. Ainsi, l'exécution des tâches pourrait être associée par les apprenants à la « pratique », les apprenants pourraient rapprocher la « théorie » de la « conception » de solutions avec SIG. Or, il semble peu probable que les deux termes soit proches.

Dans la suite de l'épisode, les propos du formateur F2 portent sur une situation de travail : choisir un logiciel. En partageant son récit entre la logique d'utilisation et la logique de fonctionnement des systèmes techniques SIG, le formateur informe les apprenants de l'existence de plusieurs logiciels et les initie aux aspects critiques de ce choix. Toutefois, les propos tenus par le formateur lors des deux formations divergent : lors de la formation A, les possibilités techniques des logiciels SIG sont présentées comme équivalentes, pendant que lors de la formation D, le formateur laisse entendre que les différences sont significatives :

F2 : *pour nous pour la semaine ça va être MI, ça pourrait être tout autre logiciel, ça ne changera rien, un comme un autre, ils font plus ou moins la même chose* (formation A)
F2 : *le logiciel, ça dépend de nos utilisations* (formation D)

Du point de vue de l'expert SIG, les deux affirmations du formateur – à première vue contradictoires – sont vraies : si les différents logiciels du marché sont proches en termes de fonctionnalités « de base », certains d'entre eux permettent de rajouter des modules complémentaires qui leur sont spécifiques. Toutefois, le formateur ne développe aucun argumentaire permettant aux apprenants de se représenter cet aspect.

Enfin, le formateur F2 se dédie à la préparation des apprenants pour l'apprentissage du SIG. Lors de la formation A, il tente de rassurer les apprenants quant aux difficultés d'apprentissage du SIG en attribuant l'utilisation du logiciel aux professionnels non informaticiens. Il laisse ainsi entendre qu'utiliser le SIG ne nécessite pas de compétences informatiques spécifiques : *c'est fait pour les thématiciens ; surtout pas un outil pour les informaticiens.* De cette manière, le formateur F2 s'attaque une fois de plus aux éventuelles représentations que les apprenants auraient pu construire de l'usage du logiciel, mais cette fois il offre des éléments la construction d'une représentation nouvelle. Lors de la formation D, le formateur n'aborde pas la question des compétences informatiques. Il se contente de qualifier le système technique de *convivial* et facile à s'approprier, caractéristiques qu'il associe à la volonté des concepteurs de toucher un public large de professionnels et de réduire le temps d'apprentissage : *pour que tout le monde s'y retrouve, pour pouvoir s'y mettre rapidement* (formation D).

Troisième signification : le SIG est le *résultat* de l'action instrumentée

Lorsque le formateur F2 aborde le SIG en tant que résultat de l'action, ses propos se situent, cette fois encore, à un niveau très général : *le SIG en lui-même* (formation A), *notre SIG, notre résultat* (formation D). Ensuite, en s'inscrivant dans une logique d'utilisation, le formateur énonce des aspects sur lesquels les apprenants pourraient s'appuyer pour se représenter le SIG en tant que résultat de l'action. Il fait ainsi référence :

- à l'usage pour lequel le SIG a été conçu : *c'est un produit par excellence d'aide à la décision* (formations A et D),
- aux problèmes qu'il permet de résoudre et aux utilisateurs potentiels : *répond aux questions de tout le monde* (formation A).

Lors de la formation D, le formateur F2 aborde également des aspects de fonctionnement, mais ceux-ci restent ambigüs et sont difficilement mobilisables dans le processus de construction des représentations des résultats de l'action avec SIG : *« on a traité l'information et on l'utilise pour prendre des décisions avec ».*

La distinction entre ***ce qu'est le SIG et ce qu'il n'est pas*** s'annonce également difficile à faire, car les éléments qui pourraient l'assurer sont peu explicités. De plus, nous observons un écart entre les propos du formateur F2 lors des deux formations :

- *une superposition de cartes n'est pas un SIG* (formation A),
- le résultat du SIG, *le plus souvent ça sera une carte* (formation D).

Pour justifier l'écart entre les propos du formateur F2 lors des deux formations, nous proposons l'interprétation suivante : Lors de la formation A, le formateur tente de modifier une éventuelle représentation des apprenants qui ne convient pas aux objectifs qu'il se donne, mais il ne va pas jusqu'à mettre à disposition des apprenants des éléments pour faire évoluer cette représentation dans la direction souhaitée. Lors de la formation D, le formateur F2 tente une approche différente : il propose aux apprenants une forme de simplification des résultats du SIG, qui pourrait favoriser la construction chez les novices d'une représentation du résultat, réduite mais plus facile à obtenir. Toutefois, nous allons voir par la suite que pour les apprenants plus expérimentés, chez qui le processus de construction de représentations plus élaborées des résultats du SIG est déjà engagée, la proposition énoncée par le formateur va prêter à des confusions.

Le SIG est un système composé d'un *logiciel* et un *ordinateur*

Nous nous avançons maintenant dans le déroulement de la séquence pour préciser que lors des formations A et D, à la suite des épisodes dédiés aux définitions, le formateur F2 reprendra le thème du système technique pour le présenter aux apprenants comme un système, composé d'un ordinateur et un logiciel.

En se plaçant dans une logique d'utilisation, le formateur F2 indique aux apprenants l'existence de plusieurs logiciels SIG et leur livre une règle permettant de choisir le logiciel adéquat aux usages prévus. Cette règle, qui est destinée à être utilisée par les apprenants plus tard, lors du retour au travail, est la même lors des deux formations : *« assurer tous les traitements qu'on se propose »*.

Lors de la formation A, cette règle est enrichie d'une contrainte économique : « *assurer les traitements qu'on se propose, pas plus, pour pas enjoindre des coûts énormes d'acquisition ».* Par la suite de la séquence, le formateur F2 va revenir avec deux précisions : 1/le choix initial du logiciel n'est pas nécessairement définitif, une éventuelle évolution des besoins au cours d'un projet pouvant être palliée par le « *rajout de modules supplémentaires* » et 2/les logiciels SIG sont finalement proches en termes de fonctionnalités : *« pour la formation ça va être MI, ça pourrait être tout autre logiciel, ça ne changera rien, un comme un autre, ils font plus ou moins la même chose ».* Ainsi, le choix « judicieux » d'un logiciel semble finalement être une simple formalité.

Lors de la formation D, le formateur semble considérer que le choix du système technique n'est plus d'actualité et oriente son intervention vers la manière d'aborder le système technique que les apprenants possèdent déjà. Il n'aborde plus les capacités inutilisées du logiciel comme un critère de choix, mais comme une incitation à les explorer : *« peu importe*

– peu ou beaucoup de fonctionnalités, très poussées ou très basiques – le bon outil est celui qui a toutes les fonctionnalités dont on a besoin. Ce n'est pas nécessaire d'avoir une usine à gaz pour ne pas l'exploiter… ça serait dommage ». Nous pouvons ainsi constater qu'entre les deux formations, la représentation du formateur F2 concernant la situation des services à évolué. Le formateur a également révisé son point de vue sur les logiciels SIG, sur la manière dont les professionnels devraient les choisir et aussi sur la manière de les présenter aux apprenants. La ***contrainte économique*** n'est pas évoquée explicitement mais, tout comme pour la formation A, celle-ci apparaîtra à plusieurs instants.

L'intervention formative sur le thème du matériel informatique nécessaire à l'action instrumentée SIG est, lors des deux formations A et D, construite autour de la notion informatique de ***capacité de l'ordinateur***. Le formateur aborde cette notion en alternant la logique de fonctionnement et la logique d'utilisation du système technique : du point de vue du fonctionnement, il traite le rapport du matériel informatique à deux autres composantes du SIG qui sont les données et le logiciel ; du point de vue de la logique d'utilisation, il livre aux apprenants une règle permettant de choisir le matériel informatique adéquat : qui supporte les données et le logiciel :

> **F2 :** *Tout ça, les données comme le logiciel… un SIG donc c'est assez gourmand, y a besoin de… d'une bonne capacité, donc des machines qui supporteront tout ça* (formation A)
> **F2 :** *selon le logiciel qu'on utilise, selon les données qu'on utilise, on a besoin du matériel informatique qui arrive à supporter tout ça* (formation D)

La règle s'appuie sur la notion de « *bonne capacité* » qui, n'est explicitée que lors de la formation D : En utilisant en grande partie le langage commun, le formateur s'adresse aux non-informaticiens et tente de les sensibiliser aux aspects de compatibilité entre les systèmes ordinateur-logiciel SIG et ordinateur-données SIG. Ainsi, il aborde deux aspects techniques :

- la capacité du matériel informatique à stocker un important volume de données SIG : *on travaille avec des données importantes aujourd'hui… en volume,*
- la vitesse de traitement : *aussi en traitement, pour la vitesse de traitement, la rapidité.*

D'un point de vue didactique, nous constatons une évolution des pratiques du formateur F2 et des effets potentiels sur l'apprentissage : Pour la formation A, n'étant pas explicitée, la notion de capacité du matériel informatique reste inaccessible aux non-informaticiens. Pour la formation D en revanche, l'explication proposée par le formateur pourrait suffire aux apprenants pour se représenter les aspects évoqués.

Lors de la formation A, après avoir avisé les apprenants sur les caractéristiques nécessaires au matériel informatique pour assurer le bon fonctionnement du système lors de la réalisation des tâches SIG, le formateur F2 annonce la possibilité de rencontrer, lors de la formation, des incidents techniques liés au matériel informatique mis à disposition des

apprenants. Il introduit ainsi une ***situation-problème*** potentielle : *« on va voir si elles* [les machines] *supporteront ou pas »*.

3.2.3. TROISIEME DEFINITION DU SIG : DEFINITION OFFICIELLE

La troisième définition introduite par le formateur est la définition officielle, internationale, du SIG. Celle-ci apparaît à l'écran :

> *« Définition du FICCDC, 1988 : c'est un ensemble d'outils informatiques (matériels, logiciels et procédures) conçus pour permettre l'acquisition, la gestion, le traitement, l'analyse et la visualisation de données localisées pour résoudre des problèmes complexes de programmation et de gestion. Il doit permettre l'analyse et le traitement de données spatialisées pour produire de l'information finalisée ».*

Cette définition aborde le SIG de plusieurs points de vue, mais seule une partie de ces aspects sera reprise verbalement par le formateur :

Aspects de la définition :	***Formation A***	***Formation D***
1. ce que le SIG est : *un ensemble d'outils informatiques*	-	-
2. ce que le SIG permet de faire		
Tâches primaires : *l'acquisition, la gestion, le traitement, l'analyse et la visualisation*	-	oui
Motif : *résoudre des problèmes complexes*	-	-
Résultat : *produire de l'information finalisée*	-	oui
3. ce que le SIG mobilise : des *données localisées*, des *données spatialisées*	oui	oui

La définition débute par la présentation du SIG comme « *un ensemble d'outils informatiques* ». Cette proposition n'est pas commentée par le formateur, mais nous savons qu'elle va à l'encontre de la représentation qu'il souhaite voir se construire chez les apprenants : la définition précédente, conçue par le formateur lui-même, présente justement le SIG comme n'étant *pas que des outils* mais bien *un concept, un outil (et) surtout un produit.* A ce stade, se pose la question de l'intention du formateur lorsqu'il livre aux apprenants une définition à laquelle il n'adhère pas et qui pourrait orienter les représentations des apprenants dans une direction non souhaitée par le formateur. Nous disposons, suite à l'analyse de l'activité verbale du formateur, de deux éléments de réponse : Premièrement, le formateur agit dans le respect de ce qu'il considère être une règle d'usage de la formation et qui consiste à mettre à disposition des apprenants la définition officielle :

« comme dans toute formation, voici maintenant la définition officielle » (formation D). Deuxièmement, comme nous allons le voir par la suite, le formateur ne remet pas en question la totalité de cette définition.

En effet, dans la suite de son intervention, le formateur montre son adhésion à certains aspects de la troisième définition. Ainsi, lors de la formation D, il reprend littéralement les tâches primaires que le SIG permet de réaliser : *l'acquisition, la gestion, le traitement, l'analyse et la visualisation* et nous pouvons constater qu'il s'agit des classes de tâches SIG que le formateur a déjà évoquées lors de la présentation de chacune des deux formations. Il aborde ensuite le résultat de l'action SIG et, en s'inscrivant dans une logique d'utilisation du système technique, porte plusieurs propos : *« on a traité l'information »*, *« ça nous aidera à représenter des choses qui ne sont normalement pas représentables autrement »*, « *le but serait de produire de l'information nouvelle, pas se limiter à représenter l'existant* ». Un travail de réélaboration des propos du formateur nous conduit à construire une proposition qui met en relation trois niveaux des buts associés à l'utilisation du SIG : 1/le SIG permet de traiter l'information existante, 2/pour produire de l'information nouvelle 3/afin de représenter des choses autrement inobservables. Cet aspect n'est pas abordé lors de la formation A ; pourtant, il aurait constitué une justification pertinente pour l'affirmation « *une superposition de cartes n'est pas un SIG* » qui, livrée précédemment par le formateur F2 sans y associer un quelconque argumentaire, ne pourra probablement pas servir aux apprenants.

La définition officielle aborde également les motifs de l'action avec SIG : *résoudre des problèmes complexes.* Cet aspect n'est repris par le formateur lors d'aucune des deux formations. Pourtant, le formateur a ici l'opportunité de tenter d'empêcher la construction par les apprenants de représentations qui limiteraient les apprenants à l'utilisation du SIG pour réaliser *« des petites tâches banales »* (NYERGES 1991).

Le point de la définition qui est le plus exploité par le formateur F2 est celui de la matière première de l'action SIG : *les données*, que le formateur place au *cœur d'un SIG.* Lors de la formation A, le formateur énonce et discute une propriété des données, la ***localisation*** :

> **F2 :** *une seule chose : on insiste sur les données localisées. C'est le cœur d'un SIG, la localisation des données, c'est ça qu'il nous apporte actuellement et c'est ça qui est important. Donc il faut souligner le caractère spatial des données. Ce processus de localisation, en occurrence géoréférencement si on utilise le terme SIG, qui transforme une information, parce que la plupart de données qu'on a ce sont des données sémantiques, une base de données, mais le fait de pouvoir les localiser transforme ces données en information géographique, qu'on peut par la suite utiliser dans un SIG. Et de cette façon, par la localisation, on saura deux choses, ce qui se passe dans un endroit précis et dans l'ordre envers, on saura pour un objet quelles sont ses caractéristiques, son emplacement, les relations avec les objets voisins, les objets. Je parle d'objets géographiques. Pour parler un peu de cette localisation, géoréférencement, je vous ai dit que ça s'appelle comme ça. Géoréférencement, donc : référencer les informations, je vais les appeler comme ça, les données, les référencer d'une façon géographique, donc*

leur attribuer un emplacement, un endroit unique, dans un système de projection, qui va permettre de savoir que à cet endroit il y a cet objet et voilà (formation A)

Au cours de son récit, le formateur F2 introduit deux autres attributs ayant la même signification que celui de « données localisées » : « *à caractère spatial* » et « *géoréférencées* ». Le géoréférencement est présenté comme un terme technique spécifique au SIG et est discuté par le formateur dans la double logique de fonctionnement et d'utilisation. Enfin, à travers son récit, le formateur F2 aborde plusieurs points critiques du concept de localisation, qu'il rattache à des situations génériques d'utilisation : *« on saura ce qui se passe dans un endroit précis et (…) pour un objet, quelles sont ses caractéristiques (…)».*

Le récit du formateur est organisé et riche en éléments pour la construction d'une représentation de la localisation : il aborde les propriétés statiques et ensuite la localisation comme processus qu'il est possible de réaliser par un procédé technique : le géoréférencement. Nous nous attendons à ce que ce double point de vue constitue pour les apprenants un obstacle épistémologique potentiel (au sens de BACHELARD 2000).

Lors de la formation D, le formateur aborde la localisation des données d'une manière moins étoffée que pour la formation A, mais tout aussi structurée. Il commence également par énoncer la caractéristique essentielle des données SIG – la localisation : *« des données localisées et pas n'importe quelles données »* et il introduit ensuite une règle d'action permettant de rendre des données utilisables dans un SIG : *« si les données ne sont pas localisées, c'est la première chose à faire ; cette localisation se fait à l'aide du géoréférencement »*.

Les éléments que le formateur F2 livre lors des formations A et D conduisent également au constat que la localisation est à la fois absolue (*« un endroit unique »*) et relative (gère la relation entre objets), ce qui peut constituer un deuxième obstacle épistémologique pour les apprenants. Pour cela, nous allons observer lors de la séquence pratique appelée *Calage* la manière dont le concept de localisation est construit et manipulé dans l'action par les apprenants.

3.2.4. QUATRIEME DEFINITION DU SIG : DEFINITION SELON UN PROFESSIONNEL

Enfin, la quatrième définition proposée par le formateur aux apprenants est la définition conçue par un professionnel. Cette définition, affichée à l'écran, aborde le SIG par le côté des usages :

« *Un SIG est un système d'information permettant de :*
- Rassembler, stocker et mettre à jour une information référencée à une localisation spatiale
- Identifier des localisations à l'intérieur d'un espace-cible

- Explorer des relations entre données
- Analyser spatialement ces données dans une perspective d'aide à la décision
- Permettre la sélection et l'insertion des données
- Restituer l'espace (…) graphiquement et numériquement » (formations A et D)

Cette définition intéresse le chercheur parce qu'elle montre la manière dont un professionnel expérimenté se représente le SIG : à travers ses usages. Le formateur semble adhérer à cette forme de représentation du SIG : il reprend, un par un et de manière détaillée, les premiers usages de la définition. Il livre ainsi un volume important d'informations et il réfère à des tâches et des sous-tâches SIG. Toutefois, comme depuis le début de la séquence, les tâches évoquées ne sont pas associées à des situations concrètes d'utilisation.

3.2.5. DISCUSSIONS : FINALEMENT, QUELLE DEFINITION DU SIG ?

Le thème des définitions du SIG est abordé de deux manières. Dans la première partie de l'épisode, lorsqu'il livre ses propres définitions, le formateur insiste sur les traits du SIG qu'il considère comme essentiels et qui sont, selon son expérience, source d'erreur ou d'incompréhension pour les apprenants : domaines scientifiques dans lesquels s'inscrivent l'utilisation et donc l'apprentissage du SIG, aspects sémantiques concernant le terme *SIG*. Dans la deuxième partie de l'épisode, l'avancement des apprenants dans l'apprentissage est mis sur un deuxième plan ; le formateur semble guidé dans son intervention par le respect de ce qu'il considère être une règle d'usage dans le métier de formateur et qui le contraint à livrer aux apprenants des définitions officialisées. Les définitions officialisées sont plus élaborées et le formateur semble conscient que, pour la plupart novices, les apprenants n'ont pas les clés de lecture pour ces définitions. C'est ainsi que pourrait s'expliquer le fait qu'il propose dans un premier temps ses propres définitions, plus générales.

Nous avons vu lors de l'analyse présentée que le contenu des interventions varie avec l'intention du formateur. Cependant, la forme pédagogique varie peu tout au long de l'épisode et reste, de manière générale, peu adaptée au public de novices auquel le formateur s'adresse :

- le volume d'informations est important et le degré de détails parfois très élevé,
- les termes nouveaux sont peu explicités,
- les usages évoqués sont peu référés à l'action située.

Avec une activité verbale aussi riche, suivre cet épisode demande beaucoup d'effort aux apprenants. De plus, si les apprenants voulaient tout comprendre, cela leur serait difficile ; les propos du formateur F2 nécessiteraient un important travail de réélaboration avant leur

exploitation. Ainsi, d'un point de vue didactique, la question qui se pose est la suivante : en quoi ces définitions aident-elles les professionnels à apprendre et à utiliser le SIG ? En quoi aident-elles à la construction de représentations fonctionnelles du SIG ?

Nous avons déjà montré la difficulté de définir le SIG par les spécialistes. Lors de cette séquence, nous observons la manière dont le formateur F2 se débat avec les différentes définitions qu'il propose. Tout en tentant de définir le SIG, il montre qu'il n'y a pas *une* définition, mais plusieurs définitions qui cohabitent. C'est probablement parce que le SIG est, en quelque sorte, indéfinissable. Du moins pour les novices.

Quant aux apprenants, ceux-ci écoutent le formateur sans manifester leur désaccord. Pourtant, par la suite de la formation, nous allons voir que les apprenants n'hésitent pas à intervenir pour préciser ou repréciser leurs attentes. Mais pas cette fois. Nous avançons ainsi l'idée que les apprenants ne disposent pas à ce moment des éléments leur permettant d'estimer la valeur didactique des apports du formateur.

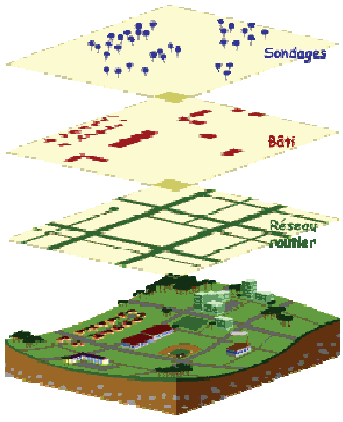
3.3. LES OBJETS DE L'ACTION INSTRUMENTEE : LES DONNEES SIG

Lorsque le formateur F2 aborde des aspects liés à l'action, le terme « données » revient systématiquement et s'annonce comme étant la matière première de toute action SIG : *acquisition de données, traitement de données, représentation de données.*

Le thème des données SIG prend une place considérable dans la présentation des bases du SIG. Il ressort ainsi comme étant considéré par le formateur F2 comme un concept essentiel pour l'apprentissage du SIG. Toutefois, comme pour le concept de *SIG*, le concept de *données* semble difficile à expliquer aux apprenants.

Pour les formations A et D, le formateur F2 agit selon la modalité didactique employée précédemment : par points de vue. Il aborde ainsi plusieurs caractéristiques des données :

3.3.1. PREMIERE CARACTERISTIQUE DES DONNEES SIG : LA REPRESENTATION GRAPHIQUE



La première caractéristique des données SIG évoquée par le formateur F2 lors des formations A et D, est la représentation graphique. Le formateur attire l'attention des apprenants sur cet aspect en affichant à l'écran le dessin qu'il intitule *«le principe*

de base d'un SIG » (ci-contre) : *« des points de sondages, donc des informations ponctuelles, on a le bâti, des informations surfaciques ou bien du linéaire, un réseau routier »* (formation A).

3.3.2. DEUXIEME CARACTERISTIQUE DES DONNEES SIG : LA STRUCTURE

La deuxième caractéristique des données SIG que le formateur aborde est ***leur structure***. Pour faire prendre conscience aux apprenants de cette caractéristique, le formateur introduit le concept de *réalité terrain*. Il livre pour cela une explication qui évolue du concret à l'abstrait et de global au détail : il commence par expliquer le processus de décomposition de « *la réalité terrain* » en « *couches thématiques* », couches qui regroupent les objets « *qui se ressemblent* ». Il reprécise ensuite que les objets SIG peuvent être de trois types : points, lignes et *surfaces* (formation A) ou *polygones* (formation D). Enfin, il définit le SIG comme la reconstitution, par superposition de couches, d'une « *réalité terrain simplifiée* » (formation A), construite selon la règle d'action suivante : « *on va prendre seulement les thèmes qui nous intéressent »* (formation D).

Dans l'argumentaire que le formateur dédie à la nécessité de simplification de la réalité terrain nous retrouvons de nouveaux éléments pouvant faciliter la construction d'une représentation du processus de fonctionnement du SIG. Il s'agit de deux contraintes techniques, évoquées par le formateur F2 lors de la formation A (seule la deuxième contrainte est identifiée lors de la formation D) :

- une contrainte visuelle : *on ne voit plus rien si on superpose trop d'informations à un endroit donné*,
- une contrainte du matériel informatique : *les capacités de la machine qui héberge tout ça*.

3.3.3. TROISIEME CARACTERISTIQUE DES DONNEES SIG : LES INFORMATIONS DESCRIPTIVES

La troisième caractéristique des données SIG est l'***information descriptive*** associée aux objets graphiques. Lors des formations A et D, le formateur F2 précise que les données SIG ne se limitent pas à une représentation graphique et que chaque objet est porteur d'une *« information sémantique »*, qui décrit et caractérise l'objet : *« un nombre assez important de variables qui caractérisent ces objets-là »*.

Au cours de son intervention, le formateur F2 se place d'abord dans une logique de fonctionnement. Il aborde deux caractéristiques de l'information sémantique utilisée dans un SIG :

- n'est pas d'emblée reliée à des objets graphiques : *« on peut avoir de l'information extérieure, d'une base de données, par exemple (…) pour ces informations là on n'a pas de représentation* [graphique]*»*,
- ne possède pas de localisation géographique : « *le lien géographique n'est plus possible* ». Le formateur informe les apprenants sur la possibilité de relier ce type d'information aux couches SIG existantes, grâce à un *« attribut »* ou *« identifiant »*, qui a la particularité d'être commun à *« l'information en dehors du SIG »* et à une couche SIG. Sans le préciser, le formateur est ainsi en train de décrire le processus de géoréférencement, auquel il a déjà fait référence et qui fera l'objet d'une séquence de travaux pratiques lors de laquelle les apprenants vont réaliser cette action, qui sera appelée *Calage.* Nous allons présenter plus loin l'analyse de la séquence en question.

Le formateur F2 se place ensuite dans une logique d'utilisation. Il précise que le traitement des données peut porter à la fois sur les caractéristiques graphiques et sur les caractéristiques descriptives des objets. Le formateur n'avance pas pour le moment plus loin dans l'explication, mais il y reviendra par la suite : plusieurs tâches didactiques proposées aux apprenants lors des formations A et D seront dédiées au traitement des données sous différentes formes.

3.3.4. QUATRIEME CARACTERISTIQUE DES DONNEES SIG : LA LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Les données SIG sont appelées par le formateur F2 *« information localisée »*, en référence à la ***localisation***, caractéristique des données que le formateur a déjà présentée et sur laquelle il revient pour préciser son caractère essentiel pour le SIG : *« c'est le cœur d'un SIG la localisation des données »* (formation A). Le formateur précise que la localisation consiste à attribuer aux objets SIG des *« coordonnées géographiques »* et est possible grâce au procédé technique appelé *« géoréférencement »*. Lors de la formation D, nous identifions à travers les propos du formateur F2 deux conséquences pratiques de la localisation :

- ***permet d'identifier l'emplacement des objets sur la surface terrestre*** : *« par la localisation on arrive à interroger les données mais aussi en regardant l'information, on arrive à la localiser sur une carte »* (formation D).

- ***permet de mettre en relation les informations contenues sur différentes couches et qui se superposent sur le même territoire*** : *« on aura, pour un point donné, plusieurs*

informations qui appartiennent aux plusieurs couches mais qui peuvent se superposer et donner la totalité d'informations dont on dispose sur un territoire donné » (formation D).

3.3.5. CINQUIEME CARACTERISTIQUE DES DONNEES SIG : LEUR PERTINENCE

La pertinence du choix des données à utiliser pour une tâche donnée est évoquée par le formateur comme une nécessité. Avoir « *un jeu de données pertinent »* renvoie à des aspects différents lors des deux formations. Lors de la formation A, le formateur fait référence à la cohérence des données à la thématique abordée : « *répondre à la thématique qu'on se propose », « en adéquation avec le problème à résoudre* (formation A). Lors de la formation D, il réfère à la qualité des résultats. La pertinence des données apparait ici comme une condition nécessaire mais pas suffisante pour garantir la qualité des résultats : *« sur une donnée mauvaise le résultat sera forcément mauvais »*, *« les données toutes seules ne vont pas tout faire »*.

3.4. REPRESENTATIONS POSSIBLES DES BUTS DE L'ACTION INSTRUMENTEE SIG

Lors des formations A et D, tout au long de la séquence de cours *Le SIG*, le formateur F2 aborde le concept SIG à travers ses propriétés. Il met ensuite ces propriétés en lien avec des usages et avec les moyens techniques nécessaires. Il montre ainsi que l'apprentissage du SIG passe aussi par l'appropriation du fonctionnement du système technique et de son utilisation en situation professionnelle.

Les buts de l'action SIG sont abordés, tout au long de la séquence, de quatre manières :

- à travers des possibilités techniques *« attendues »* par les professionnels,
- à travers les conséquences pratiques qu'offre l'utilisation d'un SIG par rapport à d'autres moyens d'action qui permettent de réaliser les mêmes tâches,
- à travers les classes de tâches que le SIG permet de réaliser,
- à travers la forme que prennent les résultats.

Nous avons tenté de les regrouper dans la discussion qui suit.

3.4.1. LES POSSIBILITES TECHNIQUES DU SIG

A plusieurs moments de la séquence de cours *Le SIG*, le formateur liste des possibilités techniques du SIG : accéder aux données et aux informations externes, les visualiser, les consulter, les modifier, les analyser, les traiter, les représenter graphiquement. Une partie des possibilités énoncées fait référence à des usages simples, déjà connus par une partie des apprenants et évoqués par ceux-ci lors du tour de table. La suite de l'analyse va nous amener à constater qu'il s'agit ici d'une stratégie didactique de la part du formateur, qui consiste à conforter les apprenants à des usages connus et souhaités par ceux-ci, avant de les amener vers des nouveaux usages, plus élaborés.

3.4.2. LES CONSEQUENCES PRATIQUES

Tout en présentant les possibilités du système technique SIG, le formateur F2 liste plusieurs conséquences pratiques de l'utilisation du SIG. Cependant, n'étant pas argumentée, une partie de ces conséquences pratiques gardent le statut de propositions tenues pour vraies par le formateur. Nous pouvons considérer qu'il s'agit des caractéristiques pratiques qui participent à la représentation et qui sont d'une autre nature que les caractéristiques techniques :

- la création d'information nouvelle permet de représenter des aspects inobservables autrement (formation D),
- le SIG assure un gain *« de temps et des moyens »* à long terme. A ce propos, le formateur prépare les apprenants aux difficultés qui seront rencontrées lors de l'utilisation future du SIG : « *au début y a quand même un coût assez important, au démarrage »* (formation A), « *Le SIG c'est assez coûteux en temps et en moyens, mais une fois que c'est fait on ne recommence pas tout à chaque fois »* (formation D),
- les thèmes traités par les professionnels, les problèmes auxquels le SIG permet de répondre sont variés et élaborés,
- l'utilisation du SIG augmente la quantité et la qualité de l'information utilisée,
- le SIG assure une vision globale de l'espace analysé, quelle que soit la taille de la zone d'étude : *le SIG donne une nouvelle dimension à l'espace géographique ; sur un SIG, peu importe la largeur de l'espace, les données seront toujours localisées les unes par rapport aux autres. On a une vision globale de l'espace* (formation D),

- le SIG contribue à l'amélioration de la précision de localisation dans l'espace, à l'amélioration de la qualité de la prise de décision sur le terrain,
- le SIG facilite le partage des ressources et des résultats sur les thèmes traités,
- le SIG offre la possibilité d'utilisation des données extérieures : « *parce qu'on a énormément d'information à gérer… cette information est stockée à l'extérieur, dans des bases de données* » (formation D),
- le SIG assure la prévision et facilite la compréhension de phénomènes grâce à la simulation des changements sur le territoire.

3.4.3. LES USAGES CARTOGRAPHIQUES DU SIG : « LA LIMITE ENTRE LE SIG ET LA CARTOGRAPHIE »

Dans le milieu professionnel dont le formateur F2 est le représentant, *ce que le SIG n'est pas* semble avoir son importance, notamment quand certains aspects pourraient laisser croire le contraire. Cette fois, le formateur F2 (et également le formateur F1, dans la suite de la formation) aborde à plusieurs reprises la ***distinction entre le SIG et la cartographie***. Son intervention montre qu'il se représente cet aspect comme problématique pour les apprenants. La tentative de définir la limite entre la cartographie et le SIG s'avère ainsi pertinente, d'autant plus que l'action didactique est argumentée par le formateur F2 : la limite *n'est pas nette* (formation A), *n'est pas stable* (formation D) et est par conséquent difficile à construire par les apprenants sans aide. En réalité, malgré l'intention des formateurs, cet aspect n'est pas assimilé de manière satisfaisante par la totalité des apprenants. A ce propos, nous avons déjà vu que lorsqu'il tente une définition du SIG, l'apprenant DOM, qui n'est pourtant pas novice, a des difficultés à placer cette limite au même endroit que le formateur (ép. A-17).

Nous identifions le recouvrement entre le SIG et la cartographie comme étant un obstacle épistémologique potentiel pour les apprenants et que le formateur tente de lever. Il commence par préciser un point commun des deux domaines, le SIG et la cartographie : des fonctions techniques de cartographie sont proposées à travers l'interface des systèmes techniques SIG.

> **F2** : *un SIG utilise une partie des outils de cartographie* (formation A)
> **F2** : *il y a un gros travail de cartographie dans le SIG même »* (formation D)

Il met ensuite à disposition des apprenants des éléments permettant de faire la distinction entre le SIG et la cartographie : les possibilités techniques de la cartographie, plus réduites, sont utilisées à deux étapes d'un projet SIG : au début, pour l'acquisition des données et à la

fin, pour le rendu des résultats. Le formateur précise ensuite qu'entre ces deux moments le SIG utilise des fonctionnalités qui lui sont spécifiques, en anticipant ainsi la découverte par les apprenants des fonctionnalités spécifiques au SIG :

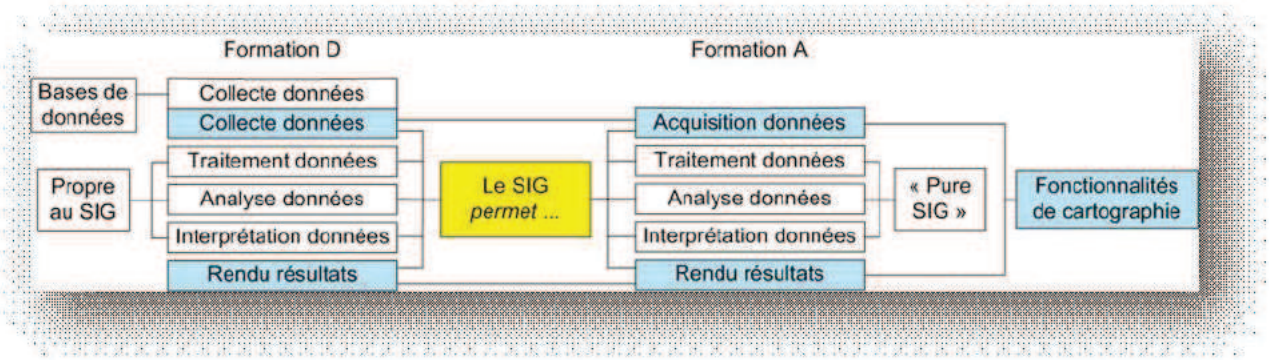
> **F2 :** « *toute la partie traitement, analyse. Et interprétation* » **(formation A)**
> **F2 :** « *le SIG joue sur l'analyse, l'interprétation* » **(formation D)**

Lors de la formation D, le formateur aborde le thème plus en détail que pour la formation A :

- il attire l'attention des apprenants sur le fait que la cartographie n'assure pas la totalité des tâches liées à l'acquisition des données et notamment la gestion de l'*« information sémantique »*, qui est gérée avec l'aide de fonctions techniques informatiques, de type « bases de données »
- il présente, comme conséquence pratique de la méconnaissance de la limite entre le SIG et la cartographie, le fait que *« on utilise le SIG pour faire de la cartographie »*. Cela renvoie de nouveau aux « petites tâches banales » évoquées par NYERGES comme étant les plus courantes.

L'illustration suivante (Schéma 8) présente de manière schématique l'argumentaire du formateur, que nous reformulons de la manière suivante : tandis que les tâches de traitement, d'analyse et d'interprétation de données font la spécificité du SIG, les tâches de représentation des données, nécessaires dans un projet SIG, sont réalisées à l'aide de fonctionnalités de cartographie :

Schéma 8. Modélisation de l'argumentaire du formateur au regard des possibilités du SIG (formations A et D)



3.4.4. LES USAGES DU SIG : FAIRE DES CARTES ?

Lors de la formation A, après des propositions de définitions, le formateur F2 poursuit la définition du concept de SIG en énonçant des propositions d'exclusion : ce que le SIG n'est pas. Il précise ainsi qu' *« une superposition de cartes n'est pas forcément un SIG ».*

Lors de la formation D, il fait pourtant une affirmation contradictoire : *« le plus souvent ça sera une carte »*.

Nous constatons ainsi que, d'un point de vue didactique, les propos du formateur F2 semblent partagés entre un souci de scientificité (formation A) et un souci de facilitation de la construction des représentations fonctionnelles par les apprenants (formation D). Mais lors des deux formations, les buts didactiques pourraient être différents : lors de la formation A, le formateur semble chercher à modifier des éventuelles représentations déformées des apprenants, pendant que lors de la formation D, il semble tenter de faciliter la construction par les apprenants des représentations du SIG simples mais fonctionnelles : nous rappelons que selon LEPLAT (1985), une représentation peut être efficace et conforme aux buts visés, tout en manquant de scientificité.

3.4.5. SIG VS. CARTES PAPIER : CONSEQUENCES PRATIQUES

En abordant des conséquences pratiques du SIG lors de la formation D, le formateur F2 fait deux affirmations qui retiennent notre attention : 1/*« ce n'est pas la même chose de travailler sur une carte papier ou sur plusieurs cartes papier, qu'on peut tourner »* et 2/*« le SIG donne une nouvelle dimension à l'espace géographique ».* Selon l'expert SIG, le formateur énonce des caractéristiques fondamentales du travail sans et avec SIG. Cependant, n'étant pas explicitées par le formateur, ces caractéristiques risquent de ne pas pouvoir être exploitées par les apprenants. Avec l'aide de l'expert SIG, nous allons expliciter ces aspects :

- les *cartes papier, qu'on peut tourner* : en imprimant à une carte papier un mouvement rotationnel, la localisation des objets change par rapport au lecteur de la carte. En revanche, l'opération de rotation n'est pas disponible sur le SIG ; les objets étant géoréférencées, gardent leur localisation absolue. Les actions comparables possibles sur SIG, l'agrandissement/réduction de l'espace de travail (zoom) et le déplacement à l'écran, ne déforment pas le système de référence et le nord reste situé en haut de l'écran.

- *travailler sur plusieurs cartes papier* : pour représenter un espace plus étendu, plusieurs cartes papier sont mises côte à côte, dans une configuration qui respecte la réalité du terrain. Cet espace peut être cependant détruit, en pliant les cartes. Il peut également être déformé, en changeant la position des cartes les unes par rapport aux autres. Dans un SIG, la représentation graphique de l'espace est conservée, ainsi que la localisation des objets les uns par rapport aux autres.

Nous pouvons ainsi comprendre que ce que le SIG offre au-delà des cartes papier est la localisation absolue des objets dans l'espace, tant débattue par ailleurs par le formateur F2. Mais il est peu probable que les apprenants novices arriveraient, sur la base des éléments mis à disposition par le formateur, à construire la distinction entre le SIG et les cartes sur la base du concept de localisation géographique.

3.5. LA COMPOSANTE HUMAINE DE L'ACTION INSTRUMENTEE

L'un des aspects du SIG qui retient notre attention est la composante humaine. Le thème est traité lors des deux formations A et D d'une manière que le formateur appelle *verticale* et qui désigne un fonctionnement hiérarchique. De ce point de vue, le formateur identifie trois catégories de professionnels SIG dont le rôle respectif est clairement déterminé :

- les décideurs, *« ceux qui mettent les moyens »* (formation D) et pour lesquels le formateur estime qu'ils *« doivent avoir certaines notions »* afin de *« éviter certaines discussions hors problématique »*. Lors du tour de table, nous avons pu constater que la connaissance du SIG par les supérieurs hiérarchiques est un facteur déterminant pour l'implantation et l'évolution du SIG dans les structures,

- les opérateurs, *« ceux qui réalisent »* (formation D) et que le formateur appelle également *« les professionnels de l'espace »* (formation A).

- les utilisateurs, ceux qui font une *« utilisation derrière »,* en empêchant que *« le SIG qu'on a réalisé reste dans un placard ».*

Le formateur aborde également la dimension collective du SIG. Il précise ainsi qu'il est souhaité, mais pas toujours possible, que la réalisation d'un SIG regroupe plusieurs professionnels de domaines et niveaux de compétences différents autour d'un même problème. Il invite également à la collaboration entre structures et services, dans un souci d'évolution : *« ça fait avancer les choses »* et d'économie : *« voir si quelqu'un ne l'a pas déjà fait », « pas créer les mêmes données à chaque fois », « c'est plus rapide », « c'est moins coûteux ».*

Nous pouvons ainsi constater que la réalisation d'un SIG a vocation à être une activité collective. Celle-ci est une dimension qui ressort également de l'analyse de l'activité verbale des apprenants lors du tour de table : de nombreux apprenants évoquent ou envisagent l'interactivité dans l'action SIG : réutilisation des résultats des anciens collègues, échanges, actions de formation et d'aide entre collègues pour les professionnels, projets thématiques pluridisciplinaires pour les enseignants, présence des consignes hiérarchiques.

Nous allons observer par la suite de notre analyse que la dimension collective du travail SIG intervient dès la formation et notamment lorsque les apprenants sont face à des tâches pratiques.

3.6. LE POTENTIEL DIDACTIQUE DE LA SEQUENCE DE COURS « LE SIG »

Le SIG est qualifié de complexe par le formateur F2, par les auteurs des définitions que le formateur propose, ainsi que par la littérature (MEDYCKYJ-SCOTT 1991 ; WURTZ 1996 ; HALLGREN 1990). Le formateur F2 semble avoir trouvé une modalité didactique permettant à la fois de mettre en évidence et de contourner cette complexité : proposer plusieurs définitions, traiter les caractéristiques du SIG de manière dissociée. Cela correspond à l'intention du formateur, telle qu'annoncée lors de la formation D : le SIG est plusieurs choses à la fois.

Une première forme de complexité est déterminée par le **caractère polysémique** du terme « SIG » :

- un champ conceptuel (ensemble de théories, principes, méthodes et règles),
- un outil (système technique ou instrument) employé pour réaliser des tâches,
- le résultat de l'action instrumentale (produit d'aide à la décision, carte ou système de cartes).

Ces trois significations du terme SIG apparaissent comme essentielles. Toutefois, le formateur F2 se montre conscient du degré élevé d'élaboration du processus de construction de représentations du SIG conformes à ses intentions et prépare les apprenants : *« il y a quand même quelques incompréhensions »*. Ce constat du formateur montre que celui-ci a identifié, par l'expérience des sessions de formation passées, des difficultés que les apprenants rencontrent à se représenter le SIG. Nous allons cependant montrer plus loin qu'***à la base de ces incompréhensions, se situe, du moins en partie, l'intervention même du formateur.***

Une deuxième forme de complexité ressort lorsque le formateur décompose le SIG en composantes. La modalité pédagogique employée par le formateur présente un intérêt

didactique par le fait qu'elle amène les apprenants à prendre conscience que **le SIG est un *système***. Cette prise de conscience est une étape dans la construction des représentations fonctionnelles : selon OCHANINE (OCHANINE et CHEBEC 1968), qui ont regardé des professionnels agir dans des situations comparables au SIG, les opérateurs qui ont pris conscience d'agir sur un système (défini comme un *ensemble d'éléments solidaires*) ont développé dans un temps donné des représentations fonctionnelles plus efficaces que ceux qui ont considéré agir sur un objet technique.

Pour le formateur, l'instrument SIG ne se limite pas à la composante technique, comme chez RABARDEL. Le formateur intègre également au système instrumental la composante humaine : *« ce ne sont pas seulement des outils mais c'est aussi des hommes derrière, des méthodologies »* (formation A). Cela donne au SIG une orientation vers les systèmes homme-machine, pour lesquels MOUNOUD (1970) a montré que tout en ayant chacun leur rôle bien déterminé dans la réalisation d'une action commune, l'Homme et la machine ont une relation étroite, qui amène les utilisateurs expérimentés à adopter avec l'instrument un fonctionnement « conjoint ». Nous allons voir par la suite des formations A et D que c'est justement ce type de fonctionnement que les formateurs F1 et F2 cherchent à développer chez les apprenants.

3.7. LES INFORMATIONS FOURNIES PAR LA SITUATION DIDACTIQUE SONT-ELLES EN ADEQUATION AVEC LES BUTS ANNONCES ?

Selon VERGNAUD (1985), au centre du processus de construction des représentations se situe le processus de conceptualisation. La question qui se pose est ainsi la suivante : est-ce que les éléments mis par le formateur à disposition des apprenants sont susceptibles de déclencher chez ceux-ci le processus de conceptualisation attendu ?

Nous avons pu observer que d'une manière générale, les thèmes abordés sont en adéquation avec les buts visés. L'intervention du formateur F1 offre une richesse d'éléments pouvant être mobilisés pour se représenter le SIG, ses usages, son fonctionnement.

Il explique aussi ce que le SIG n'est pas, ce qui offre aux apprenants des éléments pour cerner le concept SIG et le différencier d'autres concepts, comme celui de cartographie.

Parmi les actions didactiques du formateur F2, certaines sont susceptibles de favoriser ou de **faciliter le futur apprentissage par la pratique**. Ainsi, le formateur :

- introduit des termes de vocabulaire qui seront employés par la suite pour guider les apprenants dans l'action,

- aborde des notions qui définissent des objets, des concepts et des processus intervenant lors de l'action avec SIG et qui devront par conséquent trouver une place dans le système de représentations fonctionnelles des apprenants,
- aborde des aspects concernant le fonctionnement et l'utilisation du SIG, en mettant souvent les deux aspects en relation, ce qui prépare les apprenants à un apprentissage du SIG dans une double approche, par le côté fonctionnement et par le côté utilisation,
- évoque des situations-problèmes potentielles, qui préparent les apprenants à des éventuelles difficultés lors de l'apprentissage,
- prépare les apprenants à des incidents techniques, comme la saturation des machines,
- prépare les apprenants à des difficultés d'apprentissage, comme l'apprentissage en parallèle des aspects informatiques et des aspects géographiques,
- rassure les apprenants quant à l'apprentissage par la pratique : c'est pour les thématiciens, c'est convivial,
- énonce des règles d'action pour plus tard : *si les données ne sont pas localisées, c'est la première chose à faire.* Nous précisons que la procédure à suivre n'est pas détaillée à cette occasion, mais que les apprenants auront l'occasion de la découvrir en acte par la suite de la formation, lors d'une séquence de travaux pratiques dédiée à l'action de localisation des données : la séquence *Calage*.

Nous observons également qu'à plusieurs reprises, des aspects liés à l'action sont abordés par le formateur pour **préparer les apprenants pour l'action :** pour l'apprentissage pratique mais aussi pour leur retour au travail, comme choisir un logiciel selon les tâches envisagées. Le formateur semble plus à l'aise quand il s'agit de traiter des thèmes plus proches de l'action. Malgré cela, aborder l'action SIG ne semble pas être sa première préoccupation lors de cette séquence et l'intervention didactique reste globalement éloignée de l'action. Les références aux situations de travail sont peu nombreuses et ont un caractère général. L'action SIG n'est pas associée à des situations concrètes de travail, qui sont introduites par le formateur uniquement comme des contre-exemples de pratiques SIG avancées ou efficaces, comme le fait que les professionnels utilisent souvent le SIG pour (ne) faire (que) de la cartographie.

Les modalités didactiques employées orientent effectivement les apprenants vers un processus de conceptualisation, en invitant à la distinction entre les différentes significations du terme « SIG », en faisant référence à des situations d'usage, en faisant le lien entre la logique de fonctionnement et la logique d'usage du SIG et enfin, en utilisant, pour désigner un même signifié, plusieurs signifiants dont certains de nature technique, d'autres issus du

langage commun. De ces points de vue, la situation didactique semble avoir un ***potentiel d'apprentissage élevé***.

Toutefois, après avoir assisté à deux formations, après avoir observé les formes sous lesquelles le formateur F2 a présenté le SIG et après avoir fait appel aux connaissances de l'expert SIG pour interpréter le récit du formateur, nous ne sommes pas en mesure d'énoncer « le vrai sens du mot SIG ». Et à la question « qu'est-ce qu'un SIG ? » nous ne pouvons apporter que des éléments de réponse. Cependant, est-ce que cette difficulté est la conséquence du fait que le formateur a proposé plusieurs définitions du SIG, ou bien le contraire, le choix de présenter plusieurs définitions est une des causes de la difficulté du formateur à présenter le SIG aux débutants ? Nous faisons ici l'hypothèse que la représentation du SIG est inaboutie chez le formateur F2, ou de moins la représentation qu'il s'est construit de la représentation du SIG à faire construire chez les apprenants. Car nous constatons que les apprenants ne sont pas guidés dans la construction des représentations, ce qui, dans les conditions données, pourrait constituer un obstacle à l'apprentissage.

Nous avons vu que la situation didactique favorise certains des objectifs de la séquence formative. Mais celle-ci introduit également plusieurs ***difficultés*** potentielles pour l'apprentissage :

- Premièrement, le **niveau de conceptualisation** vers lequel les apprenants sont orientés est très élevé. Selon HOFFMAN (1998, 2005) et PASTRE (1999a), toutes les personnes face à une tâche ne peuvent pas atteindre le niveau de conceptualisation requis, car celui-ci est fonction de certaines conditions. Ces conditions, VERGNAUD (1985) les conçoit comme étant la confrontation des savoirs avec un ensemble de situations que la personne connaît, d'invariants opératoires et de signifiants (symbolisations) que la personne a déjà construit. Or, nouveaux pour les apprenants, certains aspects évoqués ne peuvent pas avoir une signification élaborée pour eux. Ainsi, pour des aspects techniques comme le fonctionnement du SIG, la structure des données, les possibilités d'action instrumentée ou l'utilisation d'une carte, nous pouvons penser qu'une signification pourrait plus facilement se construire au cours de l'action pratique. D'ailleurs, le formateur semble partager ce constat, car plusieurs aspects technique abordés lors de cette séquence seront repris par la suite de la formation et sous une forme plus proche de l'action : l'activité verbale du formateur sera à ce moment accompagnée d'illustrations, de schémas et de démonstrations à l'aide du système technique. Ainsi, le fonctionnement du SIG et la structure des données seront traités une nouvelle fois lors de la séquence de découverte de MI, les possibilités d'action avec SIG feront l'objet de la séquence de cours *Fonctionnalités du SIG*, l'utilisation d'une carte sera abordée lors de la séquence de cours *Systèmes de projection* et de la séquence pratique *Calage*.

- Deuxièmement, le **volume d'informations** mis à disposition des apprenants est important et malgré cela, certaines fois, insuffisant : trop important, car les apprenants peuvent se trouver submergés par l'information reçue et insuffisant au regard des buts annoncés, qui sont ambitieux.

- Troisièmement, les **modalités didactiques** employées par le formateur peuvent être mises en discussion. En effet, la plupart du temps, le formateur F2 utilise de manière imbriquée les deux registres de langage, technique et commun : à certains moments, il introduit des termes techniques qu'il explicite ensuite par des termes du langage commun. Cette modalité pourrait aider à attribuer une signification aux aspects traités. Toutefois, certains termes communs introduits par le formateur ont plusieurs significations et nécessitent une explication élaborée, que le formateur ne livre pas systématiquement. Ainsi, pourtant abondante, l'information livrée lors de ce cours peut s'avérer insuffisante quand il s'agit de se représenter certains aspects comme « le concept SIG », « les principes SIG » ou encore « une bonne capacité des machines ».

De plus, l'information est mise à disposition des apprenants de manière disparate : les thèmes traités sont repris, le récit des formateurs se situe certaines fois du côté des moyens de l'action, d'autres fois du côté de la technique ou encore, du côté des résultats. Exploiter efficacement les informations fournies nécessite un travail de structuration et de mise en relation des informations.

En prenant en considération les aspects discutés, nous pouvons constater que si le SIG est complexe. En essayant de rendre compte de cette complexité, le récit du formateur est ambigü. Il est même possible que certains aspects qu'il évoque soient ambigüs pour lui-même : la manière dont le formateur emploie le langage technique (et parfois même le langage commun), laisse penser à une maitrise approximative de certains thèmes qu'il aborde. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les formateurs SIG sont, avant tout, des professionnels du métier, pour qui, comme le dit VERGNAUD (1994 p.178), *« la plupart de connaissances sont des compétences »* qu'il est difficile de verbaliser. Toutefois, le cours *Le SIG* est une séquence d'apprentissage qui vise la compréhension et pour comprendre, les apprenants ont besoin qu'on mette à leur disposition des termes qui ont pour eux une signification construite. Or, malgré la richesse d'information fournie par le formateur F2 lors de la séquence de cours « Le SIG », les conditions pour se représenter *le* SIG sous tous les aspects qui ont été évoqués, ne semblent pas avoir été réunies en totalité, car les propositions tenues pour vraies que le formateur livre aux apprenants sont insuffisamment discutées, argumentées, démontrées. Dans ce cas, les apprenants ont deux possibilités : faire confiance aux formateurs et attendre pour intégrer les informations reçues à leur système de représentations du SIG. Par conséquent, nous pouvons nous attendre à que les représentations du SIG construites par les apprenants soient réduites au regard des intentions du formateur F2.

Toutefois, nous ne perdons pas de vue le fait que la semaine de formation ne fait que débuter et qu'il est possible que le formateur se situe dans une démarche d'anticipation et qu'il pose des objectifs à plus long terme. Dans ces conditions, toute la richesse d'informations fournie lors des séquences de cours n'a pas vocation à être assimilée sur le moment, mais pourrait servir à appuyer et à justifier les objectifs posés afin que ceux-ci soient acceptés par les apprenants. Les situations qu'ils vont traverser par la suite de la formation, amèneront probablement les apprenants à construire les représentations que les formateurs souhaitent voir se construire.

3.8. ACTIVITE DES APPRENANTS

La séquence de cours *Le SIG* ne suscite pas des questions immédiates des apprenants. En revanche, la question des représentations du SIG chez les apprenants reviendra par la suite de la formation. Allons cependant observer l'activité des apprenants DOM et SEB.

L'apprenant DOM

Lors de la formation D, l'apprenant DOM interrompt une séquence didactique dédiée à l'apprentissage du SIG par la pratique (épisodes A-17 et A-18) pour ramener en discussion, afin qu'elle soit discutée, sa propre définition du SIG :

> **DOM** *: j'ai vu qu'on avait donné des définitions SIG tout à l'heure mais j'ai pas retrouvé la mienne…Je trouve que quand je suis dans un système qui permet de faire un mille feuilles de calques… j'empile des calques les uns sur les autres et en plus je peux rajouter des couches d'objets vectoriels et en plus ces objets je peux les indexer… faire un lien entre les objets vectoriels et les bases de données qu'il y a derrière, moi je suis déjà dans le SIG…*
> **F1** *: la limite entre le SIG et la cartographie est mouvante (…)*

La définition proposée par l'apprenant DOM n'est pas fausse en soi, mais elle est réduite à certains aspects du SIG et de ce point de vue elle n'est pas conforme à ce que le formateur F2 a tenté de faire construire par les apprenants lors du cours « le SIG ». Cette définition dénote une représentation du SIG qui a les caractéristiques suivantes : une ***dominante technique*** et une ***résistance à l'intervention formative***. Nous mettons en relation ces caractéristiques avec le fait que l'apprenant a déjà pratiqué le SIG. En effet, nous savons par le tour de table que DOM arrive en formation avec une représentation élaborée du SIG, construite au cours de son activité professionnelle antérieure. Cette représentation est ***finalisée***, mais ***fonctionnellement déformée*** par les tâches et les situations avec lesquelles l'apprenant a été confronté par le passé. Et surtout cette représentation est ***stable***. Cela semble constituer pour l'apprenant un obstacle à l'apprentissage et pour le formateur F1 un

imprévu didactique, qui le déstabilise et l'embarrasse. Ne sachant quoi répondre, le formateur F1 livre une réponse qui a peu de rapport avec le thème en cours.

L'apprenant SEB

L'intervention de l'apprenant DOM ouvre la voie à un autre témoignage, celui de l'apprenant SEB (épisode A-18), qui livre au groupe sa représentation de l'apprentissage du SIG :

> **SEB** *: moi qui suis un peu informaticien, je me dis, les concepts, une fois qu'on les a, on les a une fois pour toutes, quand on sait ce qu'un raster ou un vecteur, qu'on soit sous MI ou AV, ca ne change absolument pas le problème*
> **F1** *: au passage, c'est bien ce qu'on veut vous faire voir cette semaine*

SEB dévoile une représentation ***élaborée*** de l'apprentissage du SIG, lors de laquelle l'accent est mis d'avantage sur les concepts SIG que sur le système technique, ce qui est rarement le cas chez les apprenants en début de formation (voir tour de table). La représentation de l'apprenant est validée par le formateur F1, celle-ci étant ***conforme*** à ses intentions formatives. Comme nous savons par le tour de table que l'apprenant SEB n'est, tout comme son collègue DOM, pas novice dans le domaine SIG. Toutefois, les conditions dans lesquelles SEB a pratiqué le SIG sont différentes de celle de DOM : pendant que DOM a utilisé le SIG pour réaliser des tâches de travail, SEB a exploré le système technique et ses possibilités en lui cherchant des utilisations possibles. C'est probablement cette démarche qui fait la différence entre les représentations des deux apprenants, en empêchant DOM de sortir de la classe de situations connues et en permettant à SEB de se montrer ouvert aux apports de la formation.

En regardant le cas de SEB, qui fait référence dans son récit à ses connaissances, on pourrait également avancer l'idée qu'un certain niveau de connaissance du SIG serait nécessaire pour arriver à conceptualiser le rôle et l'importance des concepts SIG pour l'action instrumentée, niveau que la formation D n'a pas assuré, de moins à ce moment.

4. SEQUENCE DE COURS « SYSTEMES DE PROJECTION »

Nous allons maintenant faire une présentation rapide de la séquence de cours « Systèmes de projection », pour laquelle nous retenons le fait que les apprenants commencent à prendre part activement à l'activité verbale collective. Notre intention est d'analyser les interventions des apprenants, en cherchant à identifier les conditions qui les déterminent. Nous tentons également d'identifier les représentations des apprenants à partir de l'activité verbale de ceux-ci.

4.1. FORME PEDAGOGIQUE GENERALE ET BUT DE LA SEQUENCE

La séquence de cours « Systèmes de projection » intervient à la suite de la séquence « Le SIG ». Cette deuxième séquence de la formation est assurée par le formateur F1 et a une durée de 90 minutes pour la formation A et 64 minutes pour la formation D. La séquence aborde plusieurs formes de représentation graphique du monde, en partant du monde réel qui est comparé à une *patate* et jusqu'à la représentation plane, la *carte*, en passant par des modèles mathématiques permettant de représenter la Terre en trois dimensions (ellipsoïde et géoïde). Le formateur décrit plusieurs de ces modèles mathématiques, appelés *systèmes de projections* : projection cylindrique, projection conique, projection Universal Transverse de Mercator, projections Lambert (de I à IV et Lambert II étendu). Il reprend le concept de localisation, introduit lors de la séquence de cours *Le SIG* ainsi que les notions associées *systèmes de projection* et *coordonnées géographiques,* qu'il traite dans les détails. Ensuite, en abordant les *déformations* comme effets du processus de projection, le formateur introduit un autre concept qui va se montrer essentiel pour se représenter le monde tel qu'utilisé dans le domaine SIG, celui de *précision*, auquel une intervention spécifique sera dédiée par la suite (séquence de cours *Echelle et précision*, que nous avons choisi de ne pas traiter lors de cette thèse). En plus de ces concepts, le formateur aborde une multitude d'autres aspects d'une technicité élevée et qui sont traités avec un degré de détails important (annexe) : les dimensions de la Terre, les modèles mathématiques de représentation graphique de la Terre en 3D et de projection en deux dimensions, les effets du passage de la forme ronde à la projection plane.

Les **modalités didactiques** employées par le formateur F1 ont évolué entre les deux formations : lors de la formation A, l'action du formateur se limite en grande partie à la lecture à voix haute du texte affiché à l'écran et donc déjà visible par les apprenants. Lors de la formation D, le formateur F1 affiche toujours une présentation de diapositives riches en texte, mais cette fois il reformule les propositions affichées à l'écran, en y apportant régulièrement des précisions supplémentaires, en allant au tableau pour illustrer ses propos par des croquis. Pourtant, paradoxalement, la durée de la formation A est plus importante.

Tout comme le formateur F2 lors du cours précédent, le formateur F1 utilise lors de cette séquence un **langage** savant, qu'il emploie pour introduire des termes techniques. Ces termes sont ensuite explicités en langage commun.

Lors de cette séquence, une grande partie du **contenu propositionnel** de l'activité verbale du formateur F1 est mise à disposition des apprenants sans que ceux-ci sachent, pour le moment, quoi faire avec. En effet, les objectifs sont énoncés uniquement lors de la formation D, et cela de manière rétroactive, en fin de séquence. Deux buts sont ainsi énoncés :

- un but cognitif : « *L'idée était de vous faire voir comment sont constitués ces systèmes, à quoi ils servent »,*
- un but opératif : « *Pendant le TP vous allez créer de l'information et il faudra préciser un système de projection ».*

Nous allons toutefois voir par la suite de la formation – lorsque les apprenants auront à réaliser l'action de localisation, qui sera appelée Calage – que l'utilisation du SIG ne nécessite pas un apprentissage conceptuel approfondi : pour agir convenablement, il suffit de connaître le nom du système de projections qui sera utilisé, de connaître la signification du terme *coordonnées géographiques* et savoir les relever sur une carte et enfin, de savoir que le processus de projection engage des déformations. Pourtant, l'intervention du formateur est élaborée et le degré de détail et de scientificité est élevé, malgré le fait que le formateur précise que les aspects abordés sont censés être connus par une partie des apprenants. En effet, le formateur aborde des concepts géographiques et cartographiques qui ne sont pas spécifiques au SIG.

Nous disposons de traces du point de vue des apprenants sur cette séquence. Dans l'évaluation finale, les apprenants qualifient cette séquence de rébarbative, ayant peu d'intérêt pour l'apprentissage du SIG et une durée trop importante. Seul l'apprenant FRA (formation D), qui a peu de connaissances en géographie, exprime sa satisfaction : il fait part à l'apprenant EDI de son intérêt pour les aspects abordés, qui, selon lui, *« lui permettent de comprendre »* le principe de la cartographie.

4.2. ACTIVITE DES APPRENANTS

Lors de la formation A, les apprenants n'interviennent pas de leur propre initiative dans l'activité verbale collective. La seule intervention de leur part est déclenchée par le formateur F1 ; celle-ci porte sur les unités de mesure des distances pour la projection cartographique Lambert. En revanche, lors de la formation D, plusieurs interventions sont observées, parfois même en interrompant l'activité formative. Nous observons plus particulièrement les interventions des apprenants DOM, GIL et FRA, pour lesquelles, avant de les détailler, nous retenons les caractéristiques suivantes :

- Avant même que la formation leur offre explicitement cette possibilité, les apprenants se projettent déjà dans l'action. Ainsi, leurs questions ne portent pas sur les aspects abordés par les formateurs lors des cours précédents ; ces thèmes ne semblent pas préoccuper pour le moment les apprenants. Ce qui préoccupe les apprenants, ce sont les

situations problématiques qu'ils ont déjà rencontrées dans leur travail et pour lesquelles ils souhaitent trouver des solutions.

- Les questions des apprenants découlent les unes des autres, ce qui montre que les situations évoquées par les uns appellent des expériences professionnelles proches vécues par les autres, expériences qu'ils souhaitent évoquer à leur tour. Nous pouvons ainsi parler d'une activité verbale collective du groupe d'apprenants.

- Les apprenants évoquent à plusieurs reprises le logiciel CE, qu'ils semblent connaître. Pourtant, ils n'ont pas précisé cette connaissance lors du tour de table. On pourrait penser que les apprenants n'avaient pas au départ assimilé ce logiciel à une utilisation SIG, mais qu'avec l'avancement dans l'apprentissage, ils élargissent leurs représentations des moyens techniques SIG.

- Malgré l'intervention du formateur F1 visant la prévention de telles manifestations, les apprenants n'hésitent pas à revenir sur des aspects légaux d'utilisation des données et d'afficher le fait de braver les lois, ce qui montre leur forte préoccupation pour la recherche de données SIG à utiliser.

Plusieurs apprenants : unités de mesure des distances pour la projection Lambert (discussion formation A)

Pendant que lors de la formation D le thème des unités de mesure des cartes est traité uniquement de manière verbale, lors de la formation A les apprenants sont invités, pour la première fois depuis le début de la formation, à s'investir dans l'action : réunis autour d'une carte, ils réalisent la tâche suivante : trouver les unités de mesure des valeurs affichées sur les bords d'une carte.

Le formateur F1 commence par orienter les apprenants vers la structure visible de l'objet de l'action : les différents systèmes de coordonnées géographiques situés en bordure de carte ; il focalise ensuite leur attention vers les caractéristiques pertinentes pour l'action : les coordonnées Lambert ; il pose ensuite le problème de manière interrogative et laisse enfin la parole aux apprenants :

> **F1** : *les coordonnées latitude/longitude en degrés et en grades (…), les coordonnées GPS en bleu, en gras (…), vous voyez, sur la marge interne du cadre, en bleu, de coordonnées de type sept cent et quelque en haut et deux mille et quelque sur les côtés ? Ce sont les coordonnées Lambert. Quel Lambert ? Ben, Lambert II, on le sait parce que ça commence par "deux", deux mille… c'est quoi ça, ce sont des mètres, des kilomètres, des degrés ?*

La première réponse des apprenants surgit après 5 secondes de silence : *« c'est en mètres »* et déclenche à son tour une multitude de propositions de la part des apprenants : *« en*

mètres », « oui, en mètres », « en degrés », « en kilomètres ? ». Les premières réponses des apprenants ne sont pas argumentées, mais par la suite, un système de réflexion se met collectivement en place :

Apprenant : *vous avez dit que le Lambert c'est en mètres*
Apprenant : *ça ne peut pas être des mètres, c'est trop peu*
Apprenant : *alors, ce n'est pas des mètres*
Apprenant : *c'est des kilomètres alors*

La manière dont les apprenants avancent dans la réalisation de la tâche prescrite montre, comme lors des expérimentations d'OCHANINE (OCHANINE, QUAAS et ZALTZMAN 1972), deux formes d'action successives : une action par essai-erreur, suivie par une action réfléchie, avec prise d'information, lors de laquelle les apprenants tentent de « négocier » l'unité de mesure la plus probable, en utilisant les éléments mis à leur disposition par le formateur F1.

En reprenant la parole, le formateur formule une réponse argumentée, qui tente de poser la règle cartographique dont l'absence a posé des difficultés aux apprenants : *« normalement oui, Lambert c'est des mètres. Mais là, sur la carte, ça prenait trop de place, alors ils le mettent en kilomètres. Il faut le savoir, c'est tout ».*

L'apprenant DOM : droits de diffusion des données IGN (formation D)

Cet épisode introduit le thème de la diffusion des données SIG, thème qui reviendra à plusieurs reprises lors des formations A et D et qui traduit la forte préoccupation des apprenants pour l'obtention des données SIG à utiliser de retour au travail, aussi bien à visée d'apprentissage qu'à visée professionnelle.

Nous retenons le fait que le formateur F1 ne limite pas la formation à un apprentissage technique. Cette fois, il s'attribue un rôle dans la **prévention** de la fraude, qui renvoie aux conditions générales de travail dans le domaine SIG.

L'apprenant DOM : modèle mathématique plus fin que l'ellipsoïde (formation D)

Lors de cet épisode nous observons l'apprenant DOM étaler ses connaissances « savantes » devant le groupe, pendant que le formateur F1 tente de garder l'intervention formative à un niveau de scientificité accessible au plus grand nombre d'apprenants.

Lorsque le formateur F1 aborde le modèle mathématique de représentation de la Terre appelé *ellipsoïde* et qu'il précise que ce modèle n'est pas « parfaitement fiable », l'apprenant DOM interrompt le récit du formateur F2 par une question assertive qui se réfère à l'existence d'un modèle mathématique plus précis :

> **DOM** : *il existe bien un modèle matheux de l'altitude de chaque point du Globe, en acceptant de passer par une géométrie plus fine que l'ellipsoïde, non ? Il me semble…*

En utilisant l'expression *« géométrie plus fine que… »*, l'apprenant DOM introduit le thème de la ***précision*** (ici, précision des altitudes). Ce thème reviendra par la suite de la séquence et, d'une manière générale, va s'avérer être un concept important pour l'action SIG.

Le langage savant employé par DOM (*modèle matheux, géométrie plus fine que l'ellipsoïde*) ne permet pas aux autres apprenants de suivre la discussion, encore moins d'y participer. Ainsi, l'intervention de l'apprenant va donner naissance à un dialogue avec le formateur F1, dialogue qui va durer une minute et qui va montrer que le thème dépasse également les connaissances du formateur. Ce dernier tente tout de même de garder la face en composant une réponse à partir de deux concepts scientifiques qu'il connait, le *géoïde* et *l'interpolation*[1] :

> **F1** : *après, sans avoir des points de mesure partout, on peut interpoler des points de mesure pour dessiner ou représenter la forme du géoïde. Mais ça, c'est de l'interpolation…*
> **DOM** : *oui, mais… il me semble qu'il y avait un modèle matheux…*
> **F1** : *peut-être, des modèles… Mais c'est très complexe. En tout cas, c'est de la recherche, c'est plus de l'utilisation courante avec des outils comme on a. C'est tellement complexe et de la recherche, qu'on admet… qu'on part d'outils qu'on maîtrise bien, l'ellipsoïde, qui est une forme mathématique simple et qu'il est facile de prendre en compte dans des outils comme le SIG.*

La réponse du formateur F1 ne semble pas satisfaire DOM, qui relance sa question. Le formateur finit par accepter la thèse de l'apprenant, en la qualifiant tout de même d'expérimentale. Il se consacre ensuite à sa propre thèse, celle de l'ellipsoïde comme modèle de référence, qu'il défend en s'appuyant sur deux de ses caractéristiques : sa simplicité (*forme mathématique simple*) et sa facilité d'utilisation (*d'outils qu'on maîtrise bien*).

Nous constatons que le formateur F1 aborde la notion de la forme de la Terre à un niveau de schématisation tout juste utile ; il précise par ailleurs ne pas viser un niveau de scientificité très élevé. Nous constatons cependant que de toute évidence, le formateur F1 n'a pas les connaissances lui permettant de passer à un niveau de scientificité supérieur. Cela nous amène à rappeler une des caractéristiques des représentations des professionnels SIG dont le formateur F1 est le représentant : selon OCHANINE, le manque de scientificité n'empêche pas les représentations d'être fonctionnelles et donc efficaces.

[1] L'interpolation est une méthode d'estimation par calcul de la valeur dans un point donné, à partir de points de valeur connue.

L'apprenant GIL : récupération des données SIG (formation D)

Après la séquence *Systèmes de projection*, le formateur F1 invite les apprenants à poser des questions. Nous nous attendons à ce que les questions des apprenants portent sur le thème abordé lors de la séquence de cours. Mais la question que pose l'apprenant GIL réoriente l'activité du groupe vers une préoccupation déjà exprimée par les apprenants, qui est la récupération de données SIG. L'imprévu didactique créé par l'apprenant est ensuite exploité par le formateur.

L'apprenant GIL évoque une difficulté qu'il rencontre dans son travail et qu'il souhaite dépasser : il ne peut pas *« imprimer des cartes »* en utilisant le logiciel CE, tel qu'il le faisait par le passé avec un logiciel trouvé sur Internet qui ne fonctionne plus.

Le formateur F1 n'est pas surpris par la question, montrant qu'il s'agit pour lui d'un imprévu relatif, qu'il exploite en structurant sa réponse en quatre parties :

- présente au groupe le logiciel évoqué par GIL : CE est un logiciel qui permet uniquement de visualiser des cartes IGN, appelées « scan25 », sur tout le territoire de la France,
- précise la modalité que GIL avait utilisée pour récupérer les cartes incorporées au logiciel, en précisant qu'il s'agit d'une méthode frauduleuse : le logiciel trouvé sur Internet « débridait » l'instrument CE, permettant ainsi d'extraire des cartes,
- explique la raison pour laquelle il n'est plus possible d'imprimer les cartes : ayant pris connaissance du contournement de l'usage prévu, le concepteur de CE a réagi et le logiciel « pirate » a été neutralisé,
- ramène en discussion le droit d'accès aux données SIG, en précisant que l'utilisation de celles-ci est régie par une législation stricte.

Nous pouvons constater qu'en intervenant sur ce thème, le formateur se place cette fois dans une démarche de ***prévention argumentée*** de la fraude : il tente de faire prendre conscience aux apprenants que trouver une solution au problème de GIL reviendrait à contourner les possibilités légales.

X. ESPACE D'APPRENTISSAGE « DECOUVERTE DU SYSTEME TECHNIQUE MI »

Après avoir présenté, le chapitre précédent, l'analyse de la séquence de cours *Le SIG*, qui est la première séquence formative des formations A et D, nous arrivons maintenant, en suivant la chronologie des formations observées, à l'analyse des séquences de travaux pratiques. L'espace de ***découverte du système technique MI*** est le premier espace d'apprentissage qui introduit les travaux pratiques comme modalité pédagogique. Celui-ci se déroule, pour les deux formations, de la manière suivante :

- Pour la formation D, la séance débute par une série de huit séquences qui, n'étant pas prévues dans le programme annoncé, constituent des imprévus didactiques. Ces séquences, qui totalisent une durée de 40 minutes, sont introduites aussi bien par les formateurs que par les apprenants. Le déroulement de la formation D rejoint ensuite celui de la formation A,

- Une deuxième série de séquences est dédiée à la découverte des fonctions techniques du système technique MI. Des séquences de présentation par le formateur F1 de fonctions techniques de MI alternent avec des séquences d'exécution par les apprenants d'actions techniques, en utilisant le logiciel MI et sous le guidage serré du formateur F1. Les formations A et D continuent par deux séquences d'exécution de tâches didactiques nécessitant un enchaînement de plusieurs actions techniques, *tâche Quimper* et *tâche Alpha,* également caractérisées par un guidage serré assuré par le formateur F1.

Nous allons analyser de manière distincte chacune des deux séries de séquences de découverte du système technique MI identifiées lors de la formation D. Lors de cette analyse, nous nous autorisons à ne pas nous arrêter sur les épisodes qui 1/traitent des aspects qui, une fois introduits, ne reviennent pas par la suite dans la formation et 2/ne produisent pas d'effet observable ou exploitable en termes d'apprentissage.

X.1. PREMIERE SERIE DE SEQUENCES DE DECOUVERTE DU LOGICIEL MI : IMPREVUS DIDACTIQUES « EN CASCADE »

Lors de la formation D, en début de séance, le formateur F1 se prépare à suivre le programme prévu. Il tente d'engager les apprenants dans l'action instrumentée de découverte du système technique appelé « MI », en les invitant à démarrer leurs postes de travail :

F1 : *bon, on va peut-être commencer. Si vous voulez démarrer les machines…* (min. A-1)

Cependant, une intervention inopinée du formateur F2 éloigne le cours de l'action didactique du programme prévu (minutes A-1 à A-40).

1. DECLENCHEUR DE LA SERIE D'IMPREVUS DIDACTIQUES

L'intervention du formateur F2, qui vise à orienter l'attention des apprenants sur le fonctionnement du système technique, repoussera de 40 minutes la manipulation du système technique par les apprenants. Dans le récit par lequel le formateur F2 défend son intervention, nous identifions trois propositions tenues pour vraies, qui pourraient justifier l'intervention de celui-ci :

Proposition tenue pour vraie	***Trace de l'activité verbale***
1/ La connaissance du fonctionnement du système technique doit précéder son utilisation.	*F2 : juste avant* (de commencer) *je voulais vous montrer le principe de fonctionnement du MI.*
2/ La manipulation du système technique n'est pas simple et pourrait être facilitée par la connaissance du fonctionnement du logiciel.	*F2 : Parce que c'est pas simple*
3/ L'éventuelle connaissance par les apprenants du fonctionnement d'autres systèmes techniques SIG pourrait être un obstacle à l'apprentissage de MI.	*F2 : Parce que (…) ce n'est pas pareil que chez les autres logiciels, pour ceux qui connaissent…*

2. FORME PEDAGOGIQUE GENERALE

Nous regroupons les différents aspects qui seront traités par le groupe en huit séquences :

Séquence	***Thème traité***	***Thème introduit par***
Séquence 1 (12 min) min. A-1 à A-12	*Fonctionnement interne du système technique MI*	formateur F2
Séquence 2 (3 min) min. A-12 à A-14	*Caractérisation du système technique MI*	formateur F1
Séquence 3 (6 min) min. A-17 à A-22	*Caractérisation du SIG et de son apprentissage*	apprenant DOM
Séquence 4 (6 min) min. A-23 à A-28	*Fonctionnement du système technique MI* *Structure d'une couche de données SIG*	Formateur F2
Séquence 5 (3 min) min. A-29, A-31 et A-33	*Document .wor*	apprenant DOM, reprises par SEB et GIL
Séquence 6 (1 min) min. A-30 et A-32	*Fonctionnement du système technique MI* *Utilisation d'un fichier Excel*	apprenant HUB, reprise par HUB
Séquence 7 (1 min) min. A-34	*Préoccupation professionnelle à trouver des données SIG*	apprenant GIL
Séquence 8 (4 min) min. A-36 à A-39	*Caractérisation des données SIG* *Raster et vecteur*	formateur F1

Lors de l'analyse didactique qui va suivre, nous allons nous arrêter sur les points suivants :

- les conditions qui ont permis à ces séquences de s'installer dans l'activité du groupe,
- la forme pédagogique des séquences observées,
- le déroulement des séquences regardé d'un point de vue didactique : l'action formative et ses effets sur les apprenants et sur l'apprentissage,
- les obstacles, réels et potentiels, de nature technique, langagière ou épistémique introduits par les participants,
- les imprévus didactiques qui se présentent et la manière dont les formateurs gèrent et tentent de dépasser, en co-animation, ces imprévus,
- les traces d'apprentissage et de construction par les apprenants de représentations fonctionnelles du SIG,
- les références que les participants à la formation font à des situations et tâches de travail.

Plusieurs éléments conduisent à penser que l'intervention du formateur F2 (séquence 1) introduit un ***imprévu didactique relatif,*** dans le sens de PERRENOUD (1999 p.123), c'est-à-dire un thème prévu dans le programme de la formation, mais qui a été avancé : Premièrement, son récit est fluide, ce qui traduit une préparation préalable. Deuxièmement, l'imprévu est accepté sans difficultés par les participants à la formation, y compris par le formateur F1.

L'intervention du formateur F2 a une conséquence didactique non négligeable sur la formation : en plus de traiter un objet didactique nouveau (le fonctionnement du système technique), celle-ci ouvre un espace de dialogue qui sera amplement exploité par les participants pour introduire de manière spontanée des nouveaux thèmes et créer à leur tour de nouveaux imprévus, qui comportent cette fois plus de risques, soit pour eux, soit pour l'apprentissage ou les deux. Certaines fois, ce sont les apprenants qui, dans leur tentative d'avancer dans l'apprentissage, mettent les formateurs dans des situations auxquelles ceux-ci ne sont pas toujours préparés. Les séquences 2 et 8 semblent en revanche ne pas poser des difficultés didactiques particulières.

Nous identifions par conséquent deux niveaux d'imprévu didactique (au sens de CHAUTARD et HUBER, 1999) :

Le premier niveau d'imprévu concerne l'existence même des huit séquences 1 à 8. Le deuxième niveau d'imprévu se manifeste à l'intérieur des huit séquences et porte sur des aspects particuliers. Qu'ils soient introduits par un formateur ou un apprenant, les événements imprévus finissent souvent par mettre le groupe dans des situations d'apprentissage difficiles. Il s'agit d'incidents techniques (séquence 1) ou des conflits cognitifs déclenchés chez les apprenants par des interventions présentes (séquences 5) ou antérieures (séquences 3).

3. CONDITIONS DIDACTIQUES

Nous constatons que dans une séance annoncée comme « de travaux pratiques », l'apprentissage n'est pas organisé uniquement autour de la manipulation du système technique par les apprenants. Les formes d'activité qui sont proposées ou suscitées ici ne sont pas manipulatoires. Nous observons même des temps pendant lesquels l'activité observée rappelle celle des séquences de cours : éléments conceptuels, peu de rapport au travail ou à l'activité pratique, abondance de concepts théoriques ou techniques.

Dans la co-animation, les formateurs ajustent en permanence leurs interventions en introduisant des thèmes qu'ils considèrent intéressants à traiter, tout en se posant, en même temps, des limites dans le degré de détail à traiter ; ils se freinent ou se relancent réciproquement, s'autorisent à repréciser et à développer les propos de l'autre. C'est une manière de façonner l'activité commune, qui illustre une modalité didactique qui est celle d'un cours à la fois construit et ouvert.

Ces constats montrent deux aspects : que ***dans une séance de travaux pratiques, la place de la pratique peut être partielle*** et que ***l'intervention didactique n'est pas préalablement organisée*** dans les détails, mais ***s'organise en cours de l'action.***

La forme pédagogique générale de cette partie de la séance est celle de **cours dialogué**, qui a toutefois certaines spécificités :

Pour les séquences 5 et 6, l'avancement dans les thèmes traités se réalise par une suite d'échanges verbaux de type question-réponse entre les formateurs et les apprenants. La séquence 2 se caractérise par la participation active de plusieurs apprenants, ce qui lui confère un aspect de discussion collective. Pour la séquence 4 et partiellement la séquence 7, les deux formateurs prennent la parole de manière alternée et leur propos se complètent, faisant avancer l'intervention didactique de manière linéaire dans la direction souhaitée. Pour les séquences 1, 3 et 8, un locuteur unique est observé, ce qui leur confère une apparence de cours monologués. Deux caractéristiques renvoient toutefois à des cours dialogués :

- l'intervention n'est pas complètement préconstruite par le formateur qui l'assure. Dans l'activité verbale observée, un acte de langage détermine le suivant. En revenant sur un aspect, le formateur qui prend la parole formule les choses différemment, introduit des nouveaux éléments, clarifie des aspects déjà traités,

- même si elle est réduite et circonstancielle, l'intervention des autres participants lance ou relance un thème (séquence 3) ou encore dépasse un incident technique rencontré par un formateur (séquence 1).

Pour les séquences 2, 3, 5 et 7, la modalité didactique employée par les deux formateurs est l'activité verbale. Sans s'appuyer sur le système technique MI, les éléments mis à disposition des apprenants pour comprendre et pour agir prennent la forme de propositions tenues pour vraies et renvoient nécessairement à des représentations existantes.

En revanche, pour les séquences 1, 4 et 8, des instruments psychologiques (au sens de VYGOTSKI) sont mis à disposition des apprenants par le formateur F2 pour leur faciliter la compréhension des aspects énoncés :

- des schémas, plus ou moins élaborés, sont réalisés au tableau pour illustrer des aspects opaques du fonctionnement du système technique (séquences 1, 4 et 8),
- la monstration à l'ordinateur permet de visualiser des objets SIG stockés sur le disque dur (séquence 4),
- la démonstration a posteriori des propos tenus à l'aide du système technique MI est employée à un seul moment (séquence 1, ép. A-8 à 11).

Par son intervention didactique initiale (séquence 1), le formateur F2 incite les apprenants à se projeter dans l'action. Son intention semble ainsi être de favoriser le déclenchement de la construction de représentations en lien avec les objets traités : des représentations du fonctionnement interne général du système technique dans un premier temps, des représentations pour l'action par la suite. Il met pour cela à disposition des apprenants des éléments très techniques et des explications détaillées.

4. ANALYSE DIDACTIQUE DETAILLEE

Nous allons maintenant regarder plus en détail le déroulement de chacune des huit séquences qui composent la première partie de la séance de découverte du système technique MI. Nous allons discuter les aspects suivants :

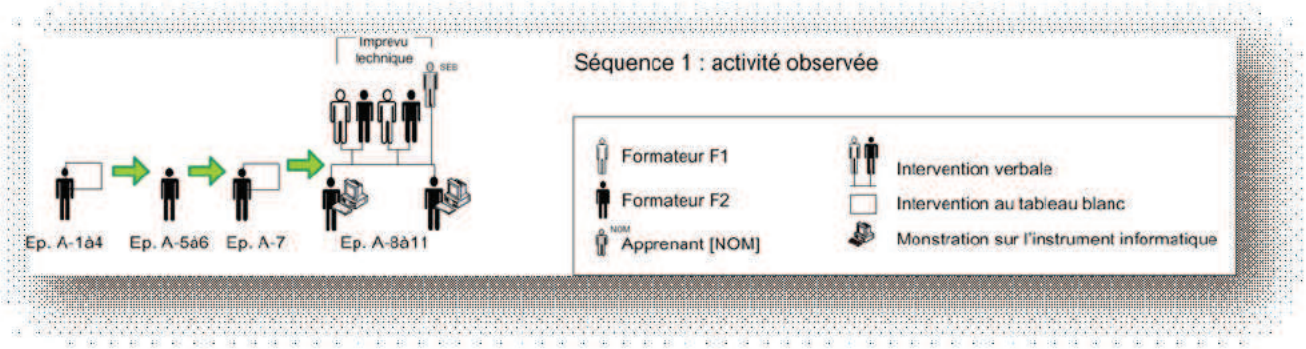
- les objets d'apprentissage et les intentions formatives observées,
- l'activité des formateurs et les modalités didactiques employées, dont la co-animation et ses effets sur l'apprentissage,
- les traces d'apprentissage, les représentations qui se construisent et les difficultés que les apprenants rencontrent.

4.1. OBJETS D'APPRENTISSAGE VISES

4.1.1. SEQUENCE 1

Introduite par le formateur F2, la séquence 1 est en grande partie assurée par celui-ci :

Schéma 9. Organisation observée de l'activité du groupe pour la séquence 1 (formation D)



La séquence débute par la présentation du ***fonctionnement interne général du système technique*** MI. L'activité formative s'oriente ensuite graduellement vers ***les conséquences de ce fonctionnement*** sur l'action instrumentée des professionnels. Nous identifions quatre épisodes.

- Le premier épisode (ép. A-5) est dédié à la présentation verbale d'une conséquence de l'action technique visant à ouvrir un fichier MI. L'effet de cette opération est que les données s'affichent directement à l'écran. Par cette intervention le formateur F2 prépare les apprenants pour la réalisation future de l'action technique *Ouvrir une couche de données SIG* (action 1.1).

- Le deuxième épisode (ép. A-6a) est dédié à l'opération inverse, *la fermeture d'une couche*, pour laquelle le formateur précise qu'elle ne produit pas d'effet opposé à celui d'ouverture : *« cette vue va disparaître, mais ce n'est pas pour autant qu'on a fermé les données, le fichier (…) le fichier, lui, reste ouvert ».* Cette deuxième intervention du formateur F2, qui fait ***référence à une situation-problème potentielle***, prépare les apprenants à la distinction qui sera faite par la suite entre les notions de « couche » et « vue », distinction qui sera nécessaire lorsqu'ils vont agir avec le logiciel.

- Le troisième épisode (ép. A-6b à 7) aborde l'effet non souhaité produit par la répétition de l'opération d'ouverture d'un fichier : la duplication des données à l'écran.

- Le quatrième épisode (A-8 à 11) est dédié à la démonstration par le formateur F2 des propositions énoncées lors des trois premiers épisodes. La démonstration est toutefois interrompue par un incident technique que le formateur F2 a des difficultés à maîtriser, malgré l'aide proposée par le formateur F1. Le formateur F2 finit par réaliser l'action souhaitée, mais entre-temps l'apprenant SEB intervient pour permettre au formateur de garder la face devant le groupe.

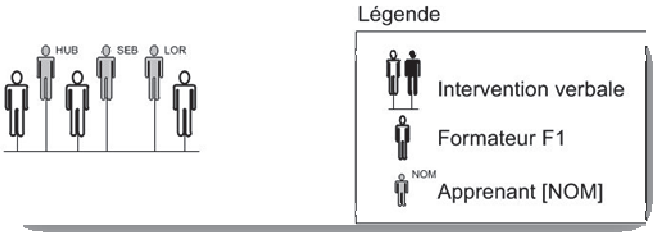
Le formateur F2 combine deux moyens didactiques :
- évoque verbalement les principales composantes du système technique et le principe de conception de celui-ci,
- réalise au tableau des schémas fonctionnels du système technique,
- tente une démonstration en situation.

Il met ainsi à disposition des apprenants des moyens pour la construction par ceux-ci de représentations du fonctionnement interne général du système technique, fonctionnement que l'absence de transparence opérative ne permet pas d'observer directement.

4.1.2. SEQUENCE 2

Introduite par le formateur F1, la séquence 2 est une situation de ***caractérisation*** collective ***du système technique MI.*** L'activité didactique s'organise en cours de l'action et aboutit à un échange verbal collectif auquel participe le formateur F1 et trois apprenants (LOR, HUB et SEB) :

Schéma 10. Organisation observée de l'activité du groupe pour la séquence 2 (formation D)



Cette fois, c'est la construction de représentations du système technique MI et de son apprentissage qui sont en jeu : la séquence 2 aborde la caractérisation du système technique MI au regard des autres systèmes techniques. Trois points de vue sont soulevés :

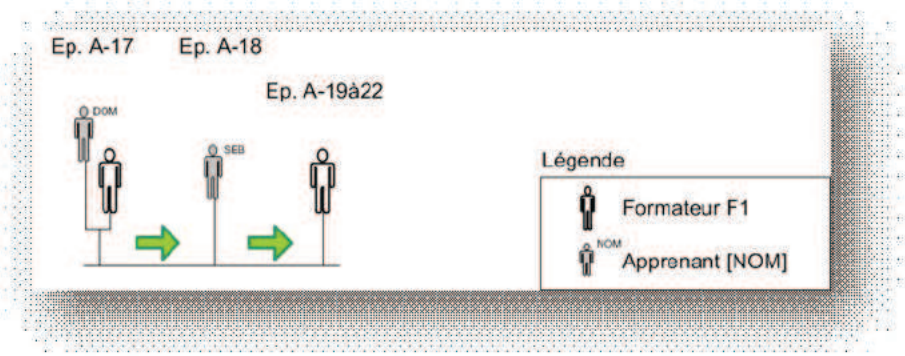
- ergonomique : *c'est moins complexe, moins de menus et tout est sous la main, c'est pas mal… du point de vue de l'ergonomie…,*
- didactique : *plus simple à utiliser en cours que d'autres solutions…*
- professionnel : *un très bon outil, il est pas mal, a été choisi par le Ministère, beaucoup de DIREN* (l'utilisent).

La caractérisation du système technique MI prend un caractère *général*, les propositions avancées ne s'appuyant pas sur des éléments fonctionnels concrets. Comme le souligne le formateur F1 (min. A-14), il s'agit d'une caractérisation *subjective*, issue de points de vue personnels, plus ou moins documentés et plus ou moins induits par les expériences passées.

4.1.3. SEQUENCE 3

La séquence 3 est une situation de ***caractérisation*** collective ***de l'instrument SIG***. La séquence est introduite par l'apprenant DOM qui soumet au groupe sa définition du SIG. L'activité verbale à destination du groupe est caractérisée par la participation des apprenants DOM et SEB et celle du formateur F1. Celle-ci se déroule de la manière suivante :

Schéma 11. Organisation observée de l'activité du groupe pour la séquence 3 (formation D)

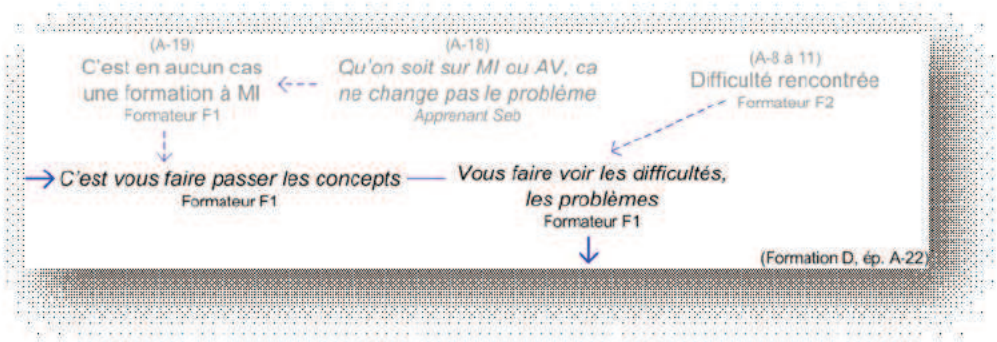


La séquence ***ramène en discussion un thème plus ancien***, celui de la définition du SIG. L'apprenant DOM intervient pour livrer au groupe sa représentation du SIG, une représentation qu'il s'est construite par expérience, avant la formation, et qui se retrouve interrogée par les définitions énoncées par le formateur F2 lors de la séquence de cours « Le SIG ». L'apprenant SEB intervient également, pour livrer au groupe sa représentation de l'apprentissage du SIG. Le formateur F1 intervient également pour rappeler les objectifs de la formation et pour ***préparer les apprenants à rencontrer***, en cours d'apprentissage, ***des difficultés techniques*** et des erreurs :

> **F1 :** *Si vous voulez ça* (une formation à MI) *il faut aller voir les vendeurs. Ils vont vous montrer des fonctions qui marchent à tous les coups, qui sont formidables. Mais surtout pas les défauts. Nous, on ne va pas faire ça…*

La définition livrée par DOM fait émerger une représentation du SIG qui n'est pas validée par le formateur F1 (ép. A-17). C'est ensuite le tour de l'apprenant SEB de parler de la manière dont il se représente l'apprentissage du SIG (ép. A-18) et sa représentation s'avère conforme aux objectifs de la formation. S'il n'intervient pas directement sur la représentation de l'apprenant DOM, qu'il ne considère pas comme étant conforme aux objectifs de la formation, le formateur F1 insiste en revanche fortement sur la conformité de la représentation de l'apprenant SEB (ép. A-18). Cela lui permet de se rassurer lui-même, de rassurer l'apprenant SEB, ainsi les autres apprenants qui pourraient s'identifier à lui. De plus, comme le montre le schéma suivant, en s'appuyant sur la proposition de l'apprenant SEB au sujet de l'apprentissage du SIG (ép. A-18), le formateur réitère des propos déjà tenus (évoqués ou démontrées : A-8 à 11). Mais cette fois, les propos prennent une dimension plus globale : quel que soit le système technique utilisé, une partie des difficultés que les personnes auront à affronter (*quelles sont les questions qu'il faut se poser*) seront les mêmes (*il y aura toujours ce problème de projection*) :

Schéma 12. Modélisation des références à des propos antérieurs (formation D, séquence 3)



Dans la suite de la formation, nombreuses seront les interventions des apprenants sur des thèmes plus anciens, ce qui montre qu'un temps de maturation est nécessaire avant que les apprenants souhaitent avoir plus de précisions sur un thème donné. Cela montre également que cette maturation peut se faire en parallèle avec des nouvelles acquisitions, car l'activité de formation est riche et ne laisse que peu de temps aux apprenants pour la réflexion.

Enfin, en s'appuyant sur les propos de SEB, le formateur F1 saisit également l'occasion de rappeler les objectifs de la formation (ép. A-19 à 22) :

- la construction des concepts SIG : *c'est surtout vous faire passer les concepts,*
- la mise en situation de confrontation avec les problèmes potentiels : *et vous faire voir quelles sont les difficultés pour passer par exemple d'un état de la donnée à un autre ou pour croiser l'information entre deux couches,*
- les questions qu'il semble important de se poser en utilisant un système technique SIG : *quelles sont les questions qu'il faut se poser, les problèmes de projection…*

Le formateur F1 définit ainsi une formation à la fois généralisable : *on verra ça sous MI… ça sera sensiblement différent chez d'autres* (avec d'autres logiciels) et construite autour des situations et difficultés professionnelles identifiées par les formateurs : *mais il y aura toujours ce problème de projection.*

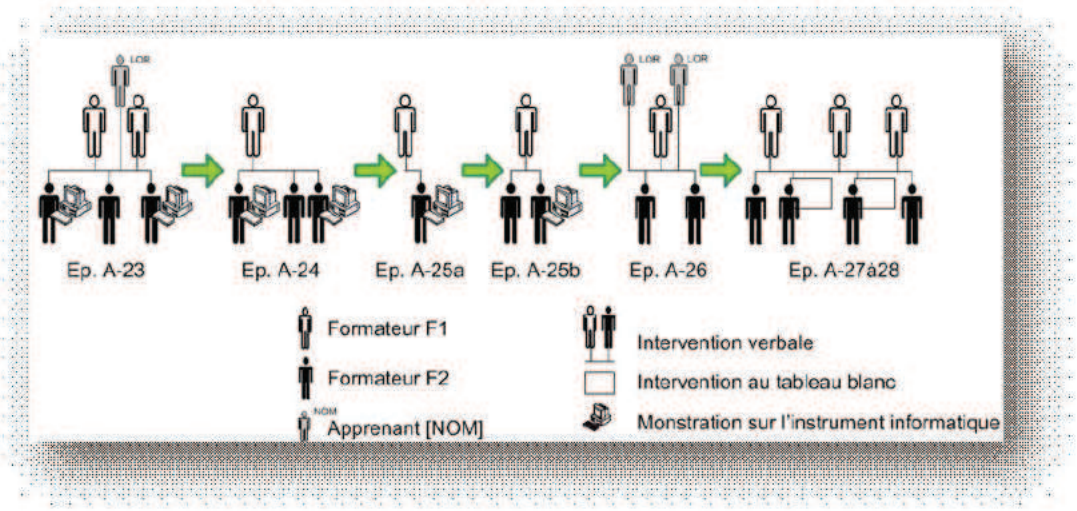
4.1.4. SEQUENCE 4

Lors de la séquence 4, le formateur F2 poursuit la découverte du fonctionnement du système technique par un nouvel aspect : le ***fonctionnement des couches de données spécifiques à MI***. Ensuite, la distinction entre les notions de « couche » et « fichier » est abordée.

En accompagnant ses propos par la monstration sur l'ordinateur, le formateur F2 aborde également des aspects de conception du SIG : la structure informatique d'une couche de

données. Comme le montre le Schéma 13, le formateur F1 se joint à l'intervention de son collègue pour compléter les propos de celui-ci ; l'intervention didactique prend ainsi la forme d'une assertion à deux voix. Comme pour la séquence 1, le formateur F2 illustre des aspects énoncés, cette fois à partir du système informatique (non spécifique au SIG). Enfin, comme l'apprenant LOR intervient à plusieurs reprises pour demander des éléments qui semblent lui manquer pour la compréhension des aspects évoqués par les formateurs :

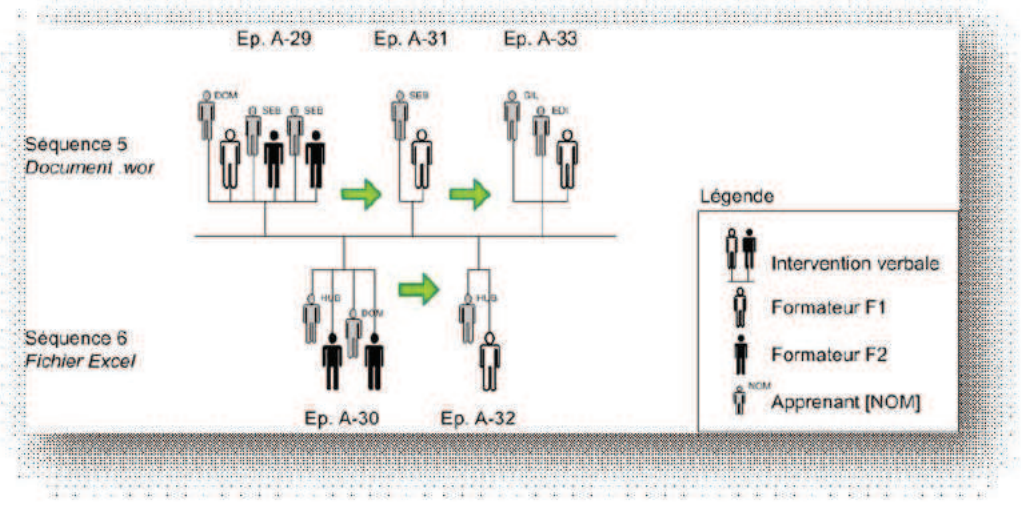
Schéma 13. Organisation observée de l'activité du groupe pour la séquence 4 (formation D)



4.1.5. SEQUENCES 5 ET 6

Les séquences 5 et 6 traitent deux thèmes distincts, celui du *document .wor* (séquence 5) et celui du *fichier Excel* (séquence 6) :

Schéma 14. Organisation observée de l'activité du groupe pour les séquences 5 et 6 (formation D)



Ces séquences sont introduites par les apprenants. Ceux-ci tentent de ***se représenter des aspects abordés lors de la formation***, en les référant à leur système de connaissances, représentations et situations de travail connues. L'activité observable est uniquement verbale et caractérisée par la participation active des apprenants, qui lui impriment la forme générale d'échanges (questions-réponses) avec les formateurs. L'activité du groupe prend ainsi une forme chaotique, caractérisée par des allers et retours entre les deux thèmes. L'enchevêtrement des épisodes est dû au fait que les apprenants reviennent sur le thème souhaité tant qu'ils sont insatisfaits de la réponse obtenue de la part des formateurs.

La séquence 5 est introduite par l'apprenant DOM, soucieux des ***conséquences pratiques des éléments introduits par les formateurs*** lors de la séquence précédente mais également préoccupé par la ***simplification des tâches professionnelles***. Il prend la parole pour aborder un aspect qui a soulevé lors de la séquence 4 sans avoir été traité en détail, celui de la possibilité de transfert des données entre professionnels :

> **DOM** : *il n'y a pas une commande pour regrouper tout ça ?* (séquence 5)

L'activité verbale prend la forme d'une controverse entre les apprenants et les formateurs, lorsque l'apprenant SEB remet en question le contenu propositionnel du formateur F1. F1 tente de répondre à la sollicitation de l'apprenant DOM, mais introduit involontairement une confusion d'ordre technique : il évoque un nouvel élément, le « document .wor », qu'il refuse pourtant de traiter (ép. A-33) qui est aussitôt pointée par SEB.

La fonction formative des formateurs se retrouve ainsi déstabilisée. Suite à l'incident créé, le formateur F2 se joint à son collègue et ensemble ils tentent plus de défendre leur place dans le système formatif que de satisfaire les demandes liées à l'apprentissage des personnes.

La séquence 6 est introduite par l'apprenant HUB qui avance dans l'apprentissage en ***rattachant des aspects traités précédemment par les formateurs*** (le fichier .dat qui entre dans la composition d'une couche MI) ***à des situations connues***. Il aborde ainsi un aspect technique qui semble le préoccuper : le fonctionnement du système technique MI lors d'une opération précise, *l'ouverture d'un fichier Excel*.

Les précisions apportées par le formateur F2 ne satisfont pas les apprenants. Cette remise en question déstabilise le formateur F2, qui étant engagé dans deux thèmes en parallèle, se retrouve « coincé » entre deux buts qui s'opposent : celui d'aborder le fonctionnement technique du système afin de répondre à l'apprenant HUB (séquence 6) et celui de l'aborder l'opérativité de ce même système, que recherche DOM (séquence 5).

4.1.6. SEQUENCE 7

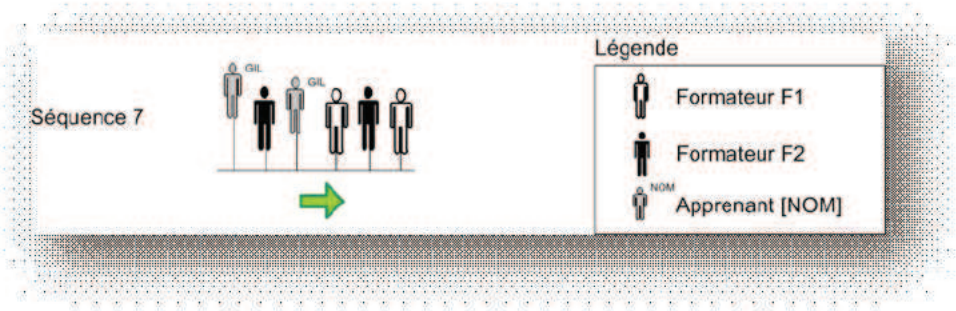
Les séquences 7 et 8 ***abordent un thème plus ancien***, celui des données SIG, thème qui a déjà été longuement traité lors de la séquence de cours *Le SIG*, mais qui va revenir souvent lors de la formation D.

La séquence 7 témoigne d'une ***préoccupation des apprenants*** pour ***récupérer des données SIG*** afin de les réutiliser dans le cadre du travail. Après DOM lors de la séquence de cours *Le SIG*, GIL se montre également préoccupé par cet aspect. Cela traduit la difficulté de se procurer des données SIG en milieu professionnel :

> **GIL** *: j'avais une question sur la carte que vous avez ouverte, la carte de la France avec les limites administratives…est-ce qu'il existe ce travail déjà fait, qu'on n'ait pas à faire le géoréférencement… ?*
> **F2** : (…) *attention à la précision…*
> **F1** *: et encore, c'est pas très rigoureux…*
> **F2** *: c'est un jeu de données pédagogique*
> **F1** *: d'apprentissage ; tout ce qui est gratuit ça ne vaut pas grande chose.*

Comme le montre le schéma suivant, les formateurs interviennent de manière alternée pour répondre à la question de l'apprenant GIL sur la possibilité de récupérer des données SIG :

Schéma 15. Organisation observée de l'activité du groupe pour la séquence 7 (formation D)



Les formateurs interprètent la question de GIL comme une demande de reprendre les données utilisées lors de la formation et exploitant l'imprévu introduit par la question de l'apprenant GIL pour fournir au groupe des éléments permettant de construire une règle d'action à appliquer en situation de travail : évaluer systématiquement la qualité des données.

4.1.7. SEQUENCE 8

Avec la séquence 8, nous revenons sur des séquences assurées intégralement par un formateur. Cette fois il s'agit du formateur F1, qui formule l'intention de préciser des termes qui se sont retrouvés mobilisés par les apprenants lors de la séquence précédente :

> **F1** *: on est tout de suite parties sur des histoires de vecteurs, de polygones… peut-être que ça ne parle pas à tout le monde.*

Le formateur F1 aborde des aspects techniques SIG, mais il s'éloigne du fonctionnement du système technique MI pour se dédier à la ***désignation et la caractérisation des données SIG***. Il ramène les apprenants sur le terrain de la conception des données, thème qui n'est pas nouveau pour eux ; il a été initié par le formateur F2 lors de la séquence de cours *Le SIG*.

Le formateur F1 avance également sur le terrain des concepts scientifiques à fonction pragmatique en tentant de déclencher chez les apprenants la distinction entre les deux formes de données SIG, « raster » et « vecteur ». Cette distinction sera ensuite mobilisée dans l'action, lorsque les apprenants vont réaliser des tâches en utilisant le système technique MI et notamment l'action appelée *Calage*.

4.2. ACTIVITE DES FORMATEURS

Les traces d'apprentissage relevées montrent que l'organisation spontanée de l'intervention formative produit une efficacité des situations didactiques qui est partagée. A plusieurs moments, les formateurs introduisent eux-mêmes des difficultés pour l'apprentissage ou n'arrivent pas à dépasser les obstacles qui se présentent à eux.

Nous déclinerons l'activité formative observée en quatre axes :

- l'animation et la co-animation par les formateurs,
- la gestion des imprévus didactiques,
- l'ouverture de la transparence opérative comme modalité didactique,
- autres modalités didactiques.

Nous discuterons également les effets observés sur l'apprentissage.

4.2.1. LA CO-ANIMATION ET SES EFFETS SUR L'APPRENTISSAGE

Pendant que l'un des formateurs assure une intervention didactique, le deuxième formateur est présent dans la salle et prêt à intervenir. Nous analysons maintenant les situations dans lesquelles la co-animation s'active et les effets observés en termes d'apprentissage.

Les situations de co-animation qu'on pourrait appeler idéales ou classiques, sont rares. Nous pensons ici aux situations dans lesquelles les propos des deux formateurs se complètent,

faisant avancer la situation didactique dans une direction unanimement souhaitée, ou encore à celles dont la distribution des tâches entre les formateurs est explicite. Or, ce type de situations est observé uniquement lors de la séquence 4. Le reste du temps, la co-animation s'active quand une situation critique est repérée. Lors de cette partie de la formation, nous identifions deux types de situations didactiques critiques : des incidents techniques (séquence 1) et la déstabilisation (séquences 3 et 5) voire la mise en danger de la fonction didactique d'un formateur par l'un des apprenants (séquence 6).

La co-animation et le partage des rôles des formateurs

Nous assistons lors de la séquence 4 à la mise en place d'une co-animation caractérisée par le partage des rôles qui pourrait paraître idéal pour l'apprentissage :

- le formateur F2 est celui qui imprime la direction générale de l'activité. Il se situe aux commandes du poste de travail et réalise la monstration des propos tenus,
- le formateur F1 intervient pour compléter les propos de son collègue.

Toutefois, si cette organisation présente des avantages, nous allons voir maintenant qu'elle a également ses limites : les formateurs introduisent eux-mêmes des imprévus didactiques en livrant aux apprenants des propos qui prêtent à confusion.

La co-animation s'active spontanément lorsque la fonction formative est mise en danger

Lors de la séquence 1, le formateur F2, qui agit seul, fait appel au système technique avec l'intention de faire une démonstration des propos tenus. Il ***rencontre cependant un incident technique qui l'empêche de continuer*** : *il me l'a ouvert de nouveau… Ben, il ne l'a pas ouvert…* (ép. A-8 à 11).

Dès que le formateur F2 déclare l'incident, la co-animation se mobilise pour tenter de faire face à l'imprévu auquel le formateur F2 est confronté. C'est ainsi que le formateur F1 propose à son collègue une solution potentielle. Cette solution s'avère d'une part déjà essayée par le formateur F2 et d'autre part, inefficace :

> **F1** *: il faut que tu l'ajoutes*
> **F2** *: je l'ai ajouté mais il n'a pas…*

Du point de vue didactique, nous faisons ici deux constats :

- Premier constat. Le formateur F2 avance dans l'action didactique en réalisant une opération de contrôle de l'action par confrontation des résultats attendus avec les résultats obtenus. Tout au long des formations A et D, cette modalité sera largement utilisée par les formateurs F1 et F2, pour lesquels les tâches didactiques ne sont pas nouvelles et donc l'anticipation des résultats est aisée.

- Deuxième constat. Chaque formateur semble détenir un répertoire de pannes possibles et de manières d'y remédier. Cette fois, les deux formateurs ont diagnostiqué le même dysfonctionnement et lui ont associé la même action de remédiation, *ajouter la couche*. Mais chacun des formateurs fait référence à une source d'erreur différente : dans sa posture d'observateur, le formateur F1 diagnostique une erreur humaine, pendant que le formateur F2, acteur de l'action, accuse une erreur du système technique. Est-ce que le formateur F2 se considère maître de ses actions et estime avoir correctement appliqué la procédure adéquate, ou bien tente-t-il de défendre sa position de professionnel expérimenté, potentiellement affaiblie par l'apparition de l'incident ?

La valeur formative de l'épisode est faible et la situation didactique se trouve dans une impasse évidente. Cela incite l'apprenant SEB à intervenir pour y mettre fin, en disculpant le formateur F2. Mais le formateur F2 écarte la possibilité que l'apprenant SEB lui offre d'abandonner l'intervention sans danger pour son image. Le formateur F2 choisit de reprendre, devant le groupe, la recherche d'une solution. Cela nous laisse penser qu'il a la certitude de pouvoir trouver la solution recherchée, ce qui s'avère finalement être le cas. Toutefois, une question reste ouverte : est-ce que la décision du formateur de continuer est prise dans un souci de qualité de l'apprentissage ou bien afin de défendre sa place en (se) prouvant que ses compétences en SIG sont opérationnelles ?

Lors de la séquence 5, la co-animation se manifeste lorsque la fonction formative se retrouve ***déstabilisée par la remise en question de l'apprenant SEB des propos du formateur F1*** (ép. A-29). Dans ces conditions, le formateur F2 intervient et s'attaque à son tour à la pertinence des faits évoqués par l'apprenant. Le formateur F2 explique ainsi au groupe que la situation évoquée par l'apprenant SEB est caractéristique pour un système technique SIG différent de MI mais n'est pas, selon lui, souhaitable :

> **F2 :** *on retrouve ça dans GC, un autre logiciel, qui lui, raisonne au niveau de la carte. Par contre, ce qu'il n'est pas bien sous GC, tout est encapsulé dans une carte. Toutes les données sont là, mais si on veut extraire quelque chose, s'il n'y a qu'une thématique qui nous intéresse… on ne peut pas.*

Lors de la séquence 6 également, la co-animation s'active lorsque le formateur F2 se retrouve déstabilisé par l'intervention de l'apprenant DOM et s'engage, en utilisant un langage technique, dans une action de justification de sa proposition antérieure.

Le formateur F1 intervient lorsque la situation didactique n'avance plus, mais n'apporte pas plus à la situation didactique : non seulement il ne répond pas à la question de l'apprenant, mais il instaure un doute sur l'objet traité : *ça dépend…* et se lance ensuite dans une explication technique très élaborée.

La co-animation comme moyen de diversification des possibilités pour les apprenants

Nous allons voir maintenant ce que la co-intervention alternée des deux formateurs apporte à la situation didactique par ce qu'elle met à disposition des apprenants d'avantage d'éléments, des éléments complémentaires, des formulations différentes de la même notion. Elle ouvre ainsi aux apprenants la possibilité de s'accrocher aux éléments qui correspondent le plus à leur compréhension. Cette fois, ce que l'**apprenant LOR** retient parmi les éléments livrés par la situation didactique co-animée, est un élément qui le renvoie à une situation professionnelle connue pour tenter la construction d'un nouveau concept par analogie.

Ainsi, dans l'épisode A-25b, chacun des deux formateurs intervient en apportant des éléments pour la construction par les apprenants du concept de « fichier dat » :

> ***F2*** : *Qu'est-ce que ça peut être, dat ? Data, des données. Probablement la partie informations.*
> ***F1*** *: la table*.

La proposition du formateur F2 est plus étoffée, plus précise techniquement. La proposition du formateur F1 est très réduite. Cependant, lorsque l'apprenant LOR formule pour validation la proposition interrogative suivante : *est-ce que ce fichier de données est similaire à un fichier table d'Access ?*, ce n'est pas l'explication la plus élaborée et la plus conforme techniquement qui est retenue et mobilisée par celui-ci.

La suite de la séquence (ép. A-26) nous permet d'observer que si la proposition la plus réduite suscite une réaction de la part de l'apprenant, c'est parce que celle-ci le renvoie à une situation professionnelle connue – l'utilisation du logiciel de bases de données Access – et à un concept déjà existant chez lui, le concept de « *fichier table d'Access* ». C'est sur cette base conceptuelle existante que le nouveau concept de « fichier dat » semble s'installer chez l'apprenant.

Lorsque la co-animation introduit des éléments qui s'opposent, cela ne constitue pas nécessairement un obstacle à l'apprentissage

La co-animation spontanée peut également livrer aux apprenants des éléments contradictoires ou incompatibles les uns aux autres. Nous allons voir qu'une telle situation ne constitue un obstacle potentiel pour l'apprentissage qu'à partir du moment où les apprenants intègrent et traitent les éléments qui s'affrontent. Cette fois seul l'un des éléments est pris en considération par un apprenant et exploité pour avancer dans l'apprentissage :

Le formateur F1 intervient (ép. A-25b) pour faire un rapprochement entre le terme « fichier dat » et celui de « table » :

> **F1** : (dat est) *la table* (1).

Sa proposition vient à l'encontre d'une proposition tenue pour vraie par son collègue et déjà livrée aux apprenants (ép. A-24) :

F2 *: tab de table… une couche sous MI s'appelle une table* (2)

Ainsi, deux propositions – les deux sont vraies de point de vue technique – sont livrées aux apprenants :

Par le formateur F1 : Dat = table (1)
Par le formateur F2 : Tab = table (2)

Or, le formateur F2 précise également que chaque type de fichier contient des informations différentes, ce qui amène à la proposition suivante :

Dat ≠ Tab (3)

Selon les règles de logique naturelle (GRIZE, 1998), les propositions respectives des deux formateurs s'affrontent. Cela pourrait constituer un obstacle pour la construction, par les apprenants, de représentations efficaces des fichiers tab et dat, ainsi que du fonctionnement du système technique MI. Toutefois, les apprenants ne se montrent pas déstabilisés, bien au contraire. Non seulement le contenu propositionnel de la proposition du formateur F1 (1) n'est pas perçu comme un obstacle (épistémologique) par l'apprenant LOR, mais est mobilisé par celui-ci dans la construction d'une représentation du fichier dat (ép. A-26).

L'action de remédiation co-animée : un nouvel obstacle pour l'apprenant LOR

Nous pouvons constater que l'action de remédiation mise en place par les formateurs suite à l'identification des effets non désirés de leur action pédagogique, n'est pas toujours efficace.

La proposition interrogative formulée par l'**apprenant LOR** ép. A-26 (*est-ce que ce fichier de données est similaire à un fichier table d'Access ?*) reçoit de la part des formateurs deux réponses distinctes. Pendant que le formateur F2 formule un refus partiel de la proposition de l'apprenant (*pas tout à fait*), le formateur F1 l'accepte sous condition (*mais c'est la table de MI*).

L'écart – quoi que plus sur la forme que sur le fond – entre les deux réponses pourrait constituer un obstacle pour l'apprenant LOR et aussi pour les autres apprenants. Et en effet, la suite de l'activité verbale de l'apprenant LOR montre qu'aucune des deux interventions des formateurs ne satisfait sa demande. L'apprenant poursuit sa demande d'aide d'une manière différente, encore plus proche de l'action : il demande confirmation de la possibilité pour MI de prendre en charge une tâche professionnelle précise (*mais je suppose qu'on peut faire des requêtes dessus*). Cette fois encore, l'apprenant reçoit une réponse vague, avant que le formateur F2 entame une nouvelle action formative et nous pouvons conclure à l'échec de la demande de l'apprenant.

4.2.2. L'ANIMATION PAR UN FORMATEUR

Toutefois, une partie de l'activité didactique est assurée par un seul formateur.

Quand le **formateur F2** intervient seul, il le fait avec l'intention d'apporter aux apprenants des éléments pour la construction de représentations fonctionnelles du système technique (séquence 1, éps. A-1 à 7). Il rentre souvent dans des détails d'une technicité élevée au point de se retrouver en limite de ses compétences (séquence 1, ép. A-8 à 11).

Le **formateur F1** ne suit pas son collègue sur le terrain du fonctionnement du système technique. Il prend en revanche en charge les interventions qui lui permettent d'entrer sur le terrain des situations professionnelles. Ainsi, son récit est riche en références à des usages du système technique et à des situations professionnelles potentielles. Aussi, qu'il s'agisse du SIG, de son apprentissage ou du système technique MI, le formateur F1 propose aux apprenants des caractérisations, qui restent toutefois à un niveau général (séquence 3).

Le formateur F1 évite d'aborder des aspects techniques. Ainsi, quand il intervient pour aider son collègue à apporter une réponse à la question d'un apprenant, F1 quitte le registre technique dans lequel le formateur F2 s'était engagé et entre sur le terrain professionnel pour évoquer une situation de travail (séquence 6). Toutefois, en choisissant de prendre en charge certaines actions pédagogiques requises par l'intervention des apprenants, le formateur F1 est contraint de rester sur le terrain de la technique. A ces moments, l'efficacité de son intervention peut être interrogée. Premièrement, parce que ses propos sont imprécis ou restent à un niveau général (séquence 3). Deuxièmement, parce qu'il énonce des propositions qui vont à l'encontre des propos portés antérieurement par son collègue (séquence 4). Troisièmement, parce que son intervention change la direction de l'action pédagogique en cours, ce qui déstabilise les apprenants (séquence 4, séquence 5).

Nous allons voir maintenant que même en intervenant seuls, les formateurs peuvent être confrontés à des situations imprévues.

4.2.3. LA GESTION DES IMPREVUS PAR LES FORMATEURS ET LES EFFETS SUR L'APPRENTISSAGE

Nous passons maintenant à l'analyse des imprévus didactiques. Nous allons regarder la manière dont ceux-ci sont introduits, leurs effets sur l'apprentissage ainsi que la manière dont ceux-ci sont dépassés par les formateurs.

Le formateur F1 gère seul un événement imprévu à risque

Lors de la séquence 2, nous observons que face à un imprévu didactique introduit par l'apprenant LOR, la co-animation ne s'active pas. Nous allons traiter deux aspects :

- la manière dont le formateur F1 gère seul une situation que lui-même déclenche et qui s'avère être à risque pour la fonction didactique du système formateur,
- la manière dont la discussion initiée par le formateur F1 fait ressortir pour les apprenants qui participent activement (HUB, SEB et LOR) des traces d'un processus engagé de construction des représentations du logiciel SIG « MI ». L'intervention des apprenants témoigne de la présence, chez ceux-ci, de représentations plus ou moins évoluées.

En prenant la parole, le formateur F1 soutient la thèse de la simplicité d'utilisation du système technique MI pour l'apprentissage du SIG. Cette proposition interroge probablement la représentation que l'apprenant LOR s'est construite avant la formation, car déstabilisé, LOR introduit un incident pédagogique : il remet en question, devant le groupe, la proposition du formateur :

> **F1** *: de point de vue pédagogique, c'est plus simple à utiliser en cours que d'autres solutions.*
> **LOR** *: il parait que AV aussi, il est plus aisé, plus intuitif*
> **F1** *: ou les vendeurs sont meilleurs* (rires). *Après c'est très subjectif… moi j'ai commencé avec MI est c'est vrai que je trouve, en voyant les autres, que c'est pas mal*.

Le formateur F1 perçoit l'événement comme un incident que PERRENOUD (1999 p.130) appelle *à risque* : un risque pour la vérité de ses propositions et donc pour son intervention formative. Cela déclenche chez le formateur F1 une réaction de défense et de justification. Le formateur F1 écarte d'abord la proposition de l'apprenant, en l'invalidant : *ou les vendeurs sont meilleurs*. Il se justifie ensuite en renvoyant à la fois à la subjectivité des propositions recueillies par les apprenants en dehors de la formation et à sa propre expertise technique de laquelle le formateur se sert pour valider ses propositions : *je trouve, en voyant les autres, que c'est pas mal.* Toutefois, le formateur finit par admettre une possible subjectivité de son propre point de vue : ayant commencé par utiliser MI (*moi j'ai commencé avec MI*), ses schèmes d'action SIG sont développés à partir de ce système technique, ce qui l'amène à manipuler MI plus aisément que les autres logiciels.

Le formateur F1 se retrouve déstabilisé par un imprévu, pourtant relatif, introduit par l'apprenant DOM

Lors de la séquence 3, nous observons que les formateurs peuvent se trouver déstabilisés par des situations qu'ils ont pourtant anticipées, mais qui interviennent à des moments

inattendus. Nous observons également que la co-animation ne s'active pas quand il s'agit d'un imprévu considéré comme relatif.

L'apprenant DOM intervient pour soumettre collectivement sa représentation du SIG, une représentation construite et finalisée antérieurement à la formation :

> **DOM** *: j'ai vu qu'on avait donné des définitions SIG tout à l'heure mais j'ai pas retrouvé la mienne…Je trouve que quand je suis dans un système qui permet de faire un mille feuilles de calques (…) et en plus je peux rajouter des couches d'objets vectoriels et (…), moi je suis déjà dans le SIG…*

La représentation du SIG de l'apprenant n'intègre pas les éléments livrés à cet effet lors de la séquence de cours « Le SIG », malgré le fait que le thème a été longuement traité par le formateur F2. Toutefois, même si la représentation initiale de l'apprenant se montre résistante, les éléments livrés lors du cours « Le SIG » amènent à un ***conflit sociocognitif*** (CHAUTARD et HUBER 1999) que l'apprenant DOM, n'arrive pas à résoudre seul et le soumet au groupe pour résolution.

A son tour, le formateur F1 se retrouve déstabilisé par cet imprévu qui semble *inédit* pour lui. Le formateur n'a pas de réponse toute prête et ne tente pas d'en construire une sur le moment. Il préfère engager l'apprenant DOM et le groupe dans une direction différente :

> **F1** *: la limite entre le SIG et la cartographie est mouvante.*

Cette fois également, le formateur F1 est contraint de se débrouiller seul, car la co-animation ne s'active pas pour lui venir en aide lorsqu'il se retrouve déstabilisé par un imprévu relatif, introduit par un apprenant qui remet en question des propos antérieurs des formateurs, propos qui interrogent à posteriori les représentations de l'apprenant. Nous constatons ainsi qu'en intervenant à un moment de la formation où les formateurs ne peuvent ou ne souhaitent pas traiter certains aspects, des imprévus relatifs peuvent déstabiliser les formateurs.

Pour quelle raison le formateur F1 n'intervient-il pas pour réorienter la représentation de l'apprenant dans la direction souhaitée ? Est-ce que le formateur 1/ménage l'apprenant, 2/se ménage lui-même en évitant de se mettre dans une situation à risque ou bien 3/ne se sent pas en droit d'intervenir, dans la mesure où les aspects concernant la définition du SIG ont été, lors du cours « Le SIG », pris en charge par son collègue ?

Sur l'intention du formateur F1, nous pouvons formuler deux hypothèses en termes de situations :

- La première hypothèse est que le formateur identifie l'imprévu comme étant *à risque* pour lui et tente de dépasser la situation par digression. Il formule ainsi une réponse très indirectement liée aux préoccupations de DOM mais qui oriente les apprenants vers une

préoccupation qui, lors du cours Le SIG est apparue comme fondamentale pour l'action instrumentée : arriver à identifier la limite entre la cartographie et le SIG.

- La deuxième hypothèse est construite à l'aide de l'expert SIG, qui nous facilite une interprétation plus élaborée des propos du formateur F1. Il apparait ainsi que, sans s'attaquer à la représentation de l'apprenant, le formateur F1 pose un diagnostic sur celle-ci : la définition donnée par l'apprenant DOM s'approche plus de la cartographie que du SIG. Dans ce cas, l'intervention du formateur attire l'attention des apprenants sur le risque de se construire une représentation du SIG réduite à une partie de possibilités de l'instrument.

Un détour par la formation A, qui a eu lieu trois ans avant, nous permet de montrer qu'il ne s'agit pas ici d'un *imprévu inédit* pour le système formateur. En effet, lors de la formation A, le formateur F2 semble anticiper la possibilité de construction par les apprenants de représentations du SIG réduites à « une superposition de cartes », comme celle de l'apprenant DOM et tente de l'empêcher par une intervention didactique : « *une superposition de cartes n'est pas forcément un SIG* ». Or, lors de la formation D, le formateur F2 n'assure plus cette démarche et l'événement qui a été anticipé pour la formation A, cette fois se produit. Cela montre que l'inquiétude du formateur F2, lors de la formation A, au regard de la construction par les apprenants de représentations du SIG réduites ou fonctionnellement déformées par des situations, tâches ou usages potentiels recueillis dans le cadre du monde professionnel qu'ils fréquentent, s'avère justifiée. Et quand cet imprévu arrive lors de la formation D – il s'agit donc d'un imprévu relatif – le formateur F1 n'est pas préparé pour lui faire face.

Imprévu à risques multiples pour les formateurs

Lors de la séquence 5, nous faisons plusieurs observations :

- introduit par un apprenant, un imprévu d'ordre général, à première vue relatif, peut devenir à risque pour la fonction formative,
- le risque de cet imprévu n'est pas introduit, comme c'est souvent le cas, par l'intervention initiale, mais par l'action pédagogique que cette intervention déclenche,
- les propos des deux formateurs n'arrivent à assurer ni la transparence du système technique, ni les conditions de l'opérativité de la représentation censée se construire chez les apprenants. Les propos des formateurs restant difficilement compréhensibles en raison de leur degré élevé de technicité, nous pouvons affirmer que l'efficacité didactique est réduite par la technicité des propos,
- quand il s'agit de thèmes qu'ils connaissent, les apprenants n'acceptent pas que la réponse soit reportée à plus tard,

- autorisés à s'exprimer librement sur un terrain qui leur est connu, les apprenants n'hésitent pas à s'attaquer frontalement à la fonction formative,
- le danger pour la situation didactique étant imminent, la co-animation s'active, aussi bien pour rétablir la valeur didactique de la situation, que pour défendre la fonction formative affaiblie,
- ne pouvant pas s'attaquer à la pertinence de l'argumentaire de l'apprenant, les formateurs tentent de remettre en question la pertinence de la demande initiale,
- les situations conflictuelles portant sur des aspects techniques semblent affecter moins les apprenants novices, qui arrivent à les dépasser et suivre l'apprentissage.

L'imprévu général est introduit par l'apprenant DOM. La question qu'il pose en prenant la parole semble pertinente : préoccupé par la simplification des tâches futures, celui-ci tente d'obtenir la procédure permettant d'automatiser une opération que le formateur F1 vient de décrire comme étant manuelle. L'apprenant se représente l'existence de cette possibilité pour MI par analogie avec d'autres systèmes techniques SIG que lors du tour de table il déclare connaître. Dans sa tentative de réponse, le formateur F1 introduit la notion de *document .wor*.

La situation didactique devient à risque quand la réponse formulée par le formateur F1 à la question de l'apprenant DOM, qui ne semble pas convenir à l'apprenant SEB, est invalidée ouvertement par celui-ci. SEB laisse entendre que la solution proposée par le formateur n'est pas efficace pour la situation évoquée par l'apprenant DOM. Ainsi, la question qui se pose ici est celle des intentions, à la fois du formateur F1 au moment de formuler sa réponse et de l'apprenant SEB, qui choisit d'affronter le formateur.

Concernant le formateur F1, nous proposons trois situations possibles :

- Première situation. La maîtrise du formateur concernant le thème abordé est insuffisante, mais afin de défendre sa place dans le système didactique, le formateur considère devoir apporter une réponse à la sollicitation de l'apprenant DOM. Cette hypothèse va s'infirmer par la suite (ép. A-31).

- Deuxième situation. Le formateur a interprété la question de l'apprenant DOM d'une manière différente de l'apprenant SEB et la réponse qu'il propose ne satisfait pas ce dernier. Il se trouve que SEB a une représentation évoluée de l'objet document .wor et de sa fonction, ce qui amène l'apprenant SEB à s'autoriser une confrontation directe avec le formateur F1. En affirmant ses connaissances, SEB construit un argumentaire élaboré et valide (selon l'expert SIG), qui met le formateur F1 dans une situation critique.

- Troisième situation. Le formateur considère la solution demandée comme étant trop élaborée pour ce stade de l'apprentissage, raison pour laquelle il a tenté une réponse alternative. Des éléments trouvés en fin de séquence semblent soutenir cette hypothèse.

Quant à l'apprenant SEB, une première intention – mais pas la seule – que nous avons déjà identifiée chez SEB (ép. A-18, séquence 3) est d'affirmer ses connaissances devant le groupe. Mais cette fois, SEB semble avoir invalidé la solution proposée par le formateur F1 dans l'intention de susciter une nouvelle proposition, plus opérative (ép. A-29). La fin de la séquence (ép. A-29) nous permet d'observer comment la co-animation s'active. Pour dépasser l'imprévu tout en « réhabilitant » le formateur F1 défié dans sa fonction formative, le formateur F2 s'attaque à la pertinence de la demande de l'apprenant DOM.

Parmi les sources d'imprévus que CHAUTARD et HUBER (1999) identifient et qui *« font événement et peuvent poser problème à l'enseignant »,* se trouvent les deux suivantes : 1/une réponse inexacte ou inattendue de la part des élèves et 2/ une initiative d'un élève qui introduit un élément nouveau en opposition avec le point de vue de l'enseignant.

Dans la situation analysée, les rôles semblent inversés : malgré les tentatives des deux formateurs de garder la face et la main sur l'activité d'apprentissage, nous pouvons nous demander qui, en réalité, forme et qui apprend. Car c'est bien l'intervention du formateur F1 qui 1/ fait événement pour l'apprenant SEB et 2/ crée une situation à risque à la fois pour le formateur même et pour l'apprentissage. En réitérant la demande de l'apprenant DOM, SEB montre : 1/ que son intervention précédente n'a pas déclenché de la part des formateurs la réaction souhaitée et 2/ n'accepte pas que le thème soit clôt sans qu'une solution acceptable soit proposée par les formateurs. SEB rejoint ainsi les préoccupations de son collègue DOM : trouver des solutions faciles aux problèmes professionnels identifiés.

Cette fois, le formateur F1 propose une nouvelle solution. Celle-ci ne se montre pas facile à mettre en œuvre et, de plus, n'est pas opérative, du moins pour le moment, car le formateur ne livre pas des éléments permettant d'agir. Malgré cela, l'apprenant SEB n'insiste plus. Considère-t-il la nouvelle solution comme efficace ou bien préfère-t-il abandonner son objectif ?

4.2.4. L'OUVERTURE DE LA TRANSPARENCE OPERATIVE

Nous nous arrêtons maintenant sur la manière dont les formateurs tentent, par des interventions didactiques régulières, de permettre aux apprenants d'accéder au fonctionnement du système technique MI en ouvrant la transparence opérative de celui-ci.

La notion de *transparence opérative,* introduite par RABARDEL (1993, p.109), permet de caractériser la manière dont l'instrument rend accessibles à l'utilisateur les propriétés pertinentes pour l'action. Nous nous intéressons à cet aspect car POYET (1993) observe que l'absence de visibilité des éléments nécessaires pour l'action peut empêcher la formation de

représentations pour l'action, complètes et opératives, et peut même perturber l'utilisation des représentations préexistantes.

Visiblement sensibles au fait que le système technique MI dispose d'une transparence opérative faible, les formateurs tentent de l'ouvrir aux apprenants. En plus de l'activité verbale, le formateur F2 met à disposition des apprenants des modalités alternatives de se représenter le fonctionnement interne du système technique : son récit est accompagné par un schéma fonctionnel qu'il réalise au tableau (séquence 1) ou par la monstration à l'aide du système informatique (séquence 4). Les apprenants tentent également d'ouvrir la transparence opérative du système technique (séquences 5 et 6).

Sur le plan de l'apprentissage, les formateurs ont déclaré formellement, dès le début de la formation, que l'objectif de la formation est l'apprentissage du SIG et non pas l'apprentissage du système technique MI. Pourtant, les apprenants sont ici introduits dans le domaine du fonctionnement interne du système technique MI, ce qui nous amène à penser que les formateurs (et notamment le formateur F2) se représentent le fonctionnement du système technique comme étant nécessaire pour l'utilisation ultérieure de celui-ci. Mais en même temps, une partie des interventions est axée sur des aspects qui ont a priori peu de liens avec l'action qui pourrait être celle des apprenants (séquence 4). Il se crée ainsi une forte contradiction entre les différents motifs que nous pouvons identifier chez des formateurs.

Toutefois, la transparence opérative du système technique pourrait être en jeu, fonctionnant comme un concept pragmatique chez les formateurs. Ceux-ci semblent, en effet, avoir l'intention de rentrer dans le fonctionnement de MI tout en hésitant sur le degré d'ouverture de sa transparence opérative. Nous pouvons observer tout au long de la séquence comment l'ouverture de la « boîte noire » fait émerger la question du rôle pour l'action des aspects dévoilés. Car tout en montrant aux apprenants le fonctionnement caché de MI, ils tentent de détourner leur attention de la partie du fonctionnement qui, selon le formateur F2, n'apporte rien pour l'action (A-25a, A-27 à 28).

Une question reste toutefois ouverte : est-ce que, malgré l'intervention des formateurs, le système technique continue à cacher aux apprenants des éléments pertinents pour l'action ? Autrement dit, dans quelle mesure une véritable transparence opérative du système technique MI apporterait aux apprenants des possibilités d'action ignorées auparavant ?

Lors de la séquence 1, le formateur F2 aborde la transparence opérative du système technique de deux manières distinctes : 1/à travers des notions techniques et 2/à travers des fonctions techniques. Les deux modalités ne déterminent pas le même niveau de transparence opérative.

Dans un premier temps, le formateur aborde la transparence opérative à travers des éléments de fonctionnement du système technique, qu'il explicite en s'appuyant sur deux **notions** :

- la notion de *mémoire temporaire*, définie par les liens qu'elle assure entre les deux composantes instrumentales *disque dur* et *écran* de l'ordinateur, c'est-à-dire entre la machine et le professionnel (ép. A-1 à 4),
- la notion de *vue*, expliquée par le type d'information SIG que celle-ci permet d'afficher.

A travers ces notions, le formateur traite le fonctionnement technique sous la forme du rapport entre l'objet et ses conséquences pratiques pour l'action instrumentée des professionnels.

L'activité du formateur s'oriente ensuite encore plus vers l'action instrumentée et introduit, d'une manière uniquement verbale, deux **fonctions techniques** de MI : *ouvrir une couche de données* et *fermer une vue carte*. La transparence opérative est cette fois abordée par les actions instrumentales que ces fonctions permettent de réaliser ainsi que leurs effets. Le formateur énonce également des règles d'action et des situations professionnelles potentielles.

Comme présenté dans le tableau ci-dessus, les deux fonctions techniques sont traitées d'une manière qui rappelle les règles générales appliquées dans la formation, le rapport entre buts-actions-effets :

- Le but de l'action est donné par l'intitulé de la fonction : ouvrir couche, fermer vue carte,
- L'action est évoquée à travers la procédure technique qui permet sa réalisation,
- Plusieurs types d'effets sont abordés : effets visibles par l'opérateur à l'écran, effets non observables, non obtenus ou non souhaités.

Action	***Effet observable***	***Effet non observable***	***Effet non obtenu***	***Effet non souhaité***
ouvrir un fichier (A-5)	Les données s'affichent dans une vue « carte »	Les données sont stockées dans la mémoire temporaire	-	
Fermer une vue « carte » (A-6a)	La vue disparait	les données restent dans la mémoire temporaire	Fermer le fichier	
Re-ouvrir le fichier *(action déconseillée)* (A-6bà7)	Les données ne sont pas affichées	Le fichier est déjà ouvert	Réafficher les données à l'écran	Les données se retrouvent dupliquées

Lors de la séquence 4, nous retrouvons la préoccupation du formateur F2 pour la transparence opérative. Celle-ci prend une nouvelle forme : le système technique est abordé par le côté informatique, sans même le démarrer.

La transparence opérative revient régulièrement : A certains moments celle-ci ouvre sur des règles d'action directement mobilisables dans l'action mais toujours livrées sous la forme de propositions tenues pour vraies : *« Toujours sous MI on travaille sur le tab »* (formateur F2, ép. A-27 à 28). A d'autres moments, les formateurs orientent l'attention des apprenants sur le fait que par sa conception, le système technique prend en charge une partie des actions. Toutefois, les formateurs invitent les apprenants à ne pas s'attarder sur certains aspects abordés, le degré de détail dépassant les besoins pour l'action :

> **F2** : *On ne regarde jamais ces fichiers, jamais. On le fait là pour comprendre ce que c'est, mais c'est bien la seule fois qu'on le fait.* (ép. A-27 à 28).

C'est notamment le cas pour le contenu informatique des fichiers, cas dans lequel pourrait se poser la question de la nécessité d'apprentissage. Toutefois, la dernière intervention de la séquence introduit, a posteriori, une finalité opérative au thème traité – le transfert des données entre professionnels – et par cela une légitimité au sein de la séance de travaux pratiques :

> **F1** *: à la vue de ça, ce qu'on peut conclure c'est que, quand vous avez à échanger une couche d'informations, pensez à transférer tous les fichiers qui composent une couche. Si vous envoyez uniquement le tab…le correspondant n'aura rien.*
> **F2** *: il n'aura pas grande chose à faire avec.*

Les séquences 5 et 6 montrent que les apprenants adhèrent aux intentions formatives préalablement proposées par le formateur F2 et qui portent sur le fonctionnement de MI. En prenant en main leur apprentissage, les apprenants tentent de se représenter le fonctionnement et l'usage du système technique. Ils rencontrent cependant des difficultés :

- La séquence 5 met en évidence la *tentative inaboutie de plusieurs apprenants de se représenter le fonctionnement du système technique dans une situation* que les formateurs ont introduit au cours de la séquence 4 : lors du transfert des couches SIG entre deux postes de travail.
- La séquence 6 permet d'observer que lorsque l'apprenant HUB, dans sa tentative de se représenter le fonctionnement du système technique, fait référence à une situation de travail (l'utilisation sous MI d'un fichier Excel), cette situation n'est pas familière à tous les apprenants et introduit un obstacle à l'apprentissage pour l'apprenant DOM.

La valeur formative des interventions des formateurs est cette fois faible ; les formateurs ne facilitent pas vraiment la tâche aux apprenants. Que ce soit le formateur F1 (séquence 5) ou le formateur F2 (séquence 6) qui apportent les précisions demandées par les apprenants, leurs propos sont d'une part ambigüs et d'autre part ont un degré de technicité élevée. Cela amène les apprenants à réitérer leurs demandes (HUB séquence 6) ou celles de leurs

collègues (SEB séquence 5). Nous précisons que les séquences seront closes sans que les conditions de construction de l'opérativité des représentations aient pu être remplies :

- la séquence 5 aboutit à une promesse de réponse différée (*on va le découvrir*),
- la séquence 6 s'achève sur une non-réponse (*ça dépend*).

4.2.5. AUTRES MODALITES DIDACTIQUES

Outre la préoccupation des formateurs pour ouvrir aux apprenants la transparence opérative du système technique, deux autres modalités didactiques employées par les formateurs retiennent notre attention :

La distinction comme modalité didactique

Les interventions didactiques du formateur F2 lors des séquences 1 et 4 abordent la **distinction** qui, revenant souvent dans la formation D, semble être une préoccupation forte des formateurs.

Lors de la séquence 1, c'est la distinction entre des notions proches que le formateur tente de faire déclencher chez les apprenants :

- distinction entre les notions « vue données », qui affiche des caractéristiques descriptives et « vue carte », qui permet d'afficher les objets graphiques.
- distinction entre les notions « couche » et « vue ».

Lors de la séquence 4 également, nous pouvons observer une organisation de l'apprentissage autour de la distinction entre des notions techniques susceptibles de favoriser la construction de représentations fonctionnelles du système technique : les notions *couche* et *fichiers*. Avec un degré de détail et de technicité élevée, la séquence aborde une double distinction entre *couche* et *fichiers*. D'une part, une couche d'informations est constituée d'un ensemble de quatre fichiers. D'autre part, dans le langage technique, les deux termes font référence à des situations d'utilisation différentes : le terme *couche* renvoie à l'usage des données à travers un système technique SIG, pendant que le terme *fichier* est généralement employé pour désigner les données sous une forme qui est celle qu'on peut stocker ou transmettre entre professionnels, sans utiliser l'instrument SIG. Toutefois, cette deuxième distinction n'est faite par les formateurs qu'en théorie. Dans la pratique, tout au long de la formation, les formateurs et les apprenants vont employer les deux termes sans en faire la distinction et cela ne posera pas de difficultés apparentes de compréhension par les apprenants.

L'anticipation des difficultés potentielles comme modalité didactique

Lors de la séquence 1, le formateur F2 introduit une situation que les apprenants risquent de rencontrer et qui pourrait être problématique pour eux. Le formateur énonce et explicite une règle d'action qui permet d'éviter le problème potentiel. Ainsi, sur le plan didactique, cet épisode nous donne des éléments sur le système de représentations du formateur F2 et notamment sur la manière dont il se représente la manière dont certaines tâches s'apprennent et s'enseignent. Nous identifions chez le formateur F2 des traces d'une analyse didactique en acte que celui-ci réalise, en s'appuyant sur son expérience de formateur, et qui le renseigne sur deux aspects :

- les situations qui pourraient poser problèmes aux apprenants,
- le fait qu'un tel événement risque de se produire.

Nous appelons cette analyse didactique en acte **diagnostic anticipatif**, en complément aux différents types de diagnostic introduits par HOC et CARLIER (2000).

Dans son action didactique, le formateur F2 s'appuie sur son expérience, au cours de laquelle il a construit des représentations de la manière dont les apprenants pourraient se représenter certains aspects techniques, par ressemblance avec des actions informatiques courantes (ouvrir ou fermer un fichier ou une fenêtre). Ces représentations possibles ne sont pas conformes au fonctionnement du système technique MI et le formateur tente de les faire évoluer. Il se situe ainsi dans une posture de **remédiation** et de **prévention** de l'action instrumentée future des apprenants (action *fermer une vue*). Il dirige l'attention des apprenants vers le risque de se confronter, dans la manipulation, à un problème d'inattention.

Cette situation est récurrente dans les séquences de formation analysées. La remédiation et la prévention sont abordées par le formateur au regard du processus de compréhension, cependant les risques qu'il identifie sont dans l'usage. Cette fois, la difficulté que le formateur F2 identifie et tente d'écarter, se situe au niveau d'une action technique que les apprenants seraient prêts à réaliser en manipulant, de manière instrumentée, les couches de données SIG : les ouvrir, les fermer, les « perdre de vue ». Selon le formateur F2, les apprenants pourraient être amenés à se représenter le processus de fermeture des vues comme la réciproque du processus d'ouverture, ce qui ne serait pas conforme au fonctionnement du logiciel : *mais ce n'est pas pour autant qu'on a fermé les données, le fichier.*

L'activité didactique peut approcher et préparer l'activité future des personnes en formation. Toutefois, la suite de la formation va montrer que malgré l'intervention du formateur, des représentations *fonctionnelles* non-conformes se sont tout de même construites chez certains apprenants et la difficulté évoquée par le formateur sera effectivement rencontrée en acte, au cours de la formation, par plusieurs apprenants. On

pourrait ainsi considérer que l'intervention du formateur n'a pas été suffisamment efficace et conclure que tant que les apprenants ne se sont pas confrontés à la tâche, l'intervention anticipative des formateurs ne semble pas suffire pour leur éviter l'erreur.

De la même manière que le formateur F2 le fait lors de la séquence 1, le formateur F1 livre aux apprenants des éléments à mobiliser lors de l'action future. Il énonce ainsi, séquence 4, une règle d'action : pour *échanger une couche d'informations,* il est nécessaire de *transférer tous les fichiers qui composent une couche,* introduisant ainsi une conséquence pratique du mode de fonctionnement du MI. Cette règle d'action énoncée fera par la suite réagir les apprenants, qui montreront l'avoir perçue comme un élément important pour l'action instrumentée.

Cette même intervention verbale aura également des **conséquences pratiques pour l'activité de formation** : à partir de ce moment, les apprenants, qui ont peu agi jusque-là, vont commencer à intervenir. En intervenant, ils vont introduire un nouveau thème qui va déterminer un changement de direction de l'activité de formation et donc une conséquence pour la pratique pédagogique des formateurs.

D'autres interventions ayant au premier abord un but conceptuel seront observées tout au long du temps de formation dédié à l'apprentissage par la pratique. Et tout comme ici, ces interventions trouveront également leurs conséquences pratiques.

4.3. ACTIVITE DES APPRENANTS

Pour la séquence 1 et ensuite pour la séquence 8, l'activité observable des apprenants est peu intense. Celle-ci consiste à écouter, regarder les éléments mis à disposition et, certaines fois, prendre des notes. Les apprenants avancent dans l'apprentissage à leur manière. Leur intervention étant autorisée, certains apprenants prennent la parole et orientent l'activité formative dans une direction proche de leurs préoccupations. Mais cette modalité d'avancement dans l'apprentissage pourrait ne pas convenir à tous. Seuls les apprenants les plus expérimentés (selon analyse du tour de table) interviennent et abordent souvent des aspects très techniques. Les apprenants plus novices pourraient se retrouver en difficulté, désorientés par les changements de direction de l'intervention verbale et débordés par les termes techniques employés.

La séquence 3 met en évidence une nouvelle manière d'avancer dans l'apprentissage : en ramenant en discussion des thèmes qui ont déjà été traités. Cette modalité sera observée par la suite à plusieurs reprises dans la formation D.

Initiées par les apprenants, les séquences 5 et 6 se caractérisent par une forte participation de ceux-ci : DOM, SEB, GIL, EDI, HUB et DOM. Les apprenants prennent en main leur propre apprentissage et tentent de comprendre des aspects que les formateurs ont abordé précédemment et notamment au regard du fonctionnement du système technique. Les apprenants les plus expérimentés interviennent pour mettre à disposition du groupe leurs connaissances des aspects traités, qui préexistent à la formation (DOM, SEB). D'autres apprenants avancent dans l'apprentissage en s'appuyant sur des éléments livrés à la fois par les formateurs et par les autres apprenants (GIL, EDI) ou sur des situations qui leurs sont familières (HUB).

Nous pouvons trouver, lors des interventions des apprenants, un certain nombre d'indicateurs qui témoignent du fait que la construction des représentations fonctionnelles est engagée : les apprenants parlent *à propos*, suscitent l'intervention des formateurs sur les thèmes souhaités, abordent des aspects précis du fonctionnement du système technique.

Nous allons maintenant regarder plus en détail l'activité des apprenants qui interviennent.

Activité de l'apprenant SEB

L'apprenant SEB intervient à deux moments.

Premièrement, il prend la parole pour défendre la position du formateur F2 face au système technique, quand ce dernier se met dans une situation qu'il ne sait pas résoudre et qui pourrait l'amener à perdre la face devant les apprenants. Pendant que les autres apprenants attendent, l'apprenant SEB cherche à dépasser la situation en livrant au groupe une proposition qu'il tient pour vraie qui concerne les systèmes informatiques en général : *en informatique quand on fait une démo ça ne marche pas.* L'apprenant montre ainsi avoir construit une représentation de l'erreur instrumentale possible, thème que nous avons déjà abordé.
L'intervention de l'apprenant semble toutefois motivée pas autant par l'aspect technique sur lequel celle-ci porte, que par l'intention de dépasser l'impasse technique afin de reprendre l'activité didactique dans des conditions plus favorables à l'apprentissage. Pour cela, il est nécessaire que le formateur F2 ne perde pas son statut d'expert ; sauver la face du formateur est le moyen que l'apprenant SEB se donne pour assurer la qualité des conditions didactiques.
Et en effet, l'intervention du SEB semble atténuer le risque pour le formateur. Les autres apprenants attendent le dépassement de l'incident sans réagir, mais le fait que dans le domaine informatique le résultat n'est pas systématiquement obtenu, semble être unanimement accepté.

Deuxièmement, SEB intervient pour livrer au groupe sa représentation de l'apprentissage du SIG. Concernant la représentation que SEB a construite de l'apprentissage du SIG, nous avançons deux situations potentielles :
1/ Cette représentation est construite sur la base des attentes de SEB de la formation : apprendre à enseigner le SIG aux élèves. Dans ce cas, l'accentuation de la place des concepts dans l'utilisation de l'instrument SIG constitue une déformation fonctionnelle induite par le statut d'enseignant de SEB.
2/ Cette représentation est considérée par le formateur F1 comme étant conforme à ses intentions formatives, donc partagée par ce dernier. Comme nous savons par le tour de table que l'apprenant SEB n'est pas novice dans le domaine SIG, on peut considérer que la connaissance de l'instrument SIG a amené l'apprenant à conceptualiser le rôle et l'importance des concepts SIG pour l'action instrumentée.

Activité de l'apprenant DOM

DOM intervient pour soumettre au groupe, afin qu'elle soit discutée, la définition du SIG qui est la sienne. La définition proposée permet d'identifier une représentation du SIG à forte dominante technique, construite par l'apprenant dans le cadre de son activité professionnelle. Confrontée à des éléments introduits par le formateur F2 lors de la séquence de cours *Le SIG*, la représentation de l'apprenant a résisté à ces éléments. En effet, celle-ci ne présente pas des traces de réorganisation ou de transformation. Devant le groupe, DOM soumet ses croyances aux formateurs pour être discutées. Non seulement la définition proposée par DOM n'est pas discutée, mais elle déstabilise et embarrasse le formateur F1, qui ne sait quoi répondre. La définition n'est pas fausse en soi, mais elle est réduite à certains aspects du SIG et de ce point de vue elle n'est pas conforme à ce que le formateur F2 a tenté de faire construire par les apprenants lors du cours « le SIG ».

Nous pouvons ainsi observer que les représentations avec lesquelles les apprenants arrivent en formation peuvent être différentes de celles que les formateurs souhaitent voir se construire chez ceux-ci. Nous constatons également que les apports de la formation semblent avoir besoin d'un temps de maturation avant que les apprenants puissent s'en servir et éventuellement les intégrer aux représentations existantes.

Activité de l'apprenant LOR

L'apprenant LOR prend la parole pour tenter de se représenter des notions introduites par les formateurs, celle de « couche » et celle de « fichier dat » (séquence 4). LOR tente ainsi de se représenter ces aspects, en surmontant : 1/un problème de transparence opérative et 2/une ambiguïté introduite par la co-animation. Il mobilise pour cela une référence

professionnelle proche et s'appuie sur sa connaissance d'un système technique qu'il semble connaître (Access) et dont il se prépare à transférer les usages vers MI, ce qui, selon les formateurs, n'est pas techniquement conforme :

> **F2** (au poste maître) : *j'ai une liste de fichiers MI… qu'est-ce qu'un fichier MI ?*
> **F1** *: une couche MI… ici on raisonne par couches*
> **LOR** *: ca veut dire que chaque fichier représente une couche d'informations ?*
> **F1** *: non, justement, il faut plusieurs fichiers pour une couche*
> **F2** *: chaque nom de fichier. Là, j'ai sélectionné tout ce qui porte le même nom ; tous ensemble forment une couche* (…)

Activité de l'apprenant HUB

L'apprenant HUB tente de relier des éléments de fonctionnement général du système technique, telles qu'il a pu se les construire, à une situation professionnelle connue : l'utilisation sous MI d'un fichier Excel. Il fait ainsi un exercice d'adaptation de sa représentation existante, d'une situation générale à une situation particulière. Il témoigne ainsi d'un certain niveau de connaissance de l'instrument MI et de son usage. Cependant, ses connaissances se montrent insuffisantes pour lui permettre de se représenter le fonctionnement de MI dans la situation choisie et il sollicite pour cela l'aide des formateurs.

La question de HUB montre que dans la construction de la nouvelle représentation, celui-ci mobilise deux éléments :

- les apports de la formation et plus précisément une proposition antérieure du formateur F2 (ép. A-28) : *dans .dat il va chercher les données*,
- sa propre expérience.

Ainsi, HUB avance dans l'apprentissage en se guidant par deux référents : le référent formation et le référent travail. En effet, si HUB se montre aussi déterminé à avancer dans sa démarche constructive, c'est aussi parce qu'il s'agit d'une tâche professionnelle importante pour lui : en parlant de son travail, lors du tour de table, il avait insisté sur la manipulation régulière de données statistiques (au format Excel) qu'il souhaite apprendre à « *cartographier* ».

La réponse du formateur F2 à la question de HUB est double. Elle valide la question et précise la nature de la transformation évoquée par l'apprenant. Mais ces apports s'avèrent insuffisants pour HUB, qui (ép. A-32) réitère sa demande d'aide pour avancer dans la construction de la représentation fonctionnelle visée.

Nous observons que, tout comme l'apprenant LOR (séquence 4), l'apprenant HUB tente de se construire une représentation fonctionnelle du système technique MI (en référence au fichier .dat) sur des bases expérientielles qu'il considère comme comparables. Ainsi, le

fichier .dat semble être identifié comme significatif par ces apprenants qui, selon le tour de table, ont des connaissances informatiques solides. La situation didactique ne conduit pas en revanche HUB à relier d'une manière suffisamment efficace les différents éléments mis à disposition (différents types de fichiers).

Nous retenons le fait que chez les apprenants, une représentation se construit sur la base d'éléments mais aussi de relations entre ces éléments et que, même en étant outillés par les expériences passées, les apprenants sont confrontés à la difficulté de se représenter les liens entre les différents fichiers composant une couche de données SIG.

Activité de l'apprenant DOM

L'intervention initiée par HUB déstabilise la représentation fonctionnelle de l'apprenant DOM, qui est construite autour d'un élément central différent : le fichier tab. Celui-ci étant absent de l'échange entre l'apprenant HUB et le formateur F2, DOM remet en question sa représentation : *si le fichier Excel se transforme en dat… et le tab alors ?* (DOM, notes du chercheur, pendant la pause qui a suivi).

Nous faisons ici une parenthèse pour analyser la représentation de l'apprenant DOM, à ce stade de la formation. La représentation fonctionnelle de DOM est conforme aux éléments mis à disposition, jusque-là, par la situation de formation (séquences 1 et 4). Celle-ci est finalisée, construite sur la base d'une procédure efficace (l'accès aux données se fait par le fichier .tab). Cependant, assimilée par l'apprenant comme étant universelle, cette représentation est en réalité réduite à la seule classe de situations introduite par les formateurs : pour utiliser des fichiers natifs de MI. L'apprenant DOM semble en effet, omettre la possibilité d'utiliser sous MI d'autres types de données. Or, l'intervention de l'apprenant HUB montre que ceci n'est pas le cas. Les fichiers Excel et probablement aussi d'autres types de données SIG, nécessitent une procédure différente.

L'intervention de l'apprenant DOM (ép. A-32), a comme intention de dépasser l'obstacle rencontré. Pour cela, il place l'élément « fichier .tab » dans la situation particulière introduite par l'apprenant HUB, ce qui l'amène à remettre en question les propos du formateur F2. Toutefois, selon l'expert SIG, la tentative de raisonnement de DOM n'est pas conforme au fonctionnement du système technique dans la situation introduite par HUB.

L'événement que nous venons d'analyser amène à une interrogation sur l'efficacité de la situation de formation. Celle-ci ne peut, certes, mettre à disposition des apprenants qu'un certain nombre d'éléments à la fois. Mais ces apports sont introduits dans la formation à tout va, à la fois par les formateurs et pas les apprenants et, même quand ils viennent des formateurs, ne sont pas toujours structurés de manière à faciliter l'apprentissage.

Or, ces éléments sont aussitôt repris par les apprenants dans la construction ou l'évolution des leurs représentations, en les déstabilisant.

Activité des apprenants GIL et EDI

Lors de la séquence 5, l'épisode A-33 met en évidence la manière dont les apprenants GIL et EDI contournent les aspects conflictuels et poursuivent chacun leur motif pour la formation : apprendre. Ils exploitent chacun à sa manière le même imprévu introduit par l'apprenant DOM et qui visait à obtenir une procédure de simplification d'une action en situation de travail : le transfert des données entre professionnels. Ainsi, en introduisant un nouvel imprévu dans l'activité formative, GIL ramène au centre de l'activité le *document .wor*, cette fois avec une intentionnalité différente : tenter de s'approprier l'usage de cette fonction technique ramenée en discussion par accident. La représentation que nous identifions chez GIL semble fraichement construite car la difficulté de la construction verbale est évidente :

> **GIL** : *pour la sauvegarde du travail final, une fois qu'on a fait une belle carte, on la…*

Nous identifions également chez GIL une représentation fonctionnelle du SIG en cours d'évolution. Dans sa préoccupation à identifier des données SIG pour une utilisation professionnelle future (séquence 7), l'apprenant fait évoluer sa représentation des modalités d'acquisition des données, d'une forme préexistante, réduite à la création des données par géoréférencement, que nous avons identifié lors du tour de table, à une forme élargie à des nouvelles possibilités : utiliser des données existantes. La représentation de l'apprenant évolue en intégrant des éléments mis indirectement à disposition par la situation de formation.

Toutefois, GIL n'est pas le seul à chercher les conséquences pratiques de l'objet *document .wor*. Le lancement d'un processus de construction d'une représentation fonctionnelle en lien avec ce thème peut également être observé chez l'apprenant EDI.

Les propriétés du *document .wor* énoncées par les deux apprenants GIL et EDI sont, selon l'expert SIG, conformes au fonctionnement du système technique. De plus, nous savons par le tour de table que l'apprenant EDI est novice dans le domaine SIG. Cela signifie qu'il a construit de la fonction *document .wor* et uniquement à partir d'éléments mis à disposition par la situation de formation, une représentation suffisamment élaborée pour lui permettre d'intervenir et valider des éléments de représentation livrés par son collègue GIL.

L'imprévu introduit par les apprenants GIL et EDI s'avère être relatif pour les formateurs. Toutefois, ceux-ci lui mettent fin en remettant la réponse à plus tard (dépassement de l'imprévu par décrochement, CHAUTARD et HUBER 1999). Et en effet, le thème sera repris plus loin par le formateur F1, mais dans l'action, une fois que les apprenants aient débuté l'apprentissage par la pratique.

4.4. REFERENCES AU TRAVAIL, AUX TACHES ET PREOCCUPATIONS PROFESSIONNELLES

4.4.1. DU COTE DES APPRENANTS

Quand les apprenants prennent la parole, même si ce n'est que pour demander des précisions sur un aspect traité, ils amènent souvent au premier plan l'un des deux aspects suivants, qu'ils mobilisent dans la construction des représentations fonctionnelles du système technique et, plus largement, du SIG :

- leurs préoccupations professionnelles,
- leurs connaissances et leur expérience des situations professionnelles vécues ou entendues.

Ainsi, l'**apprenant SEB** met volontiers à disposition du groupe ses connaissances du monde des utilisateurs SIG (séquence 2 : *les DIREN aussi l'utilisent*) ainsi que des connaissances plus techniques, comme la définition d'un document .wor (séquence 5). Il livre également ses représentations du SIG et de son apprentissage (séquence 3). En mobilisant son expérience professionnelle et ses représentations, SEB intervient à la fois pour disculper le formateur F2 face un incident technique (séquence 1) et pour affronter le formateur F1 lorsque celui-ci n'aborde pas le thème du document .wor de la manière souhaitée par l'apprenant (séquence 5). Ses connaissances dans le domaine SIG sont solides, ses représentations sont élaborées et stables. Ses propos sont d'une grande technicité et ses représentations d'une scientificité élevée.

Contrairement à SEB, l'**apprenant LOR** intervient pour livrer au groupe ses représentations avec l'intention de les tester en vue de leur finalisation. Car LOR montre des représentations du SIG construites avant la formation qui sont instables (séquence 2 : *il parait que AV aussi, il est plus aisé, plus intuitif… après, est-ce que ca se vaut, je ne sais pas…*) et surtout des représentations en cours de construction ou entamées à l'instant même, comme la distinction entre *couche* et *fichier* (séquence 4, ép. A-23). Pour se faciliter la construction de ces représentations, LOR fait appel à des situations professionnelles connues (séquence 4, ép. A-26). Mais il demande régulièrement confirmation au regard de la pertinence des situations mobilisées.

Tout comme LOR, l'**apprenant GIL** s'appuie sur des situations connues pour se représenter les aspects évoqués en formation. Mais il manifeste également un certain intérêt à aller plus loin dans la résolution des situations qui sont les siennes (séq. 5, thème 5). Car il se prépare

déjà à dépasser des situations professionnelles futures en s'assurant des conditions de réussite de son action (séquence 7).

L'**apprenant HUB** fait également appel à des situations connues pour se représenter des aspects traités, mais contrairement à LOR et GIL, il manifeste l'intention non pas d'élargir les représentations en cours de construction à plusieurs situations, mais de les d'orienter vers les situations particulières qui sont au centre de ses préoccupations (séq.5, thème 6).

Lors des interventions de l'**apprenant DOM**, nous identifions deux intentions distinctes. Sa première intervention est guidée par son intention de faire évoluer sa représentation déjà existante du SIG en intégrant les éléments livrés à cet effet par la formation. Or, sa représentation résiste aux apports de la formation, ce qui conduit l'apprenant à demander de l'aide au groupe en lui soumettant sa représentation (séquence 3). Lors de la deuxième intervention, son activité est guidée par la préoccupation de trouver des solutions efficaces et rapides aux problèmes professionnels découverts au cours de la formation, comme cette fois la tâche professionnelle de transfert des données SIG vers un autre poste de travail (thème 5).

4.4.2. DU COTE DES FORMATEURS

Les formateurs ne manifestent pas la même préoccupation que les apprenants pour les situations de travail. Ils sont préoccupés par l'usage de l'instrument, mais par un usage non référé aux situations professionnelles.

Chez le **formateur F2**, qui engage les apprenants dans une démarche générale de compréhension, nous n'identifions pas véritablement de références au travail. Lors de la séquence 4, l'intervention formative reste globalement éloignée des situations professionnelles qui pourraient être celles des apprenants. Toutefois, la séquence 1 est riche en références à l'usage et en anticipations sur des actions possibles, probables ou à éviter. Le formateur F2 se montre également concerné par la réussite de l'action instrumentée future des apprenants, raison pour laquelle il se situe dans la prévention et la remédiation des situations d'utilisation potentiellement difficiles pour les apprenants (séquence 1).

Le **formateur F1** se situe moins que son collègue dans une intention de favoriser la compréhension, même s'il évoque le fait que la construction des concepts est importante pour l'action instrumentée (séquence 3). Il est également moins précis techniquement dans ses propos. Il est en revanche plus attaché à l'usage de l'instrument en situation de travail, aux aspects professionnels vers lesquels ses propos glissent involontairement (*« je déborde encore »*, séquence 8).

Quand le formateur F1 aborde le système technique du point de vue de l'action (séquence 2) – *c'est un très bon outil, simple à utiliser*, facile à apprendre – ses propos font écho chez les apprenants, notamment parce qu'il s'agit d'un système technique qui, comme, le précisent HUB et SEB, pourrait être celui qu'ils vont utiliser par la suite, dans leur travail. Il prépare ainsi les apprenants aux tâches et situations qui ne portent pas nécessairement sur l'utilisation de l'instrument, mais qui pourraient être celles d'un professionnel SIG : choix d'un système technique (séquence 3), rencontre avec les vendeurs (séquence 2), choix et préparation des données SIG (séquences 7 et 8). Il prépare aussi les apprenants au fait que dans l'usage ils vont certainement rencontrer des difficultés techniques (séquence 3). Pour répondre à la sollicitation des apprenants, le formateur F1 aborde une action par ses conséquences pratiques pour le professionnel (séquence 7, en répondant à GIL) ou évoque pour cela des situations professionnelles (séquence 6, en répondant à HUB). Enfin, quand il prend en charge un thème pour le traiter, le formateur F1 illustre abondement ses propos par des tâches de travail et des objets de travail potentiellement familiers aux apprenants (séquence 8).

X.2. DEUXIEME SERIE DE SEQUENCES DE DECOUVERTE DU LOGICIEL MI : LA PRATIQUE

Lors de la formation D, après les huit séquences de cours dialogués introduits de manière imprévue, l'activité de formation rejoint le programme prévu. Il s'en suit une nouvelle série de séquences de découverte de MI, pour lesquels l'objet d'apprentissage se déplace du fonctionnement (séquences 1 à 8, analysées précédemment) aux ***possibilités du système technique MI*** (éps. A-42 à A-91) et à l'***utilisation des possibilités techniques pour la réalisation de tâches*** (éps. B-1 à B-76).

Les modalités didactiques évoluent également par rapport aux séquences précédentes : les apprenants ont maintenant accès au système technique pour *« se familiariser avec le logiciel »*. Ils vont utiliser le système technique pour réaliser les actions techniques qui leur seront prescrites les unes à la suite des autres.

Nous allons commencer par décrire la forme pédagogique générale des épisodes dédiés à la découverte du système technique MI par la pratique, les objets d'apprentissage visés par cette série d'épisodes didactiques, ainsi que les conditions didactiques observées. Nous continuerons par une analyse détaillée des épisodes que nous considérons comme étant significatifs d'un point de vue de l'activité collective ou individuelle des formateurs et des apprenants. Nous analyserons ainsi aussi bien des situations communes que des situations plus singulières, que nous avons retenues pour avoir fait réagir les apprenants, pour leur potentiel d'apprentissage que les apprenants exploitent, ou bien parce qu'elles sont potentiellement critiques d'un point de vue technique ou épistémique. En analysant les situations didactiques, nous observons : 1/ les intentions formatives observées, 2/ les modalités didactiques employées par les formateurs et l'évolution de celles-ci avec l'avancement dans la séance, 3/ les difficultés rencontrées dans le cadre du groupe et les moyens mobilisés pour les dépasser, 4/ les traces d'apprentissage et de construction de représentations que ces situations déterminent.

1. OBJETS DE L'APPRENTISSAGE

Le but général de l'activité didactique de cette séance est de permettre aux apprenants de *« se familiariser avec le logiciel »* qui sera utilisé par la suite *« tout au long de la semaine »*.

Pour cela, les apprenants sont invités par les formateurs à explorer le logiciel de manière cadrée, à travers des manipulations techniques fortement guidées collectivement par le formateur F1.

Au centre de l'intervention didactique proposée se situe toutefois un objet d'apprentissage bien déterminé : **les fonctions techniques du système technique MI**. En effet, sur la durée de la séance, un nombre de 28 fonctions techniques est abordé, sous différentes formes. A travers ces fonctions techniques, les situations didactiques mises en place tentent de confronter les apprenants à des possibilités techniques de MI, tout en poursuivant la découverte de l'interface et du fonctionnement du logiciel. Le schéma suivant présente dans l'ordre chronologique, les fonctions techniques abordées, leur mode d'activation et la modalité didactique employée pour les introduire :

Tableau 10. Fonctions techniques abordées lors de la formation

Mode d'activation : menu principal (M), palette flottante *Général* (PFG), groupe de fonctions *Contrôle de couches* (CC).

	No.	*Fonctions introduites*	*Mode d'activation*	*Modalité pédagogique*
Séq 9	1	Fichier/Ouvrir	(M)	Dans l'action
	2	Agrandir fenêtre	*autre*	Dans l'action
	3	Afficher toute la couche	(M)	Dans l'action
Séq 10	4	Sélection	(PFG)	Indep + action pendant la séance
	5	Affichage/Barres d'outils	(M)	Dans l'action
Séq 11	6	Va et vient manuellement	*autre*	Dans l'action
	7	Fenêtre/M_pays carte	(M)	Dans l'action
	8	Fenêtre/M_pays données	(M)	Dans l'action
Séq 12	9	Nombre enregistrements	*autre*	Indep
	10	Outil « i »	(PFG)	Indep
	11	Désélection	(PFG)	Indep + action pendant la séance
	12	Sélection multiple	(PFG)	Indep
	13	Statistiques	(PFG)	Indep
Séq 13	14	Fichier/Fermer table	(M)	Dans l'action
	15	Fichier/Tout fermer	(M)	Dans l'action
Séq 14	16	Ordre des couches	(CC)	Indep + action pendant la séance
	17	Œil	(CC)	Indep
	18	Edition	(CC)	Indep
	19	Retour en arrière	*autre*	Dans l'action
	20	Affichage	(CC)	Indep + action pendant la séance
	21	Seuil de zoom	(CC)	Indep
	22	Etiquettes	(CC)	Indep
Séq 15 et 16		-	-	-
Séq 17	23	Fichier/Enregistrer document sous	(M)	Dans l'action
Séq 18	24	Options/Préférences	(M)	Dans l'action
	25	Sélection par distance	(PFG)	Dans l'action
	26	Sélection/Rechercher	(M)	Dans l'action
	27	Fusion	*autre*	Dans l'action
Séq 19	28	Sélection/Sélection SQL	(M)	Dans l'action

2. FORME PEDAGOGIQUE GENERALE

Sur une durée totale de 125 minutes (éps. A-42 à A-91 et B-1 à B-76) sur les deux premières journées de la formation, la découverte du système technique se réalise par ***trois types de tâches manipulatoires***. D'un point de vue didactique, cette distinction semble centrale car elle structure l'organisation de l'intervention didactique :

- Le premier type vise la découverte *des* ***fonctions techniques*** du logiciel, qui se réalise par exploration de la localisation et du mode d'activation de ces fonctions. Nous appelons *fonctions* les possibilités techniques que le logiciel offre directement à travers l'interface visible à l'écran, sous forme de « boutons », « icônes » et « menus ». Seul le formateur F1 manipule le système technique ; les apprenants le regardent faire.
- Le deuxième type de tâches proposées aux apprenants est celui de réalisation des ***actions techniques***, définies comme *« des processus soumis à un but conscient »* (LEONTIEV 1974, p.117). Les actions techniques se réalisent en mobilisant des fonctions techniques.

L'activité formative est ainsi caractérisée par une alternance d'épisodes : 1/ de mise à disposition des éléments pour agir (fonctions techniques) et 2/ de mise en situation d'action dans un but d'appropriation des procédures techniques correspondantes à des actions SIG primaires.

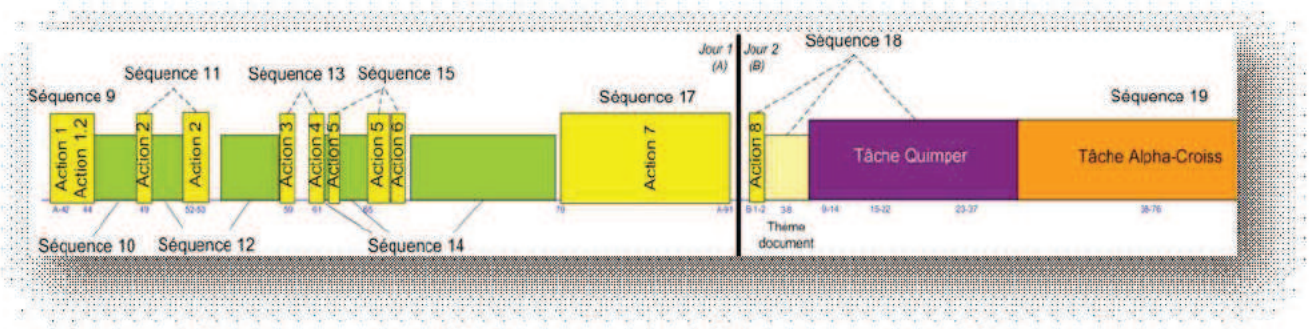
- Ensuite, un troisième type de tâches manipulatoires est introduit : la mise en œuvre des actions techniques au service d'un but productif clairement exprimé. Le formateur F1 parle d'*exercices* (B-1 à B-76). Nous préférons cependant parler de *tâches*, malgré le fait qu'il ne s'agit pas pour le moment de tâches professionnelles, mais de ***tâches didactiques***. En effet, la finalité visée étant l'apprentissage, les deux tâches proposées aux apprenants, que nous appelons *Quimper* et *Alpha,* n'ont pas été choisies pour leur ressemblance avec les tâches réelles des professionnels des domaines auxquels appartiennent les apprenants, mais pour leur potentiel didactique. Les tâches sont plus élaborées, leur réalisation nécessitant un enchaînement de plusieurs actions techniques de même nature que celles observées précédemment.

Pour permettre au lecteur de se situer dans l'alternance de séquences, le tableau et le schéma suivants présentent l'organisation chronologique de celles-ci :

Séquence	***Thème traité***	***Interventions et demandes d'aide des apprenants***
Séquence 9 (3 min)	***Action technique 1*** *:* Ouvrir une couche SIG dans une fenêtre « carte »	VIV (A-58)

éps. A-42 à 44	***Action 1.2*** : Optimiser l'affichage de la couche	
Séquence 10 (4 min) éps. A-45 à 48	Première série de ***fonctions techniques*** de MI	
Séquence 11 (5 min) éps. A-49, A-52, A-53 à 55	***Action technique 2*** *: Mise en évidence de la relation dynamique entre les fenêtres « carte » et « données »*	VIV (A-53 à 55)
Séquence 12 (5 min) éps. A-50, A-55 à 58	Deuxième série de ***fonctions techniques*** de MI	
Séquence 13 plusieurs éps. entre min. A-59 et min. A-72	***Action technique 3.1*** *:* Fermer une couche de données SIG ***Action technique 3.2*** *:* Fermer plusieurs couches ***Action technique 4*** *:* Ouvrir plusieurs couches ***Action 1.2*** : Optimiser l'affichage des couches	VIV (A-63, A-65, A-72)
Séquence 14 (14 min) éps. A-62b à 65a, A-68 à 78	Troisième série de ***fonctions techniques*** de MI	VIV (A-83 à 84)
Séquence 15 (3 min.) éps. A-62a, A-65b, A-66, A-67	***Action technique 5*** *:* Changer l'apparence visuelle d'une couche ***Action technique 6*** *:* Changer l'ordre d'affichage des couches	
Séquence 16 (2 min.) éps. A-78 et A-79	*Préparation de la fin de la deuxième partie de la séance*	
	Interventions des apprenants qui ne correspondent pas à la logique des séquences	VIV (A-81 à 82), SEB (A-81 à 84)
Séquence 17 (3 min.) éps. A-80, A-86 à 87	***Action technique 7*** *:* Sauvegarder un état donné du travail en cours *; créer un document .wor*	VIV (A-85, A-90) LOR (A-89)
Séquence 18 (37 min.) éps. B-1 à B-37	***Tâche didactique Quimper :*** rechercher dans un rayon de 100 km autour de Quimper toutes les villes de plus de 10.000 habitants. Cette tâche est réalisée par un enchaînement d'actions techniques : ***Action technique 8*** *:* Prédéfinir un répertoire de travail (B-1 à 2) ***Action technique 9*** : ouvrir un document .wor (B-9) ***Action technique 3*** : fermer couches afin d'adapter l'environnement de travail à la tâche (B-10 à 12) ***Action technique 10*** : sélection par distance (B-17 à 18) ***Action technique 11*** : explorer l'objet de l'action (B-24) ***Action technique 12*** : automatiser (paramétrer) la recherche de la ville de Quimper (B-25) ***Action technique 13*** : rechercher de manière automatisée la ville de Quimper (B-25 à 28) ***Action technique 14*** : sélectionner les villes de plus de 10.000 habitants situées à moins de 100 km autour de Quimper (B-32 à 36)	EDI (B-2, B-9, B-36), DOM (B-18), ISA (B-19), GIL (B-36), HUB (B-34).
Séquence 19 (38 min.) éps. B-38 à B-76	***Tâche didactique Alpha :*** rechercher tous les pays qui ont un taux d'alphabétisation supérieur à 90% et un taux de croissance industrielle supérieur à 10%	Non retenue pour analyse

Figure 9. Organisation de la deuxième série d'épisodes de découverte du système technique MI



3. CONDITIONS DIDACTIQUES

La gestion des séquences formatives semble préalablement organisée et la situation didactique mise en place semble offrir des conditions d'apprentissage particulièrement riches.

Les conditions matérielles que la situation didactique met cette fois à disposition des apprenants sont les suivantes :

- un poste de travail individuel (ordinateur), pour lequel les formateurs ont préalablement prescrit la mise en marche : *si vous voulez allumer vos postes* (A-36) et le démarrage du système technique MI : *est-ce que tout le monde est sous MI ?* (A-40). Equipé d'un écran individuel, le poste de travail permet aux apprenants de visualiser à chaque instant leurs actions techniques et les effets produits,

- la « fiche TP », qui est conçue par les formateurs, répertorie les actions techniques à réaliser et décrit les procédures à appliquer. Celle-ci est distribuée aux apprenants en début de séance, mais sa fonction ne sera précisée qu'au lancement de l'apprentissage par la pratique (min. A-41) : *vous avez une fiche TP avec dans la marge ce qu'on veut faire et à droite comment on va y arriver*. La fiche TP sera peu utilisée par les apprenants, malgré le fait que le formateur F1 fera souvent référence à celle-ci en tant qu'outil prescriptif.

La présence permanente dans la salle des deux formateurs fait également partie des conditions didactiques. Le **partage des tâches didactiques entre les formateurs** a été fait, a priori, selon les préférences et compétences de chacun des deux formateurs.

Ainsi, le **formateur F1,** qui *préfère manipuler,* assure la fonction d'orientation de l'activité collective ainsi que celle de guidage de l'action des apprenants en utilisant le système technique MI. Il :

- donne les consignes d'action, en indiquant verbalement aux apprenants ce qu'il faut faire,
- met à disposition des apprenants un « modèle » d'action, en réalisant lui-même les manipulations demandées aux apprenants. Un grand écran affiche en permanence l'environnement de travail du poste occupé par le formateur F1, avec : 1/ les objets sur lesquels le formateur agit, 2/ les actions que celui-ci réalise et 3/ les effets produits par ses actions,
- fournit les informations pour l'action et les règles d'action applicables dans les situations traversées.

Le formateur F1 met ainsi à disposition des apprenants une base d'orientation (GALPERINE 1966 ; SAVOYANT 1981). Nous allons observer comment cette base d'orientation permettra aux apprenants de réaliser des actions techniques et de construire des représentations fonctionnelles de ces actions.

Présent également dans la salle, le **formateur F2** se tient prêt à intervenir pour assurer une fonction de remédiation individuelle, dans un but de rattrapage ponctuel des apprenants qui rencontrent des difficultés temporaires à suivre l'action didactique collective.

Nous précisons que cette forme de **co-animation** établie entre les deux formateurs est prévue pour la totalité des séquences de manipulation par les apprenants du système technique SIG, sur toute la durée de la formation. Cependant, l'analyse de l'activité en formation va-t-elle mettre en évidence une co-animation dans laquelle chaque formateur reste sur le terrain des attributions convenues ? Et en quoi, en tant que condition pour l'apprentissage, la coordination effective entre les formateurs, qu'elle soit programmée ou spontanée, influe-t-elle sur l'apprentissage, en le favorisant, le facilitant, le déstabilisant ou l'empêchant ? En rappelant notre intérêt pour la co-animation de la session de formation par les deux formateurs, nous serons particulièrement attentive à cet aspect.

4. MODALITES DIDACTIQUES GENERALES

L'intervention didactique à destination du groupe est assurée par le formateur F1. L'activité développée par celui-ci varie en fonction des objets de l'apprentissage visé par chaque séquence. Nous tentons toutefois une caractérisation générale des modalités didactiques observées lors de la séance :

Lors des premiers épisodes de la séance, ***l'activité du formateur F1 est omniprésente*** ; entre la composante technique et la composante verbale de son activité, rares sont les moments

qui ne sont pas « occupés » par ce formateur. En mettant à disposition des apprenants une base d'orientation complète, cette modalité didactique pourrait faciliter la construction de représentations fonctionnelles. Toutefois, en plus de suivre le formateur (l'écouter et le regarder faire), les apprenants sont également invités à réaliser eux-mêmes les actions de manière individuelle, sur leurs propres postes de travail. Or, c'est l'activité du formateur F1 qui rythme leur activité : même lorsqu'il ne développe pas une activité verbale, il réalise lui-même les actions prescrites aux apprenants et dès qu'il a finalisé lui-même l'action, il passe à une nouvelle intervention. Il imprime ainsi à l'avancement des apprenants dans l'action didactique un ***rythme alerte***. Par la suite de la séance et d'une manière plus importante lors de la deuxième journée de formation (séquences 18 et 19), le formateur F1 laisse plus de place aux apprenants pour agir. Nous mettons cela en relation avec le fait que des opérations sont maintenant laissées à leur charge et parfois même à leur initiative.

Au rythme alerte s'ajoute l'***absence des pauses***, qui pourraient permettre une régulation de l'activité des apprenants. Mais la seule pause observée pendant les 91 minutes de la série de séquences de découverte de MI par la pratique, est provoquée par la fin de la première journée de formation.

De plus, ***le temps alloué à la séance est largement dépassé*** ; les formateurs semblent accorder peu d'attention à cet aspect. Ce qui semble importer pour les formateurs est d'avancer au maximum dans l'apprentissage. Ils semblent se préoccuper davantage de la quantité de connaissances à transmettre qu'à celle que les apprenants seraient capables d'assimiler.

Dans ces conditions, nous pouvons nous attendre à une ***tension entre le volume d'éléments livré aux apprenants pour apprentissage et la capacité des apprenants à réaliser ces apprentissages***. Sur un fond de fatigue et de saturation, cette tension va effectivement se manifester du côté des apprenants à plusieurs reprises et de manières différentes :

Nous observons dans un premier temps un ***ralentissement de l'activité d'apprentissage*** (min. A-68 à 78), repéré par le formateur F1 et suivi d'une tentative de celui-ci de mettre fin à la séance (min. A-79). Toutefois, l'activité de formation ne s'arrête pas pour autant. Le fait que les apprenants coopèrent incite le formateur F1 à les mobiliser dans une nouvelle action, celle de sauvegarde du travail réalisé. Car comme souvent en situation professionnelle, la réalisation de la tâche avec SIG ne correspond pas à la fin de l'activité. Ainsi, la fin de l'action est reportée par l'action même de lui mettre fin.

Nous observons ensuite un ***détournement de l'attention des apprenants***, suivi par des demandes explicites de leur part de mettre fin à la séance (min. A-86 à 88).

Enfin, nous observons que lorsque le formateur F1 déclare la fin de la séance (min. A-91), une partie des apprenants a déjà ***pris l'initiative de fermer le logiciel*** et d'arrêter le poste de travail.

Lors de cette partie de la séance, ***le déroulement prévu est globalement respecté***, notamment grâce au formateur F1 qui régule l'activité de formation afin de garder « le cap » sur les objectifs prévus. Toutefois, plusieurs ***incidents didactiques*** se manifestent. Ceux-ci sont introduits aussi bien par les formateurs que par des apprenants et de manière plus ou moins volontaire. A chaque fois, les formateurs tentent d'exploiter les incidents et de leur attribuer une fonction didactique. Cela semble convenir aux apprenants, qui montrent, par des questions ou des réflexions, leur volonté d'exploiter le potentiel d'apprentissage des situations traversées. Nous constatons toutefois chez le formateur F1 une ***tension entre l'attention portée à chaque apprenant et la nécessité d'intervenir collectivement.*** Nous allons plus loin voir que le formateur F1 tente en effet d'exploiter les questions et les remarques des apprenants pour livrer à tous et de manière anticipative des éléments permettant soit de ne pas se tromper dans l'action, soit de remédier à une action qui aurait pu être réalisée de manière inefficace.

Enfin, nous allons voir également qu'une partie des incidents amènent à des situations qui échappent au contrôle des formateurs. La fonction didactique de ces séquences est plus improbable, car les formateurs sont davantage préoccupés de dépasser eux-mêmes les obstacles techniques rencontrés afin de sauvegarder leur place dans le système formateur.

5. ANALYSE DIDACTIQUE DETAILLEE

Nous passons maintenant à l'analyse de chacun des trois types de séquences didactiques annoncées :
1/ interventions formatives dédiées à la découverte des fonctions techniques,
2/ réalisation par les apprenants des actions, en mobilisant les fonctions techniques de manière intégrée dans des procédures,
3/ réalisation par les apprenants de tâches didactiques en mobilisant des actions techniques.

A cela s'ajoute une forme d'apprentissage que nous observons en dehors du système didactique :
4/ exploration, plus ou moins volontaire du système technique de la part des apprenants.

Pour chacune des quatre catégories d'interventions didactiques, nous allons interroger l'activité du groupe, pour tenter d'accéder, d'une part, aux intentions formatives et aux

modalités didactiques employées par les formateurs et d'autre part, aux traces d'apprentissage et notamment aux représentations des apprenants.

Lorsque l'activité porte sur la réalisation d'actions techniques, nous analyserons l'action et ses composantes, en nous appuyant pour cela sur la classification des opérations selon la fonction assurée (orientation, exécution et contrôle) proposée par SAVOYANT (1981). Car aussi simples qu'elles soient, les actions techniques proposées aux apprenants ont tout de même un certain degré d'élaboration : ces actions se réalisent par une suite d'*opérations*, *« ensemble de moyens d'accomplissement de l'action dans un but donné et dans une situation précisée »* (LEONTIEV 1974, p.119) qui *« dépendent des conditions dans lesquelles le but de l'action doit être atteint »* (LEPLAT 2005, p. 57). Selon GALPERINE (1966), les opérations constituent la forme d'action la plus réduite qui comporte un but propre, mis au service du but général, qui est celui de la tâche à accomplir.

5.1. FONCTIONS TECHNIQUES DE MI INTRODUITES HORS ACTION SITUEE

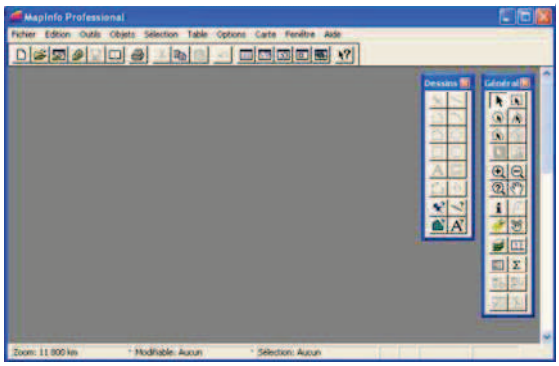
Les 13 fonctions techniques abordées par les formateurs dans la cadre des interventions didactiques visant la découverte des possibilités offertes par le système technique, sont regroupées dans les séquences 10, 12 et 14 (en grisé dans le Tableau 10). Chacune de ces fonctions techniques fait l'objet d'une ***intervention formative indépendante*** dont le but visé semble être la découverte et la prise de contact par les apprenants des possibilités du système technique et des effets produits, dans la perspective d'une utilisation future de ces fonctions pour des actions plus élaborées. Cependant, seulement 4 (sur 13) des fonctions ainsi abordées seront remobilisées par la suite de la séance dans la réalisation des actions. Les autres, relevant probablement d'un usage plus restreint ou plus élaboré, font pour le moment uniquement l'objet d'un recensement des fonctions disponibles. Une partie de ces dernières fonctions techniques sera ensuite reprise dans l'action lors des prochaines séquences d'apprentissage, mais d'autres fonctions traitées ne reviendront plus lors de la formation, montrant qu'une partie des apprentissages est laissée à la charge des apprenants. De cette catégorie font partie plusieurs fonctions techniques qui visent la réalisation de tâches simples : la simplification du travail (*Outil i*, ép. A-55), l'aménagement du travail (*Seuil de zoom*, ép. A-68 à 71), la facilitation du repérage visuel (*Etiquettes*, ép. A-72 à 78). Ces fonctions ne sont pas qualifiées de critiques pour les tâches professionnelles qui seront celles des apprenants : *c'est pas fondamental* (formateur F1, min. A-71), *cela n'est intéressant que sur certains types de données* (Apprenant LOR, min. A-57b a propos de la fonction *Statistiques*). Nous observons ici une forme d'aide à la construction des représentations du système technique : la hiérarchisation des fonctions techniques.

5.1.1. DESCRIPTION DES FONCTIONS TECHNIQUES

La séquence 10 intervient après la séquence 9, lors de laquelle le groupe a réalisé les actions 1 et 1.2.

La séquence 10 débute par une **mise en découverte de l'environnement technique** du travail instrumenté MI, qui donne la possibilité aux apprenants de se repérer à l'écran (ép. A-45). Le formateur F1 décrit, à travers des assertions, plusieurs groupes de fonctions techniques présentées dans la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-contre :

Figure 10. Affichage de MI à son lancement



- « le menu », la bande horizontale située en haut de l'écran,
- la *barre d'état* située *en bas* de l'écran,
- *les palettes flottantes Général et Dessin*, qui hébergent chacune plusieurs fonctions techniques. Etant mobiles, *flottantes* comme les appelle le formateur F1, les palettes peuvent être déplacées à l'écran et aussi fermées en cliquant sur la croix située en haut à droite de chacune des palettes. Une intervention didactique sera dédiée par les deux formateurs à l'opération permettant de retrouver ces palettes.

Ensuite, le formateur F1 oriente sa présentation sur la fonction *Sélection,* une des fonctions les plus utilisées dans un SIG. Il favorise ainsi la construction de représentations de l'action instrumentée sur la base des éléments essentiels pour agir.

Le thème de la sélection des objets graphiques est poursuivi et approfondi lors de la séquence 12, par des nouvelles fonctions situées sur la palette flottante *Général* (PFG). En fin de séquence, un élargissement du champ de l'action instrumentée met en perspective, à plus long terme, des possibilités offertes par le système technique : que faire des sélections, une fois réalisées ? Trois possibilités sont évoquées, une fois le résultat obtenu et traité : l'ignorer, l'effacer ou le conserver en vue d'une ré-exploitation future.

La séquence 14 est dans sa totalité dédiée à la présentation du groupe de fonctions techniques *Contrôle des couches* (CC), que le formateur F1 présente comme étant le centre névralgique de l'action instrumentée : *le poste de pilotage des couches* (ép. A-62). Nous précisons qu'en effet, ces fonctions permettent des actions essentielles pour toute tâche SIG : gérer l'affichage, l'aspect et l'ordre de superposition des couches ainsi que le droit de modification et de sélection des objets graphiques.

Nous pouvons constater que les fonctions techniques introduites lors de cette série de séquences (10, 12 et 14) semblent avoir fait l'objet d'un ***choix didactique*** de la part des formateurs ***basé sur le mode d'activation***. Cette organisation offre les conditions de la construction d'une représentation structurée des possibilités du système technique.

5.1.2. MODALITES DIDACTIQUES OBSERVEES

Pour les séquences dédiées aux fonctions techniques, l'activité du formateur F1 est caractérisée par une composante verbale accompagnée d'une composante instrumentale, de monstration. En effet, les fonctions abordées font l'objet d'une manipulation – plus ou moins élaborée – de la part du formateur F1, mais qui est généralement organisée comme suit :

- nommer la fonction,
- indiquer son emplacement sur l'interface du poste de travail,
- donner des détails permettant de la localiser,
- énoncer les effets attendus,
- préciser la procédure d'activation,
- activer la fonction.

Pour certaines fonctions auxquelles il semble attribuer une plus grande importance, le formateur F1 réalise également une lecture interprétative de l'effet produit par l'activation de la fonction : *le nombre d'enregistrements : 226, donc j'ai 226 pays.* Toutefois, l'action technique est rarement finalisée par un but précisé : généralement, le formateur active, décrit la fonction puis la désactive sans prévenir, opération qui annule l'effet produit par celle-ci. En retrouvant la situation initiale, le formateur passe à une nouvelle fonction.

Pour d'autres fonctions en revanche, le degré de détails fournit par le formateur est plus réduit. La base d'orientation étant plus réduite, cela laisse à la charge des apprenants une partie de l'apprentissage lié à ces fonctions, toutefois à moyen terme car les fonctions ne seront pas mobilisées au démarrage d'une tâche SIG.

Le formateur F1 insiste d'avantage sur les fonctions des groupes *Contrôle des couches, Palette flottante général* et *Sélections.* Il semble les considérer essentielles pour les apprenants. Et en effet, nous pouvons constater que ces fonctions sont déjà, à ce stade de la formation, beaucoup utilisées par les apprenants.

Nous concluons au fait que la présentation des fonctions techniques est ***structurée et potentiellement structurante*** pour les apprenants et qu'elle offre dès maintenant des éléments pour la construction future de représentations fonctionnelles.

5.1.3. ACTIVITE DES FORMATEURS

Le formateur F1 est le principal locuteur. Ses interventions sont élaborées et démarrent par une série d'assertions et de monstrations simultanées, « agrémentées » de commissifs et des assertifs à rôle directif reporté, qui marquent une intention d'engager les apprenants dans l'action future. Le formateur F1 tente également de projeter les apprenants dans l'action en évoquant une situation-problème future présentée comme imminente, pour laquelle il livre la règle d'action à appliquer pour la dépasser : *quand vous êtes dans cette situation*, *la seule solution c'est d'utiliser ici, l'outil de désélection* (ép. A-56). Il tente enfin d'élargir chez les apprenants le champ de l'action instrumentée, en évoquant pour une fonction donnée – la fonction *Sélection* – trois possibilités d'action au regard des résultats obtenus : *décider d'enregistrer cette sélection*, *je peux aussi la supprimer ou ne pas en tenir compte* (ép. A-58). Ainsi le formateur F1 met les bases de la construction chez les apprenants d'un système de représentations équivalentes, qui rappelle la vicariance des représentations fonctionnelles (LEPLAT 1985).

Situations-problèmes potentielles introduites par les formateurs pendant les séquences traitant des fonctions techniques

Avec l'avancement dans les séquences, les situations de travail susceptibles de poser des difficultés aux apprenants sont introduites par les formateurs et traitées collectivement. Par leur intervention didactique, les formateurs se placent dans une démarche simultanée d'***anticipation*****,** de ***prévention*** et de ***remédiation*** des situations « bloquantes » que les apprenants pourraient rencontrer au cours de l'action. Ils se placent également dans une tentative d'***engagement des apprenants dans l'action***.

Nous avons identifié trois telles situations :

- La première situation-problème est introduite, de manière imprévue, par le formateur F2, qui évoque la possibilité de disparition de l'écran, suite à une erreur de manipulation, des palettes flottantes (séquence 10, ép. A-45). La procédure permettant de remédier à la situation appelle à l'introduction dans l'action d'une nouvelle fonction technique, *Affichage/ Barres d'outils* (fonction n°5, Tableau 10). L'intervention du formateur F2 peut être considérée comme pertinente au regard du fait que les palettes flottantes hébergent des fonctions techniques fondamentales, dont la disparition de l'écran constitue un obstacle à l'avancement dans l'action instrumentée. Toutefois, cette situation-problème est traitée d'une manière limitée, ce qui semble dû au caractère imprévu de l'intervention du formateur F2, qui soulève un problème et délègue sa résolution à son collègue :

> **F2** : *des fois, ces palettes se sauvent… et on les retrouve sous….*
> **F1** : *je ne sais plus… Affichage/Barre d'outils. Là, il suffit de cocher les cases. Bien !*

Surpris et agacé par la tâche que son collègue lui prescrit en interrompant sa propre intervention didactique, le formateur F1 verbalise simplement la fonction nécessaire et met rapidement fin au thème. Nous observons ainsi un désengagement du formateur F1 de sa fonction dans le système de co-animation mis en place spontanément par son collègue.

- La deuxième situation-problème est évoquée par le formateur F1. Celle-ci porte sur une situation technique particulière : l'absence d'espace « vide », c'est-à-dire inoccupé par des objets graphiques, ne permet pas d'appliquer la procédure connue pour désélectionner, qui est de cliquer dans la fenêtre carte, dans un espace sans objets (séquence 12, ép. A-56). Une procédure spécifique à cette situation est ainsi livrée : l'utilisation de la fonction *Désélection* (fonction no.11). Le formateur met de nouveau ici en place les bases de la construction par les apprenants de représentations équivalentes, à décliner par la suite en fonction de la situation.

- La troisième situation-problème est également introduite par le formateur F1 : en déplaçant un pays sur la carte, le formateur montre que l'activation de la fonction *Edition* (fonction no. 18) donne la possibilité de déplacer des objets à l'écran : *je déplace la Bretagne et je la mets ici* (séquence 14, ép. A-64b). Cette opération est présentée par le formateur comme étant à éviter, compte tenu de ses effets irréversibles. En choisissant cette situation, le formateur réalise plusieurs actions didactiques. Premièrement, il alerte les apprenants sur la possibilité qu'offre le système technique MI de ***réaliser des opérations géographiquement impossibles***. Deuxièmement, il les incite à ***développer un mode opératoire basé sur la prise de conscience*** de cette possibilité (*Méfiez-vous*). Troisièmement, il les invite à ***l'anticipation des actions avec la prise en compte des effets produits*** par celles-ci (*j'ai un retour en arrière mais je n'en ai pas 36.000*). Enfin, en mentionnant qu'il y a un seul « *retour en arrière* », le formateur ***fournit*** également ***la procédure*** (fonction n° 19, *Retour en arrière*) permettant de corriger une éventuelle erreur de manipulation. Il admet ainsi qu'une telle erreur pourrait se produire.

Les fonctions techniques introduites comme solution aux situations évoquées sont cette fois introduites non plus dans une démarche de découverte du système technique, mais par nécessité pour l'action. Cette fois, le formateur travaille avec les apprenants la construction de représentations 1/ en lien direct avec des situations de travail et 2/ sur la base des contraintes et les limites du système technique.

5.1.4. ACTIVITE DES APPRENANTS

Dès le début de cette deuxième séance de découverte de MI, tous les postes de travail individuels sont allumés, ce qui offre aux apprenants la possibilité de réaliser des

manipulations. Toutefois, les interventions didactiques ne sont pas axées sur la mise au travail immédiate des apprenants, qui sont, en effet, invités plus à écouter le formateur F1 et à le regarder faire qu'à s'exercer eux-mêmes à l'activation des fonctions techniques exposées. Cependant, qu'est-ce que les apprenants font effectivement lors des séquences ayant comme objet la présentation des fonctions techniques ? Comment tentent-ils de s'approprier l'utilisation de ces fonctions nouvelles pour eux ?

Les apprenants commencent effectivement par écouter et suivre à l'écran les actions du formateur. Certains prennent des notes. Mais rapidement, ils commencent à reproduire sur leurs postes de travail des manipulations réalisées par le formateur : pas tous les apprenants et pas toutes les actions, car le rythme imprimé par le formateur est alerte et ne permet probablement pas aux apprenants de réaliser l'intégralité de la démarche réalisée par le formateur. Néanmoins, la part d'activité pratique des apprenants est significative et s'inscrit globalement dans la démarche suivante : les apprenants activent des fonctions en suivant de près les actions du formateur F1. Pour cela, leurs regards font des allers et retours rapides et réguliers entre l'écran du formateur et leurs propres écrans. L'effet obtenu est en revanche observé sur le poste du formateur, où l'attention des apprenants est attirée par le fait que le formateur discute les résultats affichés. Mais cela ne laisse pas le temps aux apprenants de poursuivre leur propre action et, en suivant le formateur, les apprenants désactivent la fonction activée.

La participation des apprenants à l'activité verbale collective est faible, leur attention étant généralement centrée sur l'action du formateur F1. Ainsi, pendant les 23 minutes qui constituent la durée totale des séquences 10, 12 et 14, seule l'intervention brève (9 mots) de l'apprenant LOR est observée, ainsi que celle de l'apprenant VIV, que nous allons aborder plus loin.

Activité de l'apprenant LOR : une intervention brève (min. A-57b)

L'apprenant LOR intervient pour faire remarquer que la fonction *Statistiques* est peu adaptée aux données géographiques utilisées. La remarque de LOR montre que l'apprenant mobilise et met en relation, de manière efficace, deux concepts :

1/ le concept d'opérations statistiques, que l'apprenant a construit avant la formation, étant donné qu'il est expert en mathématiques,

2/ le concept de données géographiques, que l'apprenant a certainement construit en formation, car LOR était novice en SIG en intégrant la formation.

Nous observons chez LOR un processus de construction de représentations fonctionnelles en cours. Des éléments de la représentation initiale de LOR s'activent et évoluent : il distingue

maintenant les propriétés pertinentes de l'objet *données SIG* et en conclut que les opérations techniques de nature statistique proposées par le formateur ne sont pas adéquates. Le travail est également pris en considération dans la représentation de l'apprenant, lorsqu'il évalue la pertinence des fonctions techniques en relation avec des situations de travail.

Enfin, nous notons l'intention de l'apprenant d'orienter l'apprentissage : il tente d'éloigner du cours de l'intervention didactique un thème qu'il estime peu utile pour l'apprentissage car sans conséquences pratiques pour l'action SIG qui sera la sienne.

Activité de l'apprenant VIV : utilisation de la fonction *Etiquettes* (ép. A-83 à 84)

Pendant que ses collègues réalisent une action technique, l'apprenant VIV s'engage dans la découverte de la fonction technique *Etiquettes.* Lorsqu'il n'obtient pas les effets qu'il attend, VIV sollicite le formateur F2 qui intervient et guide l'action de VIV de manière individuelle. L'analyse de la situation didactique dans laquelle sont engagés VIV et le formateur F2 montre les aspects suivants :

VIV ne suit pas le guidage de l'action didactique en cours pour réaliser des actions qui n'ont pas été prescrites et pour lesquelles la base d'orientation n'est pas complète. La représentation de l'action construite par l'apprenant n'est par conséquent pas fonctionnelle. Ainsi, lorsqu'il tente d'utiliser la fonction *Etiquettes,* VIV échoue. Nous identifions plusieurs aspects au regard des représentations de VIV :

VIV constate l'échec de l'action de manière efficace ; on peut ainsi constater qu'une représentation du but de l'action est construite chez VIV. Toutefois, VIV constate l'échec en s'appuyant sur une information partielle et insuffisante, qui ne permet pas au formateur F2 d'identifier l'erreur : *j'ai demandé que les régions soient nommées et là je vois que Normandie ne l'est pas.* L'opération de contrôle réalisée ensuite par le formateur F2 donne un résultat différent : ce n'est pas l'étiquette de la Normandie qui est absente, mais la totalité des étiquettes. Le formateur identifie l'erreur visuellement : la couche sur laquelle VIV tente d'intervenir n'est pas ouverte et dans ces conditions l'action n'est pas possible techniquement. Nous constatons ainsi que la structure opérative en vue de l'action visée est visible à l'écran, mais n'a pas été identifiée par l'apprenant. L'opération de contrôle étant réalisée par l'apprenant à partir d'une structure partielle, la représentation ainsi construite est *cohérente* (LEPLAT 1995), c'est-à-dire fausse mais efficace dans une situation donnée.

L'intervention du formateur F2 qui suit ne vise pas l'action de remédiation, mais tente d'amener l'apprenant à identifier la structure opérative ; celle-ci semble ainsi être considérée par le formateur comme étant l'élément déterminant pour la construction d'une représentation fonctionnelle. Mais les éléments que le formateur F2 met dans un premier

temps à disposition de l'apprenant ne lui suffisent pas. Plusieurs interventions, de plus en plus riches, sont nécessaires au formateur pour aboutir finalement à la construction chez l'apprenant d'une représentation plus élaborée de l'action et potentiellement fonctionnelle, que nous associons à la réussite consciente de l'action par l'apprenant.

5.2. FONCTIONS TECHNIQUES INTRODUITES PAR LE FORMATEUR F1 DANS L'ACTION

Nous passons maintenant aux épisodes qui engagent les apprenants dans la réalisation des actions techniques. Dans le déroulement chronologique de la formation, ces épisodes sont regroupés dans les séquences 9, 11 13 et 17. Lors de cette partie de la séance, l'accent est mis davantage sur l'effet recherché que sur la fonction à utiliser : 9 fonctions sont introduites directement à travers l'action instrumentée (en blanc dans le Tableau 10) de manière ***intégrée dans des procédures,*** plus réduites au départ, plus élaborées par la suite. Ainsi, les **intentions didactiques** évoluent par rapport aux épisodes analysés précédemment. Nous identifions les intentions didactiques suivantes :

- ***faire apprendre à utiliser le système technique MI***, notamment à travers l'appropriation de procédures, mais aussi des règles d'action et des modes d'analyse des situations rencontrées que les formateurs livrent aux apprenants. L'activité des formateurs montre que selon eux, l'apprentissage du MI passe, à cette étape, par la réussite de l'action pratique, qu'ils tentent de favoriser en assurant un guidage collectif serré de l'action et la possibilité d'aide individuelle,

- ***faciliter la compréhension du fonctionnement du système technique,*** en ouvrant la transparence opérative de celui-ci.

Plusieurs actions techniques sont abordées par les formateurs. Ces actions ont les caractéristiques suivantes :

1/ Ce sont des formes d'action SIG peu élaborées, formes associés par DAVIES (1995) à des usages primaires du SIG.

2/ Ce sont des actions techniques essentielles pour la réalisation de tâches SIG. Ces actions seront ensuite mobilisées dans la réalisation des tâches didactiques Quimper et Alpha.

3/ Etant introduites dans un premier temps en dehors de toute tâche professionnelle ou didactique, les actions techniques n'ont pas de sens en soi. Elles ont en revanche vocation à être reprises dans le cadre des actions plus globales et surtout motivées par un but, comme les tâches Quimper et Alpha et, plus tard dans la formation, la tâche Sorme. Nous observons ainsi une mise en apprentissage avec une construction de sens progressive.

Nous regroupons les actions techniques abordées en plusieurs classes :

- ***Actions techniques dédiées à l'ouverture des couches de données*** : action 1 et action 4, ainsi que, lors de la tâche Quimper, les actions 8 et 9,
- ***Actions techniques dédiées à l'optimisation de l'affichage des couches*** : actions 1.2, 2, 5 et 6. L'action 1.2. sera réalisée à plusieurs reprises lors de cette séance et notamment comme partie intégrante d'actions plus élaborées,
- ***Action technique dédiée à la sauvegarde du travail réalisé*** : action 7 et, lors de la tâche Quimper, action 8, cette dernière associée à la réalisation de l'action 9,
- ***Actions techniques dédiées à la fermeture des couches de données*** : actions 3.1. et 3.2., reprises ensuite lors de la tâche Quimper,
- ***Actions techniques dédiées au traitement des données,*** dans le cadre de la réalisation de tâches SIG : actions 11, 12, 13 et 14.

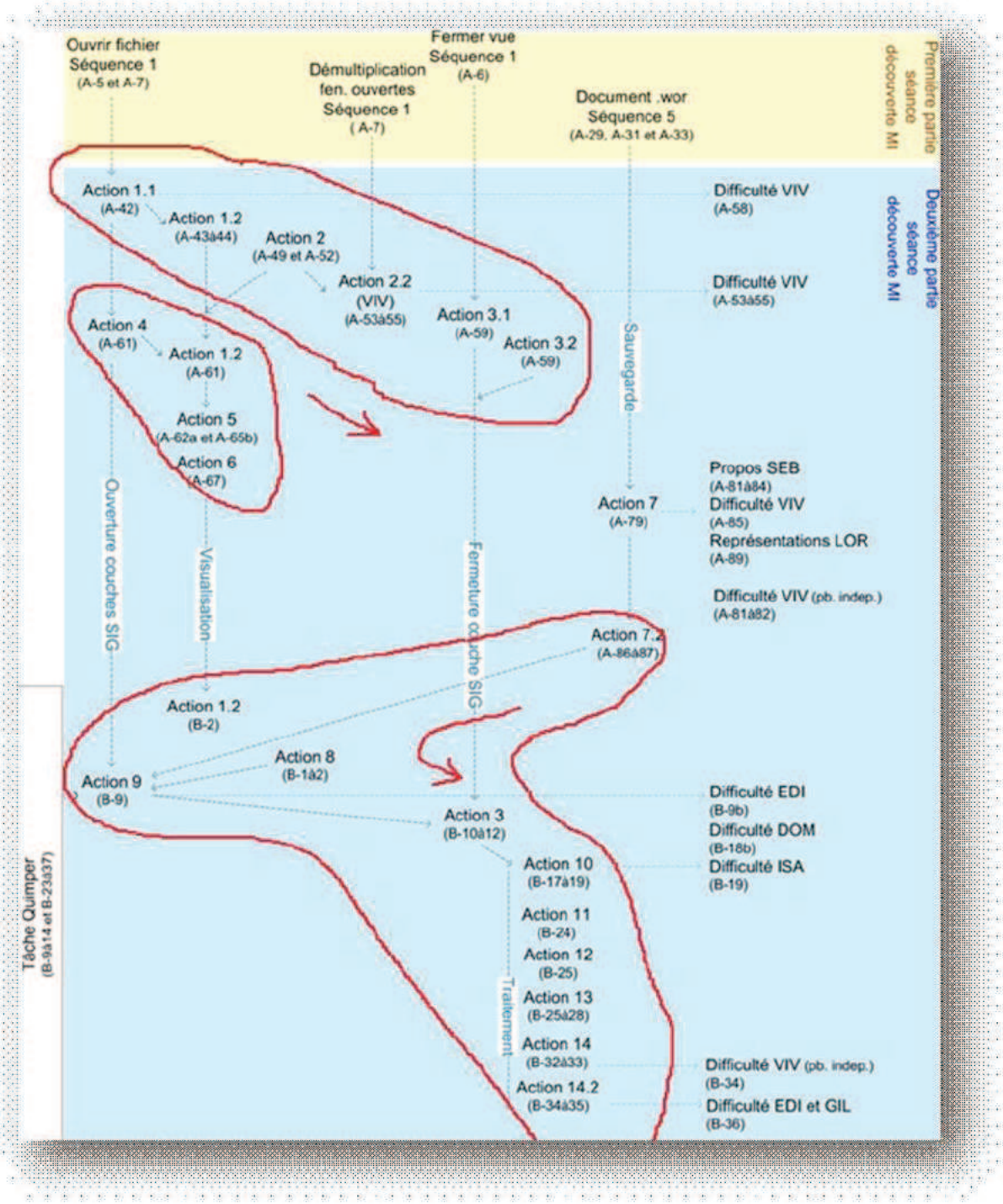
Nous allons maintenant observer comment les conditions didactiques mises à disposition des apprenants pourraient favoriser l'avancement de ceux-ci dans la construction de représentations fonctionnelles, et cela sur deux plans :

1/ pour chaque classe d'action, en faisant évoluer : la prescription, le système de guidage par les formateurs, les procédures ou les situations d'application. Nous analysons les trois premières classes d'actions, en mettant l'accent sur les aspects suivants :

- la procédure de réalisation,
- les modalités didactiques observées,
- les difficultés rencontrées par les apprenants,
- les traces d'apprentissage et de construction des représentations chez les apprenants.

2/ à un niveau plus général qui est celui d'un projet SIG. Lorsque nous regardons la chronologie des actions mises en apprentissage dans la situation didactique présente, nous constatons que celle-ci correspond à l'ordre de réalisation de ces actions dans le cadre de projets SIG. Ainsi, la chronologie des apprentissages visés apparaît comme l'un des éléments centraux de la situation didactique présente. Nous proposons pour cela (Schéma 16) une forme d'analyse de cette chronologie, qui tente de mettre en évidence une cohérence interne des actions techniques réalisées lors de la séance de découverte de MI, mais aussi des relations avec les thèmes traités verbalement en début de séance.

Schéma 16. Modélisation des relations entre les thèmes introduits verbalement et les actions réalisées par les apprenants dans le cadre de la séance de découverte du système technique MI



5.2.1. ACTIONS DEDIEES A L'OUVERTURE DES COUCHES SIG

La classe d'actions dédiées à l'ouverture des couches SIG fait partie d'une classe plus large d'actions techniques, appelées *actions d'acquisition des données*. Quatre actions dédiées à l'**ouverture des couches de données SIG** sont abordées à ce stade de la formation :

- *Action 1,* ouvrir une couche de données standard, est la première action technique proposée aux apprenants (ép. A-42),
- *Action 4,* ouvrir simultanément *plusieurs* couches standard, est une forme plus évoluée de l'action 1, est abordée avec les apprenants par la suite (ép. A-61).

L'apprentissage des actions appartenant à cette classe va se poursuivre dans le cadre de la réalisation de la tâche Quimper, par deux autres actions, que nous allons également analyser :

- *Action 8*, qui permet la simplification du travail par l'automatisation d'une partie de la procédure de réalisation de toute la classe d'actions d'ouverture d'une couche,
- *Action 9,* ouvrir un environnement de travail créé précédemment (document .wor).

Plus tard dans la formation, une action technique – encore plus élaborée – d'ouverture d'une couche de type raster (action Calage), sera réalisée dans le cadre de la réalisation de la tâche didactique Sorme. Nous allons revenir sur celle-ci.

Nous allons maintenant décrire l'activité didactique développée par le formateur F1 à destination des apprenants autour de la réalisation des actions mentionnées. Nous analyserons ensuite l'activité observable développée par les apprenants pour réaliser ces mêmes actions.

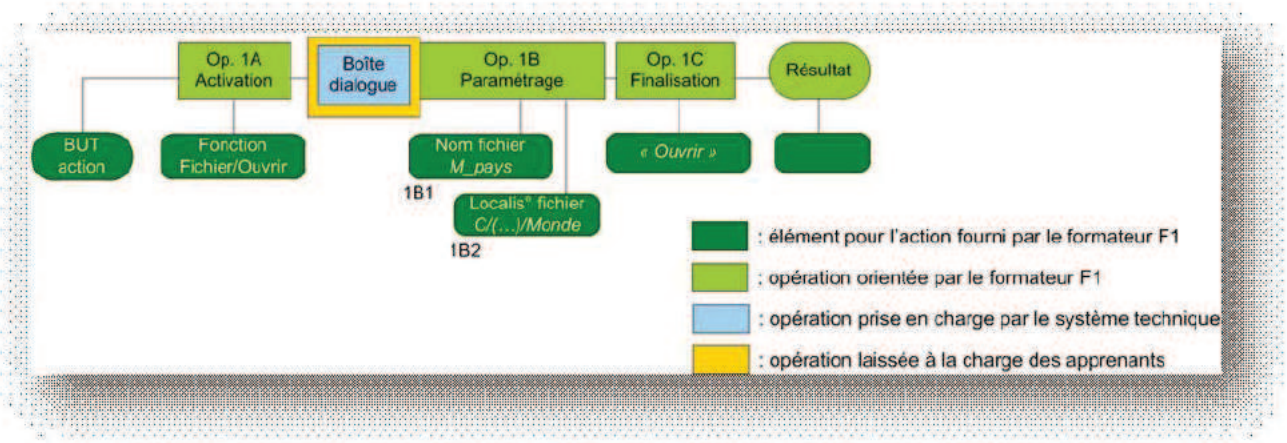
5.2.1.1. DESCRIPTION DES ACTIONS TECHNIQUES TELLES QUE PRESCRITES AUX APPRENANTS

Action 1 : Ouvrir une couche de données SIG (séquence 9, ép. A-42)

Pour leur premier contact direct avec le système technique, les apprenants sont confrontés à l'action d'ouverture d'une couche de données standard : une couche MI qui contient des objets de type vecteur.

Le formateur F1 guide les apprenants dans la réalisation de l'action 1 selon la procédure que nous schématisons de la manière suivante (Schéma 17) :

Schéma 17. Procédure de réalisation de l'action 1 et système de guidage associé



Comme le montre le Schéma 17. Procédure de réalisation de l'action 1 et système de guidage associé,

l'action 1 est constituée de quatre opérations d'exécution :

Opération	*Opérations d'exécution*	*Guidage par F1 :*
1A	Opération d'activation de la fonction technique	Oui
1B1	Opération de paramétrage	Oui
1B2	Opération de paramétrage	Oui
1C	Opération de finalisation de l'action	Oui

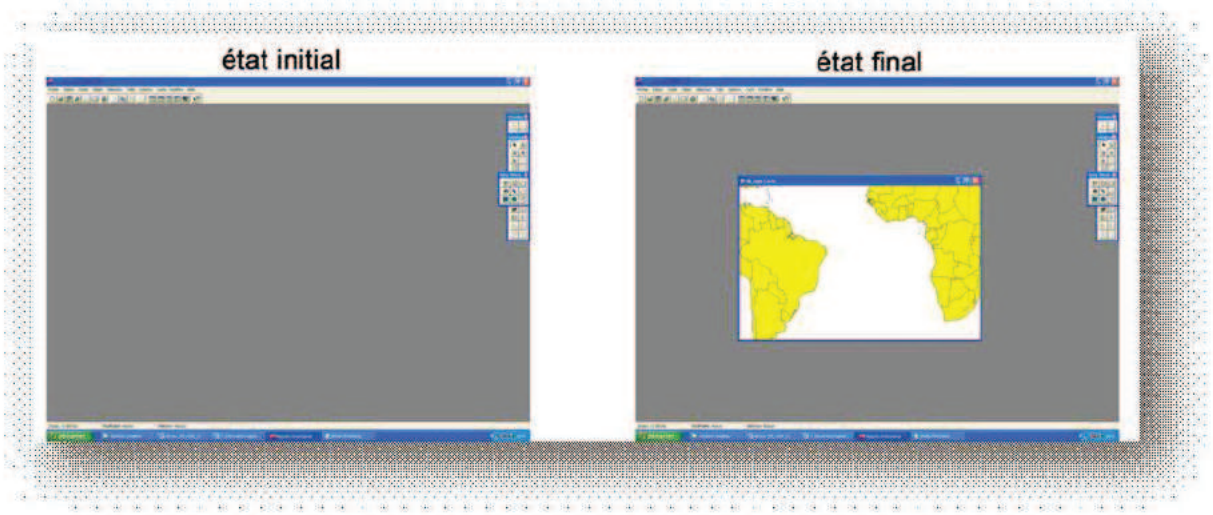
La base d'orientation des apprenants pour la réalisation de l'action 1 est intégralement mise à disposition par le formateur F1, qui assure un ***guidage serré*** des apprenants dans la réalisation de la procédure et fournit systématiquement les informations pour l'action correspondantes :

Opération	*Informations pour l'action*	*Information livrée aux apprenants par F1 :*
1A	La fonction à activer : *Fichier/Ouvrir*	Oui
1B1	L'emplacement de la couche à ouvrir : C/…	Oui
1B2	Le nom de la couche à ouvrir : *M_pays*	Oui
1C	Le bouton à activer : *Ouvrir*	Oui

De plus, les opérations de paramétrage 1B1 et 1B2 sont également ***orientées par le système technique*** à travers une boîte de dialogue qui s'affiche à l'écran.

L'effet de l'action 1 est reproduit dans l'illustration suivante (Figure 11):

Figure 11. Etat initial et état final de l'écran pour l'action 1



Une ***opération de contrôle final*** de l'action est également observée. Celle-ci est guidée par le formateur F1 de la manière suivante : 1/ le formateur réalise lui-même l'opération de contrôle par prise d'information sur le résultat obtenu et confrontation avec le résultat attendu, 2/ il valide le résultat obtenu et 3/ il invite les apprenants à contrôler leur résultat en le confrontant avec le sien, visible à l'écran.

D'un point de vue didactique, la forme de facilitation que le formateur F1 met à disposition des apprenants pour se représenter le résultat attendu semble efficace : tous les apprenants réalisent l'opération de contrôle et valident l'action 1.

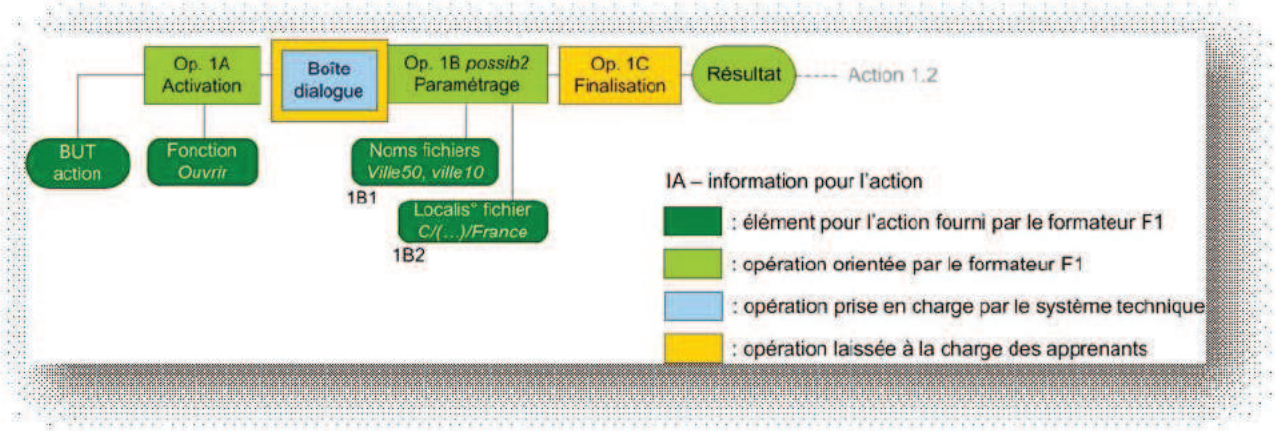
Action 4 : ouvrir plusieurs couches de données (séquence 13, ép. A-61)

Lorsque le formateur F1 prescrit aux apprenants la réalisation de l'action 4, 20 minutes sont passées depuis que ceux-ci ont réalisé l'action 1 (ép. A-42). Entre temps, ils ont assisté à deux séquences de présentation de fonctions techniques (séquences 10 et 12). Ils se sont exercés, sous le guidage du formateur F1, à l'utilisation du système technique en réalisant plusieurs actions techniques : deux actions d'optimisation de l'affichage (actions 1.2 et 2) et deux actions de fermeture d'une et respectivement de plusieurs couches (actions 3.1. et 3.2.).

L'action 4 est une « version » plus élaborée de l'action 1. Celle-ci consiste à ouvrir plusieurs couches en même temps. La procédure de réalisation est proche de celle utilisée pour l'action 1. La seule différence est que lors de l'une des deux opérations de paramétrage (opération 1B1), il est nécessaire de sélectionner non pas une mais plusieurs couches situées dans le même dossier.

Le Schéma 18 montre que ***le formateur maintient un guidage serré*** y compris pour des opérations identiques à l'action 1 : il indique de nouveau explicitement la fonction à activer et, lors de l'opération de paramétrage, verbalise l'emplacement des données (1B2). Il ***réduit*** en revanche légèrement ***le guidage*** en fin de procédure, laissant à la charge des apprenants l'opération de finalisation de l'action (1C) ainsi que l'opération de contrôle du résultat :

Schéma 18. Procédure de réalisation de l'action 4 et système de guidage associé



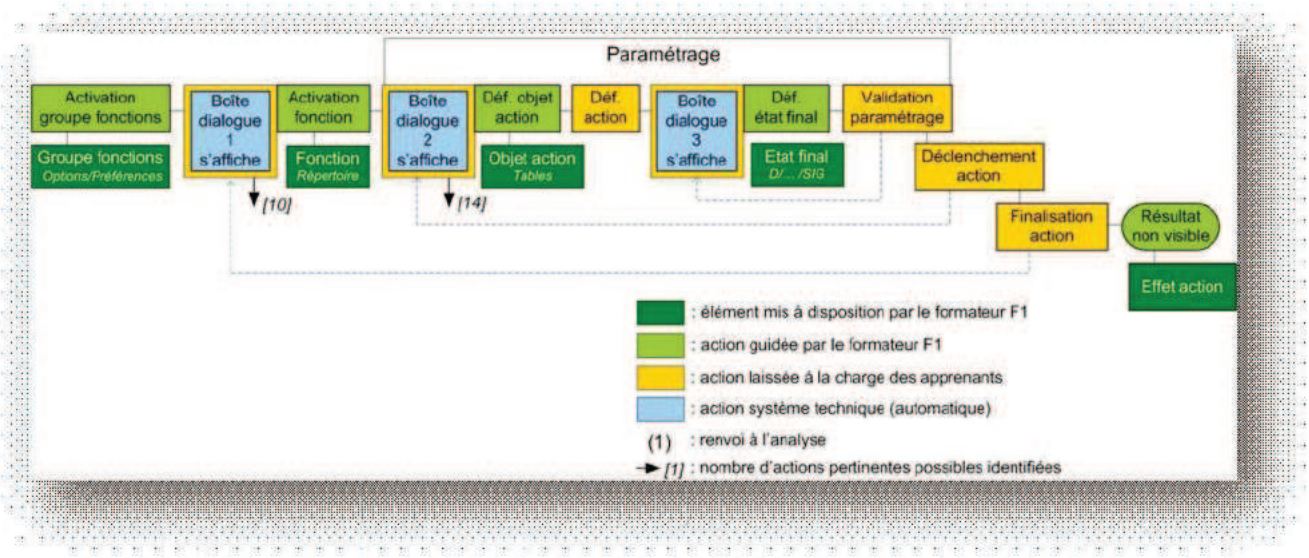
Du côté des apprenants, à l'exception de VIV – dont nous allons analyser l'activité p.245 - ceux-ci réalisent l'action 4 efficacement, en même temps que le formateur F1 et en prenant en charge les opérations qui ne sont pas indiquées par celui-ci.

Action 8 : prédéfinir un répertoire de travail (ép. B-1)

L'action 8 consiste à réaliser un paramétrage préalable qui permet ensuite au système technique de se positionner automatiquement sur un répertoire de travail spécifique. Cela évite ainsi aux opérateurs, lors de l'ouverture de couches, de réaliser l'opération 1B1 qui consiste à rechercher l'emplacement des couches sur le disque dur du poste de travail. S'agissant de mettre en place l'automatisation partielle des actions d'ouverture de couches SIG, l'action 8 vise la simplification du travail.

Comme le montre le Schéma 19, la réalisation de l'action nécessite une procédure élaborée :

Schéma 19. Procédure de réalisation de l'action 8 et système de guidage associé



Le formateur F1 prescrit l'exécution de l'action d'une manière directive, en livrant des règles d'action simples qui invitent à une mise en exécution immédiate.

L'action est nouvelle pour les apprenants, mais nous nous situons lors du deuxième jour de la formation et nous constatons une évolution des modalités didactiques employées : lors de la réalisation de l'action par les apprenants, seules les opérations les plus critiques sont guidées de manière serrée par le formateur F1. Pour les trois opérations de finalisation de l'action, que nous avons appelé *validation*, *déclenchement* et *finalisation* de l'action, les apprenants ont l'***initiative d'utiliser le système d'orientation de l'action proposé par le système technique***.

La présence de cette action, qui n'était pas prévue dans le programme, amène à des interrogations d'ordre didactique : qu'est-ce qui a déterminé son introduction dans la formation ? Plus tard, les formateurs vont nous présenter cette séquence comme une adaptation à des conditions de la formation identifiées au parcours. Il ne s'agit pas d'une séquence à visée didactique. Le facteur déclencheur de l'introduction de l'action 8, nous l'identifions à travers l'analyse de l'activité de formation : plusieurs apprenants présentent des difficultés à mémoriser le chemin d'accès aux données à utiliser, nécessaire pour réaliser l'opération 1B2, ce qui ralentit l'avancement dans l'action didactique. Or, la localisation des fichiers est une information pour l'action couramment utilisée lors de la formation. Les formateurs décident ainsi de faciliter l'action d'ouverture de couches SIG en écartant l'obstacle potentiel qui éloigne certains apprenants du système de guidage collectif de l'action. Pour cela, ils révisent la procédure en automatisant l'opération concernée, cette possibilité étant offerte par le système technique.

L'intention des formateurs est cependant au service de l'apprentissage, car il s'agit de recentrer l'attention des apprenants sur les apprentissages prévus, par la maîtrise d'une action intermédiaire. De plus, la situation didactique offre une possibilité d'avancer dans l'apprentissage que les apprenants saisissent : s'exercer efficacement au guidage de l'action par le système technique.

L'analyse de l'activité collective montre que tous les apprenants ont exécuté l'action sans difficulté, montrant ainsi l'existence d'une base d'orientation complète de l'action, construite par les apprenants en prenant efficacement en charge les opérations dont l'exécution n'a pas été guidée par le formateur F1. Toutefois, comme nous allons le voir par la suite, une difficulté d'une nature différente se présente à certains apprenants : l'absence du but de l'action 8 constitue un obstacle à la validation de l'action et donc à l'assimilation de la procédure.

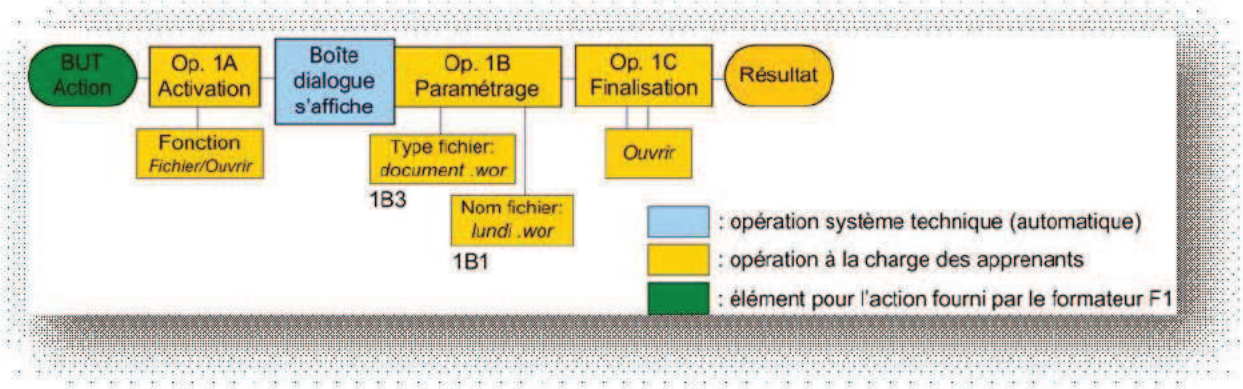
Action 9 : ouvrir un document .wor (ép. B-9)

L'action 9 est proche de l'action 1 : les opérations d'exécution sont les mêmes. Seules les informations pour l'action associées aux deux opérations de paramétrage changent. En revanche, l'effet de l'action est différent : l'ouverture d'un document .wor recrée automatiquement l'environnement de travail précédemment « encapsulé » dans ce fichier.

L'activité didactique est caractérisée par un allégement important du système de guidage : le formateur F1 verbalise le but et réalise lui-même l'action à un rythme alerte et sans verbaliser la procédure.

Pour réaliser l'action prescrite, les apprenants ont deux possibilités : 1/ regarder le formateur exécuter l'action et la réaliser eux-mêmes par la suite, en prenant le risque de ne pas se rappeler la totalité des actions visualisées ni leur ordre, ou 2/ prendre en charge la construction et la réalisation de la procédure que nous présentons dans le Schéma 20 :

Schéma 20. Procédure de réalisation de l'action 9 et système de guidage associé.



Nous avons précisé que la procédure de réalisation de l'action 9 est proche de celle de l'action 1. Mais cet aspect n'a pas été mis en évidence par le formateur. Ainsi, pour que les apprenants réalisent efficacement l'action 9 en autonomie, deux conditions se posent : 1/ que les apprenants aient construit des représentations fonctionnelles de l'action 1 et 2/ qu'ils se représentent l'action 1 comme étant suffisamment proche de l'action 9 pour justifier une procédure commune.

Les apprenants choisissent de réaliser l'action en semi-autonomie : ils regardent le début de l'action du formateur F1, avant de démarrer eux-mêmes l'action, qu'ils réalisent seuls. Ils réalisent ensuite le contrôle de l'action par confrontation avec les résultats obtenus par le formateur F1.

A l'exception d'EDI et de VIV, les apprenants réalisent l'action efficacement. Certains, parmi lesquels FRA, y parviennent rapidement. D'autres avancent par essais-erreurs : ils enchaînent plusieurs tentatives et finissent par y arriver. Quant à VIV et EDI, nous allons voir qu'ils se trouvent dans des situations particulières qui rendent plus difficile leur avancement dans la réalisation de l'action.

5.2.1.2. ACTIVITE DES APPRENANTS

Nous allons observer maintenant la manière dont certains apprenants avancent dans la réalisation des actions techniques et dans l'apprentissage.

Activité de l'apprenant GIL : le diagnostic anticipatif comme forme d'apprentissage (action 4)

Lorsque le formateur F1 formule la consigne d'ouvrir deux couches de données et montre l'intention de laisser les apprenants réaliser seuls l'action 4, l'apprenant GIL ouvre d'abord une première couche, réalisant ainsi l'action 1, avant d'anticiper la possibilité d'une procédure plus économique que celle déjà connue et de la demander au formateur.

L'intervention de GIL montre plusieurs choses.

Premièrement, l'apprenant a compris la consigne, a construit la représentation du but et se lance dans l'action. Deuxièmement, il associe l'effet recherché à une action connue : l'action 1, qu'il réalise efficacement et rapidement, ce qui montre que la représentation de l'action 1 est chez lui fonctionnelle. Troisièmement, nous observons chez GIL la ***fonction anticipative de la représentation*** de l'action 1 au service d'une action nouvelle : cette anticipation porte à la fois sur des actions instrumentales (anticipation des effets des actions techniques) et sur les actions humaines (anticipation des actions à exécuter pour obtenir un

effet attendu) et se déclenche sans être sollicitée par les formateurs. Quatrièmement, le système de représentations que l'apprenant a construit du système technique est ouvert, lui permettant d'envisager des nouvelles possibilités d'action. Enfin, cinquièmement, le système de représentations de l'apprenant est construit en relation avec le travail : en se montrant préoccupé par la recherche des procédures plus économiques, l'apprenant agit en professionnel.

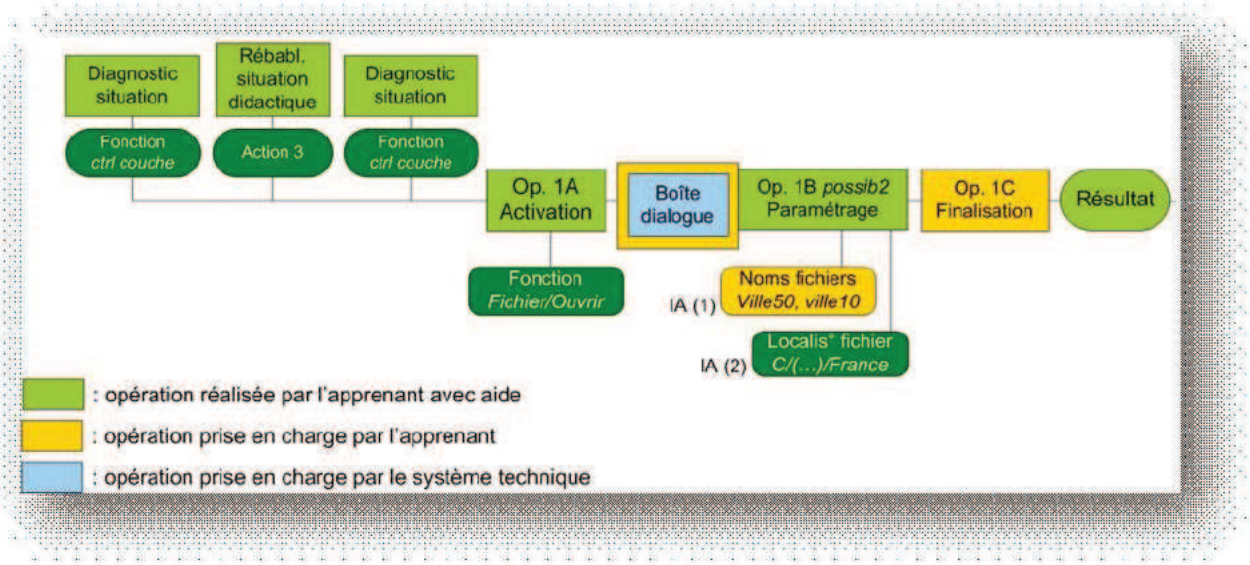
Activité de l'apprenant VIV : difficultés lors de la réalisation de l'action 4

Etant en retard, l'apprenant VIV sort du système de guidage : *je ne vous ai pas suivi*. Sans bénéficier des conditions de l'exécution de l'action selon le guidage par le formateur F1, l'apprenant ne dispose pas de tous les éléments pour l'action et notamment de la localisation des couches et de la fonction technique à utiliser. En l'absence de ces éléments, l'apprenant tente un avancement par essai-erreur et échoue. La cause de son échec est qu'il tente de reproduire l'action 1 sans l'adapter à la nouvelle situation : il continue à chercher les couches à ouvrir dans le répertoire utilisé pour l'action 1. Ne les trouvant pas, il ne peut pas continuer dans l'action.

A la demande de l'apprenant, les formateurs lui fournissent une aide structurée en deux étapes : une étape de diagnostic de la situation, réalisée par le formateur F1 et une intervention de remédiation, assurée par le formateur F2.

Le schéma suivant illustre l'enchaînement d'opérations réalisées par l'apprenant VIV avec et sans l'aide des formateurs :

Schéma 21. Procédure suivie par l'apprenant VIV avec l'aide des formateurs, pour réaliser l'action 4



Diagnostic de la situation dans laquelle se trouve VIV. Dans le but évident de réaliser un diagnostic de la situation dans laquelle se trouve l'apprenant, le formateur F1 prescrit à celui-ci la réalisation d'une opération de prise d'information sur l'écran de son poste individuel. Le formateur précise la fonction technique à utiliser, qui n'est pas nouvelle (ép. A-62b). L'apprenant exécute l'opération technique et rapporte l'effet visible à l'écran : *j'ai départements, régions, départements, mais pas villes*. L'information livrée par l'apprenant VIV témoigne d'un triple dysfonctionnement :

1/ Les deux couches « villes » ne sont pas ouvertes, donc l'action 4 n'a pas été réalisée.

2/ Les couches « départements » et « régions » sont en revanche ouvertes. Cela montre que l'apprenant a réalisé, de sa propre initiative et à plusieurs reprises, l'action 1. Il montre ainsi avoir assimilé la procédure correspondante à l'action 1, mais probablement pas la relation avec les effets attendus. Par conséquent, la représentation qu'il a construite de l'action 1 peut être considérée comme fonctionnelle, dans le sens où elle aboutit aux effets attendus, mais n'est pas finalisée, car elle n'est pas associée par l'apprenant à un but donné. Cela montre également qu'en s'engageant dans l'exécution de l'action, l'apprenant ne se trouvait pas dans une situation différente de la situation didactique prévue : en effet, les couches « départements » et « régions » se situent dans le même répertoire que les couches « villes ». Par conséquent, il n'y a pas de raison apparente que l'apprenant ne puisse pas réaliser l'opération de paramétrage 1B2 qui semble le bloquer au moment où il formule sa demande d'aide.

3/ La couche « départements » est ouverte deux fois, ce qui amène à une « duplication des données », déconseillée par le formateur F1 lors de la séquence 1. Nous constatons ainsi que réaliser l'action 1 dans une situation qui justifierait la réalisation de l'action 4 peut conduire à une erreur humaine : lorsque plusieurs couches sont ouvertes une à une, il est possible d'omettre qu'une couche a déjà été ouverte et l'ouvrir une deuxième fois.

Intervention de remédiation. Après la phase de diagnostic de l'incident, le formateur F2 rejoint l'apprenant VIV pour lui fournir une aide individuelle. Il commence par guider l'apprenant dans le rétablissement de la situation didactique initiale : enlever les couches non-requises, action qui a déjà été abordée avec les apprenants (action 3) mais pour laquelle il fournit tout de même la fonction à utiliser : *Fichier/Fermer.* Il prescrit ensuite à l'apprenant une nouvelle fois l'opération de diagnostic, cette fois visiblement dans un but de contrôle de l'action. Pour cela, le formateur F2 oriente l'apprenant dans la prise et l'interprétation des informations recueillies à l'écran : *vous voyez, ici dans contrôle des couches, vos couches de villes ne sont pas là. C'est comme ça qu'on voit qu'elles ne sont pas ouvertes.* Enfin, le formateur F2 consacre son intervention à la réalisation de l'action 4, pour laquelle il verbalise la procédure pas à pas en prêtant attention à ce que l'apprenant réalise chacune des opérations. L'attention que le formateur accorde à la réalisation par l'apprenant de

chaque opération s'avère justifiée : l'apprenant ne prend pas toujours en considération tous les éléments de la procédure fournis par le formateur et a tendance à « glisser » vers l'utilisation d'une fonction du système technique qui n'est pas celle indiquée, mais qui se situe à proximité de celle-ci.

Ainsi, après les essais-erreurs au hasard et les essais-erreurs avec limitation des possibles, une évolution dans la manière dont l'apprenant choisit d'avancer dans l'exécution de l'action peut être constatée : le choix des fonctions à utiliser en faisant des approximations sur leurs intitulés. Ce choix n'est cependant pas efficace et le formateur F2 intervient pour réorienter l'apprenant vers la fonction adaptée. L'apprenant suit cette fois la consigne et lorsqu'il réalise les opérations de paramétrage, le formateur allège le guidage. Il oriente simplement l'attention de l'apprenant vers la présence des fichiers recherchés, sans les nommer : *Les voilà, elles sont là.* L'apprenant réalise la suite de l'action sans aide. Nous constatons ainsi comment le formateur F2 assure une fonction de tutelle dans le sens de BRUNER (1976) : il adapte le système de guidage en fonction de la manière dont il se représente les besoins d'aide des apprenants.

Activité de collaboration entre les apprenants FRA aide EDI (actions 8 et 9)

Nous observons ici deux aspects.

Le premier aspect porte sur les obstacles rencontrés dans la construction des représentations fonctionnelles par EDI. On constate en effet que les éléments qui empêchent EDI de construire des représentations fonctionnelles et d'agir ne sont pas liés à la procédure. Pour l'action 8, on observe que les représentations qui ne sont pas finalisées par un but ne sont pas fonctionnelles. Pour l'action 9, le processus de construction des représentations fonctionnelles se heurte à l'absence de référence pour agir.

Lors de l'action 8, EDI réalise efficacement l'action prescrite par le formateur F1, mais sans se représenter le but de celle-ci, qui n'est pas indiqué par le formateur. Cela a été possible dans les conditions où la base d'orientation de l'action a été assurée conjointement par le formateur F1 et par le système technique. L'absence du but n'empêche pas l'exécution efficace de l'action, mais ne permet pas à l'apprenant de valider l'action et d'assimiler la procédure. Des traces d'un début de construction de la représentation fonctionnelle apparaissent au moment de la confrontation, facilitée par FRA, de l'apprenant EDI avec le résultat de l'action :

> **EDI** *: ok, d'accord, on va directement dessus…*

Nous notons ici l'existence de traces d'un apprentissage réalisé par l'apprenant EDI en dehors du système formatif, grâce à la mise en place d'un système d'aide de proximité entre

apprenants. Cependant, la collaboration qui s'installe entre les apprenants pourrait avoir des conséquences pour la formation et notamment en ce qui concerne l'activité du formateur F2, dont le rôle est d'assurer les interventions d'aide auprès des apprenants en difficulté.

Le système d'aide de proximité qui s'est mis en place entre FRA et EDI se poursuit pour l'action 9. Lorsque l'apprenant EDI s'agite devant son poste de travail, FRA reprend l'initiative de le rejoindre pour l'aider. L'obstacle que l'apprenant EDI rencontre cette fois est l'absence de souvenir d'avoir déjà créé précédemment un document .wor.
Attentif à cette difficulté, FRA tente de déclencher chez EDI la remémoration de l'action passée. Pour cela, FRA met en place une stratégie didactique proche de celle du formateur F2 lorsque celui-ci intervient individuellement auprès des apprenants :

- il verbalise la procédure – quoi que de manière réduite – qui permet la création du document .wor,
- en prenant la main sur le poste de travail d'EDI, il démontre que le résultat de l'action (le document .wor) est bien présent sur le poste de travail de celui-ci ;
- il indique à EDI la fonction à utiliser,
- il verbalise le but de l'action.

Suite à l'intervention de FRA et sans réagir verbalement, EDI se lance dans l'exécution de l'action, qu'il réalise efficacement.

Pour comprendre le comportement initial de l'apprenant EDI, nous revenons sur la séance précédente, où nous constatons qu'il a fermé son poste de travail min. A-78, c'est-à-dire bien avant la fin de la séance, séance qu'il a poursuivi sans réaliser de manipulations. Ainsi, il n'a pas pu créer lui-même le document .wor, d'où l'absence de souvenir de cette action. Mais dans ces conditions, comment le document .wor se retrouve-t-il tout de même sur son poste de travail ? La réponse à cette question se trouve hors temps de formation, au moment de la préparation de la séance didactique : après la fin de la séance précédente, les formateurs ont réalisé une action qu'ils qualifient d'habituelle et qui consiste à « remettre à plat » les postes de travail des apprenants, c'est-à-dire déposer sur chaque poste de travail une copie des résultats des actions réalisées par les formateurs. Ces résultats prennent ainsi la forme attendue et permettent la poursuite de l'apprentissage sur des bases techniques communes. Nous précisons que cette opération sera réalisée à trois reprises lors de la formation D.

Activité de l'apprenant FRA : traces d'apprentissage de l'action 9 (ép. B-9b)

L'activité de l'apprenant FRA, qui intervient pour aider EDI, témoigne d'une représentation non seulement fonctionnelle mais aussi évoluée de l'objet d'action « document .wor » et des conséquences pratiques de l'action pour le travail : faire appel à un document .wor

représente pour FRA une forme de simplification du travail, une alternative plus économique à la procédure classique et non pas une possibilité parmi d'autres de retrouver un certain environnement de travail.

Nous observons que la représentation construite chez FRA de l'action 9 intègre la place de la fonction technique *document.wor* dans le processus de sauvegarde / reprise du travail, qu'il situe entre le but et à la procédure à suivre.

5.2.2. ACTIONS DEDIEES A L'OPTIMISATION DE L'AFFICHAGE DES COUCHES

Quatre actions appartenant à la classe d'actions dédiée à l'optimisation de l'affichage des couches sont abordées par le formateur F1 avec les apprenants :

- *Action 1.2,* optimiser l'affichage de la couche pour une visualisation plus aisée, est la deuxième action technique proposée aux apprenants lors de la formation. Cette action est associée aux actions d'ouverture des couches de données : à l'action 1 (ép. A-43 à 44) et à l'action 4 (ép. A-61). L'action 1.2 est réalisée à deux reprises dans le cadre du système didactique de la séance, ce qui nous permet d'observer l'évolution éventuelle des modalités didactiques associées ainsi que les éventuelles traces d'apprentissage. De plus, l'activité développée autour de la réalisation de l'action 1.2 met en évidence le fait que les apprenants sont attentifs aux conséquences pratiques des actions techniques qu'ils réalisent.

- *Action 2,* passer de l'affichage d'une fenêtre « carte » à une fenêtre « données » (ép. A-49). Cette action ramène au centre de l'apprentissage un thème déjà abordé, celui de la démultiplication des fenêtres à l'écran, que le formateur F1 présente comme un obstacle à la réalisation de l'action 2 (ép. A-52). Mais en introduisant ensuite la fonction technique *« Va-et-vient »*, le formateur apporte une solution permettant de passer d'une fenêtre à l'autre tout en respectant la règle d'action *« ne pas multiplier les fenêtres »* énoncée précédemment (ép. A-6b à 7). Nous allons effectivement observer que l'apprenant VIV, qui ne s'est pas approprié la procédure permettant de l'éviter, se confronte à l'obstacle anticipé par le formateur (ép. A-53 à 55),

- *Action 5,* changer l'apparence visuelle d'une couche (ép. A-62),

- *Action 6,* changer l'ordre d'affichage des couches (ép. A-67).

Les actions 5 et 6 sont abordées par le formateur F1 à travers deux situations-problèmes potentielles. De plus, l'apprenant LOR rencontre des difficultés lors de la réalisation de l'action 5 (ép. A-66).

Nous décrirons maintenant l'activité didactique du formateur F1 autour de l'action technique 1.2 et nous analyserons ensuite l'activité observée chez les apprenants.

5.2.2.1. DESCRIPTION DES ACTIONS TECHNIQUES TELLES QUE PRESCRITES AUX APPRENANTS

Action 1.2 : optimisation de l'affichage des couches

A la suite de l'action 1 et ensuite de l'action 4, le formateur F1 prescrit la réalisation de l'action 1.2, qui consiste à optimiser l'affichage pour une visualisation plus aisée de la couche ouverte.

Les schémas Schéma 22Schéma 23 présentent la procédure d'action ainsi que les éléments pour l'action fournis aux apprenants par le formateur F1 pour l'action 1.2 à la suite de l'action 1 et respectivement de l'action 4 :

Schéma 22. Procédure de réalisation de l'action 1.2 et système de guidage associé, à la suite de l'action 1

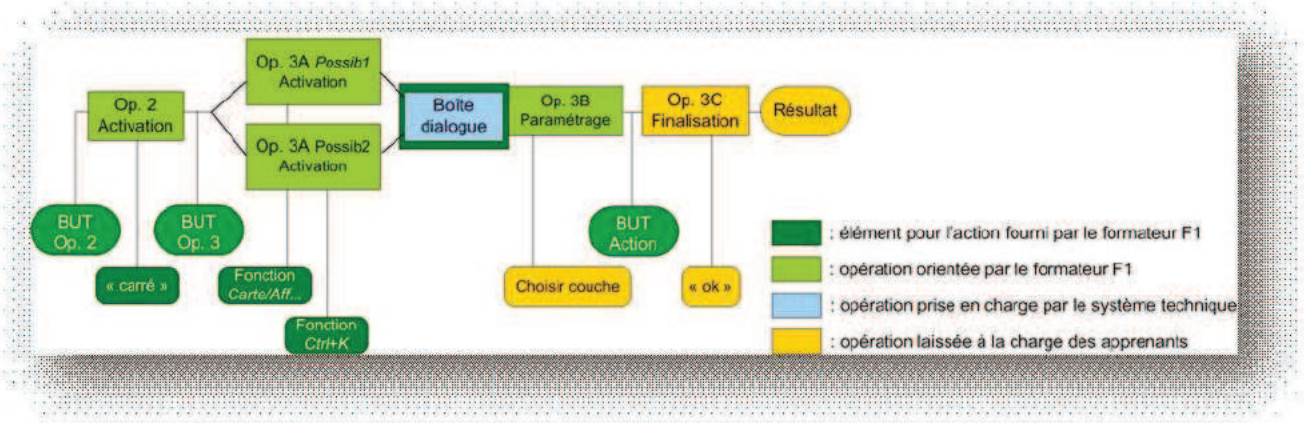
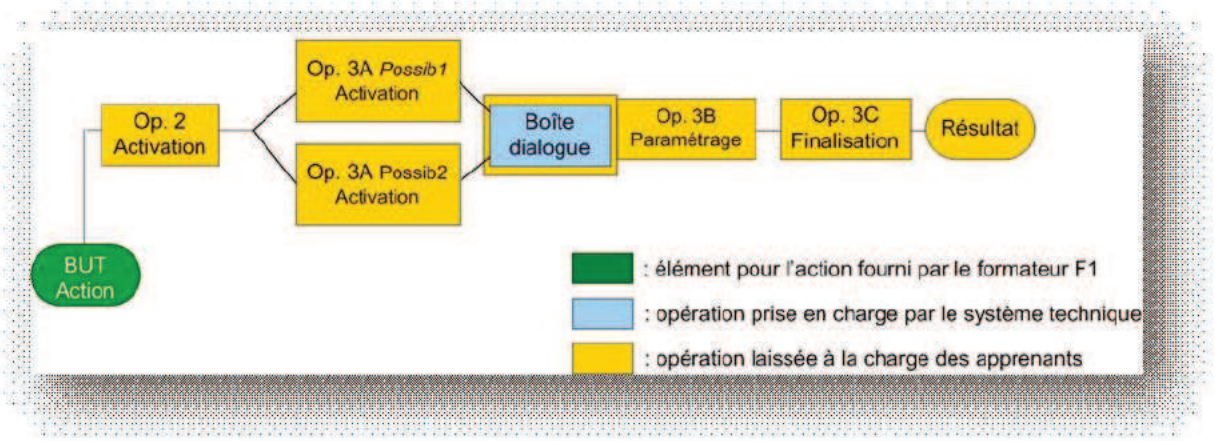


Schéma 23. Procédure de réalisation de l'action 4 et système de guidage associé, à la suite de l'action 4



Pour l'action 1.2 nous observons les mêmes catégories d'opérations d'exécution que pour les actions 1 et 4 :

Opération	*Opérations d'exécution*
2 et 3A	Opérations d'activation de la fonction technique
3B	Opération de paramétrage
3C	Opération de finalisation de l'action

Cela renvoie à la possibilité par les apprenants de construire un modèle d'action applicable à une classe d'actions pas nécessairement de même nature.

Nous constatons qu'en prescrivant l'action 1.2. pour la première fois, le formateur F1 ne varie pas le système de guidage par rapport à l'action réalisée antérieurement par les apprenants (action 4). Comme il l'avait fait pour l'action 4, le formateur laisse à la charge des apprenants les opérations de finalisation et de contrôle de l'action. Toutefois, il renforce les conditions de réalisation de la suite de l'action, en réalisant avec les apprenants une opération de contrôle intermédiaire. Il introduit cependant un élément nouveau : il ***diversifie les possibilités d'action***, en indiquant deux manières d'agir possibles pour l'activation de la fonction technique nécessaire (opération 3A) : par le menu (*Carte/Afficher toute la couche*) ou à l'aide d'un raccourci clavier (*contrôle+K*).

Lorsque les apprenants répètent l'action 1.2, à la suite de l'action 4, l'intervention du formateur se limite à la prescription de l'action. Le système de guidage est absent ; la procédure n'étant pas rappelée, montre que le formateur F1 considère cette procédure comme étant assimilée. Par la suite de la formation, l'action 1.2. ne sera plus prescrite, elle sera laissée à l'initiative et à la charge des apprenants.

5.2.2.2. ACTIVITE DES APPRENANTS

Nous observons un processus de construction de représentations chez les apprenants, processus qui suit l'activité didactique et évolue à chaque fois que des opérations sont laissées à la charge des apprenants. En effet, les apprenants réalisent l'action de manière efficace à chaque fois que le système de guidage évolue. Et après l'action 4, les traces de l'activité des apprenants au regard de l'action 1.2 seront moins visibles. L'action 1.2 perdra son statut d'action pour prendre celui d'opération intégrée à l'action d'ouverture qui la précède (actions 1, 4 ou 9).

Préoccupation des apprenants pour les conséquences pratiques des actions réalisées

Une fois l'action 1 réalisée, nous pouvons constater visuellement (Figure 12, état initial) que le résultat a les caractéristiques suivantes :

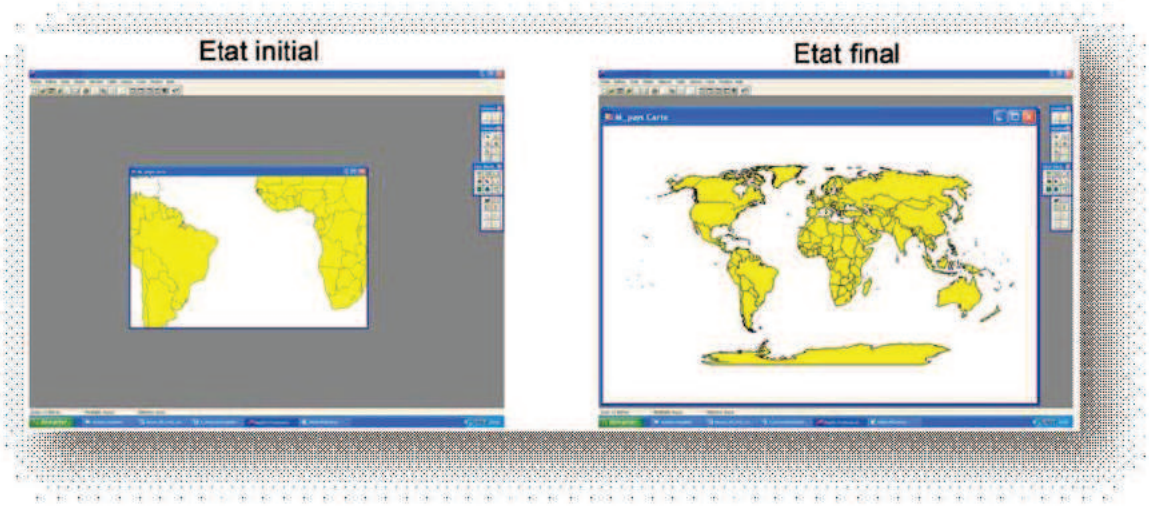
- Caractéristique 1 : la fenêtre qui permet l'affichage de la couche n'occupe qu'une partie de l'écran,
- Caractéristique 2 : seule une partie des objets de la couche « pays du monde » est visible.

Avant même que le formateur F1 aborde ces aspects et prescrit la réalisation de l'action 1.2, certains apprenants identifient ces caractéristiques comme étant des écarts au résultat attendu, qu'ils tentent de corriger. Cela montre que, préoccupés par les conséquences pratiques de leurs actions, les apprenants prennent en main leur apprentissage et tentent d'avancer seuls lorsqu'ils identifient cette possibilité :

  - certains identifient la caractéristique 1 et la verbalisent à voix basse, sans la livrer au groupe : *« y a pas tout ! »*, *« j'ai un souci… je n'ai qu'une partie…»*,

- d'autres identifient la caractéristique 2 et réalisent l'opération permettant d'agrandir la fenêtre « carte » (Figure 12, état final).

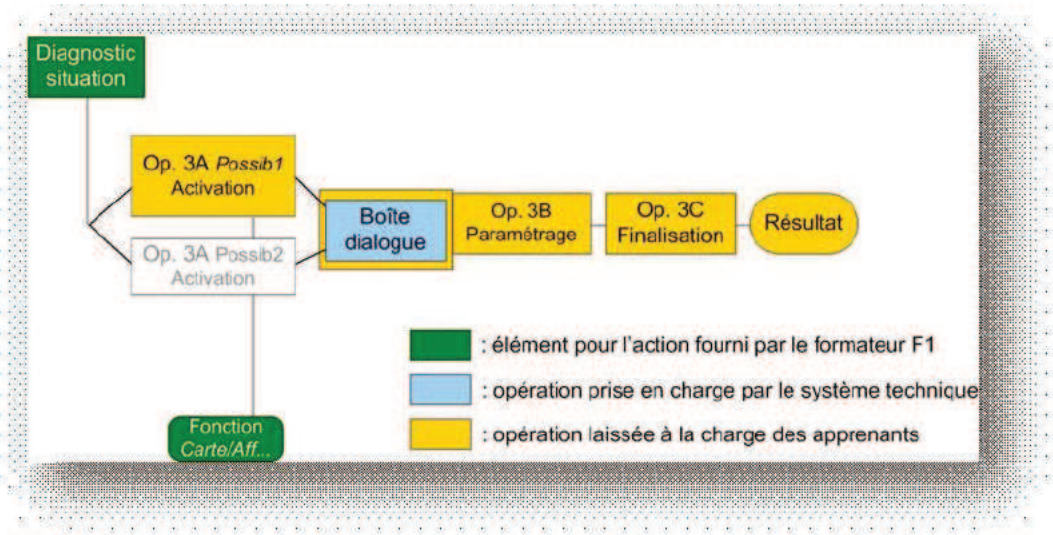
Figure 12. Etat initial et état final de l'écran pour l'action 1.2.



Activité de l'apprenant VIV : la représentation de l'action 1.2 se réduit à une situation connue

Nous observons l'activité de l'apprenant VIV lorsqu'il réalise l'action 1.2 pour la première fois (après l'action 1) :

Schéma 24. Procédure suivie par l'apprenant VIV pour réaliser avec aide l'action 1.2



Les conditions dans lesquelles l'apprenant aura à réaliser l'action sont les suivantes : VIV est en retard sur l'activité collective ; il se trouve en dehors du système de guidage collectif et dans une situation nouvelle et particulière : il est face à une fenêtre carte vide. Il tente – seul – de récupérer les données qui ont « *disparu* », mais ne réussit pas. Le formateur F2, qui l'observe, décide d'intervenir. En l'accompagnant dans la réalisation de l'action, le formateur F2 laisse à la charge de l'apprenant davantage d'opérations que le formateur F1 a laissé aux autres apprenants dans le cadre du système de guidage assuré collectivement ; il verbalise simplement la fonction technique à utiliser en indiquant du doigt son emplacement sur

l'écran de l'apprenant. L'intervention du formateur F2 est brève mais efficace : l'apprenant active la fonction prescrite et, comme le montre le schéma suivant, réalise seul la suite d'opérations de l'action 1.2. La situation didactique est rapidement rétablie.

L'activité de l'apprenant montre que, tout en n'ayant suivi que partiellement le système de guidage mis en place par le formateur F1 pour l'action 1.2 (ép. A-43 à 44), celui-ci s'est approprié la procédure d'exécution, qu'il a efficacement associée à la fonction technique *Carte/Afficher toute la couche.* Ainsi, certaines actions techniques semblent plus rapidement assimilées, du moins par VIV, que d'autres. Simplement, VIV hésite à appliquer cette procédure dans une situation initiale nouvelle, ce qui montre que sa représentation de l'action 1.2 est pour le moment réduite à une classe de situations plus restreinte.

5.2.3. LE RETOUR DU THEME « DOCUMENT .WOR »

Nous nous intéressons au thème du document .wor pour plusieurs raisons : pour montrer comment un thème est traité, de plusieurs points de vue et par des allers et retours, dans la formation ; pour montrer comment le thème du document .wor conduit à la construction du concept de sauvegarde du travail réalisé ; enfin, pour montrer comment les apprenants s'approprient les procédures et comment ils construisent des représentations fonctionnelles de plus en plus élaborées.

L'épisode A-80 à 89 ramène au centre de l'action instrumentée le thème du document .wor, déjà évoqué (séquence 5 ép. A-29, A-31 et A-33). Ce thème intervient de manière spontanée et est abordé cette fois dans l'action (action 7). Il sera par la suite repris lors de l'épisode B-3 à 8, cette fois de manière annoncée :

> **F1** : *l'idée du document est de tout conserver en état. Et ça, ce sont des choses qu'on verra demain* (ép. A-90).

Nous allons maintenant observer les conditions dans lesquelles le thème « document .wor » est ramené au centre de l'action didactique par le formateur F1. Nous allons analyser l'intervention du formateur, suivie de celle de l'apprenant FRA qui évoque deux situations-problèmes d'utilisation d'un document .wor, puisées dans son travail. L'apprenant montre ainsi son intérêt pour les conséquences pratiques des thèmes traités en formation. Il montre également un certain niveau d'apprentissage, qui lui permet une analyse rétroactive critique de son activité professionnelle passée, ainsi qu'une représentation évoluée et potentiellement fonctionnelle de cet objet d'apprentissage (éps. B-5 et B-6 à 8).

5.2.3.1. CONDITIONS DE LA SITUATION DE FORMATION AU MOMENT OU LE THEME DU DOCUMENT .WOR EST REPRIS UNE PREMIERE FOIS (MIN. 68 A 79)

Initialement introduit hors action (éps. A-29, 31 et 33), le thème du document .wor est maintenant repris en lien avec l'action : créer un document .wor (ép. A-79 à 89). En s'appuyant sur la situation technique en cours, le formateur F1 avait abordé certaines propriétés de l'objet document .wor : *la carte de France en bleu, il va vous la garder en bleu* (min. A-88). Il avait ensuite tenté une généralisation de ces propriétés : *tout va s'ouvrir comme il faut (…)* [avec] *les couleurs qui vont* (ép. A-89). Cette fois, le formateur F1 revient sur les propriétés du document .wor d'une manière plus détaillée – des éléments nouveaux y figurent –, plus structurée et en utilisant un registre de langage plus technique que lors des épisodes précédents. Nous observons une organisation et une priorisation des propriétés énoncées :

- les propriétés essentielles : *le nom des couches*,
- les propriétés fonctionnelles : l'ordre des couches (*le positionnement*), *le niveau de zoom, l'échelle*
- les propriétés « esthétiques » : *épaisseur de trait, trame, couleur*
- enfin, les propriétés facultatives : *l'étiquetage, s'il y a un étiquetage*.

Après ces différentes occurrences lors de la formation, nous pouvons conclure que le thème du document .wor est abordé et traité du particulier (situé) au général.

Malgré le fait qu'il trouve tout à fait sa place dans le déroulement de la séance, le thème est, une fois de plus, introduit de manière imprévue. Au moment où ce thème réapparait dans la formation, la situation est la suivante : plus de 60 minutes d'activité intense, lors desquels les apprenants ont débattu sur des thèmes variés (séquences 1 à 8) et réalisé des actions techniques en utilisant un système technique qu'ils découvrent ou qu'ils connaissent peu. Une activité multiple est demandée aux apprenants : 1/ écouter le formateur F1 livrer les éléments nécessaires pour agir, 2/ observer les actions techniques qu'il réalise, 3/ confronter leurs propres résultats aux résultats obtenus par le formateur, 4/ éventuellement prendre des notes. Et cela, action après action, selon un rythme que l'apprenant VIV considère comme soutenu : *ça va vite ! Là, on a fait beaucoup de manips* (min. A-93).

Malgré le guidage de l'action par le formateur F1, l'effort demandé aux apprenants est important. Ces derniers accusent un moment de saturation et de fatigue.

5.2.3.2. DESCRIPTION DE L'ACTION TECHNIQUE TELLE QUE PRESCRITE AUX APPRENANTS

Action 7 : sauvegarde du travail réalisé par la création d'un document .wor (ép. A-80 à 89)

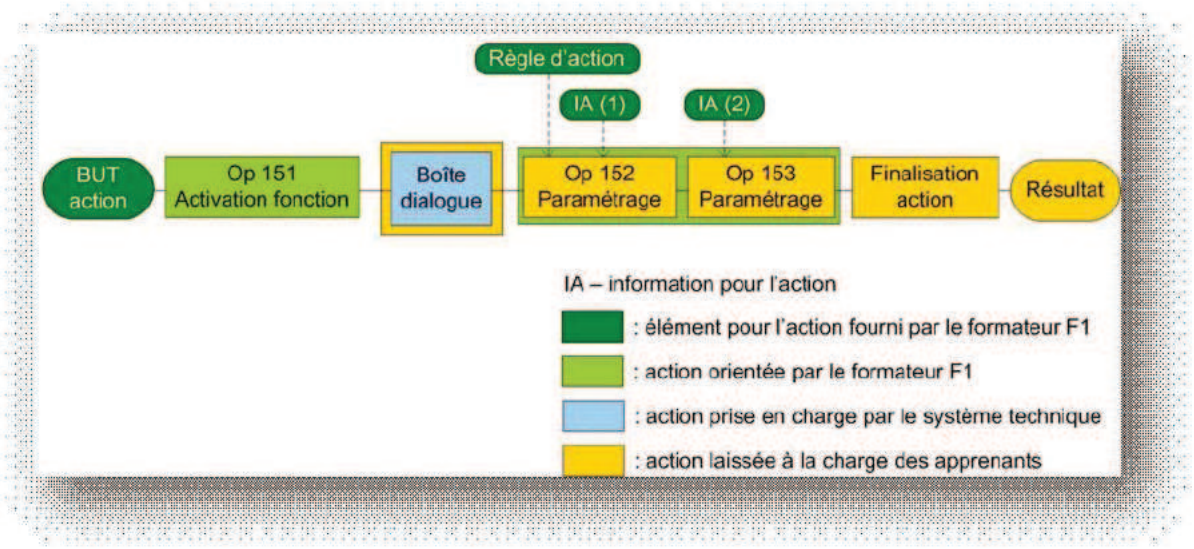
Le facteur déclencheur de l'intervention formative proposant aux apprenants de reprendre l'activité pratique semble être l'intervention de l'apprenant LOR, qui se renseigne sur les modalités d'interruption de la séance de travail. Il propose pour confirmation la procédure habituelle pour arrêter le travail informatique : fermer les fichiers utilisés, fermer le logiciel, éteindre l'ordinateur. La proposition de LOR est, selon l'expert SIG, pertinente. Cependant, le système technique MI offre une possibilité, que le formateur F1 a déjà présentée aux apprenants, mais que ces derniers pourraient ne pas avoir encore intégré, qui est d'enregistrer le travail réalisé, dans le but de le retrouver en état lors d'une séance ultérieure.

Ainsi, la proposition de LOR n'est pas sans conséquences pour la formation, car celle-ci incite le formateur à proposer aux apprenants de sauvegarder le travail réalisé, ce qui n'était pas initialement prévu. Mais en même temps, il ne s'agit que d'un imprévu relatif. En introduisant l'action 7, le formateur F1 ne fait qu'anticiper sur le déroulement de la formation : le document .wor que les apprenants vont créer ici sera repris le lendemain dans la réalisation de la tâche Quimper. Nous pouvons ainsi conclure que le formateur se projette déjà dans la réalisation de la tâche Quimper, et plus précisément dans la préparation des conditions initiales de réalisation de cette tâche didactique.

Nous allons maintenant observer les modalités didactiques employées par le formateur F1 pour guider la réalisation de l'action 7 et ensuite nous allons suivre l'activité de VIV, qui sort du système de guidage.

Le schéma suivant présente la procédure et les éléments pour l'action fournis par le formateur F1 et ceux laissés à la charge des apprenants :

Schéma 25. Procédure de réalisation de l'action 7 (créer un document .wor)



La procédure employée rappelle le modèle d'action identifiée pour les actions réalisée précédemment dans le cadre de la formation :

Opération	*Opérations d'exécution*	*Guidage*
15A	Opération d'activation de la fonction technique	Oui
15B1	Opération de paramétrage	Oui
15B2	Opération de paramétrage	Oui
15C	Opération de finalisation de l'action	Non

Dans ces conditions, le formateur allège encore plus le système de guidage : il livre cependant la fonction à utiliser et oriente de manière directive les choix libres que le système technique demande, en prescrivant aux apprenants les informations à renseigner : le nom à donner au fichier crée (opération 15B1), l'emplacement de celui-ci (15B2).

Du point de vue didactique, un changement important a eu lieu : le formateur F1 n'est plus guidé dans son intervention formative par la fiche TP, car l'action 7, qui n'est pas prévue à ce moment de la formation, ne se retrouve pas dans le livret. Cela ne modifie pas l'intervention didactique du formateur F1, jusqu'au moment où il s'agit de donner un nom au document .wor créé. L'absence de consignes écrites semble en effet déstabiliser le formateur F1. Il hésite à prendre l'initiative du choix du nom à donner au document .wor, ce qui montre une possible tension entre sa volonté de ne pas laisser libres les choix des apprenants et l'impossibilité immédiate de faire ce choix pour eux. A ce moment, le formateur F2 lui vient en aide avec une proposition que le formateur F1 saisit ; le document .wor sera appelé « lundi », le jour de sa création.

Une fois l'action réalisée par le formateur F1, les deux formateurs reviennent verbalement sur l'opération 15B pour justifier l'emplacement du nouveau fichier par une règle d'action généralisée : *Il faut le mettre dans un endroit qui a un rapport avec ces données* (formateur F1), *près des fichiers qu'il utilise* (formateur F2). Cette règle d'action permet d'éviter des problèmes potentiels selon la proposition tenue pour vraie : *moins il y aura de soucis* (formateur F1), *mieux c'est* (formateur F2).

5.2.3.3. ACTIVITE DES APPRENANTS

Activité de l'apprenant VIV : incident lors de la réalisation de l'action 7

Nous observons ici la manière dont l'apprenant VIV avance dans l'apprentissage : son activité est orientée par plusieurs préoccupations : réaliser la totalité des actions prescrites, rattraper le retard qu'il a accumulé et se réinscrire dans le système de guidage collectif. Son activité est ainsi partagée entre des moments d'autonomie et moments guidées, certaines fois par le système de guidage collectif, d'autres fois par un apport individuel de la part du formateur F2.

Ayant été impliqué dans une activité de remédiation suite à un incident qu'il a provoqué en utilisant une fonction technique non prescrite (épisode A-81 à 82), l'apprenant VIV ne semble pas avoir suivi le guidage collectif assuré par le formateur F1. Ainsi, lorsqu'il tente de créer un document .wor (action 7), VIV se retrouve de nouveau à activer une fonction qui l'amène dans une situation problématique. Pour avancer, il intercepte le formateur F2 et lui soumet une proposition d'action : *donc c'est la table qu'on enregistre ?* Une fois de plus, le choix de l'apprenant porte sur une fonction qui 1/ n'a pas été traitée lors de la formation et que l'apprenant, qui est novice, ne connaît donc pas, 2/ n'est pas efficace pour le but poursuivi, mais que 3/ l'apprenant découvre en activant le menu Fichier, comme demandé par le formateur F1 lors du guidage assuré collectivement. Cela montre deux aspects : premièrement, que l'apprenant VIV suit, du moins en partie, le guidage assuré par le formateur F1 et deuxièmement, qu'au-delà des informations pour l'action qu'il obtient par le système de guidage, l'apprenant tente d'avancer dans l'action en se fiant à l'appellation des fonctions techniques.

Le formateur F2 réoriente l'apprenant, en lui indiquant la fonction à utiliser : *c'est le document. Fichier/Enregistrer sous/Document…* En retrouvant la fonction indiquée, VIV se lance dans la réalisation de l'action. Il se raccroche à l'activité collective, que l'intervention de F2 lui a permis de rattraper. Ainsi, (ép. A-90) VIV continue dans la réalisation de l'action 7 en reproduisant les actions du formateur F1 telles qu'affichées à l'écran. Mais au moment de la finalisation de l'action, un message affiché par le système technique déstabilise

l'apprenant ; ce message invite à enregistrer les dernières modifications. Nous constatons alors que VIV a une représentation particulière du système informatique, duquel il attend une action de discernement entre des modifications qui « méritent » d'être sauvegardées et celles que l'apprenant considère comme étant non significatives : *pourtant, j'ai simplement modifié au niveau d'une région.*

Activité de l'apprenant GIL : diagnostic et solution d'un imprévu technique rencontré par le formateur lors de l'action 7 (ép. A-86 à 87)

Après avoir réalisé l'action 7, le formateur F1 tente de montrer aux apprenants les conséquences pour le travail instrumenté futur et plus précisément la manière dont le document .wor prend en considération les changements effectués sur le poste de travail. Pour cela, le formateur déplace un objet sur l'une des couches ouvertes, réenregistre le document .wor et ferme toutes les couches. Il ouvre ensuite le document .wor et ne retrouve pas le résultat attendu.

C'est l'apprenant GIL qui diagnostique la panne : il indique au formateur une opération technique que celui-ci a omis d'exécuter. L'intervention de GIL montre un apprentissage efficace, défendu par les constats suivants :

- l'apprenant a réalisé lui-même l'action technique en même temps que le formateur, en suivant l'action du formateur mais sans la reproduire,
- il rencontre le même incident que le formateur F1, l'identifie et le dépasse seul,
- il réalise l'action et en même temps suit l'action du formateur, ce qui lui permet d'identifier la source du problème qui met en difficulté le formateur,
- suite à un travail de confrontation, il constate qu'il s'agit du même incident que lui-même a rencontré.

Nous pouvons ainsi conclure que l'apprenant GIL a construit, dans l'action, une représentation de l'action 7 qui est évoluée et fonctionnelle. Avant même d'être finalisée, cette représentation s'exprime dans sa fonction anticipative et permet à l'apprenant d'agir efficacement dans une situation nouvelle. Cette même représentation permet ensuite à l'apprenant d'aider efficacement le formateur F1.

Activité de l'apprenant LOR : recherche des conséquences pratiques de l'action 7

LOR prend la parole devant le groupe pour exposer une situation professionnelle potentielle d'utilisation du document .wor. Il se montre ainsi engagé dans une démarche de recherche de conséquences pratiques des apprentissages en cours, mais aussi dans une démarche de détournement des usages prévus de l'instrument, ce qui montre que LOR s'inscrit dans une double démarche d'instrumentation et d'instrumentalisation (RABARDEL 1995).

Le formateur F1 réagit en renvoyant à son tour à une nouvelle forme d'instrumentalisation :

> **LOR** *: par rapport à une demande, au niveau de la mise en forme, il vaut mieux le mettre sous un fichier .wor et l'imprimer sous cette forme-là… ?!*
>
> **F1** *: voilà. Si vous avez passé une heure à vraiment faire un truc magnifique, chouette, vous pouvez enregistrer ca sous forme de document, vous mettez votre document et vos couches dans un même répertoire, vous faites un zip de ça, et vous envoyez ca a votre collègue. Il va juste avoir à ouvrir le document et tout va s'ouvrir comme il faut, à la place que vous avez décidée, à l'échelle de zoom que vous voulez… et les couleurs qui vont.*

Activité de l'apprenant FRA : situation-problème professionnelle en lien avec le document .wor

Nous avons précisé le fait que le formateur F1 revient sur le thème du document .wor avec l'intention de préparer les apprenants pour un nouvel apprentissage technique : ouvrir un document .wor déjà créé. Toutefois, avant que le formateur énonce ses intentions didactiques, l'apprenant FRA s'empare du thème et oriente l'activité d'apprentissage dans une direction qui lui est profitable. Nous notons cependant que sans le savoir, l'apprenant ne s'éloigne pas du but de l'apprentissage visé par le formateur F1 : en faisant abstraction du fait que l'apprentissage de la réalisation de l'action n'a pas encore été traité en formation, l'apprenant aborde directement les conséquences pratiques de cette action. Il livre au groupe une situation vécue sur son lieu de travail : nous observons que l'apprenant a construit, suite à une tentative inopérative de réaliser et de réutiliser un document .wor, une proposition tenue pour vraie :

> ***FRA*** *: quand on enregistre en .wor… quand on veut ouvrir ce fichier-là, si on n'a pas enregistré les bases de données avec l'autre comme là ici, après on a des grosses difficultés, on n'arrive pas à l'ouvrir.*

Toutefois, qu'est-ce qui détermine l'apprenant à devancer l'action formative prévue par le formateur ?

Engagé dans une démarche analytique de la situation évoquée, l'apprenant identifie la cause de l'échec passé, qu'il évoque comme étant une erreur de manipulation de sa part due à la méconnaissance du système technique. FRA montre ainsi qu'il a déjà tenté de réaliser l'action d'ouverture d'un document .wor. Il avait par conséquent construit, avant la formation, une représentation de cette action mais, comme le montre l'échec de son action passée, celle-ci n'était pas fonctionnelle. Or, arrivé à ce stade de la formation, l'apprenant identifie – efficacement, selon l'expert SIG – les causes de son échec et en utilisant des éléments issus de la formation, il se lance dans la remédiation de la procédure. Il fait cela de manière réflexive et non pas dans l'action directe, ce qui dénote un degré élevé de conceptualisation de l'action et des fonctions techniques mobilisées.

Le récit de l'apprenant fait ressortir des éléments que le formateur F1 reprend et reformule sous la forme d'une règle d'action qu'il met à disposition du groupe :

> ***F1*** *: on a vu déjà un petit peu hier, le plus simple encore et plus sûr est d'enregistrer le .wor dans le même endroit ou dans un endroit très peu distant du répertoire où se trouvent les données… les couches… les tables.*

Toutefois, l'apprenant FRA met en débat un objet que les autres apprenants ne sont pas censés connaître : l'action d'ouverture d'un document .wor. Il ne prête pas attention aux autres apprenants pour qui l'action mise en débat est nouvelle et qui pourraient avoir des difficultés à suivre. Emporté par la possibilité de réfléchir et de s'exprimer librement, FRA saisit simplement l'opportunité d'avancer dans son propre apprentissage. Il s'engage ainsi dans une analyse des situations-problèmes qui sont les siennes et avance des solutions potentiellement efficaces. A sa réflexion se joignent tout de même d'autres personnes, l'apprenant SEB et même le formateur F1, qui proposent, à leur tour, des solutions. Les locuteurs font référence au fait que le système technique ne permet de retrouver l'environnement de travail conservé qu'en présence de la totalité des couches utilisées pour sa création ; la proposition suivante, que nous construisons en partant de leurs propos, pourrait constituer une règle de réussite de l'action : *l'efficacité de l'action est contrainte à l'accès aux couches utilisées pour la création du document .wor et augmentée par leur proximité*.

Nous notons que lors de cet épisode émergent des ***propositions tenues pour vraies qui, en situation professionnelle ont la fonction de règles d'action***.

Activité des apprenants FRA et SEB : formation et transformation d'un concept (ép. B-6 à 8)

L'apprenant FRA évoque une deuxième situation-problème professionnelle en lien avec le document .wor : il aborde la difficulté d'utiliser un document .wor sur un poste de travail différent de celui utilisé lors de sa création. Une première solution est apportée par le formateur F1, mais ensuite, les apprenants SEB et FRA proposent également des solutions.

Une discussion collective est ainsi lancée. Une fois de plus, les connaissances en informatique que SEB possède, lui permettent de trouver des solutions techniques. Mais FRA s'engage dans une réflexion sur ses propres situations de travail et conclut que la solution proposée par SEB n'est pas envisageable dans son cas. Cependant, la proposition de SEB offre à FRA des éléments lui permettant de concevoir lui-même une solution adaptée à son environnement de travail.

A travers l'intervention conjointe de FRA et SEB nous identifions chez les apprenants un intérêt pour le thème du document .wor qui persiste dans la durée. Cela montre que les

apprenants ont rapidement construit du sens autour de ce thème et qu'ils lui accordent, tout comme le formateur F1, une certaine importance. Cependant, l'intérêt des apprenants est tourné vers les aspects pratiques, liés à l'action – création et utilisation d'un document .wor dans des situations qui sont les leurs – et moins vers les propriétés que le formateur F1 aborde à chaque fois. Ainsi, les apprenants ne semblent pas accorder d'attention au concept, plutôt scientifique, d'*état,* proposé par le formateur F1 et celui-ci n'apparaîtra plus lors de la formation. A la place, un concept parallèle, cette fois pragmatique, va petit à petit émerger chez les apprenants. Ce nouveau concept, qui se développe autour de la création d'un environnement de travail, de la nécessité de sa conservation, de sa reprise ultérieure, n'est pour le moment pas nommé, mais plus tard dans la formation, le terme de « projet SIG » sera avancé.

Portée par l'apprenant FRA, l'activité collective qui s'instaure sort du cadre didactique prévu par la formation et avance sur le terrain des situations professionnelles. Celle-ci semble apporter beaucoup en termes d'apprentissage à l'apprenant FRA, mais qu'en est-il des autres apprenants ? Car nous savons par le tour de table que les apprenants qui interviennent, FRA et SEB, ne sont pas novices dans le domaine SIG, ce qui semble leur permettre de se détacher des aspects purement procéduraux pour se lancer dans une activité réflexive sur les situations d'application de l'action. En revanche, la plupart des apprenants se contentent d'écouter sans intervenir. Mais que pourraient-ils faire d'autre dans les conditions où ils ne disposent pas des éléments nécessaires pour intervenir, l'action évoquée étant pour eux nouvelle ? Toutefois, l'activité des apprenants qui ont pris la parole apporte à tous une mise en découverte de nouvelles situations de travail et des possibles problèmes liés. Cela d'autant plus que, selon l'expert SIG, les solutions avancées par FRA, SEB et le formateur F1 lors de la discussion qu'ils engagent sont toutes viables, quoique chacune limitée à une classe de situations, ce qui met en évidence la diversité de possibilités d'action et de situations professionnelles d'utilisation du SIG.

5.3. TACHES DIDACTIQUES : LA TACHE QUIMPER

Nous passons maintenant aux épisodes qui visent la mobilisation des fonctions techniques pour réaliser des actions techniques elles-mêmes mises au service d'un but situé : les ***tâches didactiques.***

D'un point de vue chronologique, les tâches didactiques sont réalisées par le groupe en début de la deuxième journée de formation, après que les apprenants aient utilisé, la journée précédente, le système technique pour réaliser des actions techniques

élémentaires. Une partie de ces actions sera reprise dans la réalisation des tâches didactiques, mais des nouvelles actions techniques seront également introduites.

Deux tâches didactiques sont ainsi abordées dans la formation :

- la tâche Quimper (éps. B-1 à 37) : *rechercher dans un rayon de 100 km autour de Quimper toutes les villes de plus de 10.000 habitants,*
- la tâche Alpha (éps. B-38 à 76) : rechercher tous les pays qui ont un taux d'alphabétisation supérieur à 90% et un taux de croissance industrielle supérieur à 10%.

Nous nous arrêtons uniquement sur la tâche Quimper, en précisant que la tâche Alpha n'est pas fondamentalement différente, ni en termes de réalisation, ni en termes de modalités didactiques observées, ni même en ce qui concerne les traces de l'activité des apprenants.

Pour la tâche Quimper, nous allons traiter les aspects suivants :

- la procédure d'action, telle qu'elle ressort de l'intervention didactique du formateur F1,
- le thème du document .wor qui revient au centre de l'apprentissage (éps. B-4) et autour duquel l'apprenant FRA intervient pour évoquer des situations potentielles de travail (éps. B-6 à 8),
- les difficultés rencontrées, à différents moments de l'action, par les apprenants EDI (éps. B-9b, B-36), DOM (ép. B-18b), ISA (ép. B-19) et GIL (ép. B-36). Nous n'avons en revanche pas de traces de l'activité de VIV, qui n'intervient pas.

Dans la succession des actions introduites par les formateurs, nous observons que le degré d'élaboration augmente progressivement. Des thèmes plus anciens reviennent, sous une forme plus évoluée. Le système de guidage évolue également, étant légèrement allégé. De plus, l'avancement dans l'apprentissage pourrait être facilité par le fait que des actions plus réduites, déjà connues, reviennent dans la composition des actions plus évoluées. Cependant, ces conditions conduisent les apprenants à rencontrer plus fréquemment des difficultés dans la réalisation des actions avec MI.

5.3.1. INTERVENTION DIDACTIQUE AUTOUR DE LA TACHE QUIMPER (EPS. B-1 A B-36)

Dans le cadre du système didactique conduit par le formateur F1, l'activité autour de la réalisation de la tâche Quimper s'organise de la manière suivante :

- ***Préparation des conditions de réussite de la tâche***. Le formateur F1 introduit ici l'action 8, qui vise la simplification du travail en facilitant l'action d'ouverture de couches SIG mais qui, pour les formateurs, constitue surtout une modalité pour écarter un obstacle qui éloigne certains apprenants du système de guidage collectif et pour recentrer leur attention

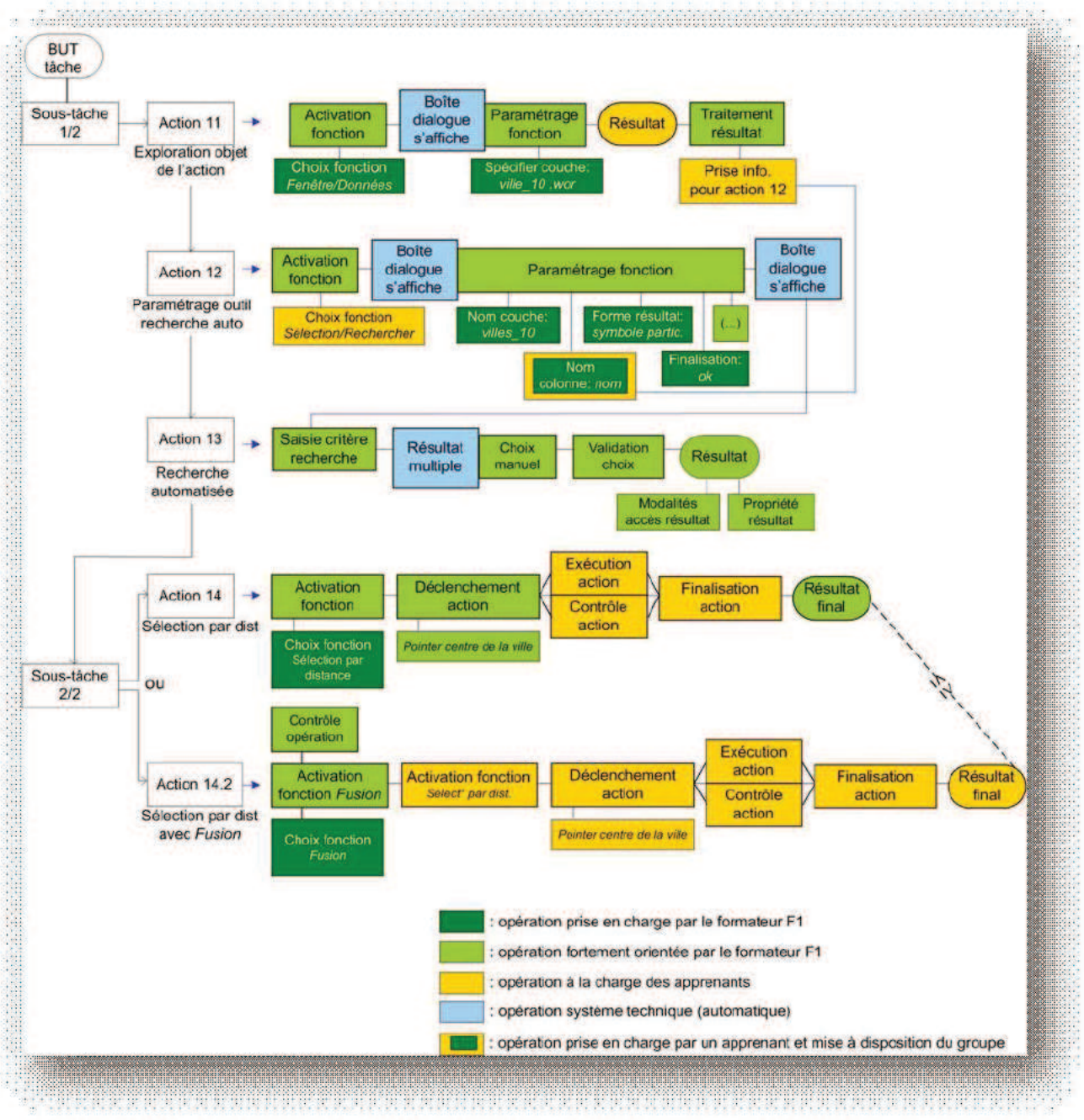
sur les apprentissages prévus. L'analyse de l'activité du groupe autour de l'action 8 (ép.B-1) ainsi que les difficultés rencontrées par l'apprenant EDI (ép. B-2) ont déjà été discutées,

- ***Préparation des conditions de la situation didactique***. Nous regroupons ici la réalisation de deux actions que le formateur F1 prescrit aux apprenants :
  - *Action 9 :* ouvrir un document .wor (ép. 9). L'activité développée par le formateur F1 autour de cette action, ainsi que les difficultés rencontrées par l'apprenant EDI lors de sa réalisation, ont déjà été discutées,
  - *Action 3 :* fermer une ou plusieurs couches de données ouvertes automatiquement par le document .wor (ép. B-10 à 12). Cette action est proposée aux apprenants afin d'adapter l'effet de l'action 9 à la situation didactique recherchée : avoir ouvertes à l'écran les couches « départements », « villes_10 » et « villes_50 ».
- ***Présentation de la tâche par son but*** (ép. B-14),
- ***Préparation des conditions de réalisation de la tâche***. Le formateur F1 introduit ici, dans l'action (action 10), la fonction technique *Sélection par distance* (ép. B-17 à 18), qui sera utilisée par la suite, en deuxième partie de la tâche Quimper (ép. B-32 à 33). Nous allons observer les difficultés que rencontrent les apprenants DOM (ép. B-18b) et ISA (ép. B-19) dans la réalisation de l'action 10,
- ***Réalisation de la tâche***, en deux étapes (deux sous-tâches) :
  - La première sous-tâche vise à rechercher, de manière automatisée, la ville de Quimper sur la carte (éps. B-23 à 31), parmi les 834 villes de la couche des villes de plus de 10.000 habitants. Cette sous-tâche se réalise par un enchaînement de trois actions :
    - *Action 11*, action exploratoire, qui consiste à identifier l'objet de l'action et ses propriétés pertinentes pour l'action,
    - *Action 12*, action préparatoire qui consiste à paramétrer l'automatisation de l'*outil de recherche,*
    - *Action 13*, action finalisée suite à laquelle la ville de Quimper se retrouve mise en évidence sur la carte.
  - La seconde sous-tâche vise à sélectionner les villes situées dans un rayon de 100 km autour de la ville de Quimper (éps. B-32 à 36). Celle-ci correspond à l'*action 10*, qui se réalise en utilisant la fonction technique *Sélection par distance,* supposée connue par les apprenants, car déjà traitée (ép. B-17 à 18). Après avoir montré aux apprenants la procédure courante, le formateur F1 introduit également une procédure qui apporte plus de précision dans la réalisation de

l'action 14. La fonction *Fusion* ainsi introduite posera des difficultés à la réalisation de l'action 14 par les apprenants GIL et EDI (ép. B-36).

Le Schéma 26 présente la procédure d'action correspondante à la tâche Quimper, telle que le formateur F1 la prescrit aux apprenants et exceptant les actions préparatoires réalisées par le groupe sous la prescription du formateur F1 :

Schéma 26. Procédure de réalisation de la tâche Quimper et système de guidage associé



Nous allons nous arrêter uniquement sur l'activité du groupe autour de l'action 10 et sa forme évoluée, l'action 14. Nous avons choisi de ne pas détailler d'avantage l'analyse didactique réalisée pour la tâche Quimper pour les raisons suivantes :

- le degré important d'élaboration et de technicité de l'action : à ce moment de la formation, les actions auxquelles les apprenants sont confrontés sont plus élaborées et d'une technicité plus élevée. Ainsi, l'action mais aussi l'activité verbale du formateur qui l'oriente, rendent l'analyse difficile à suivre,
- l'orientation de l'action complète et serrée pour la plupart des actions, ne change pas fondamentalement des actions précédentes et n'apporte rien de nouveau à l'analyse,
- aucun incident didactique majeur n'est observé,
- les modalités d'avancement dans l'action sont celles habituelles : orientation de l'action des apprenants par une double activité du formateur, verbale et de monstration.

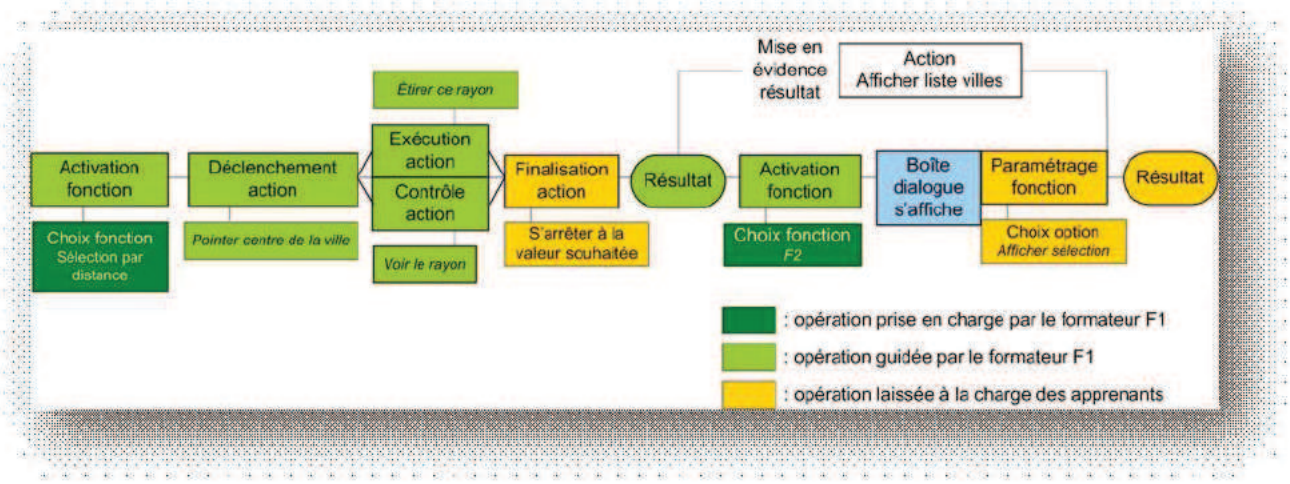
L'analyse didactique est cependant présentée en annexe.

5.3.2. ACTION 10 : SELECTION PAR DISTANCE

L'action 10 consiste à sélectionner, en traçant un rayon de cercle, les objets d'une couche situés dans un périmètre circulaire autour d'un point donné. L'action se réalise en utilisant la fonction technique *sélection par distance.*

Comme le montre le Schéma 27, la procédure associée par le formateur F1 à l'action 10 est composée de deux sous-actions : l'exécution de l'action et la mise en évidence du résultat.

Schéma 27. Procédure de réalisation de l'action 10 et système de guidage associé



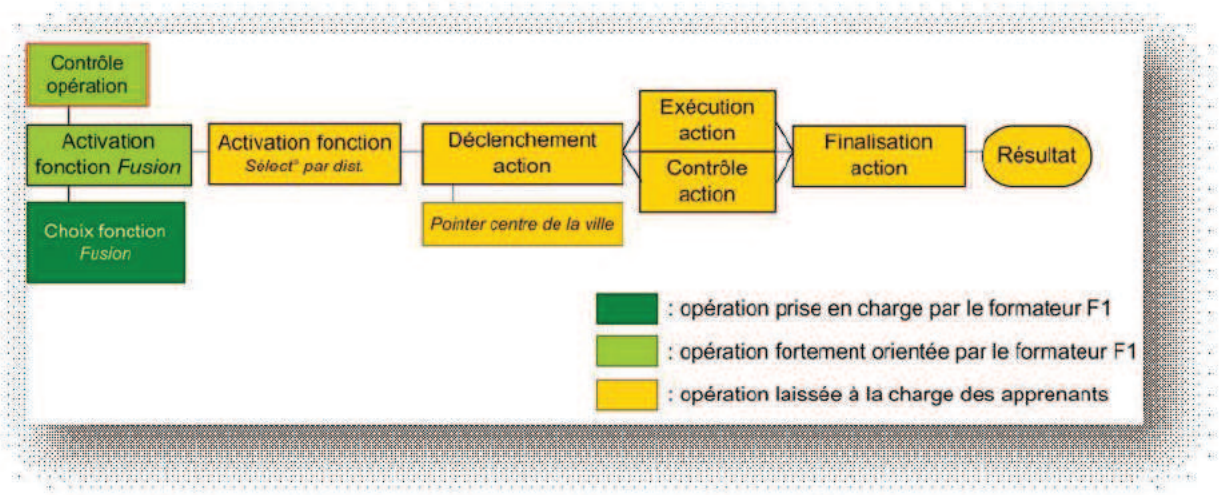
Nous constatons qu'il s'agit d'une action élaborée de par le nombre d'opérations. Nous constatons également que la prise en charge par le formateur F1 de la base d'orientation de l'action est conséquente. Toutefois, la forme d'organisation de cette action n'est pas nouvelle pour les apprenants. Premièrement, en tant qu'action composée de deux sous-actions, l'action 10 rappelle le couple d'actions d'ouverture de couches (actions 1, 4 et 9) et d'amélioration de la visibilité des résultats (action 1.2). Deuxièmement, sur le plan des procédures individuelles, les deux sous-actions s'inscrivent dans le modèle d'action que nous avons identifié pour plusieurs autres actions techniques :

opération d'activation de la fonction technique → opération(s) de paramétrage → opération de contrôle intermédiaire (optionnel) finalisation → résultat.

Les opérations qui composent la procédure sont peu critiques, à l'exception de l'opération d'exécution proprement dite, qui nécessite une multiple action simultanée : 1/garder le click gauche de la souris appuyé, 2/tracer un rayon de cercle, 3/surveiller la valeur de la longueur du rayon, 4/ réajuster le rayon au cours même de l'action et 5/ relâcher le click. Cependant, comme la plupart des opérations, celle-ci sera également réalisée efficacement par les apprenants.

En revanche, lorsque l'action 10 est reprise dans la composition de la tâche Quimper (action 14), la procédure est légèrement modifiée : une opération supplémentaire est introduite par le formateur F1. Cette opération qui consiste à activer la fonction technique *Fusion*, apporte plus de précision au résultat. Cette fois et malgré l'évolution de la procédure, le système de guidage se réduit à la réalisation par le formateur F1 de l'action à l'écran. Après avoir prescrit aux apprenants l'activation de la fonction technique *Fusion*, le formateur F1 ne donne plus de consignes verbales :

Schéma 28. Procédure d'exécution de l'action 14 et système de guidage associé



5.3.3. ACTIVITE DES APPRENANTS AUTOUR DE LA REALISATION DE LA TACHE QUIMPER

Nous passons maintenant à l'analyse de l'activité de certains apprenants pendant la réalisation de la tâche Quimper. Pour la plupart des demandes d'aide, les interventions des apprenants montrent toutefois leur avancement dans l'apprentissage : appropriation du fonctionnement du logiciel MI et des procédures associées, construction de concepts, de règles d'action et de représentations pour l'action, formes de généralisation.

Les 20 premières minutes de la séquence se caractérisent par une activité verbale assez intense des apprenants :

Minute	***Apprenant***	***Type d'intervention***
B-2	EDI	Demande d'aide à FRA
B-5	FRA	Témoignage prise de conscience et apprentissage
B-6 à 8	FRA	Témoignage prise de conscience et apprentissage
B-9	EDI	Demande d'aide à FRA
B-18	DOM	Demande d'aide
B-19	ISA	Demande d'aide

Les apprenants DOM, ISA et EDI rencontrent des difficultés lors des opérations de préparation de la situation didactique pour la tâche Quimper. DOM et ISA seront aidés individuellement par le formateur F2, tandis que dans le cas d'EDI, sa collaboration avec son collègue FRA se poursuit efficacement.

Ensuite, la plus grande partie de la tâche Quimper se réalise sans observer des interventions verbales de la part des apprenants. Cela montre que le système de guidage de l'action assuré par le formateur F1 est efficace.

Enfin, les apprenant EDI et GIL prennent de nouveau la parole lors de la finalisation de la tâche Quimper.

L'apprenant DOM identifie une non-concordance entre le résultat qu'il obtient et le résultat obtenu par le formateur pour l'action 14 (ép. B-18b)

L'action 14 n'est pas seulement la forme *située* de l'action 10, car inscrite dans la procédure de réalisation de la tâche Quimper : sélectionner les villes situées à moins de 100 km de Quimper. L'action 14 est également une forme évoluée de l'action 10. Le formateur F1 prescrit l'exécution de l'opération nouvelle, activer la fonction *Fusion,* sans préciser la démarche à suivre (la fonction technique à utiliser, son emplacement, le mode d'activation de celle-ci).

Une partie des apprenants pallient l'absence de consigne verbale par la prise d'information à l'écran du formateur : invités par des commissifs, ces apprenants ont regardé le formateur faire. Nous observons ainsi que la mise à disposition de la réalisation de l'action par le formateur constitue ici un facteur de réussite de l'action.

Quant à DOM, il n'a pas suivi le système de guidage et a agi en respectant la procédure initiale (action 10). Toutefois, lorsqu'il réalise l'opération de contrôle final par confrontation avec les résultats du formateur, il constate que les résultats ne coïncident pas.
DOM s'engage ensuite dans une action de remédiation de son action :

- il identifie les différences et les verbalise devant le groupe,
- il avance l'hypothèse qu'il a omis une opération et demande des précisions la concernant.

L'intervention du formateur F1 en réponse à DOM montre que l'hypothèse de l'apprenant était juste ; le formateur livre au groupe l'opération manquante de la nouvelle procédure. DOM recommence l'action qu'il réalise cette fois efficacement.

Suite à l'échange, devant le groupe, entre DOM et le formateur F1, plusieurs apprenants reviennent sur l'action ; nous pouvons penser qu'ils se trouvaient dans la même situation que DOM.

Nous faisons ici plusieurs constats :

- le système technique offre des possibilités d'action pour lesquelles les résultats ne sont pas identiques. Cela renvoie à la nécessité pour le professionnel de choisir le

mode d'action en adéquation avec les conditions de la tâche et de la situation de réalisation,

- le système de guidage assuré par le formateur F1 sur ses deux formes essentielles – une activité verbale et une activité instrumentée à fonction de monstration – assure pour une partie des apprenants la réussite de l'action. Cependant, ce système de guidage favorise-t-il la construction par les apprenants de représentations fonctionnelles pour plus tard ?
- concernant l'apprenant DOM, son activité montre que la représentation construite chez lui de l'action 10 est fonctionnelle, dans le sens où celle-ci assure la réussite de l'action. Il existe cependant des procédures plus adaptées ou plus précises que d'autres dans une situation donnée. L'un des rôles de la formation est d'offrir aux apprenants la possibilité de construire des associations situation/procédure pour une tâche donnée.

L'apprenant ISA rencontre un incident technique : la sélection ne se réalise pas sur la couche souhaitée (ép. B-19)

Cet épisode montre trois aspects :

- des obstacles induits par le fonctionnement du système technique peuvent intervenir a priori indépendamment de l'opérateur et perturber l'exécution de l'action,
- en intervenant pour demander des solutions, les apprenants ne verbalisent pas toujours très clairement les problèmes qu'ils rencontrent,
- le rôle des formateurs est également d'aider à résoudre les problèmes que les apprenants ont des difficultés à verbaliser.

Après avoir réalisé l'action 14, ISA intervient pour demander la procédure permettant de renouveler l'action. Le formateur apporte une réponse qui ne répond pas a priori à la question posée : il livre au groupe la procédure permettant de changer l'objet de l'action, c'est-à-dire la couche sur laquelle la sélection se réalise. On pourrait penser que la réponse fournie par le formateur F1 est construite par celui-ci suite à un travail d'interprétation de la question de l'apprenant et qui semble l'informer sur la nature du problème rencontré par l'apprenant. Car la réponse proposée par le formateur F1 est une solution que nous associons au problème suivant : la sélection ne se réalise pas sur la couche souhaitée. Cependant, l'analyse de l'activité du formateur montre que celui-ci n'a pas eu suffisamment d'éléments pour réaliser un diagnostic efficace de la situation de l'apprenant ; dans ces conditions, le formateur a probablement agit en s'appuyant, comme à d'autres moments de la formation, sur son expérience pédagogique, qui l'informe sur les problèmes courants des apprenants.

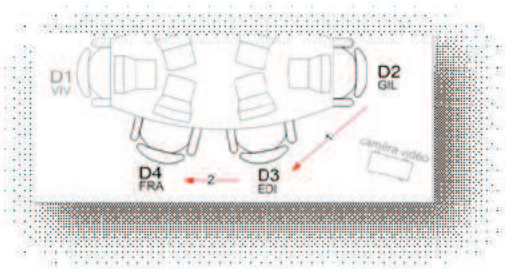
L'absence de réaction de la part d'ISA ne nous permet pas de voir si l'obstacle diagnostiqué par le formateur F1 était juste, mais nous constatons l'efficacité de l'intervention du formateur F1 : ISA réalise l'action efficacement.

Pour les apprenants EDI et GIL l'activation de la fonction *Fusion* s'avère problématique (ép. B-36)

Lors de ce court épisode, nous observons les apprenants GIL et EDI s'interroger réciproquement sur la procédure à suivre pour réaliser l'action 14. L'interrogation des deux apprenants semble porter sur la totalité de l'action 14, alors que l'analyse de l'état de leur poste de travail montre que l'obstacle rencontré par les deux apprenants est limité à l'opération qui fait la différence entre les actions 10 et 14 : comment activer la fonction *Fusion*. Toutefois, cet aspect est bloquant pour les apprenants ; l'absence d'information sur la fonction technique à utiliser empêche chez ceux-ci la construction de la représentation fonctionnelle de l'action dans sa globalité.

Pour tenter de résoudre l'incident, l'aide de proximité assurée par FRA s'active et se propage, car EDI sollicite cette fois FRA en relayant la demande d'aide formulée par GIL :

Figure 13. L'extension du système d'aide de proximité assuré par l'apprenant FRA

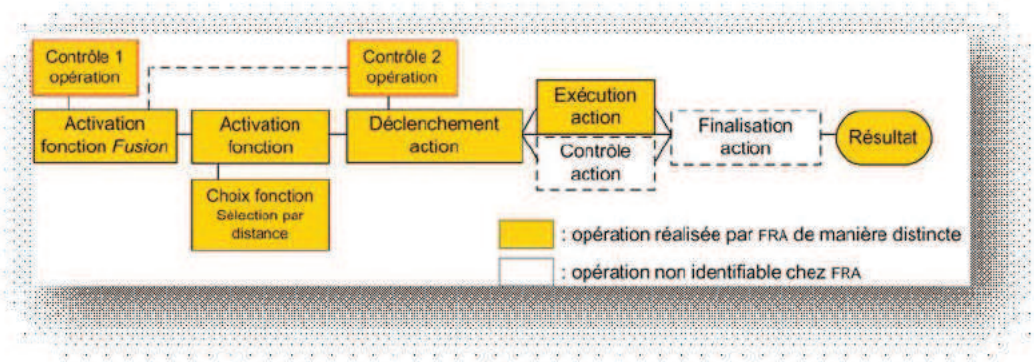


FRA met de nouveau en place une intervention didactique à destination d'EDI ; il prend cette fois la main sur le poste d'EDI et réalise devant celui-ci l'action 14.

Comme présenté dans le schéma suivant, FRA réalise plusieurs opérations :

- active la fonction Fusion puis réalise et verbalise la procédure de contrôle de la prise en compte par le système technique de l'opération, en s'assurant que le symbole « fus » est visible en bas de l'écran,
- active la fonction *Sélection par distance*,
- pointe sur Quimper et montre l'effet de la fonction *Fusion* : le curseur est attiré par le centre de l'objet-ville,
- trace le rayon de 100 km,
- marque verbalement la fin de l'action : « *voilà* », montre et valide l'effet obtenu.

Schéma 29. Procédure de réalisation de l'action 14 et système de guidage assuré par FRA à destination d'EDI



Pendant l'intervention de FRA, EDI montre des signes de compréhension : *ah* !, *d'accord* ! Sa représentation de l'action semble ainsi être en cours de construction. Et quand FRA finit la monstration et retourne à sa place, EDI se retourne vers GIL en formulant la réponse suivante : *t'as vu, non ? c'est facile.* EDI montre ainsi que l'intervention de FRA a déterminé une évolution de sa représentation de la difficulté de l'action.

A son tour, GIL, qui avait suivi de loin l'intervention de FRA, se lance dans l'action sans hésitation et avec succès, ce qui montre que la construction de sa représentation de l'action, qui a débuté pendant l'intervention de FRA, est fonctionnelle.

Quant à FRA, à travers le modèle d'action de l'apprenant, nous pouvons accéder à la représentation pour l'action qui le conduit dans l'action. La représentation de l'action de FRA se montre :

- *élaborée* : composée de multiples éléments, dont une règle d'action (de contrôle) construite à partir d'une caractéristique de la fonction *Fusion* fournie par le formateur F1 lors de l'épisode précédent : le curseur est attiré par le centre de l'objet-ville. FRA utilise cette caractéristique comme moyen de contrôle de l'opération d'activation de la fonction.
- *efficace* : aboutit au résultat souhaité,
- *finalisée* : vise l'obtention des résultats de l'action
- *fonctionnellement déformée* : des simplifications, efficaces, de la procédure se mettent en place chez FRA. Ainsi, plusieurs étapes de l'action de FRA sont difficilement observables, ayant été regroupées par l'apprenant en une opération unique. Il s'agit de plusieurs opérations d'exécution et de contrôle de l'action ainsi que celle de finalisation de l'action, qui ne sont plus identifiables de manière dissociée et qui montre qu'il y a eu assimilation par l'apprenant de la procédure.

5.3.4. POTENTIEL D'APPRENTISSAGE DES SEQUENCES DEDIEES A LA TACHE DIDACTIQUE QUIMPER

La tâche Quimper est la première *tâche technique* prescrite aux apprenants. Celle-ci se réalise par un enchaînement d'actions techniques, que les apprenants réalisent avec plus ou moins d'autonomie. Tout en avançant dans la découverte du système technique et dans l'apprentissage des procédures, les apprenants ont la possibilité de découvrir des caractéristiques des tâches SIG : même les tâches SIG les plus réduites, que DAVIES (1995) appelle « des tâche banales », ont un certain degré d'élaboration, raison pour laquelle leur réalisation requière une décomposition en sous-tâches, constituées d'une ou plusieurs actions. Une partie des actions, les actions exploratoires et les actions préparatoires, sont nouvelles pour les apprenants. Mais la réalisation de toutes ces actions se déroule de la même manière que pour les actions techniques réalisées précédemment par les apprenants. La seule différence est que lors de la réalisation d'une tâche, ***chaque action s'appuie sur le résultat de la précédente et prépare la suivante***. Ainsi, connaître la procédure générale semble déterminant dans la réussite de l'action.

En effet, l'intention didactique attribuée à l'activité manipulatoire des apprenants semble être l'appropriation de la procédure. Malgré cela, le formateur F1 n'engage pas les apprenants dans une réalisation globale de la tâche, mais plutôt dans une suite d'actions qui, au moment de leur exécution, sont peu mises en lien avec le but général de la tâche. Dans ces conditions, l'apprentissage semble ne pas pouvoir s'organiser autrement que sur la base d'une ***construction post-action***, laissée en grande partie à la charge des apprenants. Nous pouvons ainsi nous interroger sur la possibilité que cette modalité didactique amène les apprenants à s'approprier des procédures générales et, plus tard, à réaliser en autonomie des tâches du même degré de complexité que la tâche Quimper.

5.4. FONCTIONS TECHNIQUES DECOUVERTES PAR LES APPRENANTS

Certains apprenants explorent individuellement, volontairement ou pas, de nouvelles fonctions techniques. Nous allons observer l'activité de VIV, particulièrement concerné par ce mode d'avancement dans l'apprentissage.

L'apprenant VIV se met seul dans une situation technique difficile à résoudre (ép. A-58)

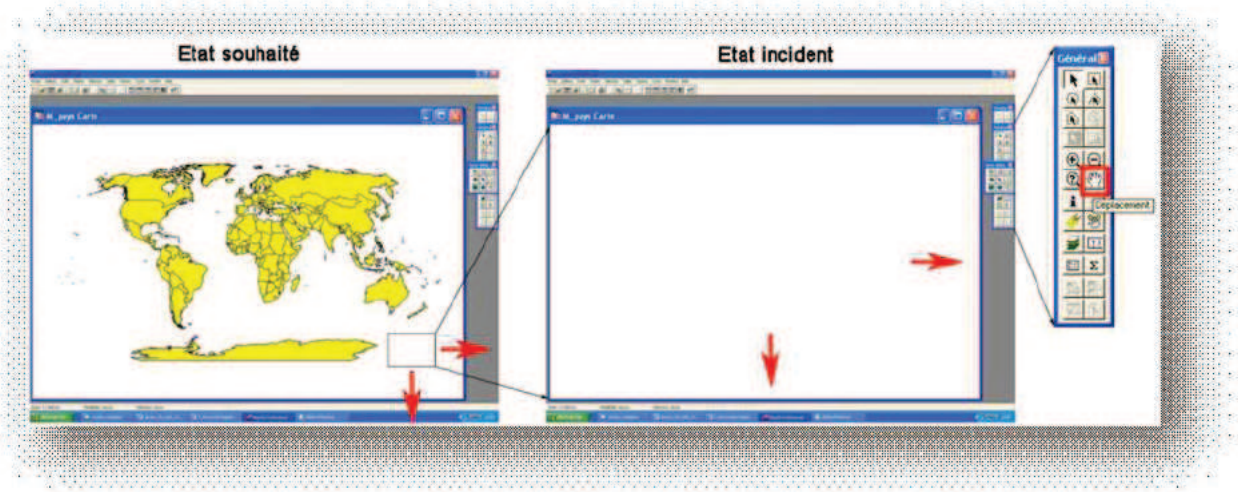
Etant souvent en retard, l'apprenant VIV suit difficilement le guidage dans l'action assuré par le formateur F1. Il tente alors d'avancer seul dans l'apprentissage, démarche qui l'amène

vers des situations techniques différentes des situations didactiques prévues, explore des possibilités d'action qui ne sont pas pour le moment abordées par le formateur F1.

L'épisode A-58 met en évidence une difficulté rencontrée par l'apprenant VIV après avoir réalisé l'action 1 (ouvrir couche). A travers l'activité conjointe de VIV et du formateur F2 qui lui vient en aide, nous pouvons constater la facilité avec laquelle le système technique permet aux apprenants de varier les conditions initiales de la situation, s'éloignant ainsi sans se rendre compte de la situation didactique prévue.

La situation incidente dans laquelle l'apprenant se trouve cette fois est, selon l'expert SIG, difficile à diagnostiquer. Il ne s'agit pas seulement d'une situation nouvelle pour l'apprenant, mais d'une situation qualifiée de difficile à diagnostiquer même pour un professionnel, en raison du peu d'éléments qui peuvent être recueillis lors d'un diagnostic visuel. Cela renvoie à plusieurs causes possibles : aucune couche ouverte, niveau de dézoom petit qui fait que les données ne sont plus visibles à œil nu, ou bien, comme c'est le cas, l'apprenant VIV zoom sur une zone « blanche », qui ne contient pas d'objets (Figure 14) ci-dessous :

Figure 14. Etat souhaité et état obtenu à l'écran par l'apprenant VIV pour l'action 1



Nous pouvons ainsi constater une fois de plus la facilité avec laquelle le système technique conduit les professionnels vers des problèmes qui, étant difficiles à diagnostiquer, peuvent devenir bloquantes pour les débutants. Le problème identifié ici est de nature technique : c'est un problème d'affichage de la couche ouverte. Toutefois, lorsqu'il empêche l'avancement dans l'action, ce problème déclenche une préoccupation de nature conceptuelle : comment l'incident s'est produit et comment y remédier ? L'activité que le formateur F2 développe pour débloquer la situation montre que le problème peut être dépassé par la connaissance du fonctionnement du système technique.

La situation dans laquelle l'apprenant VIV se retrouve de manière incidente pourrait être rencontrée par les apprenants plus tard dans la formation ou encore, de retour au travail.

Auront-ils développé d'ici là les compétences nécessaires pour la dépasser seuls ? Car cette situation ne fait pas l'objet d'une intervention didactique collective. En effet, les formateurs ne peuvent pas aborder lors de la formation toutes les situations potentiellement problématiques pour les professionnels. Quant à la question : est-ce cette action serait pertinente pour être abordée avec le groupe ?, les explications techniques apportées par notre expert SIG nous amènent à penser qu'il s'agit d'une situation assez courante, mais dont le diagnostic nécessite une représentation évoluée du fonctionnement du système technique MI. Ainsi, traiter cet aspect à cette étape de la formation pourrait être prématuré.

L'apprenant VIV : obstacle rencontré en activant la fonction *Créer objets linéaires* (ép. A-81 à 82)

Pendant que ses collègues exécutent l'action 7 en autonomie, avec l'aide d'un collègue ou par petits groupes, l'apprenant VIV, qui s'est détaché de l'activité collective, se retrouve à activer une fonction nouvelle, *Créer des objets linéaires*. L'apprenant trace de nombreuses lignes à l'écran et, lorsque le formateur F2 le rejoint, VIV tente de neutraliser leur effet gênant en les déplaçant sur le côté de la carte. Mais l'apprenant échoue.

En rejoignant VIV, le formateur F2 identifie et présente à l'apprenant la cause de l'échec de l'action de remédiation lancée par celui-ci : la fonction étant toujours activée, cela entraîne l'apprenant dans un processus de type « boule de neige » : à chaque fois qu'il tente de sélectionner les lignes créées, il en crée des nouvelles. Le formateur F2 guide l'apprenant dans une nouvelle action de remédiation de la situation, mais l'intervention d'aide se met difficilement en place, car l'apprenant rencontre des difficultés à comprendre l'aide fournie. L'une de ces difficultés vient du fait que l'apprenant n'a pas une signification construite de la notion de « flèche », qui permet de sélectionner des objets à l'écran et vers laquelle le formateur F2 le renvoie. Cette fonction a été traitée en détail par le formateur F1 lors de l'épisode A-46 à 48, mais l'apprenant ne semble connaître ni l'emplacement de la fonction, ni la manière de l'activer, ni même l'effet attendu. Par conséquent, nous constatons ici les limites sur l'apprentissage du fait qu'à cause de son retard, l'apprenant VIV ne suit pas le guidage assuré collectivement par le formateur F1.

L'apprenant VIV : demande d'aide (ép. B-34)

L'épisode B-34 montre qu'engagé dans la même tâche didactique que ses collègues et probablement même en suivant le système de guidage de l'action assuré par le formateur F1, l'apprenant VIV continue à expérimenter des situations et des possibilités techniques en dehors du système didactique. Il fait ainsi l'expérience de nouvelles difficultés techniques que le fonctionnement de MI introduit pour les professionnels.

L'apprenant VIV sollicite le formateur F2 car il ne parvient pas à enlever de l'écran l'effet de l'action 13. La demande de l'apprenant peut surprendre au regard des deux aspects suivants : 1/ l'apprenant a réalisé l'action 13 de manière efficace et 2/ le résultat de l'action 13 est censé constituer le point de départ de l'action 14 dans le cadre de la tâche Quimper. Nous pouvons ainsi supposer que l'apprenant souhaite s'engager dans un apprentissage par répétition et pour cela il a besoin d'enlever l'effet de l'action précédente.

Sans poser des questions, le formateur F2 livre à l'apprenant la procédure demandée. En tentant d'appliquer la procédure, VIV constate, par l'absence d'effet visible, que celle-ci ne semble pas fonctionner. Le formateur F2 le constate également et demande à l'apprenant de refaire la manipulation plusieurs fois. Enfin, l'effet souhaité fini par apparaître.

L'apprenant se montre satisfait de la réussite de l'action et F2 s'éloigne. L'apprenant ne le demande pas et le formateur F2 ne lui fournit pas d'explications sur la raison de l'échec lors de premiers essais.

Cet épisode est intéressant non pas pour la difficulté rencontrée par l'apprenant, ni pour la procédure permettant de la dépasser, mais pour la nature de l'obstacle rencontré par l'apprenant : l'échec de l'action de remédiation n'était qu'apparent. En réalité, l'apprenant avait réalisé l'action 13 plusieurs fois de suite, en accumulant une série de résultats identiques superposés. Dans ces conditions, l'action de remédiation nécessitait effectivement une répétition.

Enfin, il est également intéressant de noter la manière dont le formateur F2 a résolu le problème : sans l'avoir diagnostiqué, mais en mettant en place une procédure construite sur sa connaissance du système technique et de ses caractéristiques, dans ce cas la possibilité de refaire la même action un nombre illimité de fois avec accumulation des effets.

6. ACTIVITE DES FORMATEURS

6.1. GESTION DE LA CO-ANIMATION

Lors des séquences de découverte de MI par la pratique, la co-animation simultanée est quasi-absente : le formateur F1 prend, comme prévu, la main sur l'activité formative et très rapidement s'affirme comme locuteur unique (ép. A-45). Il organise seul l'activité formative : assure la régulation de l'action pratique des apprenants, s'autorise des épisodes non prévus dans le programme, pendant lesquels il introduit des fonctions techniques, décide de prolonger la séance au-delà du temps alloué.

Après avoir tenté, en début de la séance (ép. A-45), une intervention formative à visée collective qui a été mal accueillie par le formateur F1, le formateur F2 n'intervient plus collectivement, jusqu'au moment où le formateur F1 se trouve, pour la première fois, en difficulté (ép. A- 79 à 80). A ce moment, la co-animation semble s'activer, mais elle ne durera pas. Quand le formateur F1 se trouve de nouveau en difficulté (ép. A-86 à 87), le formateur F2 n'intervient plus.

Le formateur F2 se limite ainsi à sa fonction établie a priori, qui est celle de remédiation individuelle de l'activité des apprenants en difficulté. En revanche, le formateur F1 entre à plusieurs reprises sur le terrain de F2 : en interrompant son intervention formative, il apporte de l'aide individuelle à l'apprenant VIV (min. A-53, A-72).

A plusieurs reprises, la régulation de l'activité formative se fait par les apprenants. Ceux-ci interviennent moins pour engager l'activité didactique dans des nouvelles directions, en introduisant des nouveaux thèmes comme lors de la séance précédente, mais au contraire, pour remettre l'action formative sur la direction engagée. Les apprenants n'hésitent pas à recadrer le formateur F1, en se basant pour cela sur leurs connaissances (LOR), leur expérience (SEB), leur intuition (DOM, GIL), leur avancement dans l'apprentissage (GIL). Ils interviennent également pour tenter d'apporter leur contribution à la résolution des problèmes techniques qui se présentent au formateur F1 (ép. A-86 à 87) et à l'avancement du groupe dans l'apprentissage.

6.2. IMPREVUS DIDACTIQUES

Par rapport à la première séance de découverte de MI (séquences 1 à 8), qui était une longue série d'imprévues didactiques, à partir du démarrage de la manipulation du système technique par les apprenants, l'activité collective semble s'inscrire globalement dans la lignée prévue. A cela contribue au moins deux facteurs que nous avons pu identifier :

- l'intérêt des apprenants pour la manipulation pratique, mis en évidence dès le tour de table, semble canaliser leur attention et limite l'introduction par ceux-ci de nouveaux thèmes,
- le fait que, au moins pour les actions techniques, le formateur F1 suit de près la fiche TP, laissant peu de place aux débordements par les apprenants.

Mais une partie conséquente des éléments traités lors de cette séance, les fonctions techniques, ne figure pas dans la fiche TP. Le formateur F1 doit alors interrompre, à plusieurs moments, la démarche prévue et, dans l'intention apparente d'introduire des fonctions techniques nécessaires pour la suite de l'action, met en attente l'action instrumentée.

Cela dénote une préparation de la formation à plusieurs niveaux de détail :

- une préparation formalisée dans un document d'accompagnement (fiche TP),
- une préparation qui reste non formalisée et pour laquelle nous supposons que le formateur F1 s'accorde la liberté d'une adaptation en cours d'action.

Le degré de cohérence de l'activité du formateur F1 lors des séquences visant la découverte des fonctions technique montre, en effet, une préparation préalable de ces interventions ; mais la manière dont le formateur interrompt le fil conducteur donné par la fiche TP, parfois au milieu d'une action technique, montre que la place des fonctions techniques dans la séance n'est pas précisément définie. Par conséquent, les épisodes qui abordent les fonctions techniques sont, dans leur ensemble, des événements pédagogiques à caractère d'***imprévus relatifs***.

Toutefois, le formateur F1 ne se limite pas à la fonction immédiatement nécessaire pour l'action, mais semble profiter de l'occasion pour introduire d'autres fonctions qui ne seront pas utilisées de suite et pour certaines, ne seront pas du tout reprises lors de la formation. Il pourrait s'agir cette fois de ce que CHAUTARD et HUBER (2001) appellent des ***imprévus exploités***.

Concernant les difficultés rencontrées par le formateur F1 lors de cette séance, celles-ci sont principalement techniques. En début de formation, le formateur F1 a lancé aux apprenants une proposition tenue pour vraie selon laquelle le système technique MI n'est pas parfaitement maîtrisable par les opérateurs SIG. Il a annoncé par la même occasion la possibilité pour les apprenants de se heurter à des problèmes techniques dès la formation.

Tant qu'il réalise des actions simples en s'appuyant sur la fiche TP, le formateur F1 ne rencontre pas de problèmes techniques. En revanche, les difficultés se présentent lorsqu'il s'éloigne de la démarche écrite.

Ainsi, sur le plan didactique, nous observons comment un imprévu relatif (l'action 7 n'était pas prévue pour ce moment précis de la formation) déclenche un imprévu technique majeur, qui met le formateur F1 en difficulté. Nous observons également comment une tâche a priori mineure (attribuer un nom au document .wor nouvellement créé) peut perturber le système formateur et créer un incident pédagogique.

La difficulté pédagogique est dépassée par le formateur F1 avec l'aide de son collègue. La difficulté technique est dépassée avec l'aide de l'apprenant GIL. Ainsi, cet imprévu déclenche la co-animation mais aussi, de manière inattendue, la coopération des apprenants, chez qui la motivation pour la séance marquait une baisse. La séquence traitant ce thème dure 13 minutes et mobilise activement la plupart des apprenants dont l'implication dans l'activité collective augmente visiblement.

Quant au formateur F2, celui-ci ne rencontre pas de difficultés observables. Grâce à un jugement analytique et parfois anticipatif des actions des apprenants, il arrive à identifier rapidement les situations incidentes dans lesquelles les apprenants se sont mis et indique de manière efficace la procédure permettant de les dépasser et de réintégrer l'activité collective.

6.3. L'ACTIVITE DU FORMATEUR F1

L'activité du formateur F1 est très majoritairement à destination du collectif. Le formateur F1 aborde des aspects techniques. Cette fois, les références au monde professionnel, à des tâches et situations de travail, sont peu nombreuses.

D'un point de vue didactique, le formateur F1 agit selon une modalité qui lui est particulière. Cette modalité combine : 1/ le verbal et l'agit, 2/ l'organisé et l'imprévu.

Le formateur F1 combine en effet **l'organisé et l'imprévu** : tout en suivant scrupuleusement le déroulement prévu par la fiche TP, il s'autorise des détours. Cela peut être dû à une tension permanente, chez le formateur F1, entre le temps affecté à la formation, qu'il estime insuffisant et le nombre d'aspects qu'il souhaiterait traiter avec les apprenants. Il met ainsi en place un système didactique flexible, dans lequel les éléments de l'apprentissage prévu font, autant que possible, place à des éléments d'apprentissage laissés en réserve. C'est un système formatif basé sur le souci de l'économie de temps.

Le formateur F1 développe à destination du groupe une **double activité, verbale et instrumentale**. Une évolution de l'activité formative peut être observée, évolution dans laquelle deux paramètres semblent intervenir : 1/l'avancement dans la séance et 2/la reprise des actions d'une même classe. En revanche, le degré d'élaboration des actions prescrites ne semble pas enjoindre une adaptation de l'intervention formative.

Lorsque ***les actions à réaliser sont nouvelles pour les apprenants***, le formateur F1 assure un guidage serré de la réalisation de celles-ci, et cela aussi bien pour des actions simples que par la suite, pour des actions plus élaborées. Le formateur F1 indique verbalement la procédure tout en réalisant lui-même l'action. Il s'arrête sur chaque opération pour livrer les informations pour l'action prêtes à être utilisées : la fonction technique à utiliser, la manière d'accéder à celle-ci, les paramètres à renseigner lors des opérations de paramétrage, la modalité de finalisation de l'action. Nous constatons ainsi une prise en charge importante par le formateur F1 de l'activité réflexive liée à la réalisation des actions SIG nouvelles. Cela crée des conditions de réussite des tâches didactiques, réussite qui semble, à ce stade, mise en avant.

Lorsque la procédure à appliquer est plus réduite que la précédente, le formateur F1 la complexifie, en introduisant des nouveaux éléments d'apprentissage en plus de la procédure courante : règles d'action, situations d'utilisation ou au contraire, à éviter, possibilités ou manières d'agir alternatives, opérations de contrôle intermédiaire de l'action.

Les modalités didactiques ainsi employées par le formateur F1 créent des conditions de réussite de l'action des apprenants (sauf pour l'apprenant VIV, duquel nous allons discuter plus loin). La réussite de l'action semble en effet mise en avant à ce stade de la formation, car nous assistons à la mise en place d'un système formatif important en terme de moyens mais assez limité en termes d'activité réflexive. Cela peut se justifier par le fait que les actions SIG les plus simples nécessitent des procédures élaborées. L'investissement des apprenants pendant le processus d'apprentissage pourrait ainsi être important. Par conséquent, la mise en place d'un système didactique qui contraigne en quelque sorte les apprenants à une activité d'exécution cadrée par des consignes strictes et qui est (ou de moins paraît) limitée sur le plan cognitif, pourrait être une manière de préserver les apprenants de la complexité des tâches, complexité qui pourrait dépasser leurs capacités d'apprentissage du moment.

Avec l'avancement dans la séance et notamment lorsque ***les actions à réaliser, toujours nouvelles, s'apparentent*** cependant ***à des actions déjà réalisées***, le formateur F1 :

- allège l'encadrement en laissant certaines opérations à la charge des apprenants. En réduisant le système de guidage, le formateur F1 laisse d'abord à la charge des apprenants des opérations de finalisation de l'action, ensuite des opérations de contrôle/validation des résultats et de paramétrage et enfin, des opérations de prise d'informations. Il commence ainsi par des opérations peu critiques, qui sont en partie orientées par le système technique et qui ne produisent pas à elles seules des effets,
- diversifie les possibilités d'action en laissant aux apprenants le choix de la possibilité à utiliser.

Enfin, ***en revenant sur une action déjà réalisée***, le formateur F1 laisse une grande partie voire la totalité de la réalisation de l'action à la charge des apprenants (action 1.2), y compris lorsque les conditions de l'action se trouvent modifiées.

Toutefois, la modalité didactique générale que nous venons de présenter s'applique uniquement aux actions prévues dans le programme de la formation (qui apparaissent dans la fiche TP). Celle-ci n'est pas respectée pour l'action 7, qui vise la sauvegarde du travail en cours et qui a été introduite par le formateur F1 de manière imprévue. Pour l'action 7, même s'il s'agit d'une action nouvelle pour les apprenants, le formateur F1 ne fait qu'orienter l'action. De plus, il rencontre des difficultés techniques et pédagogiques. Nous envisageons ainsi la situation suivante : comme l'action 7 n'est pas prévue à ce moment de

la formation, sa préparation didactique par le formateur est moins importante ; ainsi, en l'introduisant, le formateur F1 n'agit plus en formateur mais c'est son côté professionnel qui prend en charge la réalisation de l'action. Son comportement hésitant, son avancement en tâtonnant, pourraient correspondre à son mode opératoire de professionnel face à la tâche. Dans ces conditions, le fait qu'il laisse une partie importante de la réalisation de l'action à la charge des apprenants serait due au fait qu'il se sente en limite de compétences pédagogiques pour assurer le guidage de l'action.

6.4. L'ACTIVITE DU FORMATEUR F2

Au niveau collectif, le formateur F2 se situe sur un plan secondaire. Il intervient deux fois, et ce n'est pas pour faire des apports. Lors de sa première intervention, il prescrit une intervention à son collègue (ép. A-45) et lors de la seconde, il vient en aide à son collègue qui se trouve en difficulté (ép. A-79 à 81).

Son champ d'intervention se situe au niveau individuel, où il assure une fonction de rattrapage des apprenants qui rencontrent des difficultés ponctuelles. Il guide l'action des apprenants qui sont dans l'impossibilité temporaire d'avancer dans la situation didactique ou qui se sont éloignés de celle-ci et tentent de la rejoindre.

Contrairement au formateur F1, le formateur F2 n'utilise pas la monstration comme modalité didactique. Son activité à destination des apprenants est principalement verbale et souvent directive. Lorsqu'il démarre une action d'aide individuelle, afin de construire son intervention, le formateur F2 commence par explorer la situation dans laquelle l'apprenant se trouve : le stade d'avancement dans la réalisation d'une action, l'écart par rapport à la situation didactique. Le fait qu'il intervient souvent pour aider l'apprenant VIV le conduit même à développer, de l'endroit où il se positionne dans la salle lorsqu'il n'intervient pas, une activité de surveillance de l'action instrumentée de l'apprenant. Il semble faire, sans se déplacer, un diagnostic visuel rapide mais régulier de l'avancement de l'apprenant dans la réalisation des actions. Il anticipe ainsi les difficultés de l'apprenant VIV, les situations critiques pour celui-ci et certaines fois il intervient avant que l'apprenant formule sa demande d'aide (ép. A-58). Ainsi, aider VIV est la principale occupation du formateur F2 lors de la partie de la séance qui se déroule la première journée de formation.

Lorsque les apprenants se lancent dans la réalisation de tâches didactiques, l'activité du formateur F2 se réduit. Les apprenants sollicitent moins son aide. Cela semble dû à la mise en place par les formateurs de la stratégie didactique qui a consisté à introduire l'action 8, action qui facilite la réussite des actions d'ouverture de couches en contournant un

obstacle rencontré jusqu'à là souvent par les apprenants. L'apprenant VIV semble également suivre le système de guidage.

Si cette situation persiste, cela risque de poser un problème d'ordre didactique : dépourvu d'activité, le formateur F2 est en quelque sorte dépossédé de sa fonction formative. Toutefois, dès que le degré d'autonomie offert aux apprenants augmente, le formateur F2 reprend son activité, intervenant auprès de l'apprenant VIV mais aussi auprès d'autres apprenants.

Les représentations du formateur F2

De par sa fonction de remédiation, le formateur F2 est amené à rencontrer des actions et des situations qui, étant incidentes lors de la formation, n'ont pas fait l'objet d'une préparation didactique préalable de sa part. Nous constatons qu'à ces moments, le formateur F2 met au service de l'action son expérience professionnelle : il cherche à identifier les propriétés de la situation technique qui sont pertinentes pour diagnostiquer la phase d'avancement de l'apprenant dans l'action, l'obstacle ou l'écart à la situation didactique, afin de mettre en place une intervention de remédiation. Il y arrive systématiquement, même pour les situations les plus inattendues. Cela montre que F2 agit en professionnel, en se laissant guider par son système de représentations du SIG.

Nous constatons qu'en intervenant auprès des apprenants, le formateur F2 enseigne ses propres pratiques. Il mobilise des représentations construites avant la formation et probablement dans l'action, il semble considérer ces représentations comme étant fonctionnelles et conformes au but de la formation et il est possible qu'il souhaite les voir se développer chez les apprenants. Dans ces conditions, les questions suivantes se posent : est-ce parce que les formateurs sont avant tout des professionnels SIG ? Parce que l'objet de l'apprentissage est un instrument de travail ? Parce que le SIG est imprévisible et qu'une préparation didactique ne suffit pas ?

7. ACTIVITE DES APPRENANTS

Telle que nous pouvons l'observer, l'activité développée par les apprenants est principalement technique. Occupés par l'exécution des actions, les apprenants prennent peu la parole. Ils avancent dans l'apprentissage à travers l'action et cela d'une manière structurée par les situations didactiques prévues dans le programme de la formation et cadrée par le guidage assuré par le formateur F1.

Nous avons vu que le rythme imposé aux apprenants est alerte. Toutefois, à l'exception de VIV, ceux-ci arrivent globalement à le suivre ; ils peuvent rencontrer des difficultés, mais s'éloignent finalement peu du système de guidage. On pourrait ainsi penser que les apprenants ont globalement un niveau de maîtrise de l'outil informatique et une connaissance du vocabulaire technique informatique qui leur permetent de repérer rapidement les fonctions soit évoquées, soit utilisées par le formateur F1 et de réaliser aussitôt les actions prescrites. Car, comme le montre BRUNER (1983), l'action d'imitation n'est pas toujours un exercice facile, nécessitant un temps d'observation et un temps d'exécution. Or, le rythme de l'action du formateur F1 ne laisse que peu de temps aux apprenants pour réaliser eux-mêmes les actions.

Ce postulat se vérifie en regardant l'activité des apprenants EDI et VIV, qui ont des difficultés à suivre l'activité collective : EDI, parce qu'il tente de comprendre ce qu'il fait, VIV parce qu'il est moins à l'aise devant l'ordinateur. Toutefois, face à la même difficulté qui est l'absence du temps suffisant, les deux apprenants agissent différemment. L'apprenant EDI fait le choix volontaire de réduire son activité, pour se centrer sur l'observation des actions réalisées par le formateur F1 (ép. A-78) ou pour demander de l'aide à un collègue (éps. B-2, B-9b). Quant à l'apprenant VIV, celui-ci tente de garder la totalité des composantes de l'activité d'apprentissage, ce qui l'amène à des nombreuses reprises à l'impossibilité de continuer sans une aide personnalisée, qui lui sera apportée par le formateur F2.

L'attention des apprenants est également orientée vers le formateur F1, qu'ils écoutent et regardent faire. Nous avons pu constater qu'un moment d'inattention, un retard dans l'avancement dans l'action peut conduire à un décrochage du système de guidage collectif. Cependant, les apprenants regardent l'écran du formateur F1 avec des intentions différentes.

Certaines fois, et notamment quand la prescription verbale est absente ou pauvre, les apprenants tentent d'identifier les actions réalisées par le formateur, afin de les reproduire. D'autres fois, la prise d'information sur l'écran du formateur a pour les apprenants une fonction de contrôle de leurs propres actions ou bien, comme c'est le cas de DOM, de contrôle des résultats. C'est en effet de cette manière que DOM a identifié l'incohérence de ces propres résultats, a diagnostiqué son erreur et a pu engager une action de remédiation en demandant de l'aide. Toutefois, nous observons qu'il est difficile pour les apprenants d'entretenir en permanence une activité perceptive visuelle des actions du formateur, car ils ont à réaliser eux-mêmes les actions. C'est pour cette raison que l'activité verbale du formateur est essentielle, permettant aux apprenants de continuent à recevoir des informations pour l'action tout en étant investis eux-mêmes dans l'action.

A plusieurs reprises, les apprenants interviennent pour témoigner leur compréhension au regard des aspects abordés ou des actions réalisées. Ils livrent ainsi au groupe des situations

professionnelles potentiellement liées aux actions traitées, montrant ainsi leur préoccupation pour les conséquences pratiques des apprentissages réalisées : LOR (A-89), FRA (B-5, B-6 à 8), SEB (B-6 à 8).

Toutefois, à certains moments de la séance et tout en suivant le système de guidage, plusieurs apprenants sont confrontés à des difficultés diverses :

- difficulté à suivre le rythme parfois soutenu que les formateurs impriment à la formation,
- difficultés techniques, dues généralement à des manipulations un peu différentes de celles attendues,
- difficultés de compréhension des consignes, du but ou du fonctionnement du système technique au regard de l'action en cours.

Ces difficultés sont aussitôt exposées par les apprenants, discutés et dans la plupart des cas dépassés avec l'aide verbale des formateurs : LOR (A-66), EDI (éps. B-2, B-9b), DOM (ép. B-18b), ISA (B-19).

Ainsi, plusieurs situations-problèmes potentielles sont passées collectivement en revue. Cependant, à quel point les apprenants assimilent les obstacles rencontrés par leurs collègues comme des obstacles potentiels pour eux-mêmes ? Sont-ils prêts à intégrer les problèmes potentiels et les solutions permettant de les résoudre à un registre de situation-problème potentielles, sans avoir eux-mêmes traversé ces situations ?

Activité de l'apprenant HUB

L'apprenant HUB se trouve dans une configuration particulière : son poste de travail est placé le dos à l'écran du formateur. Dans ces conditions, il ne bénéficie pas de la totalité des formes de guidage mises à disposition du groupe par le formateur F1 : il est difficile pour l'apprenant de regarder les actions du formateur autant que ces collègues.

Nous observons cependant que HUB s'adapte à cette contrainte en s'appuyant davantage sur le guidage verbal assuré par le formateur F1 ; et dans l'action, HUB ne rencontre pas plus de difficultés que la plupart des autres apprenants.

Activité de l'apprenant VIV : un avancement atypique dans l'apprentissage

L'avancement de l'apprenant VIV dans l'apprentissage est particulier : il avance d'une manière incidente, à travers des situations imprévues, qu'il ne cherche pas vraiment mais qui se présentent malgré lui. Ainsi, il est confronté à plus de situations d'apprentissage que ses collègues qui « arrivent » à suivre. Et malgré les difficultés qu'il se rajoute alors que la situation de formation même lui semble déjà difficile, il reste motivé et finit par exécuter les

tâches didactiques prescrites. A travers les nombreuses expériences de manipulation du système technique, VIV fini par apprendre des choses : l'exploration cadrée du système technique semble être pour VIV une méthode d'apprentissage efficace.

Mais comment l'apprenant VIV arrive-t-il, dans un système didactique dans lequel l'orientation de l'action est serrée, à s'écarter des situations didactiques au point de se retrouver en difficulté ?

Comme nous le savons par le tour de table, l'apprenant VIV s'y connaît peu en informatique. Ainsi, quand il s'agit de manipuler le système technique, il hésite, en manquant d'assurance. Il met plus de temps que ce dont il a à disposition pour réaliser les manipulations demandées. Etant en retard, il ne peut plus réaliser les manipulations en même temps que le formateur F1 et finit par décrocher du guidage collectif.

VIV continue cependant à avancer dans l'activité didactique à son rythme sans s'appuyer sur la monstration du formateur F1. Et de la consigne donnée par le formateur, il utilise uniquement les éléments qu'il a pu retenir et intégrer. VIV dispose ainsi de moins d'éléments pour l'action que ses collègues. Dans ces conditions, on pourrait se demander si les situations didactiques mises en place sont pour VIV des situations potentielles d'apprentissage.

Engagé dans la manipulation en autonomie du système technique, l'apprenant ne prête pas entièrement attention à l'intervention du formateur F1 et s'éloigne encore plus du système de guidage. Le degré d'autonomie auquel VIV est confronté s'avère trop important pour lui. Sans pouvoir conceptualiser les situations techniques dans lesquelles il se trouve, il opte pour un avancement par essai-erreur. Ses choix l'amènent à des situations parfois très différentes de la situation didactique initiale. VIV se retrouve face à des difficultés techniques, qu'il tente dans un premier temps de dépasser seul. Mais il passe beaucoup de temps et n'arrive pas à diagnostiquer, encore moins à dépasser, les problèmes qu'il rencontre. Il finit par demander et obtenir l'aide du formateur F2 et parfois même celui du formateur F1, qui met en attente l'intervention collective pour lui apporter de l'aide. Mais ce type d'intervention ne pourrait pas se manifester souvent, et surtout sans désavantager les autres apprenants. Ce qui « sauve » l'apprenant VIV est la co-animation : le plus souvent, c'est le formateur F2 qui prend en charge la remédiation auprès de l'apprenant VIV. Le formateur F2 rejoint l'apprenant sur son poste et lui consacre le temps nécessaire. Il lui apporte une aide conséquente, car le rétablissement de la situation didactique est difficile : une partie des consignes données par le formateur F2 sont hors de la portée de l'apprenant ; d'autres, sont ignorées par celui-ci, qui choisit d'avancer en explorant des fonctions techniques nouvelles.

En effet, l'apprenant VIV ne s'appuie pas entièrement sur l'aide qui lui est fournie. Il accompagne souvent ses demandes d'aide par une proposition d'action, mais celles-ci sont

rarement validées par les formateurs. Cela montre la volonté de l'apprenant de s'impliquer activement dans son propre apprentissage, mais aussi ses difficultés à apprendre.

Tout en poursuivant et en essayant de dépasser les actions commencées par ses propres moyens, l'apprenant VIV tente régulièrement de se raccrocher à l'activité collective. A ces moments, il regarde attentivement le formateur F1 agir et tente de reproduire les actions de celui-ci. Le retour est toutefois difficile : les interventions du formateur F2 ont permis à l'apprenant de résoudre un problème immédiat, et non pas de rattraper le retard accumulé.

Parfois, l'apprenant VIV arrive tout de même à rejoindre l'activité collective, mais ces moments sont finalement de courte durée. Le rythme de l'activité didactique que le formateur F1 impose continue à être trop alerte pour VIV, qui finit par décrocher.

Avec toutes les formes d'aide dont il dispose, l'apprenant VIV arrive à poursuivre l'apprentissage à sa manière, c'est-à-dire en brouillant l'apprentissage systématique proposé par le système didactique. Il bénéficie pour cela d'un système didactique « sur mesure », mais pour que les situations traversées soient pour VIV des situations d'apprentissage, le formateur F2 est contraint à se débattre avec des situations techniques qu'il n'a pas prévu et à passer beaucoup de temps avec VIV.

Une forme de concurrence s'instaure ainsi entre les deux modalités d'apprentissage : celle prévue par les formateurs et celle abordée par l'apprenant VIV. Et l'aide personnalisée fonctionne tant qu'elle n'est pas au détriment des autres apprenants. Car avec l'avancement dans la séance, lorsque le formateur F1 allège le système de guidage, d'autres apprenants sollicitent le formateur F2 et VIV n'est pas prioritaire.

Lorsque le système d'aide devient moins régulier pour lui, l'apprenant VIV reste assidu et déterminé à réaliser toutes les manipulations prescrites collectivement, qu'il attaque méthodiquement, en prenant son temps.

En se réunissant après la séance, les formateurs placent l'apprenant VIV en situation d'échec. Ils montrent tenir pour vrai le fait que les apprenants qui « n'arrivent pas à suivre » la séance de découverte de MI, seront rapidement submergés par les tâches didactiques prévues pour la suite de la formation. Toutefois, au regard des traces de l'activité de l'apprenant VIV, une autre interprétation que celle des formateurs est possible, du moins à titre d'hypothèse : L'apprenant VIV est fortement engagé dans l'apprentissage ; il tente de réussir les tâches didactiques, d'être attentif aux explications du formateur F1, de suivre ou de rattraper le cours de la formation.

Malgré les contraintes qu'il rencontre, à certains moments VIV y arrive. Mais le retard dans la réalisation des tâches didactiques prive VIV d'une partie de moyens pour l'action et parfois le livre à lui-même. Dans ces conditions, il avance comme il peut, en valorisant les

éléments qu'il a pu récolter, mais aussi en explorant le système technique, en faisant des expériences. Son activité est ainsi plus riche que celle des apprenants qui se limitent à suivre le système didactique. Mais il se retrouve plus souvent que ses collègues face à des situations différentes de celles introduites par le formateur F1 et qui nécessitent un aménagement des procédures connues. C'est pour cette raison que l'apprenant VIV sollicite souvent l'intervention du formateur F2.

Pour vérifier cette hypothèse, nous allons suivre VIV dans la suite de la formation : va-t-il réussir à apprendre à utiliser le SIG de manière satisfaisante ?

Activité de l'apprenant LOR : la demande de confirmation comme forme d'avancement dans l'apprentissage

L'apprenant LOR intervient à plusieurs reprises. Son activité verbale montre qu'il avance dans l'apprentissage de plusieurs manières :

LOR aborde l'apprentissage en mobilisant ses connaissances antérieures, cette fois des connaissances mathématiques et informatiques (ép. A-57b). Il se montre préoccupé par les conséquences pratiques des apprentissages qui lui sont proposés et n'hésite pas à tenter d'éloigner le cours de l'activité formative quand il considère que les thèmes abordés ne correspondent pas à ses préoccupations et à celles du groupe d'apprenants (éps. A-57b, A-89).

LOR avance également en livrant, pour confirmation, des éléments de sa représentation en cours de construction (éps. A-66, A-80). Il cherche ainsi à assimiler les procédures dans leur forme la plus construite (sans des allers et retours) et la plus adéquate, ce qui, selon OCHANINE (1968), constituent le chemin le plus court vers l'autonomie.

LOR construit des concepts, comme celui de données géographiques, qu'il investit ensuite dans la compréhension des aspects plus généraux, comme le fonctionnement du système technique. Il identifie des propriétés pertinentes des objets, en vue de l'action, ainsi que des propriétés pertinentes pour l'action du système technique du point de vue de son fonctionnement : l'impossibilité de revenir sur certaines opérations, une fois exécutées.

Activité de l'apprenant GIL : le diagnostic anticipatif comme forme d'avancement dans l'apprentissage

GIL avance dans l'apprentissage à un rythme constant. Il ne s'éloigne pas de la situation didactique. En suivant de près les consignes et le système de guidage, il s'investit activement dans l'action pratique.

Pour apprendre, GIL fait avec ce que la situation de formation lui met à disposition. Il prend peu la parole devant le groupe. Mais lorsqu'il intervient, nous pouvons constater qu'au fil des actions manipulatoires qu'il a réalisé, des représentations à la fois de l'action et du fonctionnement du système technique se sont construites chez lui. Les représentations que GIL construit en cours de l'action sont fonctionnelles, conduisant à la réussite de l'action en passant par la résolution en autonomie des problèmes rencontrés.

Nous constatons le caractère dynamique des représentations construites chez GIL pour l'action d'ouverture de couches, qui permet à l'apprenant d'appliquer efficacement la procédure apprise lors d'une situation didactique différente.

Associée à l'activité pratique, qui conduit à la réussite de l'action, GIL développe également une activité réflexive sur les actions réalisées ; c'est ainsi que pour l'action 4, en s'appuyant sur une analyse de la situation didactique, il anticipe l'existence d'une procédure plus économique et il intervient pour la demander. C'est ainsi que nous observons le caractère instable des représentations de GIL et leur tendance vers la simplification.

Enfin, les représentations de GIL sont élaborées, intégrant non seulement la procédure qui s'est montrée opérative, mais également les obstacles rencontrées et les manières de les dépasser. C'est ainsi que GIL arrive à aider le formateur F1 lorsque celui rencontre un obstacle que GIL a déjà dépassé seul.

Activité de l'apprenant ISA : dépassement des obstacles par le recommencement de l'action

Tout comme GIL, ISA intervient peu, en avançant dans l'apprentissage avec ce que la situation de formation lui met à disposition pour agir et pour apprendre. Toutefois, lorsqu'il intervient pour demander de l'aide, nous observons une particularité de l'activité d'ISA lors de l'action SIG : face à un échec de l'action, ISA ne cherche pas à identifier la source d'erreur mais recommence l'exécution de l'action depuis le début. Nous allons voir plus loin dans la formation qu'il s'agit d'une manière bien à lui de contourner les obstacles et de réussir l'action.

Activité de l'apprenant EDI : la place de la conceptualisation dans l'action

Chez l'apprenant EDI, comprendre ce qu'il fait est un besoin fondamental. Dans l'impossibilité de le faire, EDI se retrouve en difficulté.

La première des difficultés observées chez EDI est de ne pas pouvoir se représenter le but de l'action 8. OCHANINE associe la finalisation de la représentation d'une action au but de cette action. Nous pouvons en effet constater que l'absence de représentation du but empêche

EDI d'assimiler la procédure qu'il vient pourtant d'exécuter efficacement, en suivant le guidage assuré par le formateur F1.

Nous observons la source de la difficulté rencontrée par EDI : la situation de formation ne lui met pas à disposition les éléments permettant de se représenter le but de l'action. Lorsque FRA intervient auprès d'EDI et l'aide à se représenter le but de l'action en partant des résultats obtenus, EDI assimile aussitôt, a posteriori, la procédure ; la représentation de l'action 8 devient ainsi fonctionnelle et l'apprenant réalise cette fois l'action sans aide.

La deuxième difficulté observée chez EDI est liée au fait que celui-ci ne se rappelle pas d'avoir réalisé une action (l'action 7). Cela empêche l'apprenant de se lancer dans la réalisation d'une action liée conceptuellement mais techniquement dissociée (action 9) : ouvrir un fichier que contrairement aux autres apprenants EDI n'a pas créé, mais que les formateurs ont déposé sur son poste de travail. Nous constatons que cette fois, c'est l'absence de représentation de l'objet de l'action qui empêche l'engagement de l'apprenant dans l'action.

Enfin, nous constatons qu'EDI décroche de l'activité pratique avant les autres apprenants : il arrête les manipulations avant la fin de la séance du premier jour. Et lorsqu'il fait cela, EDI décroche également de l'activité d'apprentissage : il ne se souvient pas des actions qui ont été réalisées par le groupe et qu'il semblait pourtant suivre. En revanche, les apprenants qui ont continué l'activité pratique jusqu'à la fin de la séance ne montrent pas avoir rencontré les mêmes difficultés conceptuelles que nous avons identifiées chez EDI.

Activité de l'apprenant DOM

Lors de cette séance, DOM intervient peu. Son attention est concentrée sur la réalisation des actions techniques. L'apprenant DOM, qui déclare avoir un degré de connaissance non négligeable du domaine SIG, avance dans l'exécution des actions en suivant partiellement le système de guidage : il s'appuie d'avantage sur la composante verbale du guidage que sur la monstration réalisée par le formateur F1. Ainsi, un élément pour l'action qui n'est pas livré verbalement, échappe à DOM. Tout en réalisant l'action, DOM n'aboutit pas au même résultat que le formateur. Car DOM utilise une procédure qui a été apprise précédemment et dont il a construit une représentation qui s'avère fonctionnelle. Toutefois, DOM réalise de sa propre initiative une opération de contrôle de l'action par confrontation avec le résultat obtenu par le formateur et, en analysant la différence entre les deux résultats, il se représente efficacement la source d'erreur : avoir omis une opération.

Activité de l'apprenant FRA : source d'aide de proximité

FRA avance dans l'apprentissage avec une grande facilité. Nous envisageons deux situations qui pourraient permettre cela. La première possibilité est que l'apprenant, qui n'est pas novice en SIG, sous-estime son niveau d'expertise lorsqu'il qualifie de *bidouillage* son expérience SIG antérieure à la formation (tour de table). La deuxième possibilité est que la pratique antérieure de FRA, aussi aléatoire et peu organisée qu'elle pourrait être, constitue une base de ressources importante que l'apprenant mobilise dans l'action au même titre que les éléments mis à disposition par la situation de formation. Cette deuxième possibilité montre qu'un premier contact en autonomie avec le système technique, pourtant qualifiée d'insatisfaisant par plusieurs apprenants qui l'ont tenté, facilite considérablement l'apprentissage en situation de formation.

Avançant rapidement dans l'apprentissage, FRA construit avant les autres apprenants des représentations fonctionnelles et élaborées. Mais il ne semble pas s'ennuyer. Il pousse plus loin la réflexion au regard des actions réalisées ou il met ses représentations au service de tous : il aide à plusieurs reprises son collègue EDI à agir ou à comprendre et intervient collectivement pour évoquer des situations de travail qu'il associe aux actions abordées en formation. Toutefois, lors de ses interventions, FRA saute des étapes qui n'ont pas été abordées lors de la formation et qu'il semble connaître. Cela fait que tous les apprenants n'arrivent probablement pas à le suivre.

Son activité réflexive conduit FRA à se représenter à plusieurs niveaux les buts des actions qu'il réalise dans le cadre du système didactique. Ainsi, à la création d'un document .wor, FRA associe un but immédiat, lié aux effets attendus de l'action. Il construit également un but plus général, portant sur l'utilité professionnelle de l'action. De ce point de vue, FRA rapporte souvent les actions qu'il apprend à réaliser à des situations professionnelles potentielles ou vécues, qu'il partage avec le groupe en faisant une analyse rétroactive des difficultés antérieures rencontrées dans la réalisation des tâches de travail avant la formation. Enfin, FRA construit un but tourné vers la dimension ergonomique du travail : il organise les actions d'une même classe selon le degré de réduction de la procédure.

Activité de l'apprenant SEB : mise en avant de ses connaissances

Lors de cette séance, l'apprenant SEB intervient à trois reprises. Il intervient une fois pour tenter de mettre fin à la séance à un moment de faible activité des apprenants. Ainsi, SEB, qui est déjà intervenu pour tenter de faire avancer une situation didactique qui stagnait, montre sa préoccupation pour l'avancement continu dans l'activité d'apprentissage. Les deux autres fois, il intervient en mettant en avant ses connaissances informatiques : il évoque une nouvelle fois la faiblesse du système technique qui ne permet pas de regrouper plusieurs couches en un seul fichier (A-81 à 84) et il propose à FRA une solution technique à un problème professionnel que celui-ci évoque.

8. REMOBILISATION DES THEMES PLUS ANCIENS

La reprise – aussi bien par les formateurs que par les apprenants – des thèmes déjà traités n'est pas nouvelle ; celle-ci semble même être une modalité didactique courante lors de la formation analysée. En effet, nous avons vu lors de la séance précédente, comme la situation d'apprentissage avance et que les formateurs et les apprenants sont amenés à revenir sur certains aspects, pour les repréciser ou les détailler.

Lors de cette deuxième partie de la séance, deux thèmes traités précédemment sont remobilisés :

- le thème du document .wor,
- le thème de la démultiplication des fenêtres à l'écran.

8.1. LE THEME DU DOCUMENT .WOR

Le document .wor semble être une fonctionnalité importante pour les professionnels, car formateurs et apprenants reviennent souvent sur cet objet, qui sera ainsi traité de points de vue et à des niveaux de détail différents. Ce thème donne cependant l'impression d'être traité de manière disparate : il est commencé, abandonné sans être finalisé, remis à plus tard, relancé… Ainsi, les éléments nécessaires pour agir et pour se représenter l'action et son utilité pour les professionnels se retrouvent éparpillés à plusieurs moments de la formation. Nous pouvons alors nous interroger sur les effets de l'absence d'organisation des éléments apportés sur ce thème sur l'apprentissage.

Toutefois, nous retrouvons ici une modalité didactique proche de celle utilisée à plusieurs reprises par le formateur F2 lors de la séquence de cours SIG et qui imprime un avancement gradué dans l'apprentissage : le doc .wor est dans un premier temps présenté comme une solution technique à un problème, ensuite comme une notion, comme un objet technique et enfin, comme un processus. C'est ainsi qu'à la fin de la séance de découverte de MI, plusieurs éléments pour l'apprentissage autour du document .wor ont été livrés aux apprenants : propriétés présentées comme pertinentes pour l'action, modalités de création, d'utilisation, d'adaptation à des situations techniques données et enfin, comme modalité de simplification du travail.

Nous pouvons constater que ces éléments sont non seulement assimilés par les apprenants FRA et SEB, mais également mobilisés par ceux-ci dans la construction des représentations de l'action SIG (ép. B-6 à 8).

8.2. LE THEME DE LA DEMULTIPLICATION DES DONNEES AFFICHEES

Traité une première fois lors de la séance précédente (ép. 6 à 11), le thème de la démultiplication des données à l'écran est repris épisode A-59. Par le passé, le formateur F1 avait abordé la fermeture incidente des fenêtres carte et tenté une prise de conscience du fait que cela n'entraine pas la fermeture des couches, comme les apprenants pourraient le penser. Cette fois, le même formateur travaille deux nouveaux aspects : la distinction entre la fermeture des fenêtres et la fermeture de couches, ainsi que la fermeture volontaire des couches (ép. A-59). Cela met également en évidence un avancement gradué dans l'apprentissage, du particulier au général.

9. REFERENCES AU TRAVAIL

Lors de la séance précédente, les références au travail était nombreuses, car les apprenants cherchaient à conceptualiser les aspects traités dans le cadre de la formation, en grande partie de manière verbale, en s'appuyant sur des éléments connus : connaissances, tâches et situations de travail.

Lors de cette séance, les références au travail sont moins nombreuses. Du côté des apprenants, celles-ci sont introduites par FRA, un apprenant expérimenté en SIG. Du côté des formateurs, c'est le formateur F1 qui fait référence à des situations de travail mais uniquement en fin de séance. Le reste du temps, l'activité du groupe, apprenants et formateurs, est focalisée sur la réalisation des actions techniques et sur la réussite de celles-ci. On peut observer que les éléments pour l'action sont globalement fournis par la situation didactique, car les apprenants ne s'éloignent que rarement du système de guidage pour chercher des réponses dans leur travail. On observe également que le rythme de la séance, alerte ne leur laisse pas le temps de le faire. Toutefois, en l'absence des références aux situations de travail, on pourrait penser que c'est la réussite des actions et l'apprentissage des procédures qui sont visés. Un apprentissage davantage pratique que conceptuel. Dans ces conditions, quels pourraient être les processus d'apprentissage et quels résultats en termes d'apprentissage les apprenants pourraient atteindre ? Comment associer les procédures présentées à des tâches et des situations professionnelles potentielles ? Cette question pourrait trouver réponse par la suite de la formation, lorsque les apprenants auront à investir les apprentissages sensés se réaliser lors de cette séance dans la réalisation d'une tâche didactique élaborée, qui a les caractéristiques d'une tâche professionnelle qui concerne les apprenants : la tâche Sorme, à laquelle nous dédions le chapitre suivant.

XI. ESPACE D'APPRENTISSAGE EN SITUATION « REALISATION DE LA TACHE SIG SORME »

Lors des chapitres antérieurs, nous avons montré que, dans les formations A et D, les séquences de cours et de découverte de MI par la pratique ont été mises en place avec l'intention de faire construire par les apprenants les bases du SIG. Par l'introduction de la tâche Sorme, une nouvelle étape de l'apprentissage du SIG s'ouvre aux apprenants : la mobilisation des bases du SIG, supposées acquises, dans la réalisation d'une tâche SIG élaborée.

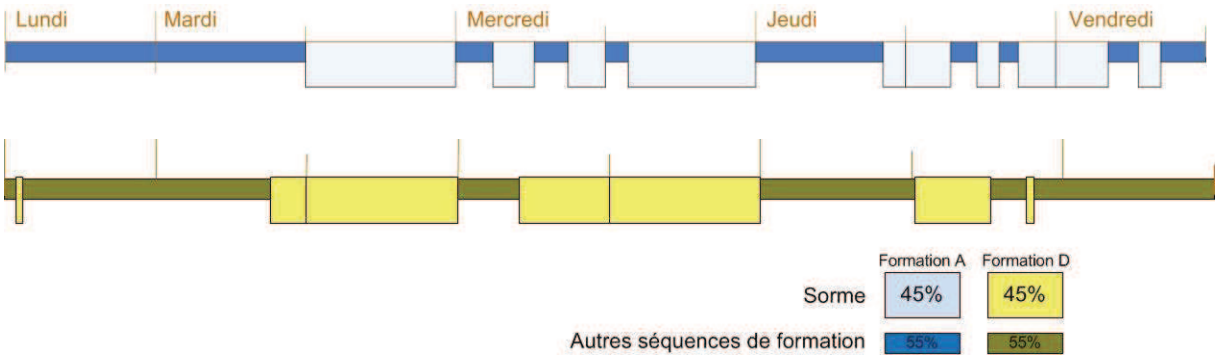
Contrairement aux tâches précédemment abordées par les apprenants des formations A et D, la tâche Sorme ne fait pas l'objet d'une consigne explicite ; comme en situation professionnelle, les apprenants sont invités à ***participer collectivement à la conception de la tâche*** en réponse à un problème réel qui se manifeste sur le territoire.

Nous commencerons par réaliser une caractérisation de la tâche. Pour cela, il convient de distinguer, comme le propose TROGNON (TROGNON et al. 1999 p.14), entre la tâche et la représentation que les personnes se construisent de cette tâche. Nous allons pour cela partir d'une double analyse : 1/ de la consigne et 2/ de l'activité verbale des participants à la formation. Nous allons ainsi accéder à la fois à la tâche et aux représentations de la tâche construites chez les apprenants.

Nous regarderons ensuite comment, lors des formations A et D, les groupes d'apprenants avancent dans l'apprentissage à travers la ***réalisation effective de la tâche*** Sorme : en s'engageant individuellement dans l'exécution de l'enchaînement d'actions techniques défini collectivement au préalable. S'agissant d'une tâche élaborée, nous retenons pour analyse une seule action technique : l'***action de calage***. Le calage étant un concept significatif du SIG, nous cherchons à observer la manière dont les formateurs mettent à disposition des apprenants les conditions de construction de ce concept et comment les apprenants construisent le concept tout en avançant dans l'exécution de l'action de calage et dans la réalisation de la tâche Sorme.

1. PRESENTATION GENERALE DE LA TACHE DIDACTIQUE SORME

Comme le montrent les schémas suivants, la réalisation de la tâche Sorme occupe un volume conséquent dans le déroulement des formations A et D : environ 13 heures, soit 45% de la durée de chaque formation.



La Sorme est une tâche élaborée, qui s'étale sur plusieurs journées de formation et pour laquelle un découpage fonctionnel s'impose :

> F1 : *tous les TP de la semaine vont reposer vraiment sur ce travail* (formation A)
> F1 : *on va faire des coupures (formation D)*

Les séquences dédiées à la tâche Sorme alternent, lors des formations A et D, avec des séquences de cours. Le découpage prévisionnel en séquences semble respecter deux critères :

- le critère didactique : chaque séquence affiche un objectif didactique distinct,
- le critère fonctionnel : le découpage tient compte des pauses imposées par le programme de travail en formation.

L'organisation prévue semble pouvoir ordonner la démarche d'action générale et par conséquent faciliter l'apprentissage.

Toutefois, lors de la formation D, le programme prévu n'est pas respecté : en acte, plusieurs séquences dédiées à la tâche Sorme ont été regroupées. Hors temps de formation, les formateurs précisent leur intention d'éloigner le moins possible les apprenants de la tâche. Selon eux, cette modalité favorise l'apprentissage. Toutefois, lorsque nous observons le déroulement des formations A et D, nous constatons un problème didactique récurrent : les apprenants décrochent du but général de la tâche, celle-ci étant élaborée et par conséquent découpée en nombreuses sous-tâches. Le décrochement a, a priori, des causes différentes

pour les deux formations : les apprenants s'éloignent souvent de la tâche (formation A) ou focalisent leur attention sur l'exécution d'une action précise (formation D).

Les formateurs identifient le problème didactique et tentent d'y remédier, dans les deux cas, par le même type d'intervention : des séquences de régulation de l'activité collective, appelées *faire le point,* sont mises en place.

Avec l'introduction de la tâche Sorme, les buts didactiques poursuivis sont plus nombreux qu'en début de la formation. Des anciens buts sont maintenus :

- ***découvrir des possibilités techniques du MI*** et ***apprendre à les utiliser.***

Des nouveaux buts sont introduits :

- ***s'immerger dans le monde professionnel du SIG*** : le problème proposé aux apprenants a été choisi pour être proche de leurs préoccupations,
- ***découvrir la place occupée par le SIG dans la résolution d'un problème*** qui se pose sur le territoire,
- ***concevoir et réaliser une tâche SIG*** en réponse à un problème.

Les formateurs se représentent l'engagement des apprenants dans la tâche de la manière dont PASTRE, MAYEN et VERGNAUD (2006) le présentent, comme une caractéristique des professionnels en formation : en cherchant dans la formation des garanties de réussite en terme d'apprentissage prévu. Ainsi, les formateurs ont choisi la tâche Sorme sur les critères suivants :

- la tâche fait appel à des actions variées,
- le problème posé est d'actualité,
- la situation de réalisation est susceptible d'être familière aux apprenants.

Ils s'attendent ainsi à ce qu'en faisant écho à leurs préoccupations professionnelles, la tâche Sorme favorise l'engagement des apprenants dans l'action et donc dans l'apprentissage. Et en effet, nous allons observer que le thème intéresse et motive les apprenants.

D'un point de vue didactique, la réalisation de la tâche Sorme se déroule en deux parties ; il s'agit d'un premier niveau de découpage en sous-tâches :

- la ***conception de la tâche*** en partant de l'énoncé. Cette phase compte une durée de 50 minutes pour la formation A et 60 minutes pour la formation D,
- l'***exécution de la tâche*** en partant de la démarche établie lors de la phase de conception. Pour chacune des formations A et D, les séquences didactiques dédiées à l'exécution de la tâche totalisent environ 12 heures.

2. CONCEPTION DE LA TACHE SORME

2.1. FORME PEDAGOGIQUE GENERALE

L'activité didactique autour de la ***conception de la tâche Sorme*** se déroule de la manière suivante :

Pour la formation D, le formateur F1 introduit la tâche Sorme au début de la formation, en même temps que le programme de la semaine. A cette occasion, il livre des éléments de caractérisation de la tâche, des buts partiels (sous-buts) et des modalités didactiques prévues pour sa réalisation. Pour la formation A, une présentation proche est faite par le formateur F1 au début de la séance effectivement dédiée à la réalisation de la tâche, le deuxième jour de formation.

Les apprenants découvrent ensuite, lors des deux formations, par lecture individuelle, le contenu de l'énoncé écrit. S'en suit une discussion collective, dont le but est d'extraire de l'énoncé les éléments pour l'action. A ce moment, les formateurs invitent les apprenants à « jouer le jeu » de la tâche professionnelle :

Premièrement, ils les sollicitent à s'engager activement dans l'activité collective de conception de la tâche : construire le but de la tâche à partir du problème présenté, identifier les données utiles et déterminer la démarche d'action. Les apprenants ont pour cela à disposition les ressources suivantes :

- l'énoncé écrit qui leur est fourni,
- leurs propres connaissances,
- les précisions que les formateurs apportent avant l'activité collective de conception de la tâche,
- les réponses des formateurs aux questions des apprenants, pendant l'activité collective.

Deuxièmement, comme parfois en situation de travail, un volume important d'informations est mis à disposition des apprenants ; ces informations portent sur la présentation du problème posé, de la situation dans son ensemble ainsi que de la tâche professionnelle avant sa didactisation. En revanche, la consigne spécifique à la tâche SIG est réduite à la phrase suivante :

> *« L'application SIG vise à formaliser ces règles d'épandage et la gestion du plan annuel par le conseiller agricole afin de lui fournir un outil de gestion opérationnel ».* (Enoncé, texte écrit mis à disposition des apprenants lors des formations A et D)

Nous pouvons ainsi observer que la conception de la tâche didactique se fait nécessairement sur la base de la tâche professionnelle ; il appartient aux apprenants d'extraire, de la *structure visible* de l'objet de l'action (OCHANINE et CHEBEC 1968), la *structure opérative* de celui-ci (OCHANINE et KOZLOV 1971). Nous nous interrogeons cependant sur la manière dont les apprenants construisent la distinction entre la tâche SIG qui leur est assignée et la tâche professionnelle qui leur est présentée.

Les apprenants suivent la prescription : à plusieurs reprises lors des formations A et D, ils identifient des caractéristiques de la tâche et de la situation de réalisation, ils proposent des fragments de démarche. Mais la démarche générale, qui définit la totalité des actions et leur ordre, est formalisée par le formateur F2 en fin de séquence. Les aspects procéduraux, lorsque ceux-ci sont abordés par les apprenants, sont aussitôt remis à plus tard par les formateurs, qui travaillent ainsi avec les apprenants la distinction entre la conception et la réalisation effective de la tâche SIG.

Nous considérons que l'action de conception collective de la tâche Sorme s'achève lorsque les formateurs invitent les apprenants à *démarrer* (formation A) ou à *passer sur les machines* (formation D), moments qui marquent le début de la phase d'exécution de la tâche.

Nous réalisons maintenant une analyse comparée de l'activité observée lors des formations A et D, autour de la conception de la tâche Sorme. Nous tenons ainsi à identifier : 1/ les éléments que les formateurs mettent à disposition des apprenants pour se représenter la tâche et 2/ le processus de construction des représentations fonctionnelles chez les apprenants.

2.2. ENONCE ECRIT

Au début de la séquence de formation dédiée à la tâche Sorme, les apprenants sont invités à prendre connaissance individuellement de la tâche assignée, à travers le contenu de l'énoncé écrit qui leur est remis par les formateurs :

> F1 : *on va vous laisser découvrir par vous-mêmes, par la lecture, l'énoncé et l'objectif* (formation A)
> F1 : *bon, vous avez l'énoncé, prenez le temps de le parcourir* (formation D)

L'analyse de l'énoncé, dont le texte intégral est disponible en annexe, met en évidence la présence des éléments de la consigne d'action suivants :

- ***la situation de l'action.*** Nous y retrouvons des aspects ***géographiques*** : *Communauté Urbaine du Creusot et de Montceau-les-Mines, retenue de la Sorme, le bassin versant,* ***industrielles*** : *alimentation en eau potable assurée par l'exploitation d'un lac artificiel,* ***économiques*** : *traitement délicat et coûteux*, ***agronomiques*** : *système de production agricole*

dominant (élevage extensif de bovins) et ***hydrologiques*** : *lac artificiel, eutrophisation de l'eau*,

- ***le problème*** : la *pollution phosphorique* de l'eau potable,
- ***la source du problème*** : *pollution liée au ruissellement de surface,*
- ***la solution proposée*** : *un plan d'épandage des effluents d'élevage sur la zone à risque,*
- ***l'effet attendu*** : *limiter les épandages d'effluents animaux,*
- ***les conditions de mise en place de la solution*** : *en fonction de la proximité des plans d'eau et rivières, en particulier pour les exploitations à forts risques (chargement > 1.4 UGB / ha, plus de 50% surface agricole dans le bassin, 10 % de surface en pratique adaptée), interdiction de l'épandage pour toutes les parcelles dans un périmètre de 35 mètres autour des lacs et des rivières, qui doivent aussi être enherbées, limitation pour les parcelles en culture dont la pente moyenne est de 6% et plus et les prairies dont la pente moyenne est de 10% et plus, contenues même partiellement dans un périmètre inférieur à 50 mètres autour des rivières,*
- ***l'organisme et les personnes chargés de l'application de la solution*** : *La Chambre d'Agriculture est chargée de la mise en œuvre, le conseiller agricole gère ce plan,*
- ***les modalités d'application de la solution*** : *gestion d'un plan d'épandage annuel et personnalisé pour chacun des éleveurs, définit les zones libres à l'épandage et celles sujettes à des pratiques restrictives, confronte pour chaque exploitation les zones disponibles à l'épandage aux besoins en surfaces d'épandage (taille du cheptel et production annuelle d'effluents), s'appuie sur le conseil de fumure pour « faire passer » la démarche analyse des apports - bilan de fumure,*
- ***la place du SIG*** au service du problème posé. Deux buts sont explicitement attachés à la tâche SIG : 1/*formaliser ces règles d'épandages,* ce qui revient à concevoir un système de règles de restriction de l'épandage applicable aux parcelles agricoles du bassin versant, et 2/*fournir un outil de gestion opérationnel,* qui consiste à illustrer graphiquement, sur une carte, les différents degrés de restriction appliqués aux parcelles du bassin versant (épandage interdit, limite ou libre) ainsi que les mesures imposées (enherbement).

Nous observons que contrairement au récit du formateur F1, l'énoncé écrit met à disposition des apprenants des éléments de distinction entre la tâche professionnelle et la tâche SIG. Cette distinction se fait : 1/ au niveau des professionnels investis (*le conseiller agricole* pour la tâche professionnelle, le professionnel SIG pour la tâche SIG) et 2/ au niveau du but des tâches (*limiter les épandages d'effluents animaux* pour la tâche professionnelle, *fournir un outil de gestion* pour la tâche SIG).

2.3. CONSIGNE D'ACTION

Lorsque nous nous intéressons à la consigne de la tâche Sorme, nous prenons en considération plusieurs aspects, que nous mettons en relation :

La consigne est censée fournir les éléments de réussite de la tâche (LEPLAT 1992), sans pour autant garantir la possibilité de refaire la tâche en autonomie (VERGNAUD 1985) et donc la construction d'une représentation fonctionnelle. Car l'extrême richesse comme l'extrême pauvreté des consignes peuvent être peu porteuses d'apprentissage (LEPLAT et PAILHOUS 1977). La consigne de la tâche didactique constitue par conséquent l'une des conditions de réussite à la fois de la tâche et de l'apprentissage, raison pour laquelle nous en faisons l'un de nos objets d'analyse.

Lors des formations A et D, la séquence de conception de la tâche Sorme est riche en éléments de consigne. Nous y retrouvons :

- des caractéristiques de la situation,
- des caractéristiques de la tâche avec glissement vers des caractéristiques générales des tâches SIG,
- des buts plus ou moins précis de la tâche professionnelle et de la tâche SIG,
- diverses informations pour l'action dont des fragments de procédure,
- des éléments de démarche,
- des expériences professionnelles avec plus ou moins de rapport avec la tâche.

Nous observons également comment l'avancement dans l'action de conception de la tâche amène à la construction de concepts SIG : celui d'échelle de travail.

La consigne est ***peu organisée*** au départ : les éléments de consigne se retrouvent éparpillés sur la durée de la séquence de conception de la tâche, apportés à la fois par les formateurs et par les apprenants. Nous associons cela au fait qu'en débutant la séquence, le formateur F1 oriente les apprenants vers plusieurs actions à réaliser : construire le but de la tâche, identifier des caractéristiques pertinentes de la situation, construire la démarche d'action :

> *F1 : découvrir l'objectif ; retrouver les mots clés, les informations essentielles sur lesquelles on pourra s'appuyer pour construire une analyse, ensuite comment on pourrait les traiter et, objectif final, essayer d'arriver à gérer au mieux ce contexte* (formation A)
> F1 : *extraire* (de l'énoncé) *quelque chose d'intéressant ; établir quelle est la problématique ; quels sont les enjeux ; quelles sont les couches d'informations ; on a l'énoncé, comment s'y prendre, comment en répondre* (formation D)

La consigne ***s'organise*** ensuite ***en cours d'action***, à mesure que des éléments pour l'action sont apportés par les participants à la discussion collective. C'est principalement le formateur F2 qui assure la structuration de l'activité collective, en reprenant régulièrement, de manière organisée, les aspects déjà évoqués.

Pour analyser l'activité des apprenants au regard de la tâche qui leur est assignée, nous faisons appel à la théorie de FABRE (2008, 2009) qui décrit la phase de problématisation de la tâche comme un enchaînement d'actions : ***analyser le problème, construire le but de la tâche, les résultats attendus et démarche d'action***.

FABRE (2008) définit la problématisation comme un processus :

- multidimensionnel impliquant position, construction et résolution de problèmes,
- dynamique, car la situation évolue en permanence,
- non exhaustif, limité au juste nécessaire pour la tâche,
- réflexif, impliquant une pratique intellectuelle qui consiste à mettre savoirs, savoir-faire, procédures techniques, supports matériels et institutions au service de la recherche d'une solution (FABRE 2008, p.15).

La problématisation consiste à transformer un problème – défini comme tâche difficile à résoudre telle qu'énoncée – en solution, et cela à partir d'éléments connus, utilisés comme point d'appui du questionnement (FABRE 2009, p.28). Nous identifions trois sources potentielles que les apprenants ont à leur disposition pour réaliser la tâche :

- la consigne écrite,
- les connaissances des apprenants, y compris antérieures à la formation,
- les réponses des formateurs aux questions que les apprenants leur adressent.

2.4. DU PROBLEME A LA TACHE SIG

Lorsque les formateurs introduisent la tâche Sorme, plusieurs niveaux d'intervention professionnelle peuvent être distingués (Schéma 30).

LEPLAT et PAILHOUS (1977 p.149) parlent d'une tâche professionnelle dans la mesure où celle-ci : 1/n'est pas conçue par le chercheur dans un but d'expérimentation et 2/suppose que toute personne expérimentée serait en principe en mesure de l'exécuter. Ils identifient deux catégories de tâches professionnelles : tâches d'exécution des procédures et tâches de résolution de problèmes.

Ayant été rencontrée dans le travail par le formateur F1, qui a participé à sa réalisation, la tâche SIG Sorme est une ***tâche professionnelle :***

> F1 : *c'est vraiment une étude de cas qui existe, qui a été faite…* (formation A)
> F1 : *c'était vraiment un cas réel, on a eu à le traiter, ce cas réel…* (formation D)

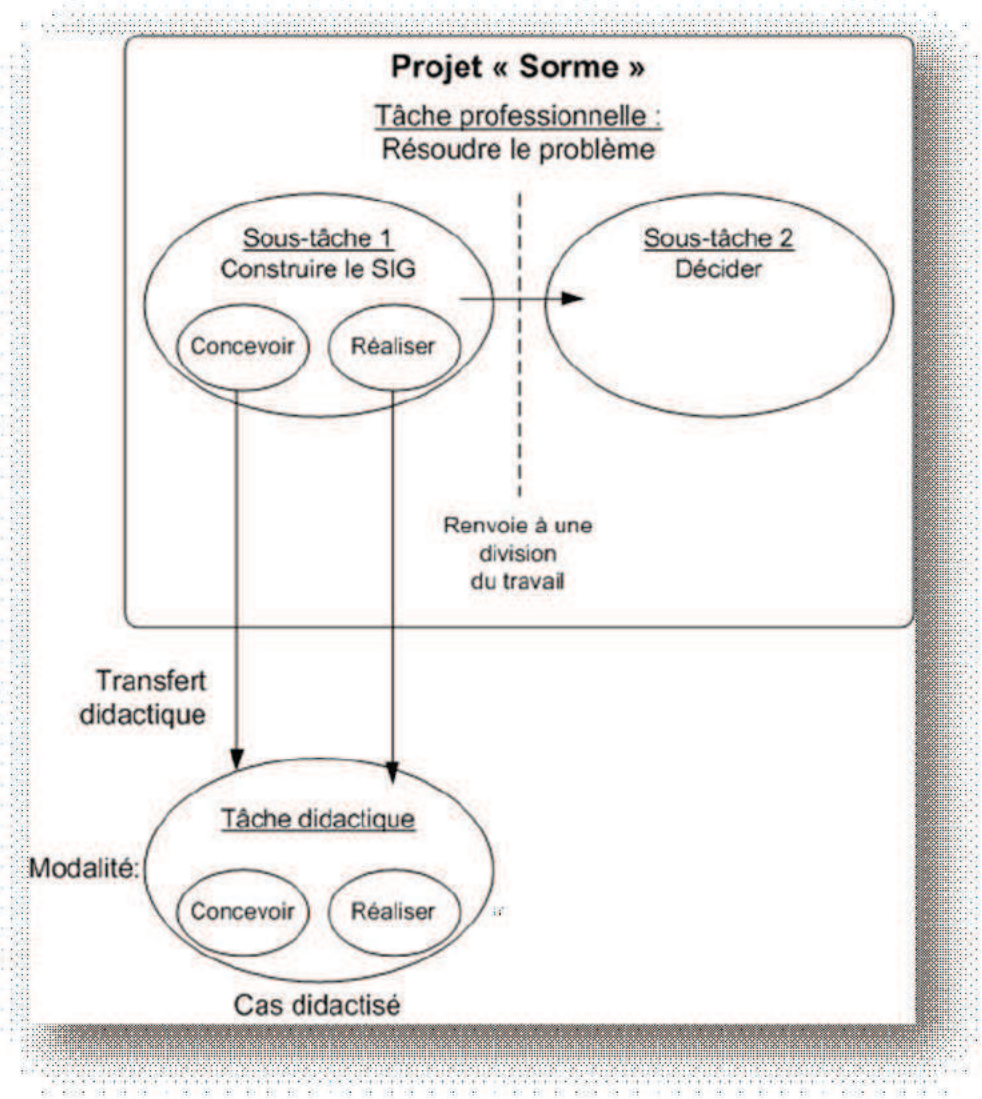
Lors des formations A et D, le caractère professionnel de la tâche SIG est régulièrement mis en avant : le formateur F1 évoque des aspects de la situation dans laquelle il s'était trouvé lorsqu'il a participé à la réalisation de la tâche Sorme en situation de travail.

La tâche SIG est présentée comme une ***tâche instrumentée*** : l'énoncé prescrit l'utilisation de l'instrument SIG pour sa réalisation : *« l'application SIG vise à (…) »*.

La tâche SIG est également présentée comme une ***tâche élaborée***. Premièrement, du fait de la pluralité des étapes dans sa réalisation : concevoir une réponse au problème posé, mettre en œuvre la solution proposée, réaliser un outil de gestion. Deuxièmement, du fait de la durée de sa réalisation :

F2 : *c'est un travail de plusieurs mois à temps plein* (formation A)
F1 : *ce ne s'est pas fait du jour au lendemain…* (formation D)

Schéma 30. Modélisation des différents niveaux de la tâche Sorme : tâche professionnelle, tâche SIG réelle, tâche SIG didactisée



Enfin, la tâche SIG est une ***tâche collective.*** Selon le formateur F1, sa réalisation a nécessité un partenariat de professionnels dans lequel certains apportent les compétences en SIG et d'autres l'expertise thématique :

F1 *: tous les échanges qui ont pu avoir lieu entre nous, il y avait une communauté de communes je crois, il y avait aussi l'exploitant de l'eau* (formation A)

DOM *: on a l'impression que ça impose l'équipe projet…*
F1 *: déjà c'était des spécialistes du domaine et des gens qui sont sur le terrain, qui connaissent leur milieu… et les gens aussi qui attendent des résultats* (formation D)

Nous constatons ainsi qu'à travers la caractérisation de la tâche SIG Sorme, les formateurs mettent à disposition des apprenants des éléments de **caractérisation générale des tâches SIG**. Nous identifions :

- L'impossibilité de prendre en compte tous les paramètres qui interviennent :

  F2 : *c'est vrai, y a encore un paramètre à mettre dans le système mais où est-ce qu'on va comme ça ? Il faut prendre ce qui est le plus important* (formation A)

  F2 : *On prend en compte que les données qui ont une grande influence* (formation D)

- L'existence de deux pratiques professionnelles SIG : 1/partir des données disponibles et leur concevoir un usage au service d'un problème et 2/partir du but à atteindre et identifier les données utiles :

  F1 : *on se dit tiens, ça serait bien d'avoir ce type de donnée-là, mais on ne part pas de notre existant. (…) c'est une réflexion, une approche un peu différente* (formation A)

- Les possibilités d'action multiples :

  F1 : *Il y a sûrement d'autres façons d'aborder, là c'en est une. Passer par un autre chemin pour arriver au même endroit* (formation A)
  F1 : *et pourquoi pas plusieurs solutions* (formation D)

- Les données variées :

  F2 : *il faut bien prendre en compte des données différentes* (formation D)

- Les modes d'action différents, en fonction des données intégrées :

  F2 *: on verra qu'à chaque fois il y a une autre méthode par rapport aux données de départ* (formation A)

Toutefois, le formateur F1 ne se limite pas à la présentation de la tâche SIG Sorme ; il engage les apprenants dans la tâche professionnelle comme si celle-ci leur était destinée :

F1 : *Maintenant, on veut savoir d'où viennent en priorité ces pollutions… et de quelle importance… où sont les risques les plus importants dans ce bassin versant (…) Pour essayer de contenir le risque et si possible de résoudre les problèmes* (formation D)

Conçue en réponse à un problème, la tâche professionnelle est une ***tâche de résolution de problèmes.*** Le problème, présenté dans l'énoncé écrit et repris de manière verbale par le formateur F1, est le suivant : la pollution de l'eau potable par l'activité agricole (apport d'engrais) sur un bassin versant.

Etant reprise dans le cadre de la formation, dans le but de *« faire acquérir au sujet les moyens d'exécuter cette tâche »* (LEPLAT et PAILHOUS 1977, 149), la tâche SIG Sorme devient une ***tâche didactique***. Pour l'adapter aux contraintes de durée de la formation, les formateurs ont été amenés à réduire les exigences : des actions considérées comme peu critiques ont été enlevées :

> F1 : *vous n'avez pas à le faire ; là, on a simplifié les choses* (formation A)

Malgré sa simplification à des fins didactiques, la tâche Sorme reste une ***tâche élaborée.*** Son degré d'élaboration renvoie à deux critères : celui des étapes (sous-tâches, divisées en actions) et celui de la durée :

> F1 : *tous les TP de la semaine vont reposer vraiment sur cet exercice-là* (formation D)

Les formateurs se représentent la tâche Sorme comme une ***tâche difficile*** pour les apprenants. Cet aspect sera évoqué et rappelé par les formateurs dans des moments critiques de l'avancement dans la tâche, pour motiver les apprenants. Les formateurs montrent ainsi tenir pour vrai le fait que « qui peut le plus peut le moins » :

> F1 : *vous n'aurez probablement pas à faire des projets aussi élaborés, mais on voulait vous montrer jusqu'où on peut aller avec le SIG* (formation D)

Parfois dissimulé par les formateurs derrière une pratique professionnelle courante, qui est la recherche de solutions plus économiques, le caractère didactique de la tâche Sorme est toutefois évoqué à travers deux aspects :

1/ la réalisation de la tâche Sorme ***vise l'apprentissage*** :

> F1 : *bon, pour ceux qui ne sont pas arrivés au bout, c'est pas grave. Vous avez vu comment il faut faire, vous avez vu ce qu'il est possible de faire… avec ce que vous avez appris, vous prenez le manuel et vous y arriverez sans aucun souci* (formation A, fin de formation).

2/ la tâche SIG ***a subi une adaptation en vue de la formation*** :

> F1 *: c'est un exercice concret, nous on a essayé de l'adapter pour une semaine de TP ; on a simplifié les choses…* (formation A)
> F1 *: la pollution peut être multiple. On va s'en tenir à une source, pour l'exercice…* (formation D)

Comme la tâche professionnelle et la tâche SIG, la tâche didactique Sorme est une ***tâche de résolution des problèmes*** : elle est conçue en réponse à un problème. LEPLAT et PAILHOUS (1977, p.149) suggèrent l'idée qu'en situation de travail, l'élaboration de la réponse est suivie par une phase d'exécution, qui consiste à enchaîner les actions programmées. Cependant, en situation d'apprentissage, aussi bien la phase de conception que celle d'exécution sont en quelque sorte pour les apprenants des tâches de résolution de problèmes, car celles-ci sont nouvelles pour les apprenants, ou de moins abordées d'une manière nouvelle et les représentations fonctionnelles ne sont par conséquent pas construites chez eux.

En conclusion, nous retenons l'intention des formateurs de conserver le statut professionnel de tâche didactique Sorme. Le double statut, didactique et professionnel, de la tâche fait par ailleurs partie du contrat didactique : en apprenant à utiliser le système technique MI, les apprenants apprennent à réaliser des tâches professionnelles SIG.

Nous allons voir que les apprenants sont sensibles au caractère professionnel de la tâche : en suivant l'objectif didactique qui est d'apprendre à utiliser le SIG, ils se montrent régulièrement préoccupés par la question posée sur le terrain, préoccupation qui peut aller jusqu'à les éloigner par moment de la tâche didactique.

2.5. CONSTRUCTION PAR LES APPRENANTS DU PROBLEME A RESOUDRE

La problématisation a comme effet second une dimension formative (FABRE 2009). C'est justement le développement de la compétence de problématisation qui semble être recherché, lors des formations A et D, lorsque les formateurs ouvrent autour de la tâche Sorme un espace problématique tel que défini par FABRE (2009, p.30) comme un espace de débat. Nous allons maintenant observer la manière dont les apprenants mobilisent des éléments de l'énoncé écrit et de la consigne verbale pour tenter de concevoir la tâche Sorme. Nous observerons également la manière dont, en agissant, les apprenants avancent dans l'apprentissage du SIG.

Pour observer comment les représentations pour l'action se construisent chez les apprenants au cours de l'activité collective, nous partons de deux questions : 1/ Les apprenants disposent-ils des éléments leur permettant de se représenter le problème posé, les buts et les résultats de la tâche Sorme et de construire la démarche d'action ? 2/ A quelles formes de représentations de l'action les apprenants aboutissent-ils en fin de séquence de conception de la tâche Sorme ?

A l'invitation des formateurs, plusieurs apprenants s'engagent activement dans la conception collective de la tâche Sorme. Lors de la formation A, à l'exception de TLS, les apprenants interviennent peu :

Tableau 11. Activité verbale des apprenants lors de la séquence de conception de la tâche Sorme (formation A)

Apprenant	DER	SUT	ROX	KAR	SIK	BER	YAN	MAP	SUZ	TLS
Nombre interventions	3	0	3	3	1	0	2	2	7	39
Total	60									

Lors de la formation D, le problème n'est pas exposé par les formateurs. Les apprenants sont invités à identifier eux-mêmes le problème, ce que l'apprenant VIV fait sans difficultés apparentes. Il est suivi de l'apprenant GIL et de plusieurs autres apprenants :

Tableau 12. Activité verbale des apprenants lors de la séquence de conception de la tâche Sorme (formation D)

Apprenant	VIV	GIL	EDI	FRA	ISA	LOR	DOM	SEB	HUB
Nombre interventions	19	8	1	8	4	2	26	10	6
Total	84								

Selon PASTRE (2006, p.118), *« on apprend généralement quand on est confronté à un problème, c'est-à-dire à une situation où il n'existe pas de procédure connue du sujet pour arriver à la solution ».* Ainsi, les situations-problèmes extraites du travail « *sont de remarquables occasions d'apprentissage ».* Toutefois, pour que le potentiel d'apprentissage des situations soit élevé, le problème proposé doit être compatible avec les systèmes de références des apprenants.

Nous pouvons observer que les apprenants qui prennent la parole a propos du problème à résoudre sont ceux dont nous savons par le tour de table qu'ils ont des connaissances agronomiques approfondies : l'apprenant TLS pour la formation A, les apprenants VIV et GIL pour la formation D. Chez ces apprenants, les représentations du problème à résoudre se construisent dans un premier temps sur les connaissances agronomiques antérieures à la formation SIG. Cela montre que, comme les formateurs l'ont anticipé, il s'agit d'un problème accessible aux apprenants, de moins en partie.

2.6. CONSTRUCTION COLLECTIVE DES BUTS DE LA TACHE SORME

Les buts que l'analyse de l'activité collective met en évidence lors des formations A et D se situent à plusieurs niveaux (Schéma 31. Buts identifiées au regard de la tâche Sorme Nous observons chez les apprenants plusieurs niveaux d'activité :

- une activité qui vise la construction des représentations de la situation et du problème,
- une activité de réalisation de la tâche prescrite : concevoir, en situation simulée, la tâche Sorme,
- une activité d'apprentissage.

Lors de la séquence dédiée à la conception de la tâche Sorme, sont énoncés dans un ordre aléatoire : des buts de la tâche professionnelle réelle, des buts de la tâche SIG Sorme telle qu'elle a été réalisée en situation réelle, des buts et des sous-buts de la tâche Sorme simulée à visée didactique, des buts didactiques de la séquence. Nous observons ainsi le jeu complexe des rapports entre les différents niveaux de l'action, toujours au service de même but général, qui est la résolution du problème, mais pour lequel les tâches sont distribuées.

Schéma 31. Buts identifiées au regard de la tâche Sorme

Selon VERGNAUD (1994, p.182), *« pour qu'une situation imaginée par le maître soit une situation pour le sujet, il faut que ce dernier ait les moyens cognitifs d'y reconnaître une intention possible pour lui, des informations utilisables et des actions possibles »*. Incités à s'investir de manière verbale et ne sachant pas comment s'y prendre face à la tâche, les apprenants s'accrochent à ce qui leur est familier. Certains apprenants entrent ainsi dans la tâche par le problème à résoudre et énoncent les ***buts de la tâche professionnelle réelle :***

> *SUZ : les zones d'épandage, de limitation ; l'épandage dans les zones à risque (formation A)*
> *GIL : c'est de limiter l'élevage à proximité des cours d'eau (formation D)*

Le formateur F1 se laisse également entrainé par le problème posé, qui l'amène à énoncer des buts de la tâche professionnelle :

> *F1 : maîtriser ces épandages d'effluents animaux et les gérer de façon optimale (formation A)*
> *F1 : on veut savoir d'où viennent en priorité ces pollutions… et de quelle importance… où sont les risques les plus importants dans ce bassin versant. C'est un peu ça la question ; essayer de contenir le risque et si possible de résoudre les problèmes (formation D)*

Le ***but de la tâche SIG Sorme*** est énoncé uniquement lors de la formation D, par le formateur F1 :

> *F1 : par rapport aux acteurs qui sont sur ce territoire, c'est leur fournir un tableau de bord de la situation ; et on va construire le système* (formation D)

Concernant les ***sous-buts***, le formateur F1 introduit, en première partie de la séquence, des sous-buts de la phase de conception de la tâche : *cadrer la problématique,* identifier *la méthode pour répondre au problème, établir un petit peu un chemin, construire le système, construire un jeu de données*. En deuxième partie de la séquence, le formateur F2 énonce ou reprend, lorsque ceux-ci ont déjà été énoncés par les apprenants, des sous-buts spécifiques à la phase d'exécution : découper les parcelles par rapport au bassin versant, rajouter une colonne à la table des parcelles, trouver un identifiant commun à plusieurs couches.... En dehors de ces aspects, peu d'éléments sont mis, lors des formations A et D, à disposition des apprenants pour leur permettre de distinguer les deux phases de réalisation de la tâche Sorme : la phase de conception et la phase d'exécution de la tâche. C'est uniquement lors de la formation A que le formateur F1 fait référence à cette distinction possible, qu'il laisse cependant à la charge des apprenants :

> F1 : « *deux aspects à gérer en même temps : le fil conducteur et un aspect plus technique* » (formation A)

Cette distinction ne semble cependant pas se faire chez les apprenants : lors des formations A et D, ceux-ci rentrent tout au long de la séquence sur les deux terrains, sans distinction observable. Ainsi, dans l'activité verbale collective, se mêlent des éléments de caractérisation de la situation, des données potentielles, des fragments de démarche et des fragments de procédures techniques.

Quant aux ***buts didactiques***, ceux-ci sont fortement présents dans la consigne de la tâche Sorme, introduits par les formateurs :

- s'immerger dans le monde professionnel de la gestion de l'espace avec une approche SIG. Ce but est poursuivi par le formateur F1 à travers les nombreuses références qu'il fait aux conditions de réalisation de la tâche Sorme en situation professionnelle.

  > F1 : *on voulait vous faire voir (…) comment ça peut se passer, quelles sont les étapes et comment on peut aborder le travail.* (formation A)

- s'approprier la manière d'approcher un problème du point de vue du professionnel SIG. Les formateurs poursuivent ce but en incitant les apprenants à la réflexion et à l'anticipation des résultats attendus pour la tâche SIG :

  > F2 : *En fait, si vous avez vu un peu l'énoncé, déjà est-ce que vous avez une idée de ce qu'on veut obtenir à la fin, comment on pourrait présenter les résultats, certes, sous la forme d'une carte mais qu'est-ce qu'on pourrait présenter… ?*

- apprendre à concevoir une tâche SIG au service de la résolution d'un problème professionnel, de la manière où cela se réalise en situation de travail, c'est-à-dire collectivement :

F1 : et puis tous les échanges qui ont pu avoir lieu entre nous et la Chambre de l'Agriculture, il y avait une communauté de communes je crois, il y avait aussi l'exploitant de l'eau (formation A).

2.7. CONSTRUCTION COLLECTIVE DES RESULTATS DE LA TACHE SORME

Nous avons vu dans la revue de littérature SIG que dans le monde professionnel, l'usage du SIG le plus courent est la cartographie (préparation des cartes) alors que les tâches d'analyse représentent des usages beaucoup mois courants (NYERGES 1991 ; GENEVOIS et SANCHEZ 2007) Cela montre que les professionnels focalisent d'avantage leur attention sur la présentation des résultats que sur les traitements qui les déterminent. En invitant lors des formations A et D les apprenants à se représenter les résultats attendus, les formateurs orientent cette représentation vers la forme finale d'une carte. Ils agissent ainsi en professionnels :

F2 : que vous avez une idée de ce qu'on veut obtenir à la fin, comment on pourrait présenter les résultats ? Certes, sur la forme d'une carte mais qu'est-ce qu'on pourrait présenter ? (formation A)

Toutefois, les apprenants ne mettent pas seulement l'accent sur la forme des résultats : lorsqu'ils prennent la parole, leur activité est orientée sur plusieurs aspects concernant les résultats :

- l'étendue géographique des résultats : sur le bassin versant,
- l'échelle de présentation des résultats : à l'exploitation,
- le contenu des résultats : les zones d'épandage, de limitation.

2.8. CONSTRUCTION DE LA DEMARCHE : IDENTIFIER LES ACTIONS TECHNIQUES PERTINENTES ET LES ORGANISER

Pour les formations A et D, la construction de la démarche se réalise par quatre actions. De nature conceptuelle, ces actions sont réalisées sans faire appel à l'instrument SIG :

- le recueil des caractéristiques observables de la situation et de l'objet d'action, qui correspondent à ce qu'OCHANINE (1968) appelle *structure visible*,
- ensuite, l'identification des caractéristiques pertinentes pour l'action, qui correspondent à la *structure opérative* (OCHANINE 1968),
- la mise en relation des caractéristiques retenues avec des données SIG et des actions techniques à envisager,
- l'organisation des actions dans une démarche d'exécution de la tâche.

Quant aux aspects procéduraux, ceux-ci sont peu abordés par les formateurs. Et lorsque les apprenants entrent sur ce terrain, les formateurs interviennent pour les éloigner. Les formateurs dissocient ainsi volontairement la conception de l'exécution de la tâche, cette dernière étant remise à plus tard.

Lors de la formation D, nous trouvons à cela une justification dans les propos du formateur F1 : pour des tâches SIG complexes, une réalisation efficace ne peut que succéder la conception :

> *F1 : il ne faut pas sous-estimer cette phase-là : c'est la phase la plus importante dans un projet SIG. C'est elle qui va nous permettre de cadrer un peu la démarche… d'éviter de faire des erreurs, d'acheter des bases de données sans vraiment en avoir besoin… et puis aussi de vérifier si les enchaînements vont en effet bien se faire ou pas… si les données qu'on a sont compatibles avec notre système ou pas … ou avec l'utilisation qu'on compte faire ; cette phase d'analyse est essentielle … c'est bien souvent la phase la plus intéressante … c'est là où il faut vraiment… chercher une solution* (formation D)

Lors du ***recueil des caractéristiques observables***, les apprenants sont confrontés à une double prescription :

- relever dans l'énoncé les caractéristiques pertinentes de la tâche (*mots clés*),
- faire appel à leur propre système de références et connaissances :

> F1 *: lister un petit peu ce qui vous vient un peu l'idée* (formation A)
> F1 *: lancer des idées, si en lisant il y a quelque chose qui vous passe par la tête* (formation D)

A l'exception de TLS (formation A), VIV et GIL (formation D), les apprenants qui interviennent mobilisent les informations de l'énoncé : dans un premier temps, ils évoquent des caractéristiques de la situation ; ils relient ensuite ces caractéristiques entre elles, à des données SIG ou à des actions techniques considérées comme pertinentes pour la tâche. Ces caractéristiques sont globalement retenues par le formateur F2 pour la tâche.

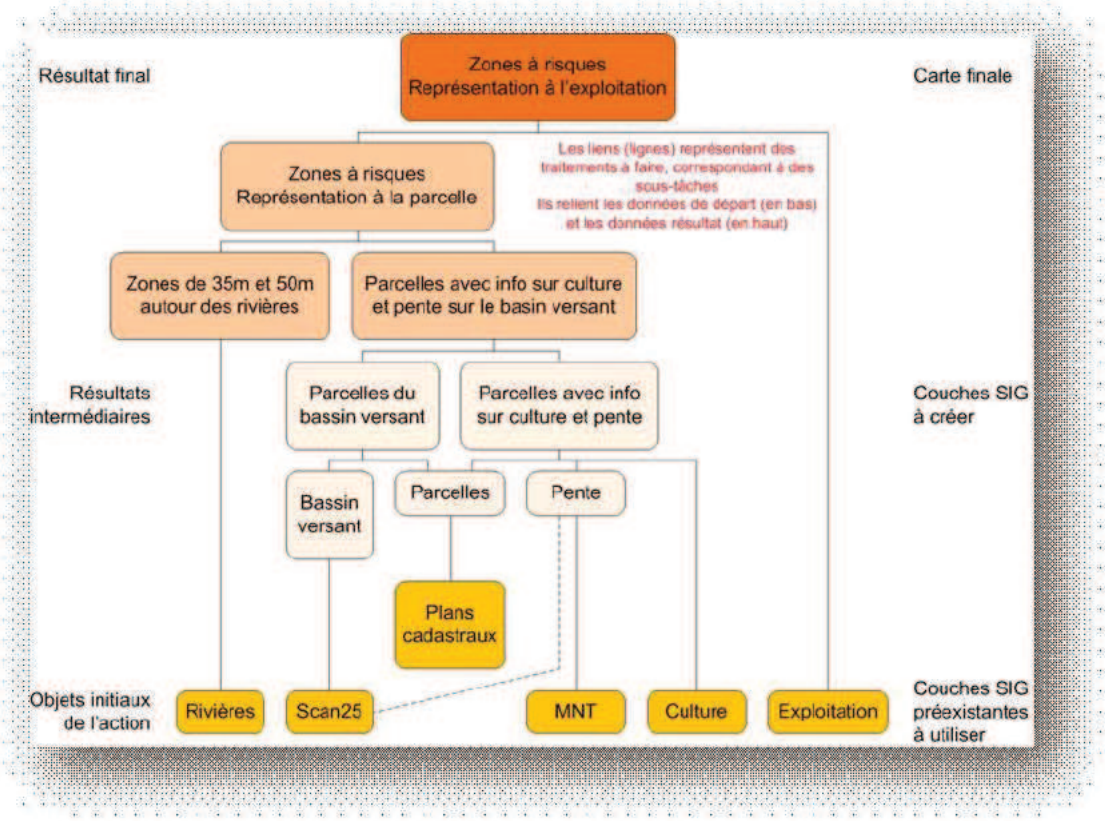
En situation de travail, LEPLAT (1992) observe que les informations prises en considération pour agir peuvent s'éloigner du cadre prescrit. Lors des formations A et D, c'est la prescription qui éloigne les apprenants TLS, VIV et GIL de la tâche : en faisant appel à leurs connaissances, ces apprenants énoncent des caractéristiques agronomiques de la situation qui ne sont pas tirées de l'énoncé. Ces caractéristiques ne concernent pas la tâche SIG qui est celle des apprenants et ne seront pas retenues en tant que ***caractéristiques pertinentes*** pour l'action. Seront également écartées plusieurs caractéristiques de la situation évoquées par le formateur F1. En effet, lors des formations A et D, le formateur F1 s'éloigne à plusieurs moments de la tâche didactique, pour énoncer des caractéristiques de la situation et de la tâche telle que réalisée en situation professionnelle, caractéristiques qui ne sont pas considérées par le formateur F2 comme étant utiles à la réalisation de la tâche SIG :

> F1 : *le bassin versant de la Sorme fait 3626 hectares ; le lac est à 297 mètres ; on a 63 exploitations ; c'est surtout de l'élevage extensif, un système allaitant charolais ; on se retrouve avec 6400 UGB et là on a 4700 hectares de SAU* (formation A)

L'activité verbale des apprenants et formateurs observée jusqu'ici dans les formations A et D montre trois aspects : Premièrement, comme anticipée par les formateurs, la situation didactique est familière aux apprenants et facilement abordable par la plupart de ceux-ci. Deuxièmement, les connaissances et expériences antérieures à la formation élargissent aux apprenants l'accès à la structure visible de la situation et de l'objet de l'action. Enfin troisièmement, tel qu'observé par OCHANINE (1968), l'élargissement de la structure visible peut constituer pour les apprenants un facteur potentiel de dispersion face à la tâche.

Lorsque nous passons à l'observation de la manière dont se ***réalise la construction de la démarche d'action***, nous constatons que la liberté d'action que les formateurs laissent aux apprenants pour l'identification des caractéristiques pertinentes pour l'action, n'est plus présente : lors de la formation A, la mise en relation, par les apprenants, des caractéristiques de la situation avec des données et des actions SIG est fortement orientée par le formateur F2. Lors de la formation D, la démarche est entièrement prise en charge par le formateur F2. A ce moment, les apprenants ne sont plus invités à intervenir. Et malgré les deux modalités didactiques distinctes, le formateur F2 aboutit à un modèle d'action unique, visiblement prédéterminé, que nous schématisons de la manière suivante :

Schéma 32. Démarche d'action pour la tâche didactique Sorme.
Modèle d'action commun aux formations A et D, construit à partir du récit du formateur F1



Les éléments qui composent la démarche présentée dans le Schéma 32 apparaissent cependant dans la séquence formative dans un ordre différent, qui semble aléatoire. Nous présentons dans le tableau suivant l'ordre de ces éléments pour la formation A :

Sous-tâches et opérations à réaliser	***Formation A***	
	Ordre apparition	***Rang logique***
Démarrer par l'acquisition des données primaires : *rivières, MNT, culture, exploitations, scan25, plans cadastraux*	22	1
Afficher couche « scan25 »	8	1
Digitaliser les parcelles à partir de plans cadastraux	14	1
Délimiter le bassin versant à partir de « scan25 » en suivant les lignes de crêtes	9, 16	4
Ou Délimiter le bassin versant à partir du réseau hydrographique	3	4
Délimiter les zones à risque autour des rivières	1, 11	6
Création information sur la pente à partir du MNT (modèle numérique de terrain, données d'altitude)	2, 7	6
Enlever les parcelles hors bassin versant	4, 15, 17	6
Enrichir les données « parcelles » avec l'information sur l'occupation du sol	21	9
Déterminer les parcelles à risque en fonction des critères de pente et d'occupation du sol	12, 18, 20	9

Croiser les parcelles et les zones à risque autour des rivières	6, 19	11
Déterminer les différents degrés de restriction des parcelles	5	11
Traitement des données concernant les parcelles	10	11
Regrouper les parcelles à l'exploitation	13	14

Suite à la construction de la démarche, plusieurs apprenants se représentent la tâche Sorme comme une tâche difficile. Cela les conduit à une double appréhension de la tâche au regard de sa complexité : en formation, comme support d'apprentissage et lors du retour au travail, dans la conception d'autres tâches SIG.

2.9. ACTIVITE DES FORMATEURS

D'un point de vue didactique, les formateurs assurent lors de la séquence de construction de la tâche Sorme les fonctions suivantes :

- apporter, de leur propre initiative ou à la demande des apprenants, des éléments pour l'action,
- orienter l'activité des apprenants,
- mettre en place et entretenir l'engagement des apprenants dans l'action.

Dans la co-animation, les formateurs se partagent les rôles :

Le **formateur F1** assure l'apport des informations pour l'action. Il engage les apprenants dans une discussion collective à visée constructive et les incite à formaliser leurs connaissances, mais aussi leurs certitudes et leurs doutes. Il amène également les apprenants sur le terrain professionnel, en évoquant des situations de travail et en incitant les apprenants à parler de leurs expériences en lien avec la tâche.

Nous pouvons cependant nous interroger sur les intentions et sur les compétences didactiques du formateur F1, au regard de l'aspect suivant : lorsqu'il livre des éléments pour l'action qui ne sont pas présents dans l'énoncé, le formateur F1 déborde du cadre de la tâche SIG. Il introduit ainsi un ***imprévu didactique***, dans la mesure où les apprenants se laissent effectivement entrainés sur ce terrain ; se lancer dans des considérants agronomiques risque de déterminer chez les apprenants une fausse représentation du but de la didactique.

L'imprévu didactique introduit par le formateur F1 est, au moins en partie, contrôlé par le **formateur F2**, qui, en prenant la parole, redirige systématiquement la discussion vers la tâche. Ensuite, lors de la construction de la démarche, celui-ci retient pour l'action uniquement les éléments pertinents au regard de la tâche didactique.

Le formateur F2 prend complétement en charge la construction de la démarche d'action. Quant aux apprenants, ceux-ci déclarent ne pas être capables de réaliser eux-mêmes une telle démarche, ni dans une situation différente, ni dans la même situation. Cela montre que le formateur F2 agit sur la base de son expérience, qui l'amène à se représenter la difficulté des apprenants à construire des représentations fonctionnelles de la tâche Sorme qui soient efficaces dans leur rôle d'anticipation de l'action. Le formateur F2 assure ainsi une prise en charge totale de l'action, pour réduire la charge cognitive des apprenants permettant qu'y ait un apprentissage de leur côté : l'appropriation de la procédure déjà construite.

2.10. ACTIVITE DES APPRENANTS

Selon VERGNAUD (1985), la représentation a la fonction de conceptualisation du réel en vue d'une action efficace. BERTRAND et WEILL-FASSINA (1993) observent que la conceptualisation peut suivre l'action et PASTRE (1992) précise que les représentations peuvent se construire après l'action. Dans ces conditions, nous pouvons nous attendre à ce qu'en démarrant la phase d'exécution, les apprenants n'aient pas nécessairement construit un système de représentations de l'action complet et fonctionnel. Deux situations sont ensuite possibles :

Première situation. Les apprenants s'engagent dans l'exécution de la tâche avec des représentations qui leur permettent d'agir efficacement, mais pas de caractériser les objets de l'action (OCHANINE 1971). A un moment-donné, le mode d'action des apprenants passe d'une « coordination agie » (BERTRAND et WEILL-FASSINA 1993), basée sur les éléments de représentation construits avant l'action et sur le système de guidage mis en place par les formateurs, à une coordination réfléchie, « conceptuelle » (PASTRE 1999a), qui va leur permettre de se représenter *dans* l'action (VALOT, GRAU et AMALBERTI 1993) et ainsi, suivre la démarche préétablie avec plus de facilité et même envisager certains aménagements de celle-ci.

Deuxième situation. Selon HOFFMAN (1998, 2005, cité par PASTRE 1999a), le processus de conceptualisation peut atteindre des limites. Les apprenants ne pourront pas atteindre un niveau de conceptualisation suffisant pour assurer des tâches de conception et leur activité restera limitée à l'exécution de tâches SIG plus simple et dont la procédure d'action est disponible.

Pour le moment, nous constatons que les apprenants s'engagent dans la conception de la tâche Sorme comme des exécutants : ils relèvent des informations, qu'ils livrent au formateur F2 pour traitement. Ils tentent ensuite de retenir la démarche fournie par F2 afin

de la suivre. Cependant, élaborée et difficile à mémoriser, la démarche que le formateur F2 leur fournit n'est pas complètement accessible aux apprenants.

La tâche Sorme introduit ainsi la question de l'utilisation des situations professionnelles comme situations didactiques : le degré d'élaboration des tâches professionnelles, les buts multiples, l'exhaustivité des éléments potentiellement utilisables pour agir, pourraient déstabiliser les apprenants. Quel but suivre en priorité ? Quelles caractéristiques de la situation retenir ? De plus, évoquer des aspects différents d'une manière peu organisée, ne facilite pas la représentation par les apprenants du but de la tâche SIG. Car l'une des difficultés des tâches SIG semble être la ***construction des représentations fonctionnelles*** des tâches-mêmes. Nous avons pu observer que la tâche SIG Sorme a un seul but : réaliser une carte de risques d'épandage sur le bassin versant, à l'aide de l'instrument SIG. Mais celui-ci est insuffisamment mis en avant, ce qui semble être la cause du fait que les apprenants et le formateur F1 ne se focalisent pas sur la tâche SIG. En effet, ils ne se détachent pas du problème posé et de la tâche professionnelle qui la détermine (tâche de gestion de l'espace) et concentrent leur attention sur la tâche de gestion de l'espace : ils discutent les mesures agro-environnementales mises en place dans la zone d'étude ou encore envisagent des mesures pour une gestion plus efficace du plan d'épandage.

Une autre difficulté que nous identifions est ***l'apprentissage de la tâche de conception*** des tâches SIG. Car nous constatons qu'il ne s'agit pas seulement de *« faire acquérir les compétences nécessaires à l'exécution d'une tâche ou d'une classe de tâches »* LEPLAT (2002), ce que la formation professionnelle sait bien faire. Face à des tâches comme *la Sorme*, les formateurs se montrent démunis du point de vue pédagogique : comment s'y prendre avec les apprenants ? Nous les observons faire : ils font ce qu'ils savent faire en tant que professionnels : le formateur F1 amène les apprenants « sur le terrain » c'est-à-dire dans une situation de travail qui lui est familière, celle du gestionnaire du territoire ; le formateur F2, qui n'a pas l'expérience du terrain mais a une expérience académique, traite d'avantage les aspects conceptuels de la tâche.

Lors de cette séquence, nous observons la manière dont les apprenants s'imprègnent du monde SIG : lors de la formation A, ils délimitent le domaine SIG et prennent conscience de son envergure : *Ça peut résoudre pas mal de problèmes !* (apprenant TLS, formation A). Ensuite, ils envisagent l'utilisation de différentes couches de données : *le bassin versant, les parcelles, la pente, l'occupation du sol….* Enfin, ils anticipent des usages potentiels du SIG :

> ROX : *calculer la pente*
> SUZ : *quand on aura les zones tampon…*
> F1 : *digitaliser* ; TLS : *et si on le fait pas proto aériennes ?* (formation A)

Lors de la formation D, les apprenants vont plus loin dans la conceptualisation des possibilités du système technique SIG : sur la base des couches de données énoncées

comme utiles, les apprenants construisent, graduellement, plusieurs classes d'usages potentiels du SIG :

- créer des données :

  DOM : *tracer la rivière*
  VIV : *on créerait une nouvelle table ?* (formation D)

- s'informer sur des objets et des phénomènes :

  HUB : *savoir comment c'est exploité, est-ce que c'est prairie, culture…*
  FRA : *le localiser* (le problème) (formation D)

- superposer des données différentes :

  GIL : *on a besoin de données géographiques*
  HUB : *à partir de photos aériennes*
  DOM : *il faut situer une exploitation, voir si elle est dans le bassin versant*
  DOM : *on va pouvoir superposer tout ça ?*
  FRA : *quand on fait un point GPS, il va se caler directement sur le scan25 ?* (formation D)

- assurer des traitements :

  FRA : *tous les critères sur les zones*
  DOM : *savoir la distance entre les parcelles et les cours d'eau*
  SEB : *vu qu'on fait la moyenne de la parcelle*
  DOM : *on fait une requête pour croiser le bassin versant avec les parcelles* (formation D)

LEPLAT (1985, p.272) a observé que *« dans les tâches complexes de travail, l'espace des conditions prises en compte peut s'écarter beaucoup de celui qui est prescrit par l'organisateur »*. Cela est également le cas dans les formations A et D : à certains moments, les interventions des apprenants éloignent la réflexion collective du but de l'action en cours. Toutefois, ces interventions ont une utilité au regard de l'apprentissage : elles orientent l'activité collective vers des situations de travail.

3. EXECUTION DE LA TACHE SORME : ACTION *CALAGE*

Lors de la **phase d'exécution de la tâche,** l'activité du groupe est structurée autour de la réalisation, dans l'ordre, des actions techniques prévues par la démarche d'action construite lors de la phase de conception de la tâche. Nous identifions deux grandes classes d'actions :

- ***Actions d'acquisition des données***. Il s'agit d'une classe d'actions préparatoires, visant à réunir les données SIG nécessaires à la réalisation de la tâche. Toutefois, les séquences dédiées à ces actions ne se suivent pas lors de la tâche Sorme, mais interviennent à mesure de l'avancement dans la réalisation de la tâche, quand ces données s'avèrent

nécessaires. Plusieurs modes d'acquisition de données SIG sont abordés à travers la tâche Sorme :

- ouvrir des couches natives de type .tab,
- importer des couches SIG réalisées avec des systèmes techniques SIG différents du logiciel MI,
- importer des données sémantiques réalisées en utilisant le logiciel Excel,
- créer des couches par digitalisation, en dessinant à l'écran des objets graphiques,
- intégrer des données de type image, ce qui nécessite une action préalable de calage.

Le premier mode d'acquisition est connu des apprenants : en découvrant le système technique MI, ils ont réalisé les actions 1 et 4. Nous constatons qu'en revenant sur ces actions, les apprenants les réalisent sans difficultés apparentes, ce qui montre que la procédure d'action a été assimilée par ceux-ci. Les autres modes d'action sont nouveaux pour les apprenants. Parmi ceux-ci, nous avons choisi l'action de calage pour l'analyse détaillée de l'activité des apprenants : le mode d'action est nouveau pour les apprenants, mais le processus correspondant, celui de géoréférencement, a déjà été abordé plus tôt dans les formations A et D. Nous allons ainsi observer comment les apprenants mobilisent dans l'action les acquis précédents.

- ***Actions de traitement de données.*** Plusieurs traitements sont réalisés lors de la réalisation de la tâche Sorme :
  - construire un zonage d'un rayon donné autour des objets d'une couche,
  - découper les objets d'une couche par rapport aux objets d'une autre couche,
  - sélectionner les objets d'une couche selon un ou plusieurs critères sémantiques et géographiques,
  - enrichir les données sémantiques en rajoutant des colonnes et en les renseignant avec de l'information calculée de manière automatisée,
  - fusionner des objets graphiques selon un critère donné,
  - représenter graphiquement des objets selon des critères distincts.

Nous pouvons qualifier ces actions de *procédurales* : le respect de la procédure d'action assure la réussite de l'action. La seule difficulté que nous identifions chez les apprenants est justement le respect de la procédure : en prenant leurs aises avec le système technique, les apprenants développent des manières d'agir intuitives. Dans ces conditions, certains apprenants réussissent, d'autres échouent. Nous constatons une fois de plus que la réussite de l'action autonome est empêchée par l'absence de transparence opérative et inversement, facilitée par la connaissance du fonctionnement du système technique.

Nous avons choisi de discuter ici l'action de calage. Celle-ci retient notre attention pour les raisons suivantes :

- c'est la première action technique que les apprenants réalisent dans le cadre de la tâche Sorme,

- le thème n'est pas nouveau pour les apprenants : il a été déjà abordé de manière verbale lors des formations A et D. Les formateurs avaient employé alors le terme technique SIG, *géoréférencement*.
- selon les formateurs, il s'agit d'une action technique SIG que les apprenants seront amenés à réaliser souvent, de retour au travail,
- lors de la formation D, les apprenants expriment leur intérêt pour l'apprentissage de cette action, avant et après son exécution :

> FRA *: est-ce qu'on peut avoir une démonstration, comment on fait un fichier de calage à partir d'une carte papier ?*
> F2 *: vous allez le faire vous-mêmes* (formation D)
> FRA à EDI : *c'est génial, avec ça… Tu peux faire entrer sous MI des plans de bâtiments, n'importe quoi* (formation D)

Pour l'action de calage, comme pour les autres actions de la phase d'exécution de la tâche Sorme, l'activité de formation est très procédurale et rappelle l'activité observée autour de la tâche Quimper. Pour cette raison, nous passons maintenant directement aux discussions. L'analyse de l'activité observée autour de cette action est présentée de manière détaillée en annexe, et cela pour les deux formations A et D.

3.1. PRESENTATION DE L'ACTION DE CALAGE

Le *calage* désigne un traitement appliqué par le système technique MI à une image, qui consiste à attribuer à chaque point de l'image (appelé *pixel*) des coordonnées géographiques. L'action de calage est requise et proposée automatiquement par le système technique lors d'une tentative d'ouverture d'un fichier *image* qui n'a pas encore été calé.

Selon la conception de la tâche Sorme, les apprenants réalisent l'action de calage pour intégrer dans le SIG le fichier image *carte.tif*. Carte.tif est une carte scannée qui illustre la zone d'étude et qui, une fois calée permettra aux apprenants de se repérer dans l'espace (Figure 15). La réussite de l'action assure la superposition de la *carte.tif* avec les autres couches de données SIG utilisées pour la tâche Sorme, comme présenté dans la Figure 16 :

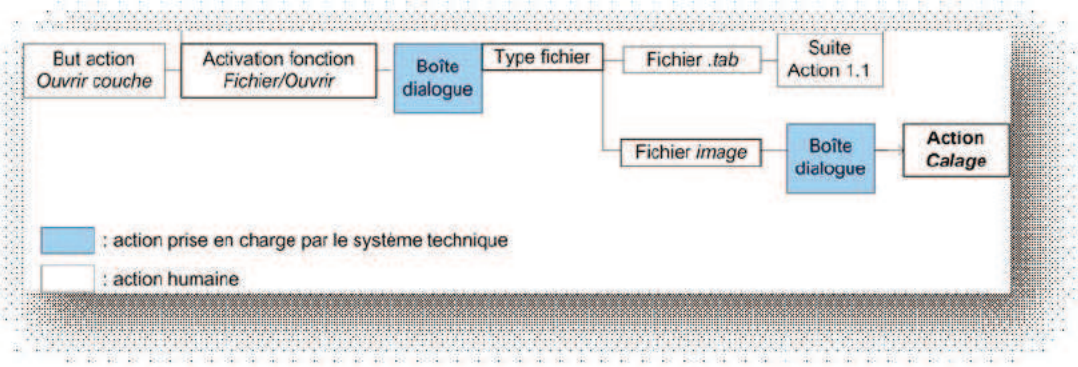
Figure 15. Couche *carte.tif*

Figure 16. Superposition de couches : *carte.tif*, parcellaire et rivières

L'action de calage fait partie de la classe d'actions d'ouverture de couches SIG, qui n'est pas nouvelle pour les apprenants : les actions 1, 4 et 9 ont déjà fait l'objet d'une activité formative. Nous avons alors constaté que les procédures d'action étaient proches et que les apprenants se les sont appropriées.

L'action de calage démarre en utilisant la même fonction technique que les actions 1, 4 et 9 : *Fichier/Ouvrir*. La diversification de la procédure intervient au moment du paramétrage :

Schéma 33. Procédure de réalisation de l'action de calage



L'action de calage est plus élaborée que les actions 1, 4 et 9 : celle-ci totalise un minimum de 34 opérations techniques et mentales, dont 14 opérations distinctes parmi lesquelles 6 opérations récurrentes (opérations 5 à 10). De plus, le paramétrage du système technique en vue de cette action se fait selon des règles d'action précises, qui portent sur l'ordre des opérations, sur le choix des points de calage, sur la lecture et sur la saisie des coordonnées géographiques des points de calage.

3.2. CONDITIONS ET MODALITES DIDACTIQUES OBSERVEES

D'une durée de 30 minutes pour la formation A et 44 minutes pour la formation D, la séquence dédiée à l'action de calage intervient après la conception de la tâche Sorme et ouvre la série de séquences dédiées à la réalisation effective de la tâche Sorme.

Les modalités didactiques mises en place ainsi que l'organisation de la séquence de réalisation par les apprenants de l'action de calage varient entre la formation A et la formation D.

Lors de la formation A, le formateur F2 prescrit le démarrage de la phase d'exécution de la tâche Sorme sans annoncer dès le départ l'action de calage en tant que première action. Selon le contrat didactique qu'ils mettent en place, les formateurs laissent aux apprenants le soin de :

- identifier le but et les modalités d'action dans la fiche TP,
- s'engager dans l'action en autonomie afin de « *prendre de l'avance* » par rapport à l'action réalisée à l'écran par le formateur F2.

Plus tard dans la séquence, le formateur F1 nomme l'action à réaliser et il la prescrit en tant qu'action didactique distincte et indépendante, sans la relier à la tâche Sorme pour laquelle celle-ci est mise en œuvre : *On va s'occuper ici du calage.*

Les apprenants suivent la consigne et tentent de s'engager dans la réalisation de l'action de calage. Certains débutent directement l'exécution de l'action selon la procédure décrite dans la fiche TP. D'autres, commencent par explorer la situation de réalisation de l'action. Le but didactique n'est pas suffisamment précis pour tous les apprenants et fait l'objet d'une demande de précision par ROX.

La prescription formulée par les formateurs ***annonce une activité en autonomie***. La fonction de la monstration semble changer par rapport aux séquences précédentes : celle-ci est cette fois envisagée non plus comme une aide permanente à l'action, mais comme un moyen : 1/de contrôle de l'action et 2/d'aide ponctuelle en cas de difficulté ou d'hésitation. Cependant, aussi bien de leur propre initiative qu'à la sollicitation des apprenants, les formateurs s'engagent rapidement dans une dynamique langagière dense : rares sont les moments de silence. Nous relevons 12 interventions et échanges initiés par le formateur F1 et 2 pour le formateur F2 et 28 échanges initiés par les apprenants.

Même en s'adressant à un apprenant ou à un groupe restreint, les formateurs le font à voix haute et mettent les éléments énoncés à disposition de tous les apprenants. En acte, leur intervention s'approche de celle observée lors des séquences précédentes : ***guidage serré de l'activité des apprenants***.

Pour la formation D, la mise au travail des apprenants n'est pas immédiate. La séquence didactique est structurée en trois parties distinctes :

La première partie vise la ***préparation des apprenants à l'action*** (5 min.). Cette série d'épisodes est initiée par l'apprenant DOM, qui tente d'enrichir son système de représentations de l'objet de l'action – les images raster. A la discussion collective participent activement les apprenants DOM, FRA et GIL ainsi que le formateur F1. Cette discussion constitue un *imprévu didactique*, que les formateurs exploitent pour mettre en relation l'action de calage : 1/avec sa réalisation en situation de travail et 2/avec la tâche Sorme. L'action de calage ressort ainsi comme une nécessité pour la réalisation de la tâche Sorme sans être prescrite explicitement.

La deuxième partie de la séquence est dédiée à la ***consigne initiale d'action*** (10 min.). Avant d'inviter les apprenants à s'engager effectivement dans la réalisation de l'action, les formateurs s'accordent un temps de caractérisation de l'objet de l'action, de définition du but et des résultats de l'action, ainsi que de présentation d'éléments de procédure. Nous constatons ainsi que la fonction de la consigne verbale change par rapport à la formation A : cette fois, elle met à disposition des apprenants une grande partie des éléments que les apprenants auront à mobiliser par la suite seuls dans l'exécution de l'action.

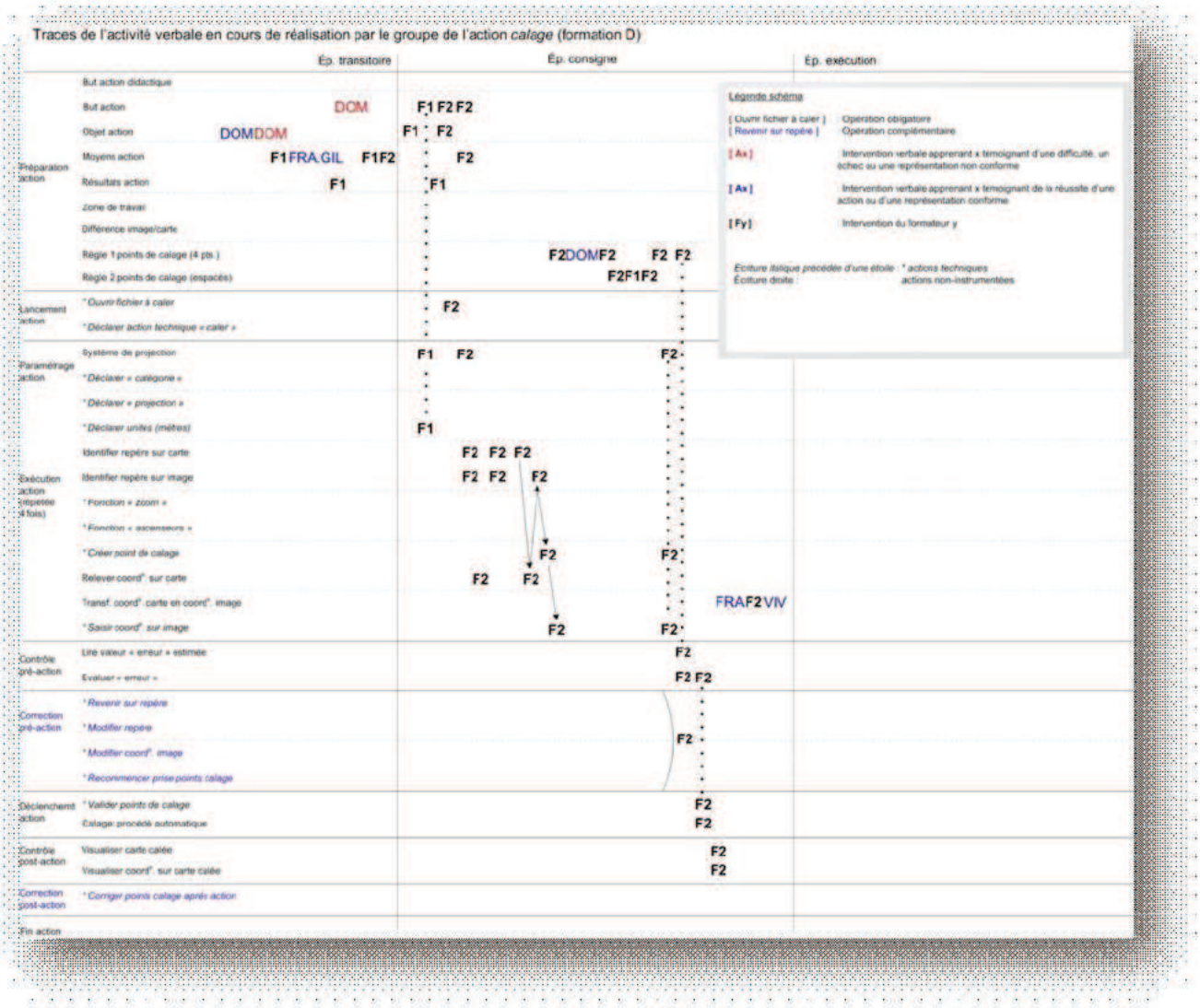
Dans un premier temps, les deux formateurs s'engagent dans une prise de parole alternée, dans laquelle plusieurs apprenants interviennent également. L'activité verbale semble viser la construction par les apprenants des représentations de l'objet, du but, des moyens et du résultat de l'action. Les apprenants interviennent pour les aspects suivants :

- référence à des apprentissages antérieurs (plusieurs apprenants participent),
- référence à des connaissances générales (DOM),
- prise d'information assistée (FRA),
- déductions (GIL, FRA),
- construction des représentations des effets de l'action de calage (GIL).

Une grande partie des informations livrées pendant la consigne reviendra par la suite, au cours de l'action effective, soit reprises volontairement par les formateurs au titre de rappels, soit suite à des sollicitations (demandes d'aide ou demandes de confirmation) de la part des apprenants. Cela montre que les apprenants n'ont pas intégré la totalité des éléments pour l'action qui leur ont été mise à disposition avant le démarrage de l'action et qu'ils n'arrivent pas à réaliser l'action en totale autonomie.

Comme le montre le schéma suivant, la description de la procédure est ensuite entièrement prise en charge par le formateur F2. F2 prête peu attention aux aspects procéduraux : il n'indique pas les fonctions techniques à activer, ni les informations à saisir lors du paramétrage de ces fonctions. Il insiste en revanche sur les aspects conceptuels (les opérations mentales) ainsi que sur l'ordre des opérations.

Schéma 34. Consigne pour l'action de calage. Modélisation de l'activité des formateurs



La troisième partie de la séquence s'organise autour de l'***exécution de l'action*** par les apprenants (30 min. env.) et intervient après la clôture de la consigne. L'activité instrumentée des apprenants est caractérisée par un important degré d'autonomie. Les apprenants réalisent l'action de manière peu guidée ; ils avancent ainsi à des rythmes différents. Plusieurs interventions des formateurs sont toutefois observées : ce sont généralement des interventions ponctuelles, adressées à un apprenant ou un groupe restreint d'apprenants, mais aussi des interventions portant sur des éléments de consigne qui n'ont pas encore été livrés aux apprenants.

Enfin, pendant que l'attention des apprenants est canalisée sur leur propre travail, les formateurs réalisent eux-mêmes une partie de l'action en silence, et affichent le résultat (partiel) de leur action. Ce résultat sera utilisé par les apprenants, de leur propre initiative, comme un moyen de contrôle de leur action.

Comme moyens d'action, les apprenants ont à leur disposition :

- leurs postes de travail,
- les objets de l'action : le fichier *carte.tif* et une impression papier de la carte d'origine,
- la fiche TP qui décrit la procédure d'action,
- le guidage collectif assuré par le formateur F1 et l'aide individuelle offerte en cas de besoin par le formateur F2.

L'action est élaborée et la procédure à suivre est stricte : caractérisée par un enchaînement ordonné d'opérations d'exécution, de prise d'information et de prise de décision, l'exécution de l'action est ***peu orienté par le système technique***.

Toutefois, certaines **conditions didactiques** évoluent par rapport aux actions techniques réalisée antérieurement par les apprenants :

- le résultat attendu n'est pas unique, ce qui introduit une difficulté nouvelle pour les apprenants : évaluer les résultats obtenus,
- l'action est soumise à l'obligation de réussite, indispensable pour la suite de la tâche Sorme,
- pour la formation A, le ***système de guidage*** assuré par les formateurs change peu par rapport aux séquences antérieures, mais pour la formation D, celui-ci est ***plus réduit*** qu'antérieurement, ce qui amène les apprenants à se retrouver souvent seuls face à la tâche.

3.3. ACTIVITE DES FORMATEURS

Nous identifions pour les formateurs les fonctions suivantes :

Rassurer les apprenants quant à la possibilité de réussite de l'action (formations A et D)

Lors de la formation A, le formateur F1 intervient à cet effet auprès des apprenants KAR et SUT et ensuite auprès du groupe. Lors de la formation D se sont cette fois les deux formateurs qui mettent en place une intervention co-animée qui vise à rassurer DOM.

Favoriser la construction des représentations de l'action fonctionnelles et conformes techniquement (formation D)

Intervenant auprès de DOM, les formateurs montrent être attentifs à la manière dont les apprenants se représentent l'action en cours ; ils semblent considérer cela comme faisant partie des conditions de réussite de l'action.

Fournir des éléments pour la construction par les apprenants du but de l'action (formation D)

Dans un premier temps, le formateur F1 aborde le but de l'action en utilisant le langage commun ; ce n'est qu'ensuite qu'il introduit le terme technique *calage,* qui désigne le processus de géoréférencement déjà connu des apprenants. Le formateur offre ainsi, pour se représenter le but de l'action et pour attribuer une signification au terme technique, des éléments à portée de tous.

Justifier l'action par son usage (formation D)

Un premier usage de l'action de calage a été formulé par l'apprenant DOM : superposer la couche raster avec les autres couches vecteur de la tâche Sorme. Le formateur F1 livre un deuxième usage, qu'il énonce de manière généralisée : localiser les objets dans l'espace.

Anticiper des difficultés potentielles pour les apprenants

A certains moments, lorsque les formateurs identifient des difficultés chez les apprenants plus expérimentés, ils anticipent le fait que ces difficultés pourraient se présenter aux apprenants plus novices et interviennent pour les prévenir. C'est particulièrement le cas pour VIV et LOR.

Clarifier des éléments de l'action qui posent des difficultés aux apprenants

Pour plusieurs opérations, les formateurs sont amenés à intervenir de manière individuelle et même collective lorsque les demandes d'aide sont plus nombreuses (opération 3).

Proposer des procédures de rectification de l'action lorsqu'une erreur a été commise par les apprenants (HUB et LOR, pour l'opération 2).

3.4. ACTIVITE DES APPRENANTS

3.4.1. PROCESSUS DE CONSTRUCTION DE REPRESENTATIONS FONCTIONNELLES

Avant que les apprenants s'engagent effectivement dans l'action technique, nous observons déjà chez ceux-ci des traces de construction des représentations fonctionnelles :

Recherche de la structure opérative de l'objet de l'action

Les apprenants KAR, SUT (formation A), LOR et SEB (formation D) interrogent l'opérativité de la structure visible des objets de l'action : ils observent ainsi que les deux formes de l'objet

de l'action, la carte papier et la carte scannée et affichée à l'écran n'ont pas la même emprise. Ils se renseignent de l'effet sur l'action de cette caractéristique. SEB recherche en revanche la structure intégrale de l'objet de l'action ; il ne cherche pas uniquement à construire des représentations efficaces pour l'action en cours, mais des représentations conformes, élaborées et généralisées.

Chez DOM, la représentation de l'objet de l'action, qui est une couche de type image, se construit par distinction du format de couches SIG déjà connu, de type vecteur.

Tentative de se représenter le but et les résultats de l'action

Le processus de construction de la représentation fonctionnelle pour l'action de calage démarre chez ROX par la représentation du but et chez SUZ par la représentation des résultats attendus. Dans les deux cas, sur la base des éléments immédiatement disponibles, ces représentations ne se construisent pas de manière efficace et cela empêche l'engagement des apprenants dans l'action technique.

Mise en relation de l'action de calage avec la tâche Sorme

Lors de la formation A, l'action de calage n'est pas reliée à la tâche Sorme. En revanche, lors de la formation D, une discussion lancée par **DOM** interroge la conformité de la couche intégrée par calage aux autres couches qui seront utilisées pour la tâche Sorme. Nous observons ainsi la fonction d'anticipation de la représentation construite chez DOM de l'action en cours.

Mobilisation de connaissances antérieures

La construction de la représentation de l'action de calage s'appuie chez les apprenants sur leurs connaissances antérieures : DOM réfère aux plans cadastraux, FRA fait référence à la prise de points avec un GPS et GIL ramène en discussion les cartes numériques.

Avancement dans l'action en faisant des analogies efficaces

La représentation fonctionnelle qui est en cours de construction chez KAR se montre efficace lors du choix de la projection. Cette représentation est construite au cours de l'action : en découvrant le large choix de possibilités listées par le système technique, l'apprenant KAR choisit sans hésiter la possibilité efficace, tout en faisant pour cela une analogie entre le terme de vocabulaire SIG, *Lambert II étendu*, qu'il semble connaître et le terme proposé par le système technique MI **:** *Lambert II carto paris.*

Généralisation des représentations à une classe plus large de situations professionnelles

En réalisant l'opération 3b, EDI montre sa préoccupation pour le transfert de l'apprentissage vers l'action en situation professionnelle. Il travaille ainsi la généralisation de la représentation fonctionnelle au cours même de la construction de celle-ci.

Construction de règles d'action fonctionnelles

Les apprenants DER, TLS, KAR et SUT (formation A) construisent ensemble des règles pour agir. Nous identifions ainsi :

1/ Règle d'action : *« Ne pas toucher »* aux coordonnées image :

> **DER** *: par contre image x image y on ne va pas y toucher…*
> **F1** *: non, non.*

2/ Règle de lecture des coordonnées géographiques sur la carte : se rapporter aux valeurs situées sur la marge de la carte :

> **DER** *: Et quand on repère en haut à gauche…*
> **TLS** *: On repère en haut à gauche ?!*
> **KAR** *: c'est 752 qui correspond à x*

3/ Règle de conversion des coordonnées entre la carte et l'image : rajouter trois zéros. Lors de la formation D, cette règle est énoncée au groupe par l'apprenant FRA. En demandant confirmation, l'apprenant VIV montre être en cours d'assimilation de cette règle

Construction du concept d'erreur de calage

Lors de la formation A, l'apprenant ROX est le premier à avoir fini la saisie des quatre points de calage. A ce moment, le système technique affiche automatiquement une estimation de l'erreur de calage. L'apprenant compare son résultat avec celui du formateur F1 et constate avoir une erreur plus importante que ce dernier. Toutefois, le formateur F1 conclue à la réussite de l'action. La question qui se pose ici pour ROX, ainsi que pour les autres apprenants, est celle de ***l'erreur admissible***, qui n'est pas communiquée aux apprenants. Pourtant, cette information conditionne la suite de l'action : valider le calage et déclencher l'action instrumentale si l'erreur est admissible, corriger les points de calage dans le cas contraire.

Contrairement à ROX, les autres apprenants de la formation A ne s'arrêtent pas sur ce « détail ». Ce qui les intéresse et les motive, c'est d'obtenir un calage parfait, que les indications du formateur F1 amènent à assimiler à la valeur zéro de l'erreur affichée.

Représentations de l'ampleur de l'erreur affichée

L'apprenant EDI s'engage dans la remédiation de l'action de calage, après avoir tenté de se représenter les effets sur l'action de l'erreur obtenue. L'apprenant BER cherche à comprendre la source de l'erreur affichée, qu'il associe au manque de rigueur dans la construction des points de calage sur l'image. Les apprenants SUZ et TLS se représentent l'ampleur de l'erreur affichée, en construisant une réflexion autour de l'unité de mesure de l'erreur. Le formateur F2 livre également un élément pour tenter de favoriser la construction de cette représentation : l'erreur n'est pas rattachée à un point de calage, mais est distribuée sur la totalité des points de calage. Cet élément n'est toutefois pas repris par les apprenants. Les apprenants SUZ et BER avancent ensemble dans la construction de représentations du fonctionnement du système technique.

3.4.2. DIFFICULTES RENCONTREES PAR LES APPRENANTS

Nous discutons maintenant les difficultés que les apprenants rencontrent une fois qu'ils ont démarré l'action technique. Nous constatons qu'une partie de ces difficultés apparaissent lors des deux formations, malgré les modalités didactiques différentes mises en place. Ces difficultés sont introduites par la tâche ou par les moyens de l'action (le système technique SIG) et les interventions didactiques ne les anticipent pas pour empêcher leur apparition.

Difficulté à définir le type de fichier

HUB bute sur cette opération, qui consiste à faire un choix dans une liste de possibilités. Nous associons cette difficulté au fait que l'apprenant ne tient pas compte de la prescription et tente d'avancer dans l'action en suivant la logique de fonctionnement du système technique, qu'il ne connaît pas suffisamment : par sa conception, le système technique associe le type de fichier *.tif* à une classe plus large appelée *Raster image.* Nous constatons ainsi que lorsque la logique de fonctionnement est suivie, le manque de transparence opérative du système technique rend plus difficile la construction d'une procédure efficace.

Difficulté de distinction entre les choix techniques « afficher une image non calée » et « caler une image »

Pour exécuter l'opération 2, les apprenants se retrouvent face à un message du système technique qui prête à confusion. Dans cette situation, certains apprenants attendent des précisions avant de se lancer dans l'action (GIL, SEB, DOM). D'autres, qui ont agi en suivant la logique d'utilisation du système technique, ont échoué (HUB et LOR).

Difficulté à se représenter l'opération de définition de la projection dans la procédure

Les opérations 3a et 3b, qui consistent à déclarer le système de projection dans lequel l'image va être calée, s'avèrent critiques pour les apprenants, car elles sont transparentes pour le professionnel. Ainsi, plusieurs apprenants les omettent : TLS, SUT, KAR, DER et ROX pour la formation A, VIV, FRA, HUB, GIL, ISA et DOM pour la formation D. Certains tentent ensuite sans succès de les rattraper ; d'autres, rencontrent des difficultés à se représenter la procédure efficacement. Malgré son expérience de l'action (selon le tour de table), DOM possède une représentation de l'action de calage qui n'intègre pas cette opération. Quant à EDI, il dépasse cette difficulté avec l'aide de FRA, montrant que l'aide de proximité se poursuit.

Difficultés au regard de la prise des points de calage

Concernant la prise des points de calage, plusieurs aspects posent des difficultés aux apprenants :

1/ ***Choisir les points de calage.*** Pour choisir des points de calage, certains apprenants s'appuient, comme SUT (formation A), sur le système d'aide fourni. D'autres apprenants prennent en main leur apprentissage : ils choisissent eux-mêmes des points de calage, sans s'appuyer sur les suggestions des formateurs : ROX, TLS et KAR (formation A).

2/ Construire les règles d'action pour choisir les points de calage. En les verbalisant de manière structurée, KAR montre avoir construit les règles d'action pour cette opération :

> **KAR** *: pour caler, il vaut mieux prendre les 4 points dans les coins plutôt que 4 points très proches ?*

Mais BER, DER et TLS (formation A) rencontrent des difficultés. TLS se construit une représentation conforme du mode de distribution des points de calage sur la zone de travail, mais identifie de manière incorrecte la zone de travail et échoue.

Lors de la formation D, LOR n'a pas construit ces règles avant d'agir : il choisit ainsi les points de calage sans appliquer ces règles et échoue.

3/ Identifier les croisillons sur l'image. L'apprenant LOR a des difficultés à identifier des croisillons sur l'image, même après l'intervention d'aide du formateur F2. Ainsi, pour réaliser l'action, LOR demande de l'aide aux formateurs pour chacun des quatre points de calage. Ces difficultés évoluent d'un point à l'autre : visualiser les croisillons, retrouver sur l'image les croisillons identifiés sur la carte, choisir les croisillons efficacement.

4/ Mettre en relation un croisillon et les coordonnées de celui-ci. Lors de la formation D, nous identifions cette difficulté chez EDI et VIV, qui créent deux points de calage et renseignent à l'un les coordonnées de l'autre. Toutefois, EDI découvre et corrige seul l'erreur. VIV en revanche bénéficiera de l'aide du formateur F2.

5/ Faire la distinction entre coordonnées carte et coordonnées image. Lors de la formation A, les apprenants BER et KAR collaborent pour construire cette distinction : KAR identifie la propriété pertinente pour l'action (les coordonnées « carte »), et BER met en relation les deux types de coordonnées :

> **F1** *: Qu'est-ce que c'est que ces informations de positionnement ?*
> **KAR** *: carte x et y c'est par rapport à la projection, quoi…*
> **BER** *: beh, coordonnées géographiques pour… carte x et y et la position sur l'image pour la zone, pour les autres…*

Pour la formation D, se sont les apprenants EDI et FRA qui tentent de se représenter les « coordonnées image » et leur fonction pour l'action de calage, en demandant de l'aide aux formateurs.

6/ Lire les coordonnées sur la carte. Pour cette opération, la procédure se construit lors de la formation D de manière collective, par les apprenants KAR, YAN et SUZ, avec la participation du formateur F1. Nous constatons alors que le formateur F1 se trouve en limite de compétences pédagogiques pour transmettre aux apprenants la règle de lecture des coordonnées sur la carte.

7/ Renseigner les coordonnées des points de calage

Lors de la formation A, les apprenants TLS, KAR, BER et SUZ construisent ensemble la procédure correspondant à cette opération. Toutefois, les apprenants TLS et SUZ ont des difficultés à construire des représentations fonctionnelles.

Difficultés au regard du résultat du calage

Cette difficulté porte sur la représentation par les apprenants de la valeur admissible.

Les formateurs orientent systématiquement les représentations des apprenants vers la même règle de contrôle de la réussite de l'action de calage : une faible valeur de l'erreur

affichée (valeurs 0 ou 1). Pour évaluer et corriger l'erreur, les apprenants développent des modes d'action variés.

Ainsi, lors de la formation A, ROX efface et recrée les points de calage qui lui paraissent problématiques. MAP et SUZ modifient ces points. KAR, SUZ et DER choisissent ensuite une correction par essai-erreur prescrite par le formateur F1. DER et SUZ composent ensemble une procédure efficace pour déplacer facilement les points d'un pixel, selon la procédure par essai-erreur. KAR échoue dans sa tentative de correction et développe une représentation fonctionnelle de son échec : la valeur de l'écart est trop importante pour cette méthode.

Lors de la formation D, les apprenants LOR, ISA SEB, GIL, EDI et VIV affichent une erreur importante. ISA applique la méthode de correction point par point, mais l'erreur reste importante. Cela montre que l'apprenant n'a pas corrigé efficacement la totalité des points de calage. LOR applique la même procédure de correction mais comme il ne zoome pas suffisamment, la procédure n'est pas efficace. SEB corrige seul l'erreur. GIL l'identifie mais fait appel au formateur F2 pour confirmation.

Préoccupation pour l'efficacité du calage

Lors de la formation A, ROX et SUZ sont les premiers à avoir fini efficacement la prise des quatre points de calage. Nous observons le processus de construction des représentations fonctionnelles chez les apprenants ROX et SUZ : Les apprenants agissent efficacement jusquà qu'il rencontre l'obstacle qui est l'absence de la valeur de l'erreur admissible. Cet élément fait, chez eux, obstacle à la finalisation des représentations fonctionnelles.

Préoccupation pour l'enregistrement d'un travail réussi

Après avoir réalisé l'action de calage, l'apprenant FRA manifeste l'intention de sauvegarder le travail réalisé pour une utilisation ultérieure. C'est ainsi que le formateur F1 ouvre aux apprenants la transparence opérative du système en les informant que le système technique garde de manière automatique le résultat de l'action.

4. DISCUSSION TACHE SORME

Ce qui fait la particularité de cette tâche didactique par rapport aux tâches que les apprenants ont eu à réaliser jusque là est annoncée par son but : il s'agit d'une mise en situation de résolution de problèmes. Le but de cette séquence est d'apprendre à faire un projet SIG.

Les apprenants se précipitent sur le cas Sorme. Nous observons que, comme anticipé par les formateurs, ce cas les préoccupe. C'est une idée didactique intéressante, mais qui présente ses propres obstacles. En effet, plusieurs contraintes interviennent et interrompent le but poursuivi, ce qui fait que les résultats attendus ne se produisent pas. Il y a des décrochages dus aux aspects suivants :

- l'activité des apprenants, qui partent dans la résolution du problème qui se pose sur le terrain,
- la durée importante de la tâche nécessite des interruptions,
- le fait que le formateur F1 amène les apprenants sur le terrain de l'apprentissage de procédures à employer dans la réalisation de la tâche.

Les apprenants s'engagent dans des discussions sur le problème à résoudre. Ils vont très loin dans l'analyse du problème de terrain et dans la recherche de solutions à ce problème. Cela fait obstacle à l'apprentissage du SIG, duquel les apprenants s'éloignent pendant une durée importante.

La question qui se pose ici est : qu'est-ce que les formateurs cherchent à faire apprendre aux apprenants lors de la réalisation du projet Sorme ? Cela rejoint la représentation de ce que c'est qu'un projet de résolution de problèmes : est-ce que finalement la Sorme n'est pas une tâche comme Quimper, mais plus élaborée, pour laquelle une fois la phase de conception de la tâche dépassée, les apprenants suivent l'apprentissage de procédures que nous avons observé lors des séquences précédentes ? Ou bien les apprenants sont engagés cette fois dans un apprentissage fondamentalement différent ?

D'un certain point de vue, l'apprentissage continue comme avant la tâche Sorme : les actions sont plus élaborées et l'apprentissage est majoritairement procédural. Nous constatons cependant un degré d'élaboration de la tâche particulièrement important, par le nombre et par la difficulté des actions qui la composent. On constate en effet, cette difficulté : les incidents que rencontrent les apprenants sont nombreux. Les formateurs mettent pour cela l'accent sur la décomposition de la tâche en sous-tâches.

De nouveaux aspects sont ici travaillés par les formateurs avec les apprenants :

- la prise d'information en autonomie,
- le contrôle de l'action, l'identification des erreurs, la conceptualisation de ces erreurs, la construction de la relation effet-erreur.

XII. SYNTHESE DES RESULTATS

L'objectif central de l'analyse didactique que nous avons réalisée lors de cette thèse est de participer à la compréhension du processus d'apprentissage :

- en formation,
- par des professionnels,
- d'un instrument technique informatisé,
- en référence avec le travail à réaliser.

Nous passons maintenant à un niveau d'analyse générale. Nous organisons la synthèse de nos résultats de recherche autour des quatre axes que PASTRE (2008) présente comme étant ceux d'une démarche d'analyse en didactique professionnelle :

- caractérisation de l'objet d'apprentissage visé,
- identification des conditions que les apprenants ont à disposition pour apprendre,
- mise en évidence de la relation entre l'apprentissage et le travail,
- observation des mécanismes de l'apprentissage.

Nous revenons ici sur une partie des aspects qui ressortant comme des résultats de notre thèse et que nous souhaitons mettre en lumière.

1. CARACTERISATION DE L'OBJET DE L'APPRENTISSAGE : LE SIG

Un premier résultat de notre thèse porte sur la caractérisation du SIG à travers les éléments qui ressortent lors de la formation. Issus du système des représentations des formateurs et des apprenants, ces éléments sont plus ou moins développés par ceux qui les avancent, plus ou moins documentés, plus ou moins influencés par les expériences passées et par la formation présente. Pour avoir été identifiés par l'analyse de l'activité en formation, ces éléments ont deux statuts possibles : 1/celui d'éléments mis à disposition du groupe dans un but d'apprentissage et 2/celui de traces d'apprentissage.

Les éléments de caractérisation du SIG que nous allons mobiliser par la suite sont issus de trois sources :

- ***Les représentations des formateurs***. Les éléments de caractérisation du SIG que les formateurs livrent à travers des propositions qu'ils énoncent devant le groupe nous permettent d'accéder à leurs représentations. Regardés d'un point de vue didactique ils nous donnent des indications sur les représentations que les formateurs tentent de faire construire chez les apprenants.
- ***Les représentations des apprenants.*** Nous considérons que les éléments de caractérisation du SIG qui sont verbalisés par les apprenants sous forme de propositions sont issus de leurs représentations. Cela nous donne la possibilité d'interroger les représentations des apprenants ; il s'agit bien sûr d'un état de leur système de représentations à un moment donné.
- ***Les représentations du chercheur***. Plusieurs caractéristiques du SIG ressortent dans la formation de manière indirecte, sans prendre la forme de propositions tenues pour vraies par les formateurs ou les apprenants. Nous les mettons en évidence par un travail d'analyse : de l'instrument SIG tel qu'enseigné, de tâches didactiques ou de l'activité des personnes en formation engagées dans l'action instrumentée. Il s'agit d'éléments de caractérisation du SIG issus des représentations que les sessions de formation que nous avons observées et analysées nous ont permis de construire nous-mêmes et que les apprenants qui ont assisté à ces mêmes formations pourraient avoir construits. Nous donnons ainsi aux caractéristiques du SIG issues d'une élaboration de notre part le statut d'éléments potentiels pour la construction chez les apprenants de représentations du SIG.

Nous allons maintenant mobiliser les éléments de caractérisation du SIG issus de la formation pour rendre compte des ***fonctions*** assurées par le SIG et de la ***complexité*** de l'instrument. Nous allons utiliser ces deux aspects comme des concepts organisateurs pour la présentation d'une partie des résultats de notre thèse en termes de : 1/apprentissage réalisé, 2/modalités et stratégies didactiques employées et 3/difficultés rencontrées pendant la formation dans l'enseignement et l'apprentissage de l'instrument.

1.1. LES FONCTIONS DU SIG

ROGALSKI et SAMURÇAY (1993 p.184) identifient deux types d'usages possibles pour les instruments : un usage technique et un usage cognitif. Cette même idée se retrouve également chez RABARDEL (1995), qui observe qu'interposés entre l'operateur et l'objet de son action, les instruments assurent les fonctions suivantes :

- une médiation épistémique, permettant ou facilitant la connaissance de l'objet sur lequel ils agissent,
- une médiation pragmatique, permettant la transformation de l'objet.

Lorsqu'on regarde l'activité des apprenants en formation, on observe que selon les tâches qui leur sont proposées dans un but didactique, l'instrument n'assure pas la même fonction. Le tableau suivant reprend la classification des tâches SIG que nous avons proposée en début de cette thèse, en reprécisant, sur la base des tâches didactiques mobilisées dans la formation, les fonctions assurées par l'instrument SIG :

Tableau 13. Fonctions assurées par l'instrument SIG selon la classe de tâches à réaliser

Type tâche	*Classe de tâches*	*Médiation pragmatique*	*Médiation épistémique*	*Données*
1.	Création et intégration des couches SIG dans un projet	x		Actions 1, 4 et 9 Séquence Sorme
2.	Mise à jour de l'information géographique	x		Actions 1.2, 2, 5, 6 Séquence Sorme
3.	Consultation de l'information géographique		x	Séquence Quimper Séquence Sorme
4.	Conception d'un instrument d'aide à la décision		x	Séquence Sorme
	Exécution d'un instrument d'aide à la décision	x		Séquence Quimper Séquence Sorme
5.	Prise de décision		x	Séquence Sorme

Nous allons revenir plus loin sur les tâches mises en apprentissage dans le cadre de la formation, sur les modalités didactiques associées et sur les résultats en termes d'apprentissage. Nous précisons simplement ici que lorsque nous relions les fonctions de l'instrument aux deux types de tâches identifiées par LEPLAT et PAILHOUS (1977), nous observons que pour les tâches d'exécution, l'instrument SIG assure une fonction de médiation pragmatique et pour les tâches de résolution de problème, une fonction de médiation épistémique.

En termes d'apprentissage, la fonction de médiation pragmatique de l'instrument est assimilée par les apprenants sans difficultés fondamentales. A cela contribue l'activité formative mais également le fait que les représentations du SIG avec lesquelles les apprenants arrivent en formation n'intègrent pas la distinction entre le SIG en tant qu'instrument et le SIG en tant que système technique, ce qui les prédispose à une activité d'exécution. La difficulté pour les apprenants intervient justement lorsqu'ils sont confrontés à la réalisation de projet SIG « Sorme » qui est une tâche élaborée pour laquelle l'instrument

SIG assure une double fonction, épistémique et pragmatique. Dans ces conditions, les apprenants se retrouvent face à une difficulté qui dépasse le cadre de l'apprentissage de l'instrument : la difficulté à construire leur place de professionnels SIG face à la tâche. Est-ce que c'est la tâche qui est en cause ? La manière dont celle-ci est présentée et abordée par les formateurs ? Ou alors les représentations que les apprenants ont de l'instrument SIG n'ont pas été suffisamment préparées à l'introduction de tâches d'un tel degré d'élaboration ?

1.2. LA COMPLEXITE DU SIG

La littérature dans le domaine du SIG annonce l'instrument comme un objet d'apprentissage complexe (HALLGREN 1990) et difficile à apprendre (MEDYCKYJ-SCOTT 1991, WURTZ 1996) mais ces caractéristiques a priori sont peu argumentées. L'un des résultats de notre thèse porte sur le constat des difficultés que cette complexité pose en termes d'enseignement et d'apprentissage.

La complexité est objective, externe à l'utilisateur (AMALBERTI 1996). Dans ces conditions, comment peut-on qualifier de complexe un système technique qui, comme nous l'avons vu tout au long de notre analyse, propose des opérations simples ?

Un premier élément de réponse serait que la complexité du SIG ne vient pas d'un aspect précis du système technique mais de plusieurs facteurs. La littérature nous annonce plusieurs types de facteurs de complexité : les caractéristiques du système (WOODS 1988), les caractéristiques de la tâche et l'expertise nécessaire pour la réaliser (AMALBERTI 1996), le nombre d'opérations nécessaires pour réaliser la tâche et le nombre d'éléments et de relations en jeu (LEPLAT 1988, HOC 1991), la quantité de ressources cognitives nécessaires pour assurer la réalisation de la tâche avec un niveau de performance donné (JAVAUX et De KEYSER 1998) et enfin, lorsqu'il s'agit d'un système informatique, le nombre d'éléments et de relations à prendre en compte (JAVAUX et De KEYSER 1994).

En ce qui concerne le SIG, l'analyse de l'activité de formation met en évidence les facteurs suivants :

1.2.1. COMPLEXITE LIEE AUX DOMAINES SIG

Un premier facteur de complexité du SIG abordé dans la formation est le fait que ***la base conceptuelle du SIG est pluridisciplinaire*** : une multitude de domaines techniques et

scientifiques sont présentés comme étant à la base du principe de fonctionnement du SIG. Ces domaines sont classés hiérarchiquement en domaines fondamentaux – l'informatique et la géographie – et domaines connexes – la cartographie, la géodésie, le dessin assisté par ordinateur, la télédétection et la géostatistique.

Un deuxième facteur de complexité est celui de la ***pluralité des entrées dans les domaines à visiter.*** La formation adopte les entrées suivantes : par les connaissances académiques, par les compétences pratiques, par les usages professionnels, par le fonctionnement technique.

Ces deux facteurs de complexité sont présentés par les formateurs comme des obstacles à l'apprentissage. Les formateurs prennent ainsi la précaution de préparer les apprenants à la rencontre avec les différents domaines : à la fois avec ceux qu'ils pensent maîtriser et sur lesquels ils pourraient penser qu'il ne leur est pas utile de revenir et ceux qui leur sont moins familiers et qu'ils pourraient appréhender. Car même avec un certain niveau d'expertise professionnelle en arrivant en formation, les apprenants ne sont pas compétents dans tous les domaines et ne maîtrisent pas toutes les entrées que les formateurs considèrent comme utiles pour apprendre à utiliser le SIG.

Toutefois, lorsqu'ils déploient l'activité didactique pour aborder les thèmes annoncés, les formateurs rentrent dans des détails très techniques et pas toujours utiles pour l'action SIG. Ils rentrent même parfois sur des terrains qu'eux-mêmes ne maîtrisent pas complétement. Cela ne facilite pas la construction par les apprenants des représentations fonctionnelles du SIG et risque de les amener à rencontrer des difficultés. Ces difficultés peuvent être de nature conceptuelle – comprendre et conceptualiser les définitions, les lois physiques et mathématiques livrées par les formateurs, se représenter le but des actions didactiques – ou de nature technique – maîtrise de l'ordinateur et du logiciel, maîtrise de l'espace géographique, maîtrise des outils cartographiques.

1.2.2. COMPLEXITE LIEE AUX TERMES SIG

Concernant les termes employés dans le monde du SIG, nous identifions essentiellement deux facteurs de complexité. Le premier facteur est le ***vocabulaire technique et professionnel*** qui est particulier au SIG. Ce vocabulaire est nouveau pour une partie des apprenants. Ceux-ci vont devoir se l'approprier : dans un but immédiat, pour suivre la formation dans des conditions favorables à l'apprentissage ; dans un but différé, lorsqu'ils auront intégré le monde professionnel dont la communication entre ses membres est régie par ce vocabulaire.

Au niveau de la formation, cela se traduit par une difficulté d'apprentissage : toute une série de termes nouveaux est employée dès les premiers moments de la formation et cela non seulement par les formateurs, mais aussi par les apprenants plus expérimentés. Les formateurs travaillent avec les apprenants la distinction entre des termes qu'ils se représentent comme prêter à confusion. C'est le cas des termes *vue données* et *vue carte*, *couche* et *vue, fichier* et *couche.* Toutefois, toutes les distinctions nécessaires ne sont pas suffisamment travaillées, comme la distinction entre ce que le SIG est et ce qu'il n'est pas : une carte ou un système de cartes, un outil cartographique ?

De la même manière, les termes employés ne sont pas toujours suffisamment explicités par les locuteurs et cela notamment lorsqu'ils sont introduits par les apprenants. Enfin, pour toute une série de termes, les formateurs autorisent et s'autorisent une utilisation avec une signification qui n'est pas techniquement précise : c'est le cas du terme de *carte*, employé par GIL pour désigner un ensemble de données SIG. Ils autorisent également la mobilisation par les apprenants de termes d'une haute technicité, qui ne concernent pas directement le domaine SIG, mais qui leur étant familiers, les aident à avancer dans l'apprentissage ; c'est ainsi que LOR emploie les termes *requête* et *fichier Access*, DOM celui de *modèle matheux.*

Le deuxième facteur de complexité est le ***caractère polysémique*** des termes SIG, aspect qui se retrouve chez KUHN (1992) sous le terme de « similitude sémantique ». La formation montre en effet que plusieurs termes du vocabulaire SIG ont plusieurs sens, en commençant par le terme SIG, qui désigne à la fois un champ conceptuel, un *« ensemble d'outils informatiques »* et une forme de résultat de l'action. D'autres termes renvoient également au même signifié : les termes *données* et *fichiers,* les termes *fenêtre*, *carte* et *vue.*

D'un point de vue didactique, en dehors de certaines notions qui paraissent fondamentales aux formateurs, la précision des termes employés n'est pas au centre de leurs préoccupations, ni de celles des apprenants. Et en dehors des séquences de cours, dont les interventions sont caractérisées par un langage technique ou savant, les formateurs font appel au registre du langage commun. De cette manière, ils rendent plus facilement accessibles les éléments à apprendre.

1.2.3. COMPLEXITE LIEE AU SYSTEME TECHNIQUE

Un premier facteur de complexité intrinsèque du système technique est la ***multitude de fonctionnalités*** qu'il met à disposition. Les formateurs tentent et arrivent à réduire cette difficulté par une action didactique dédiée : la découverte systématique des fonctions techniques et de leur mode d'utilisation.

Un deuxième facteur de complexité que nous attribuons au système technique est le fait qu'il offre ***plusieurs possibilités d'action*** pour la réalisation d'une action donnée. Les formateurs sont sensibles à cet aspect et offrent aux apprenants la possibilité de construire plusieurs manières d'agir. La diversité d'actions est introduite graduellement et en relation avec des situations d'utilisation. Cela favorise l'apprentissage, en permettant aux apprenants de se représenter le fait que dans une situation donnée, certaines solutions sont plus pertinentes que d'autres. Toutefois, tout en ouvrant le champ des possibles, cette modalité didactique crée des tensions dans le groupe, car ce qui intéresse en priorité les apprenants ce sont les procédures les plus économiques.

Un troisième facteur de complexité est le fait que tout en ayant des effets proches, ***les différentes possibilités n'amènent pas à des résultats identiques***. Cet aspect apparaît dans la formation sans être spécifiquement travaillé par les formateurs dans une visée didactique. Les apprenants le découvrent par eux-mêmes. Ils se retrouvent alors face à une difficulté majeure, parfois immobilisante : le contrôle de l'action, tel que prévu et pratiqué par les apprenants, c'est-à-dire par confrontation avec les résultats obtenus par les autres, n'est plus possible.

Un quatrième facteur de complexité est lié au ***fonctionnement du système technique***. Il convient de distinguer deux volets de l'action instrumentée :

- une partie accessible à l'opérateur, car visible à l'écran,
- une partie qui n'est pas observable par l'opérateur et qui relève du fonctionnement interne du système technique.

La logique de fonctionnement n'est pas facilement perceptible et nécessite un apprentissage en conséquence :

- pour certaines opérations prises en charge par le système technique, l'opérateur est informé du résultat car celui-ci s'affiche à l'écran ; pour d'autres opérations, le résultat n'est pas visible ; ou encore, comme c'est le cas pour la recherche sur la carte de la ville de Quimper, le résultat s'affiche seulement dans une série de configurations de l'écran et pas dans d'autres,
- certaines opérations sont possibles uniquement dans certaines configurations de l'écran,
- le système technique permet de réaliser des opérations « impossibles », comme déplacer un département français sur la carte et le positionner ailleurs, ou « dangereuses » pour l'action future, comme ouvrir plusieurs fois la même couche ou la même fenêtre,
- le résultat de certaines opérations comme l'affichage des données à l'écran prend des formes inattendues ou qui ne sont pas immédiatement opérationnelles,

- pour des opérations problématiques ou irréversibles, les risques d'erreur humaine sont certaines fois annoncés, comme pour fermer une couche de données, et d'autres fois non.

Ces facteurs de complexité annoncent un facteur de difficulté lors de l'apprentissage de l'instrument en autonomie, par exploration : la ***faible transparence opérative*** du système technique garde les apprenants éloignés de son fonctionnement et donc de toute une série de possibilités d'action. Il est ainsi difficile d'accéder à une partie des possibilités d'action ou de leurs résultats autrement que par une intervention didactique de la part des formateurs. Lors des formations SIG, les formateurs prennent donc en considération cet aspect et facilitent l'apprentissage de l'instrument en ouvrant systématiquement aux apprenants la transparence opérative afin qu'ils aient accès au fonctionnement du système technique.

Enfin, le cinquième facteur de complexité du système technique concerne la ***capacité de l'ordinateur*** à sauvegarder une grande quantité de données selon une organisation « libre », c'est-à-dire laissée à la latitude du professionnel. Contrairement aux quatre autres facteurs, celui-ci est induit justement par le fait que le processus de sauvegarde est transparent pour le professionnel, alors que celui-ci a pris l'habitude de se laisser orienter par le système technique. Dans ces conditions, il arrive aux apprenants de construire des systèmes élaborés et parfois compliqués d'organisation de données et de ne plus se souvenir de l'endroit où ils ont stocké les couches de données SIG.

Au regard des facteurs de complexité évoqués, le fonctionnement du système technique apparaît comme une composante déterminante du système de représentations fonctionnelles du SIG.

En effet, dans la formation, une partie importante de l'apprentissage du SIG se situe à ce niveau. Toutefois, à certains moments, les apprenants n'arrivent pas à se représenter ce fonctionnement au regard d'une tâche donnée. On constate alors que cela engendre des difficultés à plusieurs niveaux : la difficulté à réussir la tâche assignée, qui a une visée immédiate ; mais également la difficulté à construire une représentation du fonctionnement conjoint du système Homme-machine et donc de leur place dans le système.

1.2.4. COMPLEXITE LIEE A LA RELATION HOMME – MACHINE

Selon RABARDEL (1995), on a toujours tendance à minimaliser l'importance de la composante humaine du travail instrumenté, surtout pour des tâches dites simples. Or, dans la formation SIG, c'est plutôt la composante technique qui est minimisée. L'activité didactique des formateurs met en avant l'action humaine et travaille peu sur le fait que le

SIG est un système technique actif qui prend en charge une partie de l'action. L'action avec SIG est pourtant très procédurale et cela a plusieurs implications sur l'activité des futurs professionnels.

Un premier facteur de complexité au regard de la relation entre l'instrument SIG et le professionnel est le fait que le SIG ***ne dispense pas l'opérateur de sa participation à la tâche et ne lui simplifie pas la tâche***. Car le SIG n'est pas un système automatique. Même pour les actions SIG les plus simples, l'humain pilote l'action en prenant en charge sa programmation. Il est le maître de l'action. C'est dans cette optique que certaines actions SIG, comme l'action 8, peuvent être automatisées. Celles-ci sont toutefois peu nombreuses et ne font pas l'objet d'un choix didactique de la part des formateurs, même si nous avons vu qu'elles intéressent les apprenants.

Dans sa co-activité avec le système technique, le professionnel est le garant de la réussite et le responsable de l'échec de l'action. C'est en effet par la compréhension du fonctionnement de l'instrument qu'une partie des erreurs peut être évitée. C'est également par la compréhension du fonctionnement du système technique que de nouveaux usages peuvent être envisagés. Ainsi, l'apprentissage du SIG doit s'inscrire dans une double démarche ***d'instrumentation et d'instrumentalisation***.

MOUNOUD (1970) et RABARDEL (1993 p.105) ont observé que les novices sont tentés d'agir avec instrument comme ils agiraient sans instrument. Or nous avons vu, notamment avec VIV, que ce mode d'action n'est pas toujours opératif, d'où la nécessité de connaître le fonctionnement de l'instrument avant de s'attaquer à la tâche. Quant à l'utilisateur expérimenté, il a avec l'instrument un « fonctionnement conjoint », ce qui détermine un système unique de commande de l'action et que les formateurs tentent de construire chez les apprenants.

L'un des résultats de notre thèse porte sur la démarche à adopter pour un apprentissage élargi de l'instrument SIG. Nous constatons ainsi que le système technique exige un apprentissage méthodique.

En formation, l'apprentissage du SIG démarre avec une intention d'instrumentation : découverte systématique des fonctions techniques et des actions prévues selon les schèmes d'utilisation de l'instrument. Le système technique se trouve à ce moment au centre de l'apprentissage. Par ailleurs, inscrire la formation dans une logique de fonctionnement est une préoccupation forte des formateurs ; comme nous l'avons souligné, ceux-ci souhaitent ouvrir aux apprenants la transparence opérative du système technique.

En revanche, ce qui préoccupe les apprenants est la logique d'usage, car ils arrivent en formation avec des intentions et des représentations de l'instrument construites en lien avec les tâches professionnelles à réaliser. Très tôt dans la formation, ils tentent d'orienter

l'apprentissage du SIG vers les tâches professionnelles qui sont les leurs. Ils cherchent des procédures économiques qui permettent d'agir sans avoir à prendre en considération la logique de fonctionnement. Toutefois, la démarche d'instrumentalisation n'est possible qu'à partir d'un certain degré de connaissance des possibilités du système technique. Tentée trop tôt dans la formation, notamment par VIV, cette approche de l'apprentissage présente un risque d'échec.

Le deuxième facteur de complexité concerne ***la co-activité homme-machine***. On constate que pour toute action instrumentée, le professionnel et le système technique se partagent les opérations. Les deux appliquent des procédures et pour que l'action soit efficace, les procédures doivent s'accorder. La difficulté qui intervient à ce niveau vient du fait que le système technique ne prévoit pas toujours de passerelle entre l'action humaine et l'action instrumentale. Trois situations ont été observées : 1/ une partie des opérations exécutées par le système technique sont commandées par le professionnel, en appuyant sur un bouton « ok » ; 2/ une autre partie de ces opérations se déclenche sans que le professionnel en soit prévenu ; 3/ enfin, dans certaines situations, comme pour l'action de calage, le système technique demande un choix de la part du professionnel. La « communication » avec le système technique passe alors par le « langage » de la machine. En formation, nous observons que l'absence de maîtrise de ce langage, lorsqu'il ne correspond pas au langage courant, peut orienter les professionnels vers des choix qui ne sont pas efficaces. Les apprenants se retrouvent également en difficulté lorsque le système technique occulte le résultat d'une action, car, dans certains cas, le résultat de l'action assure la fonction de finalisation des représentations fonctionnelles.

Nous identifions ainsi que ***l'absence de transparence opérative*** déjà évoquée, est également un facteur de complexité du système Homme-machine ainsi qu'un facteur de difficulté pour l'apprentissage de l'instrument.

Dans le cadre de la formation, les formateurs ouvrent à de nombreux moments aux apprenants la transparence opérative du système technique, mais ils ne le font pas systématiquement. De plus, ils limitent l'intervention formative à l'apprentissage des procédures humaines et ne travaillent pas avec les apprenants la distinction entre la partie de l'action exécutée par le professionnel et celle qui revient au système technique. Ils laissent à la charge des apprenants l'apprentissage de la manière de communiquer avec la machine. Cela ne pose des difficultés aux apprenants que lorsqu'un problème survient dans la réalisation de l'action et dans ce cas, les formateurs lèvent les difficultés par des interventions didactiques ciblées. Pourtant, la connaissance du fonctionnement du système technique permet de faire cette distinction : nous l'avons montré à travers les schémas d'action que nous avons réalisés pour les actions techniques analysées.

Enfin, nous discutons ici un aspect qui n'est pas un facteur de complexité mais un facteur de difficulté potentielle lors de la construction par les apprenants des représentations du système technique : la question de l'***erreur instrumentale.*** Connaître le fonctionnement du système technique amène à penser qu'une erreur instrumentale est peu probable. En effet, nous n'avons pas relevé de telles situations pendant la formation. Cet aspect est pourtant régulièrement invoqué par les professionnels (les apprenants expérimentés et les formateurs) lorsqu'ils sont dans l'impossibilité de trouver une solution efficace aux problèmes qu'ils rencontrent. Nous avons pu constater qu'ils se représentent la probabilité d'une erreur comme étant très faible, car pour « accuser » une erreur du système technique ils recourent à la personnification de celui-ci : ils lui attribuent ainsi des propriétés de choix (*il me propose)*, de discernement (*il reconnaît)* et de désobéissance *(je l'ai ajouté mais il n'a pas…).*

1.2.5. COMPLEXITE DE L'ACTION

L'un des facteurs de complexité porte sur le fait que ***l'action est instrumentée***. Comme le souligne RABARDEL (1993), la tâche ne se réalise pas de la même manière selon qu'elle est réalisée avec ou sans l'instrument SIG. Pratiquer le SIG, suppose ainsi une adaptation des manières d'agir du professionnel aux possibilités de l'instrument.

Le deuxième facteur de complexité porte sur le fait que les tâches SIG nécessitent un ***enchaînement de plusieurs opérations.*** Pour les actions les plus simples, il s'agit notamment d'une suite d'***opérations d'exécution***. Les opérations sont généralement simples, mais nombreuses. De plus, chaque opération d'exécution nécessite à son tour des opérations de prise d'information. Quant aux tâches plus élaborées, comme la tâche Sorme, une nouvelle dimension s'ajoute au travail du professionnel, qui assure également une *fonction de conception* de la tâche en réponse à un problème posé. Cela suppose que le professionnel connaisse les possibilités d'action du système technique, ce qui le place dans une démarche d'apprentissage par instrumentation.

Dans ces conditions et étant peu guidées par le système technique, les procédures font dans la formation l'objet d'un apprentissage spécifique, lors duquel l'investissement demandé aux apprenants est important.

Le troisième facteur de complexité est lié à ***l'ordre d'exécution des opérations***. Les actions et les opérations qui participent à la réalisation d'une tâche sont organisées selon un ordre imposé par le fonctionnement du système technique. Nous avons constaté, pour la tâche Sorme, que certaines actions se situent au même niveau et peuvent être permutées, alors que d'autres actions se déterminent de manière chronologique.

L'ordre des opérations dans la réalisation des actions n'est pas travaillé par les formateurs en tant que concept. Toutefois, le processus de construction du système de représentations fonctionnelles porte chez certains apprenants sur cet aspect ; il est intéressant de préciser que le concept d'ordre se construit chez les apprenants à partir de situations dans lesquelles il ne se manifeste pas, c'est-à-dire à partir des actions situées au même niveau (tâche Alpha). C'est probablement parce qu'il se construit par expérience que cet aspect du travail SIG est difficile à enseigner.

Enfin, le quatrième facteur de complexité est lié aux ***règles qui régissent l'action SIG***. Les règles d'action SIG sont d'une part, peu formalisées et d'autre part, peuvent varier en fonction des conditions de la situation. En tant que professionnels expérimentés, les formateurs savent agir dans une situation nouvelle et inattendue, mais il leur est parfois difficile d'argumenter leur choix technique. Dans ces conditions, pour dépanner les apprenants, le formateur F1 prend souvent la main sur le poste de travail des apprenants et réalise lui-même, sans verbaliser, des opérations nécessaires. Il semble s'agir ici d'une forme d'action développée par expérience, que VYGOTSKI appelle « *intelligence pratique, cette espèce de mi pensée, mi intuition, qui est très faible en termes de conceptualisation mais qui oriente l'action du sujet* » (BROSSARD 2004).

1.2.6. COMPLEXITE LIEE AUX DONNEES UTILISEES

Le premier facteur de complexité des données que nous évoquons porte sur la ***variabilité des caractéristiques de la réalité-terrain***. Il est ainsi difficile de déterminer parmi les aspects géographiques, économiques et administratifs, les caractéristiques déterminantes d'une situation et pour une tâche donnée.

Le deuxième facteur de complexité est la ***richesse de formes*** que peuvent prendre les données qui concernent un même thème. Cet aspect est discuté dans la formation en relation avec la pertinence d'utilisation, dans une situation donnée, d'une couche de données par rapport à une autre : utiliser le parcellaire cadastral ou le parcellaire agricole ?

Un troisième facteur de complexité porte sur la ***diversité de formats informatiques*** que le SIG accepte. Cela fait augmenter le volume de données utilisables, mais multiplie les procédures d'intégration de ces données dans le SIG. Plusieurs modalités d'ouverture d'une couche ont ainsi été abordées dans la formation : format natif .tab, format Excel, format Access, format image .tif, format .wor. Nous avons vu que la procédure pour ouvrir ces données n'est pas fondamentalement différente : une partie des opérations étant commune, cela renvoie à la nécessité de construction d'une représentation fonctionnelle ouverte, à la fois généralisée à toute une série de possibles et adaptable à chaque possibilité.

Les facteurs énoncés introduisent plusieurs difficultés pour le professionnel face à la tâche SIG : une de ces difficultés est d'identifier parmi les caractéristiques de la situation de terrain, celles qui sont déterminantes pour résoudre le problème posé dans les conditions les plus économiques. Cela revient à trouver ce qu'OCHANINE (OCHANINE et CHEBEC 1968) appelle la structure opérative de l'objet de l'action. Ensuite, pour que les données retenues puissent être utilisées, elles doivent être disponibles. Or la préoccupation des apprenants à récupérer des données en toute circonstance montre qu'ils se représentent ces données comme difficiles à obtenir. De plus, les données disponibles n'ont pas une forme adaptée au problème posé ; la difficulté des professionnels consiste à les transformer pour les rendre efficaces.

Un quatrième facteur de complexité porte sur les ***multiples composantes des données*** et sur les relations entre ces composantes. En effet, les couches SIG sont composées de deux niveaux d'information, qui leur confèrent deux entrées possibles dans l'action :

1/ un niveau d'information visuelle, donnée par les objets graphiques de chaque couche. Par leur emplacement, forme et dimensions, les objets graphiques renseignent sur les caractéristiques physiques du terrain. Les objets ont un statut d'entités indépendantes. Chaque objet est géoréférencé et caractérisé par des coordonnées géographiques associées à un système de projection cartographique. Chaque objet peut être travaillé : modifié voire supprimé, parfois en défiant les lois géographiques, comme lorsque le formateur F1 déplace un département français. Les objets graphiques renseignent également sur les relations entre entités : voisinage, inclusion ou distance. La difficulté qui intervient à ce niveau porte sur le fait que le nombre d'objets et de relations est limité par des règles cartographiques que nous formulons de la manière suivante : *trop d'information tue l'information* et *une information peut en cacher une autre*.

2/ un niveau d'information attributaire (ou *sémantique*), qui décrit, de manière explicite (texte, chiffres) ou implicite (codification), les propriétés des objets qui ne sont pas représentables graphiquement.

Pour une tâche SIG, certaines questions sont traitées en s'appuyant sur la partie graphique, d'autres questions amènent à interroger les données attributaires, tandis que les questions complexes mobilisent simultanément les deux niveaux d'information.

En formation, les formateurs font travailler les apprenants sur ces aspects en mettant en relation la logique de fonctionnement et la logique d'utilisation du système technique : les représentations fonctionnelles des apprenants se construisent ainsi à partir des intentions en termes d'action et de faisabilité technique de celles-ci.

1.2.7. COMPLEXITE DES TACHES ET DE PROBLEMES A RESOUDRE

L'un des facteurs essentiels de complexité au regard des tâches SIG est introduit par les ***fonctions assurées par le SIG***. La représentation des champs d'intervention du SIG est difficile à construire en raison de la richesse d'usages et de la variété de problèmes solvables. Cet aspect est travaillé dans la formation à travers les tâches didactiques proposées aux apprenants. La tâche Sorme permet d'identifier une des limites d'intervention du SIG : celui-ci ne permet pas de résoudre des problèmes de terrain. Cette place est cependant difficile à définir et à tenir, notamment par les apprenants qui, en tant que professionnels, assurent à la fois la réalisation de l'outil SIG d'aide à la décision et la prise de décision. Il ressort ainsi que d'une manière générale, le SIG assure la résolution de problèmes de compréhension de l'organisation de l'espace. Une double distinction des usages du SIG ressort à travers les tâches proposées en formation :

1/ au niveau de l'échelle d'observation : échelle locale (tâche Sorme), échelle nationale (tâche Quimper), échelle mondiale (tâche Alpha),

2/ au niveau des buts visés, les tâches SIG pouvant être plus ou moins élaborées : visualiser la zone d'étude, rechercher des occurrences (la ville de Quimper, les exploitations en surcharge d'entrants azotés, modéliser des transformations sur le terrain pour observer leurs effets (interdire à l'épandage les parcelles en prairie, à forte pente et qui sont proches de la rivière).

Quant à la tâche Sorme, celle-ci est une tâche complexe. L'un des facteurs de sa complexité vient de la durée de sa réalisation (14 heures), qui fait qu'elle ne peut pas être réalisée d'un trait. Cela nécessite une organisation spécifique : 1/ un découpage en sous-tâches, sur la base des possibilités d'action connues et 2/ un découpage en unités de temps de formation.

1.2.8. COMPLEXITE DE L'ACTIVITE

Le facteur central de complexité de l'instrument SIG au regard de son utilisation pour des usages avancés est ***l'activité élaborée que son apprentissage déclenche***. Nous observons que l'instrument SIG ne facilite et ne simplifie l'activité du professionnel qu'à partir du moment où celui-ci s'est approprié convenablement ses possibilités, son fonctionnement, les procédures et règles d'actions, les concepts pragmatiques essentiels comme ceux de *couche*, de *géoréférencement* et de *sauvegarde*.

L'activité du professionnel SIG se situe simultanément dans plusieurs espaces de travail :

- l'espace géographique, qui est une représentation mentale de la réalité du terrain. Car tout en ayant la conscience, culturellement acquise, de l'immensité de l'espace géographique, le professionnel doit se limiter à une partie de ses caractéristiques : celles qui sont pertinentes dans une situation et pour une tâche donnée. Il doit construire un espace géographique de référence,
- l'espace informatique, qui est l'espace du logiciel et de la modélisation mathématique du réel, l'information numérique, des couches et des objets graphiques,
- l'espace problématisé, qui est celui du projet SIG construit en formation de la représentation du problème à résoudre,
- espace visuel qui est celui de la représentation graphique affiché à l'écran.

Enfin, un autre facteur de complexité de l'activité SIG est donné par le fait que le mode opératoire du professionnel n'est pas unique ; celui-ci est construit par chacun, en fonction de ses représentations indiquées ci-dessus, à leur tour construites en fonction des connaissances et de l'expérience du professionnel. S'exercer à la réalisation de tâches SIG apparaît ainsi comme l'une des composantes d'un apprentissage efficace de l'instrument.

2. CONDITIONS POUR APPRENDRE

Après avoir discuté le fait que le SIG est un objet d'apprentissage complexe et élaboré, nous discutons maintenant les modalités que les formateurs mettent en place pour favoriser et faciliter l'apprentissage au regard de cette complexité. Nous mettons maintenant en évidence ce qui parmi ces modalités ressort comme éléments significatifs en termes de formation et d'apprentissage.

2.1. LE CONTRAT BILATERAL

Le contrat didactique bilatéral est mis en place par les formateurs, en début de formation, pour ***assurer une fonction de mobilisation des apprenants*** dans la formation et d'engagement dans l'apprentissage. Nous avons discuté les éléments abordés lors du contrat bilatéral initial. Nous souhaitons revenir sur certains aspects du contrat bilatéral, qui ont été revisités par les formateurs et les apprenants ou qui n'ont pas été respectés.

Comme nous l'avons anticipé, les formateurs sont intervenus à plusieurs reprises pour reposer les objectifs visés. Lorsque l'activité collective s'est éloignée des objectifs visés, les

formateurs n'ont pas toujours agi de la même manière : ils sont parfois intervenus pour ramener l'activité sur le terrain prévu ; à certains moments, ils ont redéfini le contrat afin d'attribuer un statut à des thèmes initialement non prévus ou encore, ils ont « cassé » le contrat sans prévenir. Cela a été possible, dans les conditions où le comportement social des apprenants a permis l'installation progressive entre les formateurs et les apprenants d'une relation de nature professionnelle qu'on peut qualifier de collégiale : en tant que membre du groupe professionnel, tout le monde est autorisé à prendre la parole. Cependant, en acte, seuls ceux qui ont un certain niveau d'expertise interviennent. Nous identifions ainsi un comportement didactique des apprenants, qui s'expriment seulement pour livrer ou pour demander des éléments jugés utiles pour l'apprentissage visé. Quant aux formateurs, ceux-ci prennent devant les apprenants une posture de professionnels plus expérimentés, qui aident et qui conseillent. Les apprenants portent un jugement évaluatif sur l'activité des formateurs et la sanctionnent lorsque celle-ci ne semble pas correspondre à cet élément du contrat.

Une autre fonction observée pour le contrat bilatéral est de ***présenter les apprentissages programmés et les modalités associées***. Lors de cette présentation, MI apparait comme un instrument didactique et non pas comme un instrument de travail. Ainsi, l'apprentissage n'est pas annoncé par les formateurs comme étant procédural. Toutefois, nous avons observé que la formation porte essentiellement sur l'apprentissage des procédures avec MI. La place de la résolution de problèmes avec SIG, annoncée dans le contrat comme essentielle, se retrouve réduite dans la mise en œuvre. Les apprenants ne prêtent pas attention à cette modification du contrat bilatéral initial. Ou du moins, ne la discutent pas. Face à la seule situation de résolution de problème qu'ils ont eu à effectuer (conception de la tâche Sorme) et qui leur a peu apporté en termes d'apprentissage du SIG, les apprenants ont paru rassurés en revenant sur une activité d'apprentissage de procédures instrumentées MI.

2.2. LE DISPOSITIF DE FORMATION ET L'ACTIVITE DES FORMATEURS

La didactique professionnelle invite les formateurs à concevoir des dispositifs de formation sur la base d'une analyse préalable des situations de travail avec lesquelles les professionnels auront à se débrouiller après la formation (PASTRE 2006, 2011). Dans la réalité, les formateurs n'ont pas toujours la possibilité d'aller en milieu professionnel pour observer le travail. Dans ces conditions, ils sont contraints de faire avec ce qu'ils ont à disposition. Ils engagent ainsi leur double statut, celui de professionnels SIG expérimentés et celui de formateurs. Ces statuts les autorisent à investir dans la formation leur expérience : l'expérience professionnelle et l'expérience pédagogique.

Les situations de formation analysées sont à la fois préparées et ouvertes. Préparées, parce que sur le plan didactique, les formateurs se munissent d'outils didactiques : ils conçoivent des dispositifs, envisagent des modalités, construisent des situations et définissent un programme. Ouvertes, parce que lorsque des limites sont posées, celles-ci sont repoussées. Ces limites sont repoussées par les apprenants, qui tentent de rapprocher la formation de leurs attentes en termes d'apprentissage, de leurs préoccupations professionnelles, de leur intérêt pour un thème ou un autre. Ces limites sont également repoussées par les formateurs, qui introduisent de manière spontanée des thèmes et des manières de faire qu'ils n'avaient pas initialement prévu d'aborder mais qu'avec l'avancement dans la formation, ils se les représentent comme utiles pour les apprenants.

Les situations didactiques mises en place par les formateurs offrent des conditions d'apprentissage particulièrement riches :

1/ Les « bases » du SIG sont posées aussi bien de manière verbale que dans l'action, à travers une organisation alternée de séquences de cours et de séquences de travaux pratiques accompagnées d'une activité verbale, de guidage de la part des formateurs. Cette organisation est efficace pour l'apprentissage. Des traces a postériori montrent que les représentations fonctionnelles commencent à se construire dès les séquences de cours, même si elles ne deviennent observables que plus tard dans la formation, lorsque les éléments abordés en cours sont investis dans l'action.

2/ Le guidage de l'action par le système technique étant réduit, la formation palie à cette limite du logiciel par un système de guidage par les formateurs à destination du groupe. Nous décrirons plus loin l'évolution de ce système de guidage au fil des séquences formatives.

Le fait que les actions techniques du formateur sont en permanence affichées à l'écran permet aux apprenants de suivre l'action. En début de formation, ce système de guidage prend la forme d'un modèle d'action, que certains apprenants imitent. Ensuite, les formateurs réduisent progressivement le guidage. Avec l'avancement dans l'apprentissage, les apprenants réduisent eux-mêmes la fonction de ce guidage à deux formes d'aide : le contrôle de leur propre action par confrontation avec les résultats du formateur et une aide ponctuelle en cas de besoin.

3/ Une certaine forme d'individualisation est également observée : ayant à disposition des postes de travail individuels, les apprenants ont la possibilité de s'exercer dans des conditions singulières à la manipulation du système technique et à l'action instrumentée. Ils peuvent également, dans une certaine mesure, avancer à leur rythme. Nous observons que l'action individuelle n'empêche pas la collaboration entre apprenants, mais au contraire, peut la favoriser : les plus avancés aident ceux qui sont plus en retard ou qui rencontrent des difficultés, des groupes de réflexion et de rétroaction se créent sur un critère de voisinage.

La modalité d'avancement dans la formation introduit plusieurs tensions :

- Première tension. Entre 1/ ce que l'objet SIG impose comme orientation dans l'apprentissage : l'ordre des aspects à traiter, les concepts essentiels pour la construction des représentations fonctionnelles, 2/ ce que les formateurs choisissent d'aborder et dans quel ordre et 3/ ce que les apprenants mettent effectivement en œuvre dans leur activité et cela d'ailleurs pas toujours de manière intentionnelle. Car ces derniers avancent dans l'apprentissage avec leurs représentations, qui sont à construire, à transformer, à faire évoluer. Ils ont pour cela besoin d'éléments qui ne sont pas les mêmes pour tous.

- Deuxième tension. Entre logique de fonctionnement et logique d'utilisation du système technique choisi pour la formation. Pendant que les formateurs tentent d'ouvrir la transparence opérative, les apprenants eux, cherchent des procédures faciles à mettre en œuvre pour des usages professionnels qui sont ou seront les leurs. Cette tension ne pose pas des difficultés particulières car elle est dépassée par la double approche de l'instrument fonctionnement/utilisation.

- Troisième tension. Entre ce que l'utilisation du système technique nécessite de savoir et ce que ce même système ne permet pas de voir. Cette tension est également dépassée par les formateurs, qui ouvrent la transparence opérative à chaque fois que cela est nécessaire pour l'action ou pour la compréhension des apprenants.

- Quatrième tension. Entre les intentions des formateurs en termes d'apprentissage et les pratiques pédagogiques qu'ils emploient pour tenter d'y arriver. Alors que les précédentes tensions sont maîtrisées par les formateurs, cette tension ressort davantage tout au long de la formation. Car en agissant en professionnels, les formateurs ne mobilisent pas toujours les modalités pédagogiques les plus adaptées face aux difficultés des apprenants.

La formation est caractérisée par une co-animation et de ce fait par une co-orientation. L'un des résultats de cette thèse porte sur la mise en évidence de l'intérêt de l'activité de co-animation des deux formateurs. Le partage des rôles dans la co-animation est préparée mais n'est pas toujours respecté du fait d'imprévus qui amènent dans l'activité collective des orientations, des bifurcations ou des retours sur des thèmes traités antérieurement. A cela s'ajoute l'intervention des apprenants qui, autorisés par le contrat bilatéral, se manifestent et orientent la formation dans les directions qui leur semblent les plus profitables. Les imprévus observés sont principalement de deux natures : incidents techniques et obstacles épistémologiques.

Lorsque ce sont les apprenants qui introduisent les imprévus, c'est le plus souvent dans un but d'apprentissage : apprentissage pour eux-mêmes, lorsqu'il s'agit de demandes d'aide ou de précisons ; apprentissage pour les autres, lorsqu'ils interviennent pour livrer au groupe leurs connaissances et expériences, pour orienter ou réorienter la situation didactique. Les formateurs suivent parfois les apprenants dans la direction souhaitée. Les incidents sont alors exploités d'un point de vue didactique par les formateurs. Il arrive toutefois que des imprévus échappent au contrôle des formateurs, qui se trouvent en limite de compétences techniques ou pédagogiques. Dans ces situations, la place du « didactique » dans la formation peut être interrogée.

Nous organisons la suite de la discussion **en fonction du déroulement de la formation, qui est organisé en 5 temps.**

Premier temps : Présentation de la formation,
Deuxième temps : Tour de table,
Troisième temps : Séquences de cours,
Quatrième temps : Séquences de travaux pratiques qui visent la découverte de MI,
Cinquième temps : Séquences de conception et de réalisation d'une tâche SIG élaborée, la tâche Sorme.

Cette organisation permet d'observer l'évolution du système de formation et du processus de construction des représentations fonctionnelles chez les apprenants.

2.2.1. SEQUENCE DE PRESENTATION DE LA FORMATION

Lors de la première séquence de la formation, les formateurs engagent les apprenants dans l'apprentissage de la manière suivante :

- en précisant le but didactique général, qui est *apprendre à utiliser le SIG*, et que les formateurs décomposent en deux buts didactiques qui ressortent comme étant centraux pour l'apprentissage : 1/ la construction de concepts SIG, 2/ la mise en situation de confrontation avec des situations et des difficultés potentielles,
- en incitant les apprenants à participer activement à la construction de la situation didactique par la prise de parole,
- en annonçant une activité pratique, de manipulation du système technique, organisée autour d'un système de guidage de l'action assuré par les formateurs.

Les conditions sont ainsi posées pour un avancement dans l'apprentissage sur plusieurs terrains et selon des approches multiples : concepts, situations de travail, manipulation du système technique, expression orale.

2.2.2. SEQUENCE TOUR DE TABLE

Lors du tour de table, les apprenants sont déjà engagés dans l'apprentissage. A la demande des formateurs, ils parlent de leur travail en relation avec le SIG, en exprimant leurs propres buts, intentions, attentes. Ils sont ainsi amenés à livrer leurs représentations du SIG en présentant leurs tâches de travail, leurs connaissances et éventuellement leur expérience avec l'instrument. Ils sont également amenés à faire évoluer ces représentations lorsqu'ils se projettent dans l'avenir évoquer leurs attentes en termes d'utilisation future du SIG.

Le tour de table est l'occasion d'une mise en commun de situations de travail, plus ou moins problématiques, qui préparent les apprenants aux difficultés d'apprentissage du SIG.

Selon Teiger (1993 p.330), les professionnels se représentent – et présentent – leur travail de manière *globale : « l'activité est souvent définie par le métier ou décrite de façon prescriptive et tous les éléments de la situation de travail y concourent ».* Le tour de table présente ainsi un intérêt pour les formateurs, qui découvrent les situations professionnelles, les connaissances et l'expérience des apprenants. Ils réalisent à partir de ces données un premier niveau d'analyse des représentations des apprenants dans le but d'adapter leurs modalités d'intervention. Cet aspect de l'intervention formative est davantage observable lorsque les formateurs interviennent de manière individuelle après des apprenants.

2.2.3. SEQUENCES DE COURS

Deux de nos résultats concernent les séquences de cours.

Le premier résultat porte sur la profusion de termes techniques, nouveaux pour les apprenants, qui conduit à une confusion autour de la définition du SIG et ensuite autour des projections cartographiques. Une tension se crée chez les formateurs entre la quantité d'informations à livrer et le guidage à assurer pour que les apprenants puissent hiérarchiser les caractéristiques du SIG et les mobiliser dans la construction des représentations fonctionnelles.

Le deuxième résultat se situe sur le plan de l'action instrumentée future pour laquelle les formateurs s'emploient à préparer dès maintenant les apprenants. On voit ainsi qu'à travers les séquences de cours, les formateurs ne font pas qu'apporter des notions, mais tentent de donner un sens à l'activité future des apprenants. Les cours constituent déjà un premier niveau d'apprentissage ; mais ils préparent également les apprenants pour un apprentissage plus technique.

2.2.4. SEQUENCES DE DECOUVERTE DU SYSTEME TECHNIQUE MI

Les séquences de travaux pratiques sont caractérisées par un engagement progressif des apprenants dans l'action SIG. L'apprentissage de l'utilisation de MI est ainsi structuré en « unités », dès les plus élémentaires – les fonctions techniques – aux plus élaborées – les tâches didactiques Quimper et Alpha. Chaque unité a vocation à être intégrée ultérieurement dans un système plus vaste. Les formateurs semblent ainsi considérer que pour réaliser des tâches professionnelles, les apprenants ont besoin de pouvoir d'abord réaliser certaines actions techniques ; et pour réaliser ces actions, la connaissance des fonctions techniques et de leur mode d'activation est requise.

La découverte du système technique MI se structure de la manière suivante :

- discussions sur le thème du fonctionnement de MI (formation D),
- alternance d'épisodes de présentation de fonctions techniques et d'épisodes d'exécution de plusieurs actions simples et fondamentales pour une utilisation plus élaborée du SIG,
- exécution d'actions plus élaborées.

Séquences de discussions

Cette série de séquences, qui intervient uniquement lors de la formation D, a une fonction didactique, de projection dans l'action, de mobilisation de connaissances et de l'expérience des apprenants qui ne sont pas novices. Toutefois, cette série de séquences interroge le déroulement prévu de la formation D, car il s'agit d'une ***intervention didactique*** qui ***n'est pas préalablement organisée*** et qui ***s'organise au cours de l'action.***

Cette série de séquences montre que ***dans une séance de travaux pratiques, la place de la pratique peut être partielle.*** En effet, le système technique occupe une place essentielle sans être mobilisé. Son fonctionnement est abordé verbalement, d'une manière particulièrement détaillée, qui ne reviendra pas par la suite de la formation. Cela montre que des aspects de fonctionnement peuvent être abordés verbalement. Par la suite de la formation, l'apprentissage technique prendra toute la place et le fonctionnement du système technique sera abordé uniquement dans l'action, comme moyen mis à disposition des apprenants pour dépasser des obstacles techniques ou épistémologiques.

Toutefois, aborder le système technique de cette manière limite la participation active des apprenants, car il renvoie nécessairement à des représentations du système technique et suppose que les apprenants aient construit ces représentations. Or, hormis quelques personnes qui ont déjà une première expérience du logiciel, les apprenants méconnaissent à

la fois le système technique et les opérations que celui-ci permet de réaliser et n'ont pas de référent auquel raccrocher les éléments mis en discussion.

Nous constatons qu'effectivement, seuls les apprenants les plus expérimentés (selon le tour de table) interviennent. Ils se représentent ces séquences comme des espaces d'apport, d'enrichissement et ils participent pour apporter des choses à la situation didactique. Malgré cela, la fonction didactique de ces séquences peut être interrogée au regard des constats suivants :

- les représentations existantes chez les plus expérimentés se montrent à plusieurs reprises résistantes à l'intervention didactique,
- certains apprenants expérimentés expriment leur difficulté à se représenter les aspects évoqués par les formateurs ou par leurs collègues.

Dans ces conditions, les apprenants les plus novices pourraient effectivement se retrouver en difficulté, débordés par les termes techniques employés et désorientés par les changements de direction de l'intervention verbale. Les représentations des novices pourraient avoir des difficultés à se construire.

Le fonctionnement du système technique est également abordé en rapport à la logique d'utilisation. Les aspects mis en discussion ici s'inscrivent de manière alternative dans les deux logiques d'apprentissage : la logique de fonctionnement et la logique d'utilisation du système technique. Les formateurs illustrent des aspects de fonctionnement du système technique par des situations d'utilisation. Cette manière d'aborder le système technique peut être considérée comme favorisant l'apprentissage, dans la mesure où le champ de l'action didactique est plus élargi et les possibilités de capter l'attention des apprenants sont plus nombreuses. En effet, les apprenants adhèrent et s'engagent dans cette double approche fonctionnement/utilisation : certains font appel à des situations d'utilisation qui leur sont familières pour avancer dans la compréhension des aspects de fonctionnement ; d'autres, moins intéressés par le fonctionnement, tentent de lui trouver une utilité professionnelle immédiate, en le transférant vers des situations professionnelles qui sont les leurs.

Les formateurs abordent également la relation entre SIG et MI, le premier en tant que domaine technique et le second en tant que moyen technique d'action. Ils travaillent ainsi la construction chez les apprenants de représentations plus ouvertes du SIG et cela sur deux plans :

1/ pour que ces représentations ne limitent pas les apprenants à des tâches d'exécution et leur permettent de s'orienter vers des tâches plus élaborées,

2/ pour que ces représentations dépassent le cadre du logiciel MI utilisé en formation. Dans les apprentissages techniques, les formateurs sont contraints d'utiliser un seul système technique, alors qu'il en existe plusieurs. Or, tout en répondant aux principes généraux de fonctionnement du SIG, MI a ses spécificités. En faisant des références à d'autres systèmes techniques et des comparaisons avec celui qu'ils utilisent en formation, les formateurs favorisent chez les apprenants la construction de représentations du SIG plus ouvertes vers d'autres systèmes techniques qu'ils pourront utiliser en tant que professionnels. C'est ainsi que lorsqu'ils caractérisent MI, ils le font en référence et en comparaison avec d'autres systèmes techniques :

- du point de vue ergonomique : *« moins complexe »* et plus intuitif que d'autres logiciels SIG,
- du point de vue professionnel : un outil parmi d'autres, fiable, déjà utilisé par des collectifs de professionnels,
- du point de vue didactique : *« plus simple à utiliser en cours que d'autres solutions »*.

MI ressort comme ayant été choisi par les formateurs parce qu'il est plus pratique pour apprendre des procédures.

Nous avons vu lors des séquences de cours que les notions théoriques introduisaient l'apprentissage du fonctionnement du système technique. Cette fois, c'est en abordant le système technique, aussi bien du point de vue de son fonctionnement que du point de vue de son utilisation, que sont introduites des ***notions SIG***. Les formateurs travaillent cette fois avec les apprenants la construction de sens par la distinction entre ces notions, d'une manière plus proche de l'action, à l'aide de démonstrations à l'écran : entre *couche* et *vue*, entre *couche* et *fichier*, entre *fenêtre carte* et *fenêtre données*. Certaines notions, comme celle de *couche*, annoncent des concepts prometteurs pour l'apprentissage du SIG. D'autres, très techniques, comme celle de *mémoire temporaire*, ne reviendront plus.

Séquences de présentation des fonctions techniques

La première série de séquences programmées de travaux pratiques est dédiée à la **prise de contact** avec le système technique, mais pas encore dans l'action : les apprenants ne manipulent pas le système technique. L'action future est ici préparée par la découverte de l'environnement technique, de son fonctionnement général ainsi que des fonctions techniques disponibles.

A partir de ce moment, l'activité didactique se poursuit selon la progression fonctions-actions-tâches :

Découverte des moyens d'action (fonctions techniques associées à des opérations) → *Mise en action des fonctions techniques (actions techniques)* → *Réalisation des actions techniques au service de buts (tâches didactiques simples)*

Séquences de manipulation du système technique

Cette série de séquences est dédiée à la réalisation par les apprenants des **actions techniques simples**. Nous parlons d'*actions* pour souligner le fait que n'étant pas reliées à un but situé, le terme de tâches dans le sens de LEPLAT nous paraît inapproprié. Le qualificatif *simple* reprend le terme employé dans la littérature du domaine « GIS congition » (*basic tasks*) et pointe le fait que ces premières actions sont moins élaborées que par la suite. Enfin, le terme *techniques* traduit le fait que l'instrument SIG est mobilisé exclusivement pour sa fonction de médiation pragmatique.

L'intérêt pour les apprenants des actions techniques est pour le moment limité. Les actions techniques deviendront intéressantes lorsqu'elles seront mises au service d'un but et participeront à la réalisation de tâches. Mais pour le moment, l'activité didactique développée autour de celles-ci est focalisée principalement sur l'appropriation des procédures associées.

Lors de cette partie de la formation, nous observons une activité de **construction de la part procédurale des représentations de l'action SIG**. Dans un premier temps, les apprenants s'entraînent à manipuler les procédures qui leur sont livrées dans leur intégralité ou quasi intégralité par les formateurs. Ensuite, avec l'avancement dans l'apprentissage, ils participent activement à la construction de ces procédures en prenant en charge une partie de l'action.

Nous allons maintenant discuter les ***conditions didactiques*** lors des séquences de manipulation du système technique par les apprenants. Parmi ces conditions, une grande place est occupée par l'environnement tutoral, avec ses deux composantes, technique et humaine : postes de travail individuels pour s'exercer en situation proche d'une situation de travail, action des formateurs projetée à l'écran et accessible aux apprenants en direct, verbalisation de l'action et des éléments pour agir, prêts à être utilisés. Les formateurs consacrent beaucoup de temps à l'apprentissage des procédures, étape qui semble être pour eux incontournable pour l'apprentissage du SIG. La fonction de tutelle, très présente, évolue au fil des actions et de l'avancement dans l'apprentissage : les formateurs impriment à l'activité des apprenants un avancement par étapes, tout en variant les situations et les actions. Mais au-delà de cette variation, les formateurs tentent de faire construire chez les apprenants des représentations fonctionnelles selon un modèle unique : *but – procédure – effets*. Dans cette organisation, tout est mis en place pour ***favoriser la réussite de l'action***.

Dans un premier temps, la base d'orientation est intégralement assurée par le système de guidage mis en place par le formateur F1. Le guidage assure un allégement des tâches didactiques, en prenant en charge l'activité cognitive nécessaire à l'action. L'activité des apprenants se limite ainsi à l'exécution des opérations et à l'assimilation des procédures ; c'est en cela que consiste en grande partie la valeur didactique des premiers épisodes.

Ensuite, au fil des séquences, les apprenants sont amenés progressivement à réaliser seuls des opérations. Les premières opérations laissées à leur charge sont des opérations de fin de procédures, peu critiques et qui nécessitent une faible charge cognitive : opérations de finalisation de l'action et de contrôle des résultats par confrontation avec un modèle mis à disposition. Ensuite, les apprenants exécutent en autonomie des opérations qui nécessitent une activité cognitive plus importante, mais qui sont toujours peu critiques pour l'action : les formateurs initient les apprenants à la prise d'information et à des opérations équivalentes. La diversification des procédures est introduite graduellement ; celle-ci ne dépend pas, dans un premier temps, de la situation d'application.

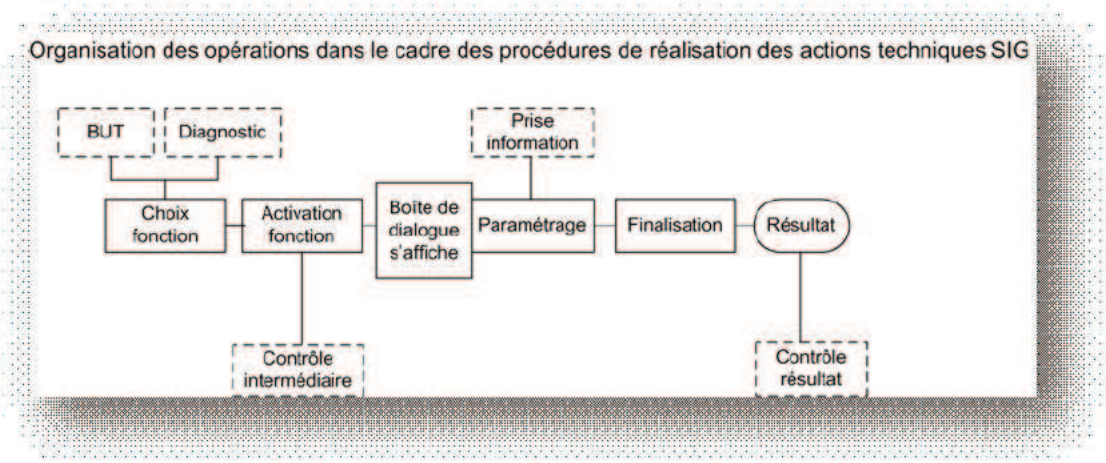
Les formateurs initient également les apprenants à la ***prise d'information sur la partie de l'action qui est prise en charge par le système technique***. Des opérations sont en effet prises en charge par le logiciel, certaines fois de manière opaque pour le professionnel, mais d'autres fois de manière visible, comme c'est le cas des opérations d'exécution, de paramétrage prédéfini, de finalisation déclenchée automatiquement dès le paramétrage finalisé.
Les actions automatiques sont peu abordées par les formateurs. Elles sont également difficiles à identifier par une analyse de l'activité : c'est précisément l'absence d'activité humaine qui les met en évidence. De plus, l'absence de transparence opérative du système technique rend les actions instrumentales encore plus discrètes. Toutefois, nous avons montré à travers les schémas que nous avons réalisés pour chacune des actions, que ***les boîtes de dialogue que le système technique affiche à l'écran peuvent orienter l'activité des apprenants et par conséquent leur avancement dans l'apprentissage***.

Enfin, les formateurs invitent les apprenants à réaliser en autonomie les actions déjà connues mais ils font varier toujours la situation, ce qui nécessite parfois une adaptation de la procédure.

Une partie conséquente de l'activité des apprenants lors de cette séance passe par la réalisation des actions techniques élémentaires, pour lesquelles nous identifions deux caractéristiques communes :

- aussi simples qu'elles le sont, ces actions nécessitent des procédures assez élaborées,
- tout en étant élaborées, les procédures présentent une structure commune à toutes les classes d'actions étudiées. L'organisation des opérations associées aux actions techniques

étudiées, y compris les actions qui composent la tâche Quimper, laisse apparaître l'existence d'une ***structure invariante des procédures*** de réalisation des actions techniques élémentaires SIG. Cette structure invariante peut être modélisée comme suit :



D'un point de vue didactique, le formateur F1 guide les apprenants de manière à ce que ceux-ci réussissent la réalisation des actions prescrites. Cependant, il ne travaille pas avec les apprenants la ressemblance ou au contraire, la distinction entre les procédures, afin de faciliter leur généralisation. Il n'accompagne pas non plus la réalisation des actions techniques d'un diagnostic des situations d'application de chaque action. Toutefois, en faisant varier la situation didactique, le formateur F1 oriente les apprenants vers les procédures les plus adéquates dans la situation donnée. Il met ainsi l'accent sur la mise en relation des actions à des situations d'utilisation, dans un but de simplification du travail. Nous pouvons penser que cela pourrait favoriser la construction chez les apprenants non pas d'une représentation fonctionnelle finalisée par la mise en relation de l'action avec l'effet attendu, mais d'un système de représentations fonctionnelles composite et organisé, qui fait référence à une caractéristique des représentations qui est la vicariance.

D'une manière générale, les apprenants suivent le système de guidage, ce qui leur permet de s'approprier les procédures. Ainsi, lorsque par la suite de la formation, pour des actions proches des actions déjà réalisées, les formateurs réduisent la base d'orientation mise à disposition des apprenants, ces derniers montrent avoir construit des représentations fonctionnelles suffisamment efficaces pour prendre en charge une partie des opérations laissées à leur charge. Toutefois, les apprenants sont amenés parfois à s'éloigner du système de guidage. Certains, comme VIV, parce qu'ils n'arrivent pas à suivre. D'autres, parce qu'ils prennent volontairement en charge une partie plus importante de l'action. Dans ces conditions, comme les situations de formation évoluent, ils se confrontent à des difficultés. Ces difficultés varient avec le niveau d'expertise des apprenants, tout comme la manière de les dépasser : les apprenants novices attendent l'aide des formateurs, pendant que les plus expérimentés tentent – et arrivent souvent - à diagnostiquer leurs erreurs.

L**a découverte du fonctionnement** du système technique se poursuit, cette fois dans l'action. Le travail de construction **des représentations du SIG** se poursuit également. Plus précisément, l'évolution des représentations avec lesquelles les apprenants sont entrés en formation. Chez des apprenants comme LOR et HUB, qui ont eu peu ou pas de contact direct avec le SIG, les représentations s'appuient sur des éléments empruntés au monde professionnel auquel ils appartiennent ; ces représentations ne sont pas stabilisées. En revanche, des apprenants comme SEB et DOM livrent au groupe des représentations du SIG qu'ils ont construites par expérience, avant la formation. Ces représentations ont la caractéristique d'être stabilisées voire résistantes à des apports de la formation. Ensuite, avec l'avancement dans l'apprentissage, les apprenants commencent à livrer des éléments de caractérisation du SIG qui sont issus des apports de la formation, ce qui montre que leurs représentations évoluent et que de nouvelles représentations se construisent.

Sur le plan de l'action technique, on constate que les formateurs enseignent des pratiques professionnelles. D'un point de vue didactique, la question qui se pose est : est-ce de leurs propres pratiques qu'il s'agit ? Cela semble être le cas, notamment lorsque des difficultés se présentent à eux : pour tenter de les dépasser, les formateurs mobilisent encore plus leur expérience professionnelle et s'éloignent encore plus de la didactique.

L'action comme terrain didactique pour l'appropriation de procédures. Lorsqu'ils s'éloignent du système de guidage didactique, certains apprenants agissent par essai-erreur, surtout au début. Plus ils avancent dans la formation, plus ils développent des stratégies basées sur une activité réflexive, en fonction de la connaissance du système technique et en fonction des règles d'action qu'ils s'approprient graduellement.

Les stratégies d'action des apprenants : ***par reproduction***, consiste à refaire à l'identique une procédure montrée ou décrite simultanément à l'action. Nous acceptons de parler d'apprentissage dans ce cas, dans les conditions où des indicateurs le montrent : à la suite de la réalisation d'une tâche par reproduction, certains apprenants peuvent réaliser la même tâche sans aide. Cela suppose que l'exécution de la procédure est accompagnée de la formation d'une représentation, non pas *pour* l'action mais *de* l'action, et qui peut être remobilisée par la suite *pour* une tâche future. Toutefois, cette représentation est fonctionnelle pour une classe de situations réduite.

C'est une manière de s'approprier une représentation toute prête. LEPLAT (1985 p.275) évoque la possibilité d'orienter les représentations afin d'économiser les ressources des opérateurs.

L'action comme terrain didactique pour la construction de concepts. Certains apprenants démarrent la construction des concepts, des procédures et des règles d'action avant l'action, lors de l'activité verbale sur les thèmes concernés, mais pour la plupart dans l'action, comme

l'observe VERGNAUD. Il y a une relation entre l'avancement dans la formation, le degré d'élaboration des tâches et le degré de liberté d'action laissé aux apprenants.

Séquences de réalisation de la tâche Quimper

Avec la tâche Quimper, les actions ne sont pas fondamentalement différentes. Celles-ci sont cependant plus élaborées et les possibilités d'action se diversifient. Cette fois, lorsque pour une action donnée il y a plusieurs procédures possibles, le choix est déterminé par les conditions de la situation. Les apprenants sont ainsi amenés sur le terrain de l'analyse de la situation, qui nécessite une activité cognitive plus importante. On constate qu'avec l'augmentation du degré d'élaboration des tâches, l'activité n'est plus complétement procédurale. La nature des tâches change, ce qui nous amène à envisager à ce niveau la distinction entre les tâches simples et les tâches SIG élaborées.

2.2.5. SEQUENCES DE REALISATION D'UN PROJET SIG : LA TACHE SORME

La tâche Sorme amène les apprenants sur un terrain nouveau : celui des tâches élaborées, qui nécessitent un travail de conceptualisation de la situation et du problème à résoudre. On constate ici une différence significative entre les actions techniques, telles que réalisées dans la première partie de la formation et les *tâches SIG* telles que la tâche Sorme. Pour les actions techniques, la procédure est préalablement connue et, d'un point de vue didactique, les séquences sont dans leur ensemble organisées autour d'une approche par l'action instrumentée. Pour la tâche Sorme, deux nouvelles modalités d'action interviennent :

- la problématisation dans le dans de FABRE (2008), c'est-à-dire de questionnement d'un problème et des conditions de la situation afin de construire une solution,
- la construction d'une solution.

Les apprenants ***se soumettent à un exercice de problématisation***, qui n'est pas en soi une action SIG. Ils passent de l'application de procédures à quelque chose de l'ordre de la résolution de problèmes dans le sens de LEPLAT. Certains d'entre eux, plus familiers aux problèmes du terrain, arrivent plus facilement à se représenter le problème posé. Cela n'est pas sans effet sur l'apprentissage : les apprenants s'éloignent temporairement de l'environnement technique et de l'apprentissage du SIG.

Ensuite, lorsque le SIG retrouve de nouveau sa place dans l'action collective, au moment de ***construire la démarche d'action*** visant à proposer une solution technique au service du problème identifié, les formateurs prennent en charge une partie importante de l'action.

Dans ces conditions, la tâche Sorme n'est plus une véritable situation-problème et son potentiel d'apprentissage se retrouve réduit.

On assiste ici à une double rupture.

Premièrement, au niveau de l'objet de l'apprentissage. Imposée par le travail SIG, cette rupture se répercute sur la formation : pour passer à des tâches SIG plus élaborées, les apprenants ont à dépasser les usages simples d'application de procédures. On change à ce moment de statut et d'usage du SIG : on passe du SIG comme moyen technique de réalisation d'actions, au SIG en tant que projet, au service de la résolution de problèmes.

Deuxièmement, au niveau des modalités didactiques, il s'agit d'une rupture avec le système de tutelle. Accompagnés jusque-là par le guidage serré de la part des formateurs, qui assurent en grande partie la réussite de l'action, les apprenants se retrouvent lors de la phase de problématisation en situation de prendre des initiatives. Le système de guidage, toujours présent, est considérablement allégé et les apprenants disposent de plus de libertés d'action.

Lorsqu'ils passent ensuite à la ***réalisation de la tâche Sorme***, pour laquelle nous avons analysé l'action de calage, les apprenants ont à mobiliser à la fois des aspects qui ont déjà été abordés dans le cadre de la formation et des aspects nouveaux, les actions étant plus élaborées. On constate que des aspects déjà abordés ont été assimilés par les apprenants et sont réinvestis : le choix et l'activation des fonctions techniques, la finalisation de l'action, la sauvegarde du travail en fin d'action. D'autres, comme l'interprétation et l'utilisation du système de guidage assuré par le système technique, posent encore des difficultés à une partie des apprenants.

De retour en situation d'action avec SIG, nous constatons que les références au travail et même les références à la tâche Sorme sont rares. Le ***degré élevé d'élaboration de l'action*** de calage fait que les apprenants se consacrent exclusivement à celle-ci. Les difficultés rencontrées par les apprenants sont également plus nombreuses. La composante de l'activité des formateurs qui vise cette fois principalement une remédiation, collective ou individuelle, prend une place importante dans la réussite de 'action pas les apprenants.

3. RELATION ENTRE TRAVAIL ET APPRENTISSAGE

Cette thèse interroge le processus d'apprentissage en formation et non pas au travail. Cependant, la formation SIG est centrée à la fois sur la dimension technique (l'instrument SIG) et sur la dimension professionnelle. Ainsi, les références au travail sont nombreuses, ce qui montre que, comme le soulignent PASTRE, MAYEN et VERGNAUD (2006), les

professionnels emportent leur travail avec eux en formation. C'est le cas des apprenants. C'est également le cas des formateurs. A plusieurs moments de la formation, nous avons observé les participants agissant non pas en tant qu'apprenants et formateurs mais en tant que professionnels.

Ainsi, un des résultats de notre thèse est la mise en évidence de la manière dont le travail des professionnels apparaît dans la formation et influe sur le processus d'apprentissage.

Généralement, dans le récit des apprenants et des formateurs ***le travail ressort à travers les difficultés*** : difficultés rencontrées, difficultés potentielles, difficultés relevées. Le travail influe sur le processus d'apprentissage de deux manières. Premièrement, en le facilitant : ceci est le cas lorsque les apprenants identifient les objets mis en apprentissage dans la formation comme ayant un intérêt direct pour leur travail. Deuxièmement, en le réorientant : les apprenants tentent d'amener la formation sur le terrain de leurs préoccupations professionnelles, pour qu'ils puissent apprendre à résoudre directement des problèmes et à réaliser des tâches qui sont les leurs. Dans cette même démarche, ils tentent également d'écarter les thèmes qui semblent ne pas les intéresser. Par conséquent, la formation est pour les participants un cadre privilégié pour des échanges riches d'expériences professionnelles, qui donnent du sens à ce qu'ils font en formation et les projettent de travail future.

Préoccupations des apprenants, ce qu'ils cherchent à apprendre. Les apprenants conçoivent l'apprentissage du SIG en relation directe avec les usages professionnels. Et l'analyse de l'activité instrumentée que nous avons réalisée montre que cette représentation de l'apprentissage est fonctionnelle : en entrant par le côté professionnel, c'est-à-dire par les usages du SIG, les apprenants avancent dans l'apprentissage. Ils cherchent le travail comme repère pour l'apprentissage : lorsque les formateurs les amènent sur des terrains éloignés des préoccupations professionnels - et pas nécessairement les leurs – les apprenants tentent de se raccrocher au travail. Cela ne semble pas être dû uniquement au fait que les apprenants soient des professionnels mais surtout au fait qu'étant un instrument professionnel, sorti du contexte de travail le SIG perd son intérêt pour les professionnels.

Les apprenants sont préoccupés par les raccourcis, par les procédures les plus économiques. Ces préoccupations sont considérées comme pertinentes par les formateurs, qui suivent parfois les apprenants, même si leur priorité première est de leur donner les procédures complètes, qui favorisent la représentation du fonctionnement du système technique.

Les apprenants font également référence au travail ***en relation avec l'apprentissage visé***. Au début de la formation, ils présentent des situations de travail vécues, entendues ou

potentielles qu'ils mettent en relation avec l'instrument SIG et donc avec son apprentissage. En arrivant en formation, ils ***se représentent déjà dans le travail actuel avec SIG*** et ils ***se projettent dans le travail futur avec SIG***.

Par la suite, une fois l'apprentissage engagé, ils mobilisent les références au travail toujours en relation avec des éléments qui sont abordés par les formateurs dans un but d'apprentissage du SIG. Ils appuient/réfèrent ainsi un apprentissage nouveau pour eux, celui du SIG, à quelque chose qui leur est familier : le travail.

Un autre résultat de notre thèse porte sur les situations que les apprenants ramènent devant le groupe. Nous observons une forme d'***autodidactisation des situations de travail***, car la remobilisation de ces situations est accompagnée d'une réélaboration par les apprenants eux-mêmes, dans une visée d'apprentissage.

4. PROCESSUS ET MECANISMES D'APPRENTISSAGE

L'activité en formation est caractérisée par une démarche de construction collective et permanente, dans la durée, de la situation didactique. Les apprenants participent également. L'activité de formation est caractérisée par une double activité, collective et individuelle, pas toujours facile à différencier. On observe, à certains moments, des constructions individuelles de la part des apprenants, comme des formes induites de la construction collective. Ces formes sont redéfinies individuellement, à partir la base d'orientation de chacun, selon ses références, connaissances acquises, expériences passées, plus ou moins récentes et plus ou moins stabilisées et qui cherchent à s'accommoder avec le système de représentations existant.

La progression de chaque apprenant est singulière. Il en est de même de la construction et de l'évolution des systèmes de représentation fonctionnelle de chacun. Certains apprenants arrivent plus rapidement que d'autres à avoir des « conduites complexes » comme les appelle VYGOTSKI (cité par BROSSARD 2004), c'est-à-dire des raisonnements amenant à des enchaînements réfléchis de plusieurs opérations. La question qui se pose ici est : jusqu'où les apprenants peuvent aller dans l'apprentissage pendant la formation SIG ? Autrement dit, qu'est-ce que la formation SIG permet et qu'est-ce qu'elle ne permet pas en termes d'apprentissage ?

Nous mobilisons la représentation fonctionnelle comme analyseur de l'activité d'apprentissage.

4.1. PREMIERES REPRESENTATIONS DES APPRENANTS : REPRESENTATIONS INITIALES

En formation professionnelle, les représentations se construisent sur des bases préexistantes, acquises principalement dans et par le travail. Les représentations initiales du SIG chez les apprenants peuvent être élaborées, mais ont une caractéristique commune : **elles ne sont pas suffisamment construites pour permettre aux personnes d'agir** (OCHANINE 1981). Elles peuvent en revanche orienter et même faciliter l'apprentissage par leur contenu et par leur fonction d'engagement. Elles peuvent également faire obstacle à l'apprentissage et cela même chez des personnes motivées pour apprendre, comme l'apprenant DOM.

4.2. ACTIVITE DES APPRENANTS AU SERVICE DE L'APPRENTISSAGE

Avec le dispositif de formation mis en place par les formateurs, les apprenants suivent globalement le modèle d'apprentissage suivant : acquisition des éléments pour la construction des concepts SIG, découverte des possibilités et du fonctionnement du système technique, apprentissage des procédures et des règles d'action (instrumentation), construction des buts et d'usages possibles (instrumentalisation). Mais les apprenants mettent également eux-mêmes en place des modalités d'apprentissage ou d'avancement dans la formation.

Le dispositif de formation observé lors des sessions A et D est maîtrisé par les formateurs. Le contrat bilatéral et les modalités didactiques des formateurs font que l'activité observée s'écarte régulièrement de l'activité prévue. **Dans cette situation, la régulation de l'activité collective peut venir des apprenants.** En prenant la main sur leur apprentissage, ceux-ci lancent des thèmes qu'ils souhaitent voir aborder par les formateurs et au contraire, interviennent pour mettre fin à des thèmes qui présentent peu d'intérêt pour eux.

Nous avons consacré une partie importante de l'analyse à l'activité de l'apprenant VIV. L'activité qu'il développe pour apprendre est intéressante : il tente de faire comme les autres, il a la volonté mais pas la capacité de s'accrocher aux situations didactiques qui défilent. Souvent en retard, il est contraint de se débrouiller seul. Mais VIV veut apprendre de toutes les situations et il réussit. Il n'apprend pas les mêmes choses que les autres apprenants, mais il y a chez lui un apprentissage conséquent. Car en plus de l'intervention du formateur F2, il met en place une activité « alternative » dans le but de réussir l'action (par exploration, par essai-erreur).

La réussite de l'action est l'un des éléments clés de l'apprentissage. Celle-ci n'est pas essentielle pour l'apprentissage : des représentations fonctionnelles se construisent chez les apprenants sans que ceux-ci aient finalisé l'action et donc sans avoir constaté les résultats. La représentation fonctionnelle s'appuie alors sur la construction des buts et sur l'anticipation des effets. Mais elle peut assurer une fonction de moyen de structuration de l'apprentissage : une perfection de l'action est recherchée par les apprenants pour une estime de soi qui les motive pour poursuivre l'apprentissage. Il existe cependant le risque qu'en focalisant leur attention sur la réussite, les apprenants s'éloignent de la fonction didactique de la tâche et donc de l'apprentissage.

Les manières d'agir qui s'installent chez les apprenants ne sont pas stabilisées. Construites sur la base d'une activité qui vise avant tout à se débrouiller des difficultés et des obstacles rencontrés dans l'action, celles-ci se situent en limite de l'efficacité. Les représentations fonctionnelles ainsi construites sont toutefois efficaces.

Un autre résultat porte sur le fait que, par le contrat bilatéral, les apprenants sont encouragés à s'engager dans la construction et le partage avec le groupe des situations de référence. On peut ainsi parler d'une forme d'autodidactisation des situations de travail, car la remobilisation des situations est accompagnée d'une réélaboration de ces situations dans une visée d'apprentissage. C'est une forme de didactisation pour laquelle l'engagement de l'apprenant dans l'apprentissage est fort, à condition que l'apprenant ait des expériences de travail à didactiser. Mais ces situations peuvent être des situations d'apprentissage également pour les apprenants moins expérimentés, qui même sans exposer leurs propres expériences, s'imprègnent du vécu des autres.

Une autre activité que les apprenants développent pour avancer dans l'apprentissage est l'aide de proximité qui s'initie entre FRA et EDI et qui, une fois installée, se poursuit sur toute la durée de la formation. Car ce système complémentaire d'avancement dans l'apprentissage est favorable aussi bien à l'apprenant aidé qu'à celui qui, en aidant, s'exerce à l'action.

4.3. UNE REFERENCE A LA THEORIE D'OCHANINE

L'analyse des représentations fonctionnelles des professionnels pourrait permettre la transmission, non seulement de connaissances, mais directement des éléments de représentations construits. C'est probablement dans le caractère lacunaire, plastique des représentations fonctionnelles, dans le développement des généralisations que réside l'intérêt « didactique » de cette analyse. Car ce sont ces caractéristiques qui servent à extraire puis à transmettre. Reste à définir comment peut se faire la transmission.

La place qu'occupe la construction de représentations fonctionnelles dans le processus d'apprentissage de l'instrument SIG, nous amène à conclure que l'apprentissage du SIG revient, d'une manière ou d'une autre, à la construction d'un système de représentations fonctionnelles de celui-ci. On voit que lorsque, pour différentes raisons que nous discutons ensuite, les représentations des apprenants résistent ou n'arrivent pas à devenir fonctionnelles, nous ne pouvons pas observer d'apprentissage. Nous observons cependant que, pour qu'il y ait apprentissage, les représentations fonctionnelles doivent assurer une série de fonctions, parmi lesquelles : la réussite de l'action, la conceptualisation de l'action, la généralisation de l'action.

Nous prenons quelques moments pour rappeler le mérite incontesté d'OCHANINE d'avoir ouvert la voie de l'analyse des représentations fonctionnelles. Toutefois, les représentations fonctionnelles sont plus complexes qu'OCHANINE a pu le montrer en centrant son attention sur l'objet de l'action. Les travaux qui ont suivi à ceux d'OCHANINE ont largement montré qu'il n'y a pas que l'objet de l'action et ses propriétés qui déterminent et influencent la formation et l'utilisation d'une représentation. De nombreux autres éléments sont pris en compte pour agir, dont certains tiennent de la tâche, d'autres du sujet agissant : les buts de l'action mais aussi les motifs, la situation de réalisation, les moyens techniques ainsi que toute une série de moyens personnels.

Les travaux d'OCHANINE constituent pour notre thèse un solide point de départ, même si nos cadres d'analyse respectifs présentent certaines différences :

Tout comme OCHANINE, nous nous intéressons aux activités humaines réalisées avec l'aide des systèmes techniques, mais a priori les tâches de diagnostic et de contrôle de processus sur lesquelles OCHANINE se penche avec prédilection, sont différentes de celles qui caractérisent l'activité SIG. Les tâches SIG sont des tâches dont l'activité des sujets vise à transformer la matière d'un état A à un état B à l'aide d'un système technique et non pas à surveiller l'activité des machines et à intervenir seulement en cas de besoin. Cependant, dans les deux cas, les sujets agissent (en réalisant leurs tâches) suite à une prise d'information et selon des règles d'action précises. Les deux ont des consignes à respecter et les deux sont responsables du résultat de leurs actions.

Contrairement aux tâches analysées par OCHANINE, les tâches SIG ne sont pas dynamiques : les conditions d'exécution préexistent à l'action et, à l'échelle du temps de réalisation d'une tâche, peuvent être considérées stables, comme la totalité des informations nécessaires pour l'action. La variable « temps » ne joue pas sur la possibilité de réalisation de la tâche. En règle générale, si l'utilisateur SIG prend le temps pour agir, la tâche attendra. Les seuls « imprévus » dans l'activité SIG, sont de nature humaine, la plupart du temps dus à l'opérateur même : le mauvais choix des informations prises en compte pour l'action ou un traitement mal choisi peuvent déterminer des transformations inattendues.

Cependant, les utilisateurs SIG sont confrontés à une autre difficulté, à laquelle OCHANINE ne fait pas référence : savoir si le résultat de leur action est correct. Et pour cette opération de contrôle, l'information dont ils disposent sur la « qualité » du résultat semble être pauvre, d'autant plus difficile à estimer qu'un mauvais résultat a les mêmes caractéristiques qu'un résultat correct. Ainsi, pour le SIG, les actions dites de contrôle prennent une tournure différente. Si le contrôle de l'action SIG est à première vue difficile, il existe tout de même deux possibilités de contrôle. La première porte sur le résultat de l'action, la seconde sur l'action même (la modalité de réalisation de l'action). Il n'existe pas de procédures claires de contrôle et l'opération nécessite une certaine « ruse » de la part des professionnels. Dans ces conditions, l'apprentissage de l'opération de contrôle devrait trouver une place dans la formation.

Une autre caractéristique de l'activité SIG est qu'elle n'implique pas, sur le fond, des transformations irréversibles. Certaines opérations sont irréversibles, mais pas l'ensemble de la transformation et l'effet d'une opération irréversible peut être contourné.

Les caractéristiques de l'activité SIG que nous avons mentionnées (concernant le caractère statique, le contrôle et la réversibilité de l'action), peuvent conduire à des pratiques approximatives :

1/ La possibilité de reporter l'opération de contrôle de l'action peut laisser penser que cette opération est moins importante.

2/ Sachant qu'il est possible de refaire une opération, le risque d'erreur peut être sous-évalué. Cela peut conduire à un affaiblissement de l'attention lors de l'exécution et aussi d'inciter à la pratique d'avancement par essai-erreur, qui est d'autant plus déconseillée que le contrôle par le résultat est une opération particulièrement difficile.

Pour l'activité SIG, les étapes intermédiaires et le choix des procédures semblent être moins importantes que le résultat final. Le choix de la procédure conditionne le résultat, sans le déterminer : même pour des tâches simples, les possibilités d'action sont souvent nombreuses, offrant à l'opérateur la possibilité de choisir la modalité d'exécution qui lui convient le mieux. Cependant, et cela uniquement pour des tâches d'exécution, les possibilités d'action peuvent être restreintes par la mise en place de procédures serrées.

Pour l'activité instrumentée SIG, le seule variable de l'activité du sujet est le résultat direct de son action : c'est lui seul qui modifie, volontairement ou pas, la situation. Ainsi, la « dynamique » de l'activité SIG est à rechercher du côté de l'activité du sujet. L'analyser, revient à interroger le système de représentations du sujet aux moments-clés de l'action.

Nous venons de caractériser l'action instrumentée SIG en situation de production, alors que notre intérêt porte sur des situations d'apprentissage. Cela s'explique par la ressemblance

entre la situation de production et la situation d'apprentissage en formation, notamment quand il s'agit de l'apprentissage par les professionnels en formation continue.

4.4. PREMIERES FORMES D'APPRENTISSAGE OBSERVEES

Dans le processus d'apprentissage, nous observons les premiers mécanismes qui interviennent, suivis par d'autres mécanismes, plus tardifs.

L'espace de l'action efficace. Nous avons annoncé trois critères d'analyse pour l'espace de l'action efficace qui est celui des formations analysées :

- le potentiel opérationnel de l'instrument utilisé, qui est souvent ouvert aux apprenants par les formateurs et qui facilite l'action efficace dans des situations nouvelles,
- le potentiel opérationnel des apprenants, qui évolue au cours de la formation,
- la marge d'action dont ceux-ci disposent pour agir.

Nous nous arrêtons ici sur les deux derniers aspects.

Lorsque les professionnels se tournent vers la formation pour apprendre à utiliser le SIG, leur potentiel opérationnel au regard de cet instrument n'est pas nul ; il varie cependant d'une personne à une autre. Chaque apprenant arrive avec son expérience et ses connaissances : expérience du SIG ou du système technique MI, connaissances informatiques ou en géographie ou encore expérience dans la résolution des problèmes du terrain. Ces éléments facilitent parfois l'action didactique et l'apprentissage et d'autres fois l'empêchent.

Nous avons retenu le terme d'insuffisances pour désigner ce qui manque aux représentations des apprenants pour être fonctionnelles. Par opposition aux insuffisances des représentations, nous introduisons également la notion d'*informations résiduelles*, qui ne font pas partie de la structure opérative, définie par OCHANINE comme la structure la plus réduite pour une action efficace. Ces résidus chargent les représentations, alourdissent et ralentissent leur fonctionnement. Chez les apprenants, ces résidus sont des éléments issus de leur expérience professionnelle et académique antérieure à la formation et ressortent notamment en début de formation.

Construction d'un langage SIG fonctionnel. Les premières interventions des apprenants dans la formation montrent que chez ceux-ci un vocabulaire technique SIG est en cours de construction. On observe pour cela des mécanismes de construction du sens des termes nouveaux, des formes de distinctions entre plusieurs termes, des mécanismes de mise en relation entre des termes considérés proches. Très rapidement, le vocabulaire technique se

construit et un langage commun au groupe est observé. Ce langage ne reprend pas la totalité des termes techniques utilisés en début de la formation, mais, suite à une négociation implicite entre les membres du groupe, uniquement certains termes sont gardés : ceux-ci semblent faire l'unanimité.

Construction de concepts SIG. En gardant un déroulement chronologique, nous avons pu retracer une partie de l'évolution du système des représentations des apprenants, tel qu'il se structure, dans un premier temps, autour des éléments mis à disposition par les formateurs, dont principalement autour des notions, pour conduire à la construction de **concepts**.

Les formateurs introduisent une multitude de notions. Certaines sont abandonnées ou n'étant pas mobilisées, se perdent en cours de route. D'autres, sont mobilisées dans l'action technique et/ou conceptuelle et conduisent à la construction par les apprenants de concepts. Pour certains concepts, le processus de conceptualisation prend plus ou moins de temps : certains concepts traversent la formation. Se construisent avec plus ou moins de difficultés de la part des apprenants. Certains concepts ne posent pas de problèmes observables d'apprentissage, d'autres en revanche déclenchent des manifestations de la part des apprenants : demande de précisons, demande de confirmation.

Les concepts se construisent en relation directe avec l'action et même pendant l'action. Cela amène à considérer que l'action est essentielle pour la construction des concepts et que le fait de les aborder verbalement et parfois même dans les détails ne suffit pas.

Les concepts fondamentaux qui traversent la formation sont en nombre limité. Ces concepts sont centraux pour le SIG. Ils sont également difficiles à cerner dans l'intégralité de leurs caractéristiques et fonctions pour le SIG. C'est probablement l'une des raisons pour lesquelles ces concepts sont remobilisés régulièrement par les formateurs : ils sont abordés aspect par aspect, dans un souci didactique. Leur première apparition dans la formation est sous forme de notions, abordées de manière verbale, lors des séquences de cours programmées ou lors de discussions collectives spontanées. Ces notions font ainsi collectivement l'objet d'un premier travail de pré-conceptualisation : compréhension, distinction, caractérisation. Les formateurs engagent les apprenants dans une démarche d'instrumentation : instrumentation pour un travail de conception de tâches SIG, qui va intervenir plus tard dans la formation mais qui est préparé dès maintenant.

Les apprenants participant à la construction de concepts en participant à l'élaboration du sens. En discutant, ils tendent vers la construction d'un sens commun.

Le concept de couche SIG. L'un des concepts que nous identifions comme central pour le SIG est celui de *couche*. Nous montrons comment s'organise la construction de ce concept.

Le degré de détail avec lequel cette notion est traitée, le fait que celle-ci revienne régulièrement en discussion tout au long de la formation, le fait que ses caractéristiques techniques et fonctionnelles sont énoncées par les deux formateurs, à tour de rôle, laissent penser qu'il s'agit d'un concept fondamental pour l'action instrumentée SIG.

Dans le SIG, tout semble être une histoire de *couches* et cela sur plusieurs plans.

Le plan le plus large, le plus général, englobe tous les autres plans : c'est le plan de l'espace d'action du professionnel SIG. Cet espace est constitué de l'empilement de différents espaces plus réduits :

- l'espace du projet SIG,
- l'espace informatique des données à utiliser,
- l'espace géographique tel que le professionnel se le représente,
- l'espace visuel limité par la taille de l'écran.

Les apprenants construisent une série de représentations de ces espaces. Ces représentations sont personnelles et présentent des déformations fonctionnelles selon le travail SIG dans lequel chacun se projette. Mais les apprenants ne rencontrent pas de difficultés particulières lors de la construction de ces représentations. Ce qui est plus difficile et que les apprenants ne semblent pas avoir finalisé en fin de formation, est la construction d'une représentation unique de ces espaces, représentation qui soit ouverte et fonctionnelle facilement mobilisable pour agir.

Un autre plan sur lequel le concept de couche intervient est celui de l'ensemble de données SIG qui s'empilent et créent l'espace d'un projet SIG. A ce niveau, plusieurs autres concepts ressortent dans la formation en relation avec le concept de *couche* : le concept de *superposition*, celui de *transparence/opacité*, celui de *représentativité*, celui de *fidélité de reproduction*. Chacun de ces concepts est travaillé lors de la formation.

Enfin, le plan le plus concret et le plus proche de l'action SIG dans lequel intervient la notion de *couche* est celui des données SIG. C'est aussi l'aspect qui revient le plus souvent dans la formation. De ce point de vue, une *couche* désigne un ensemble cohérent de données. Nous nous arrêtons un peu sur cet aspect.

Les couches SIG peuvent être conçues au moment où elles sont nécessaires. Toutefois, onéreuses en termes de réalisation, ce sont principalement les couches préexistantes qui sont privilégiées. Celle-ci est la représentation des apprenants dès leur arrivée en formation et jusqu'à la fin de la formation. De cette représentation découle l'intérêt presque obsessionnel et pas toujours justifié des apprenants pour l'obtention d'un maximum de couches.

Cette représentation lacunaire et déformée peut être travaillée en intégrant une caractéristique essentielle des couches qui est qu'elles ne sont pas adaptées à tout usage. Premièrement, parce qu'elles ont été créées à des fins particulières. Deuxièmement, parce que pour être employées pour des usages différents, elles nécessitent des aménagements pas toujours faciles à réaliser et pas toujours possibles.

Par des interventions didactiques répétées, les formateurs tentent de déclencher la prise en considération par les apprenants de cette caractéristique, mais les représentations que les apprenants ont construit des données SIG avant la formation sont résistantes. Ainsi, une difficulté que les apprenants auront à surmonter à la sortie de formation est non seulement de se procurer, mais aussi d'utiliser efficacement les couches de données SIG.

4.5. CONSTRUCTION DES REPRESENTATIONS DANS L'ACTION

En considérant que les représentations se construisent dans l'action, nous avons regardé comment les apprenants avancent dans l'action. Nous avons alors observé que l'apprentissage du SIG est en grande partie un enchaînement de procédures. ***C'est le fonctionnement du système technique qui organise l'action instrumentée***. L'apprentissage est organisé en suivant le principe de fonctionnement : pour chaque procédure, il y a des opérations et une logique d'enchaînement des opérations. Tant que la base d'orientation est mise à disposition par les formateurs, l'avancement des apprenants dans l'action est guidé par ces derniers. Ensuite, des opérations sont laissées progressivement à la charge des apprenants : à ce moment, l'avancement dans l'action est guidé par les représentations fonctionnelles. Pour une partie des actions SIG, même si les procédures sont a priori différentes, on retrouve une même logique. Une fois cette logique saisie, des actions peuvent découler ensuite : il est possible de créer de nouveaux usages. Il est cependant difficile de s'approprier la logique lorsque la formation ne le prévoit pas : dans la formation, les procédures sont livrées aux apprenants pour un ***apprentissage par répétition***. Or, c'est au niveau conceptuel que cela se passe : ne pas apprendre chaque procédure mais conceptualiser le principe pour construire un modèle d'action pour une classe d'actions qui s'avère finalement assez large. On s'attend à ce qu'une réflexion sur l'apprentissage des procédures soit programmée dans la formation, mais cela se fait à l'initiative des apprenants, qui s'organisent pour cela en petits groupes ad-hoc. On constate alors que l'action favorise la construction des représentations fonctionnelles et que l'activité verbale collective facilite leur généralisation.

Chez certains apprenants, on observe la construction des éléments pour agir (règles d'action, concepts) avant le moment de leur utilisation effective, lors des séquences de

discussion ou pendant que la consigne d'action est donnée. Mais la plupart du temps, la construction de ces éléments est observable au moment où ils deviennent nécessaires pour l'action. Car pour avancer dans l'action pratique, les apprenants n'ont d'autre choix que de construire ces éléments pour agir.

Dans la réalisation des actions SIG, certaines opérations sont plus critiques que d'autres. **L'opération de contrôle**, en cours d'action et post-action, ressort comme étant critique car il est difficile à saisir, pour une action SIG, ce qui peut être contrôlé. Cela interroge également les fonctions des représentations fonctionnelles au regard des opérations de contrôle. Lors des premières actions réalisées par les apprenants, le contrôle de la réussite de l'action est mis en place dans un souci de facilitation de la construction des représentations fonctionnelles par la représentation du résultat final. Cette opération n'est pas considérée comme partie intégrante de l'action. Mais ensuite, pour l'action de calage, une partie importante de l'action est dédiée au contrôle. Etant au service de la tâche Sorme, l'action de calage est tenue à une obligation d'efficacité : la réussite de cette action détermine la réussite des actions suivantes et enfin de la tâche.

La représentation de l'objet de l'action didactique. Lorsqu'ils réalisent les actions didactiques en suivant le système de guidage serré de la part des formateurs, les apprenants ont des difficultés à identifier la structure opérative de l'objet de l'action. Cette opération de prise d'information est facilitée lorsque l'apprenant réalise l'action en autonomie. Ainsi, l'action réfléchie favorise la construction des représentations fonctionnelles, alors que le système de guidage, pourtant mis en place pour faciliter l'apprentissage, le limite.

4.6. CARACTERISTIQUES DES REPRESENTATIONS FONCTIONNELLES

Enfin, pour clore cette synthèse, nous revenons avec des précisions sur une série de caractéristiques des représentations fonctionnelles identifiées par OCHANINE, par LEPLAT et par TEIGER.

La finalisation de l'action. La finalisation de l'action par un but est essentielle pour la construction des représentations fonctionnelles. OCHANINE a montré qu'en situation de travail, le but de la tâche a une fonction fondamentale dans la réalisation de l'action, car il assure l'engagement et l'orientation du professionnel dans l'action. Il a montré que les professionnels sont capables de développer des stratégies d'action avant de se représenter son but. Ceci est également le cas en situation d'apprentissage : d'une part, l'absence du but constitue un obstacle pour l'engagement des apprenants dans l'action et d'autre part, le but n'étant pas toujours explicité dans la consigne, les apprenants sont amenés à trouver

d'autres modalités de finalisation de l'action. Ils construisent le but de l'action en partant des résultats, une fois ceux-ci obtenus.

La sélectivité et le laconisme. Ces caractéristiques sont difficiles à observer en situation de formation, notamment lorsque la base d'orientation de l'action est fournie par les formateurs. Les apprenants procèdent à une sélection et à une réduction des éléments à prendre en considération dès qu'ils agissent de manière autonome. Lors de la conception de la tâche Sorme, le « trop plein » d'informations que les apprenants envisagent dans un premier temps de prendre en considération est évacué avec l'avancement dans la réflexion.

Le manque de scientificité. Au regard de cet aspect, deux pratiques professionnelles distinctes sont observées chez les apprenants :

La première pratique est centrée sur l'action. Accordant une place importante à la réussite de l'action, une partie des apprenants focalisent leur activité sur l'obtention du résultat. Le manque de scientificité de certains éléments mobilisés dans l'action peut alors leur échapper. Toutefois, une fois le processus de construction des représentations fonctionnelles engagé, cet aspect est revisité : la proposition du formateur de déformer le système de référence pour que les résultats « collent » avec celui-ci est dans un premier temps accueillie avec un grand intérêt par les apprenants désireux d'améliorer le résultat de leur action. Les apprenants s'interrogent ensuite sur la scientificité de la démarche et finissent pas se désintéresser de cette méthode de correction.

La deuxième pratique est tournée vers la compréhension. Les apprenants qui se placent dans cette démarche s'intéressent dès le départ à la conformité scientifique des éléments mobilisés pour agir.

La vicariance. Associée aux multiples possibilités d'action que le système technique offre pour une tâche donnée, cette caractéristique des représentations fonctionnelles est beaucoup travaillée lors de la formation SIG. Les formateurs tentent de faire construire chez les apprenants une forme de généralisation des représentations fonctionnelles qui prend en compte le fait que des paramètres qui pourraient être considérés comme mineurs sont déterminants dans le choix d'une forme d'action par rapport à une autre.

Le caractère dynamique. Lorsque les tâches (les actions techniques) évoluent en même temps que le système de guidage par les formateurs se réduit, les apprenants arrivent à les réaliser grâce au caractère dynamique des représentations fonctionnelles qu'ils ont construites. Cette dynamique renvoie davantage à une forme de plasticité qui permet aux représentations de « se déplacer » vers une action identifiée comme ressemblante, plus qu'à une forme de généralisation à une classe plus élargie d'actions possibles.

Le caractère composite. Une même réalité peut conduire à la représentation d'une multitude de buts et de manières de les atteindre. En situation d'apprentissage, les représentations des personnes sont dans un premier temps orientées par le système

formateur vers une représentation unique. Le caractère composite des représentations fonctionnelles des apprenants ressort par la suite, lorsque les tâches sont plus ouvertes, le système de guidage plus réduit et que l'apprentissage du SIG est déjà bien engagé.

Le caractère personnel. Cette caractéristique des représentations fonctionnelles ressort lorsqu'en partant de mêmes conditions pour réaliser une action, les apprenants ne construisent pas les mêmes représentations. A un moment « t » donné, les représentations des apprenants sont plus ou moins développées et plus ou moins efficaces. Cet aspect ressort notamment au moment de discussions collectives sur le thème du fonctionnement du système technique.

La forme organisée. Orientées par le système de guidage des formateurs, les représentations des apprenants s'organisent selon deux formes principales : *but – procédure – effets* et *procédure-effets-buts.* Dans les deux situations, on peut constater que l'absence d'une composante empêche les autres de fonctionner.

Fonction anticipative de la représentation. Pour réaliser une action dans une situation nouvelle, les représentations fonctionnelles déjà construites assurent une fonction d'anticipation des effets au regard de la réalisation d'une action donnée. Mais cette modalité d'avancement dans l'action ne se déclenche pas chez tous les apprenants : certains arrivent, d'autres hésitent à engager dans une action ou une situation nouvelle des procédures, d'autres apprenants encore agissent de manière inefficace.

Comme l'observe OCHANINE (1971b), il est possible d'obtenir un résultat correct par une procédure fausse ou arbitraire, ce qui introduit le risque d'une généralisation des représentations fonctionnelles sur le seul critère de leur réussite. Selon OCHANINE, cela se produit notamment dans les situations d'apprentissage très orientées action ; ça pourrait être le cas des apprenants en début de formation, lorsque le guidage par les formateurs est serré. Mais par la suite, lorsque la situation change légèrement, les représentations fonctionnelles des apprenants s'activent et continuent à être efficaces.

Enfin, en plus des caractéristiques discutées, nous proposons trois caractéristiques des représentations qui ressortent de l'analyse de la formation SIG :

- ***les représentations sont répétitives***, s'activent à plusieurs moments tout au long de la formation, lorsque les conditions sont réunies pour cela ;
- ***les représentations sont évolutives***, car en situation de formation, elles se montrent le plus souvent à chaque fois sous une forme nouvelle,
- ***les représentations sont projectives***, ce qui rejoint l'idée de la relation entre la formation et les motifs des apprenants, pour lesquels le travail occupe une place essentielle.

XIII. CONCLUSION

Lors de cette thèse, nous avons tenté de rendre compte de l'activité d'apprentissage d'un logiciel complexe, le SIG, par des professionnels dans le cadre d'une formation continue conduite par deux formateurs.

Au niveau théorique, nous nous sommes appuyés sur le champ de la didactique professionnelle comme cadre directeur. Nous avons ensuite exploité la liberté d'action que la didactique professionnelle permet pour mobiliser d'autres cadres théoriques. Nous nous sommes orientés vers la théorie de l'image opérative d'OCHANINE que nous avons enrichie par les approches de LEPLAT sur la représentation fonctionnelle, de WEILL-FASSINA et de RABARDEL sur la représentation pour l'action, de VERGNAUD sur la conceptualisation comme forme de représentation.

Nous avons voulu aborder l'objet de notre recherche de manière large, en prenant en considération une série de dimensions qui nous ont paru essentielles pour comprendre l'activité d'apprentissage :

1/ celle de l'objet de l'apprentissage. Nous avions des connaissances solides dans le domaine du SIG, mais nous avons été confrontés à la difficulté de présenter au lecteur cet instrument complexe et méconnu. Nous avons vu comment les formateurs ont abordé cette complexité et comment les apprenants s'en sont emparés.
2/ celle des conditions mises à disposition pour apprendre. Nous avons rendu compte des conditions de la formation du point de vue du dispositif, de l'outil lui-même et des modalités didactiques mises en place par les formateurs. Nous avons regardé plus particulièrement la manière dont les deux formateurs géraient leur activité par des interventions auprès du collectif et en individuel, selon une modalité de co-animation. Au fil des séquences, la confrontation des formateurs aux difficultés ponctuelles et récurrentes des apprenants les a obligé à ajuster leurs manières de faire en s'écartant de ce qu'ils avaient prévu.
3/ celle des mécanismes d'apprentissage. Nous avons observé l'activité des apprenants dans la durée de l'apprentissage. C'est en effet dans la durée que les mécanismes peuvent être saisis. Nous avons alors choisi d'explorer la construction et l'évolution des représentations fonctionnelles en tant que processus. Bien que difficile à appréhender, ces processus d'apprentissage ont pu être mis en évidence à certains moments précis du déroulement de la formation.
4/ celle du travail. La relation entre le travail et l'apprentissage est apparue de manière explicite et récurrente et cela aussi bien de la part des formateurs que des apprenants. Référer la formation aux situations de travail réelles ou potentielles est apparue non seulement comme une préoccupation des participants au regard de leur statut de professionnels, mais aussi comme une ressource pour l'apprentissage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMALBERTI, R. (1996). La conduite de systèmes à risques. Paris : PUF.

ASTOLFI, J.-P. DAROT, E., GINSBURGER-VOGEL, Y. & TOUSSAINT, J. (1997). Mots-clés de la didactique des sciences. Repères, définitions, bibliographies. Bruxelles : De Boeck, p. 61-65.

BACHELARD, G. (2000) La formation de l'esprit scientifique. Ed. Vrin. Réédition.

BARBIER, J.-M. (2006). Problématique identitaire et engagement dans les activités. In J.-M. Barbier, E. Bourgeois, G. de Villers & M. Kaddouri (Eds.), *Constructions identitaires et mobilisation des sujets en formation,* Paris : L'Harmattan, p. 15-65.

BÉGUIN, P. (2007). Taking activity into account during the design process. In *@ctivités*, 4 (2), pp. 115-121.

BERTRAND, L. & WEILL-FASSINA., A. (1993). Formes des représentations fonctionnelles et contrôles des actions dans le diagnostic de panne. In Weill-Fassina, A., Rabardel, P., Dubois, D. (Eds.), *Représentations pour l'action.* Toulouse : Octarès, p. 247-269.

BORDIN, P. (2002). SIG Concepts, outil et données. Hermès Lavoisier.

BOURGEOIS, E., NIZET, J. & coll. (1999). Regards croisés sur l'expérience de formation. Paris : L'Harmattan.

BOURGEOIS, E. (2000). Le sens de l'engagement en formation. In Barbier, J.-M. et Galatanu, O. (Eds.), *Formation, sens, signification*. Paris : Presses Universitaires de France, p. 87-106.

BOURGEOIS, E. (2006). Tensions identitaires et engagement en formation. In J.-M. Barbier, E. Bourgeois, G. de Villers & M. Kaddouri (Eds.), *Constructions identitaires et mobilisation des sujets en formation,* Paris : L'Harmattan, p. 65-120.

BROSSARD, M. (2004). *VYGOTSKI, Lecture et perspectives de recherches en éducation*. Pas-de-Calais : Presses Universitaires du Septentrion.

BROUSSEAU, G. (1980). L'échec et le contrat. In *Recherches*, no. 41, p. 177-182.

BROUSSEAU, G. (1986). La relation didactique : le milieu. Actes de la IVème Ecole d'Eté de didactique des mathématiques. Paris : IREM Paris 7, p. 54-58.

BROUSSEAU, G. (1996). L'enseignant dans la théorie des situations didactiques. *In Actes de la VIII° École et Université d'Été de didactique des mathématiques*, IREM Clermont-Ferrand, p. 3-46.

BROUSSEAU, G. (2002). Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques. http://pagesperso-orange.fr/daest/guy-brousseau/textes/Glossaire_Brousseau.pdf) consulté en mars 2008.

BRUNER, J. (1983). Le développement de l'enfant : Savoir faire, savoir dire. Paris : PUF.

CHAPELLE, G. & BOURGEOIS, E. (2006). *Apprendre et faire apprendre*. Paris : PUF.

CHAUTARD, P., HUBER, M. (1999). Une recherche à double effet : de la conceptualisation du cours dialogué à l'auto-analyse, par l'enseignant, de ses pratiques. Dans Education permanente n° 139, p. 165-184.

CHAUTARD, P., HUBER, M. (2001). Le savoir caché des enseignants. Paris : L'Harmattan.

CHEVALLARD, Y. (1985). La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble : La Pensée Sauvage.

CLOT, Y. (2008). Travail et pouvoir d'agir. Paris : Presses universitaires de France.

DAVIES, C. (1995). Tasks and Task Description for GIS. In *T.L. Nyerges et al (eds.), Cognitive Aspects of Human-ComputerInteraction for Geographic Information Systems*. NATO ASI Series D, vol. 83 (Dordrecht, Kluwer), p. 327-341.

DANIELLOU, F. & GARRIGOU, A. (1993). L'ergonome, l'activité, et la parole des travailleurs. In A. Weill-Fassina, P. Rabardel, D. Dubois (Eds). *Représentations pour l'action.* Toulouse : Octarès, p. 73-92.

DECI, E.L., & RYAN, R.M., (1985). *Intrinsic motivation and self-regulation in human behavior*. New York: Plenum Press.

DIDIER, M. (1990). Utilité et valeur de l'information géographique. Paris : Ed. Economica.

ESRI France (société). http://www.esrifrance.fr

FABRE, M. (2008). Qu'est-ce que problématiser ? L'apport de John Dewey. In M. Fabre & E. Vellas (Ed.), *Situations de formation et problématisation* (p. 17-30). Bruxelles, Belgique : De Boeck Université.

FABRE, M. & MUSQUER, A. (2009). Quels outils pour la problématisation ? Analyse d'une banque de situations-problèmes. Spiral-E, Revue de Recherches en Éducation, supplément électronique au no 43, p.45-68.

GALPERINE, P. (1966). Essai sur la formation par étapes des actions et des concepts. In *Recherches psychologiques en URSS*. Moscou : Editions du progrès, p. 114-132.

GENEVOIS, S. & SANCHEZ, E. (2007). Les pratiques géomatiques en collège/lycée. D'après les résultats d'une enquête nationale sur les usages des outils géomatiques dans l'enseignement de l'Histoire-Géographie et des Sciences de la Vie et de la Terre. Géomatique Expert, p. 49-55.

GOFFMAN, E. (1974). Les rites d'interaction. Paris : Les Editions de Minuit.

GOIGOUX, R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des enseignants. In *Éducation et didactique*, vol. 1, no 3, p. 19-41.

GRIZE, J.-B. (1996). Logique naturelle et communication. Paris : Editions PUF.

HALGREN, C. (1990). The mystical task. In *SIGDOC '90 Conference Proceedings.* Arcansas: Little Rock, USA, p. 135-139.

HANIGAN, F.L. (1990). GIS Marketing in the 1990's. In *ARC News*, Winter, p. 14-17.

HOC, J.-M. & CARLIER, X. (2000). A method to describe human diagnostic strategies in relation to the design of human-machine cooperation. *International Journal of Cognitive Ergonomics,* vol. 4, p. 297-309.

HOFFMAN, R., CRANDALL, B., & SHADBOLT, N. (1998). A case study in cognitive task analysis methodology: The Critical Decision Method for the elicitation of expert knowledge. In *Human Factors*, *40*, p. 254-276.

HOFFMAN, R. (2005). Protocols for Cognitive Task Analysis. http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf&AD=ADA475456

HOLGADO, O. & MAYEN, P. (2006) Learning a Computerized Tool by Doing Reference to Professional Uses (an Approach of Vocational Didactics for Geographical Information Systems), in European Educational Research Journal : Vocational Education and Training Network (http://www.vet-research.net/ECER_2006/sep13/session_2b/P0808)

JAVAUX, D. & de KEYSER, V. (1998). Complexité et conscience de la situation. Rapport final SFACT/DGAC.

KADDOURI, M. (1996) Place du projet dans les dynamiques identitaires. Education permanente, no. 128, 1996-3, p. 135-151.

KERBRAT-ORECCHIONI, C. (1990). Les interactions verbales. Tome 1, Paris : Armand Colin.

KUHN, W. (1992). The role of metaphors in task analysis. In *Task analysis in human-computer interaction*. 11th Interdisciplinary Workshop on Informatics and Psychology, Schaerding, Autriche.

LEONTIEV, A., LERNER, A. & OCHANINE, D.A. (1961). Quelques objectifs de l'étude des systèmes « homme-automate ». In Questions de psychologie no. 1. Repris in *L'image opérative. Actes d'un séminaire (1-5 juin 1981) et recueil d'articles de D. Ochanine*. Paris : Université de Paris I.

LEONTIEV, A. (1972). Le développement du psychisme. Problèmes. 3ème édition, Editions sociales.

LEONTIEV, A. (1974). Activité, Conscience, Personnalité. Moscou : Editions du Progrès.

LEPLAT, J., PAILHOUS, J. (1973). L'activité intellectuelle dans le travail sur instrument. Dans *Bulletin de psychologie* no 306, p. 673-680.

LEPLAT, J. & PAILHOUS, J. (1977). La description de la tâche : statut et rôle dans la résolution de problèmes. Dans *Bulletin de psychologie*, Tome 31 (1–2), no 332, p. 149-156.

LEPLAT, J. & HOC, J.M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. Cahiers de psychologie cognitive 3, 1, p. 49-63. Réédité dans Leplat J. (coord.) *L'analyse du travail en psychologie ergonomique*. Toulouse : Octarès.

LEPLAT, J. (1985). Les représentations fonctionnelles dans le travail. Psychologie française, no 30, p. 269-275. Réédité dans Leplat J. (coord.) *L'analyse du travail en psychologie ergonomique*. Toulouse : Octarès.

LEPLAT, J. (1986). L'analyse psychologique du travail. Dans Revue de Psychologie Appliquée, 31, 1, p. 9-27. Réédité dans Leplat J. (coord.) *L'analyse du travail en psychologie ergonomique*. Toulouse : Octarès.

LEPLAT, J. (1988). Repères pour l'analyse de l'activité en ergonomie. Le travail humain. Paris : PUF.

LEPLAT, J. (1992). L'analyse du travail en psychologie ergonomique. Octarès.

LEPLAT, J. (1995). À propos des compétences incorporées. Dans *Éducation permanente*, no 123, p. 101-114.

LEPLAT, J. (2002). Psychologie de la formation. Jalons et perspectives. Choix de textes (1955-2002). Toulouse : Octarès.

LEPLAT, J. (2005). Les automatismes dans l'activité : pour une réhabilitation et un bon usage. @ctivités, 2 (2), p. 43-68, http://www.activites.org/v2n2/leplat.pdf

MALGLAIVE, G. (1990). Enseigner à des adultes. Paris : PUF.

MapInfo (société). http://www.mapinfo.com

MAUBANT, P. (2009). Conférence CSSE 2009, Ottawa (consultation le 21 septembre 2009), http://ocs.sfu.ca/fedcan/index.php/csse2009/csse2009/paper/viewFile/1948/612

MAYEN, P. & SAVOYANT, A. (1999). Application de procédures et compétences. Dans *Formation et Emploi*, numéro spécial : Activités de travail et dynamique des compétences.

MAYEN, P. (1999). Des situations potentielles de développement. Dans *Apprendre des situations*. Pastré, P. (dir.) Education permanente no 139, p. 65-86.

MAYEN, P. & MAYEUX, C. (2003). Expérience et formation. Dans *Savoirs* 1, p. 15-56.

MAYEN, P. (2007a). Quelques repères pour analyser les situations dans lesquelles le travail consiste à agir pour et avec un autre. Dans *Cahiers du CREN*, p. 51-64.

MAYEN, P. (2007b). Passer du principe d'alternance à l'usage de l'expérience en situation de travail comme moyen de formation et de professionnalisation. In F. Merhan, C. Ronveaux & S. Vanhulle, *Alternances en formation*, p. 83-100, Bruxelles : De Boeck.

MAYEN, P. (2007c). Théorie des schèmes et médiation. In, *Activités humaines et conceptualisation, questions à Gérard Vergnaud*. Toulouse : Presses Universitaires du Mirail, p. 175-183.

MAYEN, P. (2008). Dix développements sur la didactique professionnelle et le développement. Dans Y. Lenoir & P. Pastré (dir.), Didactique des savoirs professionnels, didactique professionnelle, Toulouse : Octares, p. 110-125.

MEDYCKYJ-SCOTT, D., NEWMAN, I., RUGGLES, C., WALKER, D. (Eds.). (1991). Metadata in the Geosciences : Papers Derived from a Symposium Sponsored by the UK Association for Geographic Information. Loughborough, United Kingdom : Group D Publications Ltd.

MICHARD, A. (1978). Représentation opératoires et modèles du processus dans les tâches de diagnostic, *Bulletin de psychologie*, Tome 33 (1–3), No 343, 1979, p. 39-42.

MOLNAR, F. (1981). L'image mentale est-elle toujours nécessaire à la perception visuelle ? In *L'image opérative. Actes d'un séminaire (1-5 juin 1981) et recueil d'articles de D. Ochanine*. Paris : Université de Paris I.

MONTMOLLIN De, M. (1986). L'intelligence de la tâche. Eléments d'ergonomie cognitive. Deuxième édition, Bern : Peter Lang.

MOUNOUD, P. (1970). Structuration de l'instrument chez l'enfant. Intériorisation et régulation de l'action. Actualités pédagogiques et psychologies. Delachaux et Niestlé Editeurs.

NYERGES, T. (1991). Analytical Map Use. In *Cartography and Geographic Information Systems*. Vol. 18, n° 1, p. 11-22.

OCHANINE, D.A. & CHEBEC, L. (1968). Le reflet dans l'image de la structure opérative de l'objet. *Question de Psychologie, 5*. Repris in *L'image opérative. Actes d'un séminaire (1-5 juin 1981) et recueil d'articles de D. Ochanine*. Paris : Université de Paris I.

OCHANINE, D.A. (1969). Rôle de l'image opérative dans la saisie du contenu informationnel des signaux. Questions de Psychologie, 4. Repris in *L'image opérative. Actes d'un séminaire (1-5 juin 1981) et recueil d'articles de D. Ochanine*. Paris : Université de Paris I.

OCHANINE, D.A., & KOSLOV, V. (1971). L'image opérative effectrice. *Question de Psychologie, 3*. Repris in *L'image opérative. Actes d'un séminaire (1-5 juin 1981) et recueil d'articles de D. Ochanine*. Paris : Université de Paris I.

OCHANINE, D.A., QUAAS, W., & ZALTZMAN, A. (1972). Déformation fonctionnelle des images opératives. *Questions de Psychologie, 3*. Repris in *L'image opérative. Actes d'un séminaire (1-5 juin 1981) et recueil d'articles de D. Ochanine*. Paris : Université de Paris I.

OCHANINE, D.A., & ZALTZMAN, A. (1973a). Opérativité de l'image d'un processus de contrôle. In *Régulation de l'activité*. Moscou. Repris in *L'image opérative. Actes d'un séminaire (1-5 juin 1981) et recueil d'articles de D. Ochanine*. Paris : Université de Paris I.

OCHANINE, D.A., & MOROSSANOVA, V. (1973b). Image dynamique des structures spatio-temporelles. In *Régulation de l'activité*. Moscou. Repris in *L'image opérative. Actes d'un séminaire (1-5 juin 1981) et recueil d'articles de D. Ochanine*. Paris : Université de Paris I.

PASTRÉ, P. (1992). Essai pour introduire le concept de didactique professionnelle : rôle de la conceptualisation dans la conduite de machines automatisées. [Thèse sous la dir. de Gérard Vergnaud]. Paris : Université de Paris V.

PASTRÉ, P. (1992). Développement personnel et analyse réflexive ex post ? Education permanente n°112.

PASTRÉ, P. (1997). Didactique professionnelle et développement. Psychologie Française, 42-1, p. 89-100.

PASTRÉ, P. (1999a). La conceptualisation dans l'action : bilan et nouvelles perspectives. Dans Apprendre des situations, sous la direction de Pastré, P., Education permanente n° 139, p. 13-36.

PASTRÉ, P. (1999b) L'ingénierie Didactique professionnelle. In Carré, P. & Caspar, P. : *Traité des sciences et des techniques de la formation.* Paris : Dunod, p. 403-417.

PASTRÉ, P. (2005). Apprendre par la simulation : de l'analyse du travail aux apprentissages professionnels. Toulouse : Octarès.

PASTRE, P., MAYEN, P., VERGNAUD, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie*, n°154, p. 145-198.

PASTRÉ, P. (2006). Apprendre à faire. In Bourgeois, Etienne et Chapelle, Gaëtane, *Apprendre et faire apprendre*, PUF, p. 109-121.

PASTRÉ, P. (2007). Analyse du travail et formation. Dans Apprentissage et développement : apprendre, se former et agir. Dans Recherches en éducation n° 4. Université de Nantes, p. 23-28.

PASTRÉ, P. (2008a). La didactique professionnelle : origine, fondements, perspectives. Travail et apprentissages, 1 (1), p. 9-22.

PASTRÉ, P. (2008b). Apprentissage et activité. Dans « Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat », Lenoir, Y. et Pastré, P. (sous la dir.), Octares, p. 13-17 et 53-79.

PASTRÉ, P. (2011). La didactique professionnelle. Une approche anthropologique du développement chez les adultes. Paris : PUF.

P0YET, C. (1993). Les modes de dialogue homme-robot, aides ou obstacles aux représentations du mouvement. In Weill-Fassina, A. Rabardel, P. Dubois, D., *Représentations pour l'action*. Toulouse : Octarès, p. 139-159.

PERRENOUD, P. (1999). Gestion de l'imprévu, analyse de l'action et construction de compétences. Education permanente n° 140, p. 123-144.

PIAGET, J. (1966). Logique et connaissance scientifique. Encyclopédie de la Pléiade. Paris : Gallimard.

PIAGET, J. (1975). L'équilibration des structures cognitives, problème central du développement. Paris : PUF.

POPESCU, G. (2006). Correspondance personnelle du 28 août 2006, adressée à Otilia Holgado.

PORNON, H. (1989). Systèmes d'information géographique, pouvoir et organisations – Géomatique et stratégies d'acteurs. Paris : L'Harmattan.

PORNON, H. (1992). Les SIG : mise en œuvre et applications. Paris : Editions Hermès.

Projet Varenius : NCGIA's project to Advance Geographic Information Science (1997-1999). Par Michael F. Goodchild, David M. Mark, Max J. Egenhofer and Karen K. Kemp, du National Center for Geographic Information and Analysis (Santa Barbara CA, Buffalo NY and Orono ME, USA).

RABARDEL, P. (1993). Microgénèse et fonctionnalité des représentations dans une activité avec instrument. Dans Weill-Fassina, A. Rabardel, P. Dubois, D., *Représentations pour l'action*. Toulouse : Octarès, p. 97-113.

RABARDEL, P. (1995). Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains. Paris : Armand Colin Editeur, 239 p.

RABARDEL, P. (2005). Instrument subjectifs et développement du pouvoir d'agir. In Rabardel, P., Pastré, P ; (Ed.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectique activité environnement.* Toulouse : Octarès, p. 11-29.

RABARDEL, P. (2007). Principes pour la constitution d'une didactique professionnelle. Dans Activité humaine et conceptualisation. Questions à Gérard Vergnaud. Coordonné par Merri, M. Toulouse : Editions Presses Universitaires du Mirail, p. 87-90.

RASMUSSEN, J. (1986). A Framework for cognitive task analysis in systems design. In Hollnagel, E., Mancini, G ; & Woods D.D. (Eds). *Intelligent decision support in process environments*. Nato Asi Series, vol 21, Berlin : Springer Verlag.

RICOEUR, P. (1986). Du texte à l'action : essais d'herméneutique II. Paris : Seuil.

ROBERT, A. (2008). La classe de mathématiques. Activités des élèves et pratiques des enseignants. Toulouse : Octarès Editions.

ROGALSKI, J. (1988). Enseignement de méthodes de programmation dans l'initiation à l'informatique. In : Actes du colloque francophone sur la didactique de l'informatique. Paris 1, 2 et 3 septembre 1988. Paris : EPI. p. 61-72.

ROGALSKI, J. & SAMURÇAY, R. (1992). Formation aux activités de gestion d'environnements dynamiques : concepts et méthodes. *Éducation permanente*, n°111, p. 227-242.

ROGALSKI, J. & SAMURÇAY, R. (1993). Représentations de référence : outils pour le contrôle d'environnements dynamiques. *Dans Weill-Fassina, A., Rabardel, P., et Dubois, D. (dir.), Représentations pour l'action*, Toulouse : Octarès Editions, p. 183-207.

SAMURÇAY, R. & PASTRÉ, P. (1995). La conceptualisation des situations de travail. In *Education permanente* no 123, 2, p. 13-31.

SAVOYANT, A. (1979). Eléments d'un cadre d'analyse de l'activité : quelques conceptions essentielles de la psychologie soviétique. *Cahiers de pédagogie*, vol. 22, p. 17-28.

SAVOYANT, A. (1981). Image opérative et problèmes de coordination interindividuelle dans l'activité collective. In L'image opérative. *Actes d'un séminaire (1-5 juin 1981) et recueil d'articles de D. Ochanine*. Paris : Université de Paris I.

SAVOYANT, A. (2005). L'activité en situation de simulation : objet d'analyse et moyen de développement. In Pastré, P. *Apprendre par la simulation*. Toulouse : Octarès, p. 41-54.

SAVOYANT, A. (2009). Activité et expérience. In Mayen, P., Savoyant. A, *Relief échanges* du Cereq, no 28. Réédité dans Travail et apprentissages 2010, no 5, p. 172-183.

SPERANDIO, J.-C. (1981). Tout traitement de l'information est opératif. In L'image opérative. *Actes d'un séminaire (1-5 juin 1981) et recueil d'articles de D. Ochanine*. Paris : Université de Paris I.

TALYZINA, N.F. (1968). Principes théoriques de l'enseignement programmé. Moscou : Ed. Znanije. Traduction Unesco.

TEIGER, C. (1993). Représentations du travail, travail de la Représentation. In Weill- Fassina, A. Rabardel, P., Dubois, D. (Eds). *Représentations pour l'action,* Toulouse : Octarès.

TROGNON, A et KOSTULSKI, K. (1999). Eléments d'une théorie globale de l'interaction conversationnelle. Psychologie française, 44, 4, p. 307-318.

VALOT, C., GRAU, J.C., AMALBERTI, A. (1993). Les métaconnaissances : des représentations de ses propres connaissances. In Weill-Fassina, A., Rabardel, P., Dubois, D. (Eds). *Représentations pour l'action.* Toulouse : Octarès.

VARELA F. J., THOMPSON, E. et ROSCH, E. (1993). *L'inscription corporelle de l'esprit : Sciences cognitives et expérience humaine*, Paris, Seuil.

VERGNAUD, G. (1985). Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation. *Psychologie française*, vol. 30, 4, p. 245-252.

VERGNAUD, G. (1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol.10/2.3, p. 133-170.

VERGNAUD, G. (1994). Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. *Recherches en didactique des mathématiques*, 30, p. 177-191.

VERGNAUD, G. (1998). Qu'est-ce que la pensée ? *Actes du colloque « Qu'est-ce que la pensée ? »*, [CD-Rom], Suresnes.

VERGNAUD, G. (1998). Au fond de l'action, la conceptualisation. Dans Savoirs théoriques et savoirs d'action, Barbier, dir. Paris : PUF.

VERGNAUD, G. (2001). Forme opératoire et forme prédicative de la connaissance. Actes du Colloque GDM 2001 « La notion de compétence en enseignement des mathématiques, analyse didactique des effets de son introduction sur les pratiques et sur la formation ». Montréal : Jean Portugais (Ed), p. 6-27.

VERGNAUD, G. (2003). La conceptualisation, clef de voûte des rapports entre pratique et théorie. *Actes de la DESCO «Analyse de pratiques et professionnalité des enseignants »*. 2003, CRDP de l'Académie de Versailles, p 48-57. Suivi de Table ronde, p. 73-77.

VERGNAUD, G. (2007). Réponse de Gérard Vergnaud. In Merri M. (coord.), *Activité humaine et conceptualisation : Questions à Gérard Vergnaud*, p. 341-357. Toulouse : Presse Universitaires du Mirail.

VERMERSCH, P. (1981). Image opérative ou représentation fonctionnelle ? A propos de quelques difficultés sémantiques. In L'image opérative. *Actes d'un séminaire (1-5 juin 1981) et recueil d'articles de D. Ochanine*. Paris : Université de Paris I.

VIDAL, C. & ROGALSKI, J. (2007). La conceptualisation et la place des concepts pragmatiques dans l'activité professionnelle et le développement des compétences. In *@ctivités*, 4-1, p. 49-84.

VINATIER, I. & ALTET, M. (2008). Analyser et comprendre la pratique enseignante. Rennes : PUR.

VINATIER, I. (2009). Pour une didactique professionnelle de l'enseignement. Rennes : Editions PUR.

VYGOTSKI, L.S. (1930-1985). La méthode instrumentale en psychologie. In Schneuwly, B. & Bronckart, J-P. (Ed.), *Vygotski aujourd'hui.* Neuchâtel – Paris : Delachaux & Niestlé.

VYGOTSKI, L.S. (1933). Pensée et Langage (traduction de Françoise Sève). Paris : Éditions Sociales (traduction 1978).

WEILL-FASSINA, A. & PASTRÉ, P. (2004). Les compétences professionnelles et leur développement. In Falzon, P. (dir.), *Ergonomie*. Paris : PUF, p. 213-231.

WOOD, D., BRUNER, J, S. et ROSS, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. In *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, vol. 17 issue 2, p. 89-100.

WURTZ, M. (1996). Introduire les SIG dans une école d'ingénieurs pour l'eau et l'environnement. In K. Kovar & H.P. Nachtnebel (Eds.), *Application of Geographical Information Systems in Hydrology and Water Resources Management*. IAHS Publ., no 235, p. 89-95.

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Couches d'information SIG. De gauche à droite : découpage administratif, réseau hydrographique, réseau routier, occupation du sol, relief. 20

Figure 2. Couche SIG (à droite) issue de la digitalisation d'une carte papier (données géologiques) 21

Figure 3. Carte SIG obtenue par superposition et traitement de plusieurs couches d'information.....22

Figure 4. Aspects habituellement pris en considération dans un projet SIG.....23

Figure 5. Organisation de la salle lors de la formation A 90

Figure 6. Organisation de la salle lors de la formation D 90

Figure 7. Classification des représentations initiales des professionnels en formation (formations A et D).....131

Figure 8. Représentations graphique symbolisant les domaines informatique et géographique situés à la base du SIG. Illustration utilisée par le formateur F2 lors des formations A et D.....149

Figure 9. Organisation de la deuxième série d'épisodes de découverte du système technique MI 224

Figure 10. Affichage de MI à son lancement.....229

Figure 11. Etat initial et état final de l'écran pour l'action 1 240

Figure 12. Etat initial et état final de l'écran pour l'action 1.2. 253

Figure 13. L'extension du système d'aide de proximité assuré par l'apprenant FRA.....271

Figure 14. Etat souhaité et état obtenu à l'écran par l'apprenant VIV pour l'action 1.....274

Figure 15. Couche *carte.tif* 318

Figure 16. Superposition de couches : *carte.tif*, parcellaire et rivières.....318

LISTE DES SCHEMAS

Schéma 1. Modèle d'action instrumentée (à titre d'hypothèse) 39

Schéma 2. Modèle d'action sur la base des trois phases identifiées par Ochanine (1971) dans la formation des représentations 40

Schéma 3. Processus de réalisation d'une tâche SIG élaborée.....105

Schéma 4. Organisation générale observée pour les formations A et D 106

Schéma 5. Séquences de présentation en début des formations A et D.....107

Schéma 6. Organisation des séquences de cours de l'espace « présentation des bases » (formations A et D)..108

Schéma 7. Modélisation et analyse comparative du contenu propositionnel des définitions du SIG (formations A et D).....148

Schéma 8. Modélisation de l'argumentaire du formateur au regard des possibilités du SIG (formations A et D) 166

Schéma 9. Organisation observée de l'activité du groupe pour la séquence 1 (formation D).....187

Schéma 10. Organisation observée de l'activité du groupe pour la séquence 2 (formation D) 189

Schéma 11. Organisation observée de l'activité du groupe pour la séquence 3 (formation D) 190

Schéma 12. Modélisation des références à des propos antérieurs (formation D, séquence 3) 191

Schéma 13. Organisation observée de l'activité du groupe pour la séquence 4 (formation D) 192

Schéma 14. Organisation observée de l'activité du groupe pour les séquences 5 et 6 (formation D).....192

Schéma 15. Organisation observée de l'activité du groupe pour la séquence 7 (formation D) 194

Schéma 16. Modélisation des relations entre les thèmes introduits verbalement et les actions réalisées par les apprenants dans le cadre de la séance de découverte du système technique MI 237

Schéma 17. Procédure de réalisation de l'action 1 et système de guidage associé 239

Schéma 18. Procédure de réalisation de l'action 4 et système de guidage associé 241

Schéma 19. Procédure de réalisation de l'action 8 et système de guidage associé 242

Schéma 20. Procédure de réalisation de l'action 9 et système de guidage associé. 243

Schéma 21. Procédure suivie par l'apprenant VIV avec l'aide des formateurs, pour réaliser l'action 4 245

Schéma 22. Procédure de réalisation de l'action 1.2 et système de guidage associé, à la suite de l'action 1 250

Schéma 23. Procédure de réalisation de l'action 4 et système de guidage associé, à la suite de l'action 4.....251

Schéma 24. Procédure suivie par l'apprenant VIV pour réaliser avec aide l'action 1.2 253

Schéma 25. Procédure de réalisation de l'action 7 (créer un document .wor).....257

Schéma 26. Procédure de réalisation de la tâche Quimper et système de guidage associé.....265

Schéma 27. Procédure de réalisation de l'action 10 et système de guidage associé.....267

Schéma 28. Procédure d'exécution de l'action 14 et système de guidage associé.....268

Schéma 29. Procédure de réalisation de l'action 14 et système de guidage assuré par FRA à destination d'EDI 272

Schéma 30. Modélisation des différents niveaux de la tâche Sorme : tâche professionnelle, tâche SIG réelle, tâche SIG didactisée.....301

Schéma 31. Buts identifiées au regard de la tâche Sorme.....306

Schéma 32. Démarche d'action pour la tâche didactique Sorme. Modèle d'action commun aux formations A et D, construit à partir du récit du formateur F1.....311

Schéma 33. Procédure de réalisation de l'action de calage.....318

Schéma 34. Consigne pour l'action de calage. Modélisation de l'activité des formateurs.....321