



ÉCOLE DOCTORALE  
PRES I Bourgogne | Franche-Comté  
Environnements - Santé



Centre Hospitalier Universitaire Dijon



## UNIVERSITE DE BOURGOGNE

Ecole doctorale PRES Bourgogne/Franche-Comté  
ENVIRONNEMENT SANTE

THESE

Pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université de Bourgogne

Discipline: Sciences de l'alimentation

Présentée publiquement le vendredi 22 Mars 2013

par  
**Francis BON**

# Mise en place de moyens adaptés pour améliorer l'état nutritionnel des personnes âgées

Directeurs de thèse :  
PFITZENMEYER Pierre, PU-PH †  
NARCE Michel, PU

Co-directeur de thèse :  
VAN WYMELBEKE Virginie, IR

Jury :

MANCKOUNDIA Patrick, PU-PH - CHU de Dijon

GIBOREAU Agnès, Docteur - DR - Institut Paul Bocuse, Ecully

SALLES Nathalie, PU-PH - CHU de Bordeaux

LESOURD Bruno, PU-PH CHU - CHU de Clermont-Ferrand

VAN WYMELBEKE Virginie, Docteur - IR - CHU de Dijon

NARCE Michel, PU -INSERM U866- Université de Bourgogne, Dijon

Président du jury

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Examineur

Examineur

© BON Francis, 2013



*A mes parents et à mon grand-père,*



# REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord remercier tous les membres du jury, le Professeur Michel NARCE de l'Université de Bourgogne, Mme Agnès GIBOREAU de l'Institut Paul Bocuse, le Professeur Nathalie SALLES du CHU de Bordeaux, le Professeur Patrick MANCKOUNDIA du CHU de Dijon, le Professeur Bruno LESOURD du CHU de Clermont-Ferrand ainsi que Mme Virginie VAN WYMELBEKE du CHU de Dijon d'avoir accepté de juger ce travail et en particulier mesdames GIBOREAU et SALLES pour leur travail de rapporteurs sur ce doctorat.

Je tiens à adresser une pensée ainsi qu'un grand remerciement au Professeur Pierre PFITZENMEYER. Vous m'avez donné la confiance et l'envie de travailler pour le vieillissement réussi de la personne âgée. Votre disparition m'a profondément marqué, tout comme l'ensemble de vos services sur le site de Champmaillot. Votre bonne humeur, votre disponibilité (pour signer tous les consentements d'étude !) et l'aura que vous dégagiez lorsque vous parliez de « vos vieux » nous manque. Un grand merci pour tout ce que vous avez fait.

Merci à vous Professeur NARCE d'avoir pris la suite du Professeur PFITZENMEYER en tant que directeur de thèse et de m'avoir permis d'arriver jusqu'à la soutenance.

Je tiens à adresser un remerciement particulier à mes partenaires industriels qui m'ont soutenu et financé durant cette thèse. Je souhaiterais remercier Monsieur Pierre GUEZ, Directeur Général de Dijon Céréales, Messieurs Jean-Philippe GIRARD et Pierre GUEZ (de nouveau), cogérants de l'entreprise CERELAB® Gustalis, et Monsieur Stéphane MALOISEL, Président Directeur Général de l'entreprise Les Repas Santé. Merci de m'avoir inclus dans vos projets et permis de travailler avec vos sociétés respectives.

Je tiens à remercier ma « patronne » Virginie VAN WYMELBEKE, pour m'avoir proposé ce travail lorsque j'étais en stage de Master 2 Nutrition-Santé. Cela s'est inscrit dans la continuité de mon travail et m'a permis de ne pas avoir de pause entre la fin de mon Master 2 et le départ de cette thèse. Même si nos rapports ont pu être parfois conflictuels (je sais que j'ai un caractère de m..... et quand j'ai une idée en tête je ne l'ai pas ailleurs !), sachez que j'ai

de l'estime pour vous et que tout ce que j'ai pu dire ou penser sur le moment n'est en aucun cas le reflet de ma pensée. Merci à vous.

Merci à toutes les personnes que j'ai pu côtoyer durant ces années au sein du centre gériatrique de Champmaillot, professeurs, médecins, internes, infirmiers, aides-soignants, personnel non médical, patients et j'en oublie très certainement.

Merci à tous ceux qui nous ont facilité le travail lors de nos déplacements en EHPAD. Je pense ici aux directeurs et directrices d'établissements qui nous ont ouvert leurs portes, à leurs employés, infirmiers, aides-soignants et cuisiniers.

Je n'oublie pas ici les résidents qui ont bien voulu se soumettre aux nombreux tests, questionnaires et mesures que nous leur avons imposés tout au long des études cliniques. Merci à vous et merci pour vos sourires et votre disponibilité.

Je souhaite remercier tous les membres (anciens et actuels) de l'équipe CERELAB® Gustalis et Dijon céréales avec qui j'ai énormément échangé durant ces années de doctorat. Merci à vous Gérard, Jean-Philippe, Malika, Stéphanie, Valérie, les différents boulangers : Mathieu, Simon et Eric, les stagiaires...

Enfin, merci à mes parents pour m'avoir soutenu durant toute la durée de ce doctorat (qui fut long, périlleux, mais qui s'achève... enfin !). Merci à toi papa qui malgré la maladie m'a toujours soutenu, mais je ne t'oublie pas maman bien au contraire, toi qui nous a tous poussé dans nos études respectives pour que nous puissions y arriver. Je pense que si j'en suis là aujourd'hui c'est en grande partie grâce à toi.

Je pense bien à vous Virginie et Karine et vous remercie ainsi que vos maris respectifs (qui n'ont pas toujours bien compris que cette thèse était un travail prenant) mais cette fois ça y est c'est la fin !

Et toi aussi Luc je ne t'oublie pas même si tu ne me l'as jamais clairement dit je pense que tu dois être fier de ton « grand » frère qui termine enfin ses longues études... A toi d'en faire autant maintenant.

Je terminerai mes remerciements en pensant à toi Sophie qui aujourd'hui partage ma vie et à vous aussi les enfants (pas toujours très sages !). Merci pour vos sourires et vos encouragements perpétuels... Je vous aime...

# **SOMMAIRE**



<b>Préface</b>	<b>-11-</b>
<b>La population âgée</b>	<b>-13-</b>
<b>A. Epidémiologie du vieillissement de la population</b>	<b>-13-</b>
<b>B. Modifications survenant lors du vieillissement</b>	<b>-15-</b>
1) Contrôle de la prise alimentaire	-15-
2) Modifications physiques apparentes	-18-
3) Modifications physiologiques de l'organisme	-19-
4) Vieillissement de l'appareil digestif	-21-
i. Vieillissement buccodentaire	-21-
ii. Troubles de la déglutition	-23-
iii. Ralentissement de la vidange gastrique	-23-
iv. Vieillissement intestinal	-24-
<b>C. Métabolisme et composition corporelle de la personne âgée</b>	<b>-25-</b>
<b>D. Dénutrition de la personne âgée</b>	<b>-33-</b>
1) Causes de la dénutrition	-34-
2) Conséquences de la dénutrition	-35-
3) Dépistage de la dénutrition	-39-
i. Les données anthropométriques	-39-
ii. Les questionnaires et les scores	-44-
iii. Les marqueurs biologiques	-48-
iv. Le recueil des ingesta	-50-
4) Les critères permettant d'évoquer une dénutrition	-51-
<b>E. Les besoins nutritionnels chez la personne âgée</b>	<b>-52-</b>
1) Les Apports Nutritionnels Conseillés (pour la population française)	-52-
2) Les programmes mis en place par les pouvoirs publics	-57-
3) Les différentes supplémentsations	-58-
<b>F. Qu'est ce qu'un régime chez la personne âgée ?</b>	<b>-60-</b>
1) Régimes et risques chez la personne âgée	-60-
2) Jusqu'à quel âge peut-on suivre un régime ?	-62-
<b>G. La restauration collective</b>	<b>-63-</b>

Chapitre I : La stimulation alimentaire sans produit interventionnel en unité de court séjour gériatrique -65-

**Introduction -67-**

**A. Situation des patients admis en unité de court séjour gériatrique -69-**

- 1) Sujets -69-
- 2) Méthodes -69-
- 3) Résultats -70-
- 4) Discussion -71-

**B. L'intervention en unité de court séjour hospitalier : une stimulation alimentaire sans produit interventionnel -72-**

- 1) Sujets -72-
- 2) Méthodes -72-
- 3) Résultats -75-

**C. Discussion -80-**

**D. Conclusion -82-**

Chapitre II : La consommation de crèmes dessert enrichies en protéines et en leucine en unité de moyen séjour hospitalier -83-

**Introduction -85-**

**A. Pourquoi une crème dessert ? -88-**

- 1) *le produit* -88-
- 2) *La composition* -88-
- 3) *Etude : appréciation des crèmes* -89-

**B. En unité de soin de suite et réadaptation (SSR) -93-**

**C. Discussion -96-**

**D. Conclusion -101-**

Chapitre III : Elaboration d'un produit de panification pour lutter contre la dénutrition du sujet âgé -103-

**Introduction -105-**

**A. Conception des prototypes et étude de lassitude -109-**

- i. Matériel et méthodes -109-
- ii. Résultats -111-
- 1) Tests sur un pain du commerce -111-
- 2) Tests sur les premiers prototypes de pains enrichis développés arôme neutre -113-

3) Tests avec des pains enrichis aromatisés	-115-
<b>B. Pré étude clinique : Etude lassitude</b>	<b>-121-</b>
1) Matériel et méthode	-121-
2) Résultats	-122-
<b>C. Etude clinique en Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes (EHPAD)</b>	<b>-125-</b>
1) <i>Sujets</i>	-125-
2) <i>Conception de l'étude</i>	-125-
3) <i>Résultats</i>	-129-
4) <i>Discussion</i>	-140-
5) <i>Conclusion</i>	-143-
<b>D. En unité de moyen séjour hospitalier</b>	<b>-145-</b>
1) <i>Sujets</i>	-145-
2) <i>Conception de l'étude</i>	-145-
3) <i>Résultats</i>	-147-
4) <i>Discussion</i>	-152-
5) <i>Conclusion</i>	-153-
<b>Discussion générale</b>	<b>-155-</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>-165-</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>-189-</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>-195-</b>
<b>Liste des abréviations</b>	<b>-199-</b>
<b>Annexes</b>	<b>-203-</b>



## Préface

La personne âgée, groupe de personnes longtemps délaissées et marginalisées, est en train de prendre de plus en plus d'importance dans notre société actuelle. Cette catégorie de la population attire aujourd'hui l'intérêt de nombreuses personnes, scientifiques comme industriels. Pourquoi s'intéresser à la personne âgée ? Benjamin Franklin a écrit « *Tout le monde voudrait vivre longtemps, mais personne ne voudrait vivre vieux* ». Tous les organismes vivants ont une caractéristique commune et inévitable qui est le vieillissement.

Cambois et al (2004) ainsi que Brutel (2002) ont déclaré que le vieillissement n'est pas synonyme de maladie et qu'au contraire, l'espérance de vie sans incapacité augmente d'années en années. Cela conduit à l'augmentation du nombre de seniors en France depuis le milieu des années 1960. Les plus de 60 ans étaient 7 millions en 1950, 12.8 millions en 2006 et seront 22 millions en 2050, soit plus d'un tiers de la population (Cambois et al, 2004 ; Brutel, 2002). Le nombre des plus de 85 ans devrait quant à lui quadrupler en un demi-siècle pour atteindre plus de 4 millions en 2050 (INSEE, 2007). L'augmentation de la longévité dans les sociétés développées s'est fortement accentuée mais on note depuis peu une stagnation dans certains pays industrialisés tels que les Etats-Unis d'Amérique (Enquête de l'Harvard School of Public Health, 2008).

Avec l'avancée en âge survient des modifications physiques apparentes (perte de cheveux, distension de la peau, diminution de la vitesse de marche...) et physiologiques moins visibles (diminution des capacités visuelles, olfactives, tactiles et métaboliques...) apparaissent, induisant une diminution de l'alimentation en qualité et en quantité, avec un changement progressif de la composition corporelle (anorexie liée à l'âge: Morley et al, 1999 ; Macintosh et al, 2000 ; Morley, 2001 ; Donini et al, 2003 ; Hays et al, 2006). Toutes ces modifications liées au vieillissement méritent une attention particulière car elles ont des conséquences sur l'état de santé, telles que les risques de fractures liées aux chutes, la diminution de la densité osseuse, la diminution des capacités sensorielles et masticatoires. Cela peut conduire à terme à un état de dénutrition qui a des conséquences importantes sur la qualité de vie.

D'après la Haute Autorité de Santé, la dénutrition touche entre 4 et 10% des personnes âgées vivant à domicile et ces valeurs peuvent aller jusqu'à 15 à 38% en institution et 30 à 70% à l'hôpital (HAS, 2007 ; de Groot et al, 1992). La dénutrition peut aggraver ou accroître le risque des pathologies en fragilisant la personne et en augmentant la médication ; ce qui peut en retour influencer directement les apports alimentaires (anorexie due à la maladie) et donc aggraver les carences chez une personne déjà fragile (Morley et al, 1988 ; Morley, 2001).

La nutrition revêt donc une importance toute particulière chez la personne âgée et comme le disait Hippocrate (377 avant JC) : « *Fais de tes aliments ton premier médicament* ». Sur ces bases, nous nous sommes intéressés aux différentes actions nutritionnelles qui peuvent permettre de lutter contre la dénutrition touchant la personne âgée quel que soit son lieu de vie.

Dans la première partie de ce manuscrit seront décrites les caractéristiques de la personne âgée lors de son avancée en âge, et plus précisément, les modifications physiologiques, et métaboliques, les troubles nutritionnels, ainsi que les recommandations nutritionnelles ciblées pour cette population et les actions alimentaires qui permettent de lutter contre la dénutrition. Dans un second volet, les trois études cliniques mises en place durant ce travail de thèse seront abordées Enfin, nous terminerons par une discussion générale et les perspectives qui découlent de ce travail.

## La population âgée

### **A. Epidémiologie du vieillissement de la population**

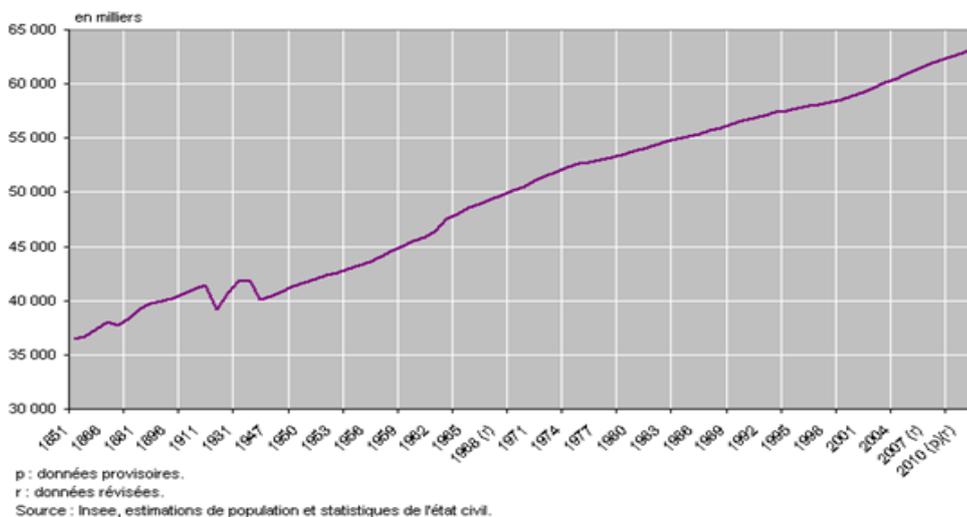
D'après les travaux de Brutel, la population française est passée de 41.6 millions d'habitants en 1950 à 58.7 millions en 2000, soit un accroissement annuel moyen de 0.7%. Quelles que soient les hypothèses retenues par l'institut national de la statistique et des études économiques (INSEE), le nombre de personnes âgées ne cessera de croître jusqu'en 2050. La France compte environ 65 millions de personnes (*Figure 1-1*) dont 11 millions de plus de 65 ans et près de 6 millions de plus de 75 ans (Brutel, 2001 ; 2002 ; Insee, 2011). L'effectif des personnes âgées de plus de 60 ans se situera, en 2050, entre 21 et 24 millions. A cet horizon, une personne sur trois aura plus de 60 ans contre une sur cinq en 2000. L'effectif des plus de 75 ans passera de 4.2 à 11.6 millions entre 2000 et 2050 (+276%) et celui des plus de 85 ans de 1.3 à 4.8 millions (+370%). Ce sont les classes d'âges les plus élevées qui verront leur nombre augmenter le plus. Plus de 15 000 français dépassent le seuil des 100 ans en 2010 et ce chiffre pourrait atteindre 200 000 en 2060 (Blanpain, 2010).

Au niveau du sex-ratio, les différences entre hommes et femmes, qui sont actuellement importantes aux classes d'âge les plus hautes vont s'estomper quelque peu d'ici à 2050 (*Figure 1-2*). En effet, les femmes représentaient 58% des plus de 60 ans en 2000. Plus l'âge augmente et plus la proportion de femmes est élevée : elles représentent 65% des plus de 75 ans et 72% des plus de 85 ans. D'ici à 2050, cette surreprésentation féminine dans la population âgée diminuera du fait de l'augmentation de l'espérance de vie masculine. Néanmoins, les femmes représenteront encore 55% des plus de 60 ans, 59% des plus de 75 ans et 64% des plus de 85 ans.

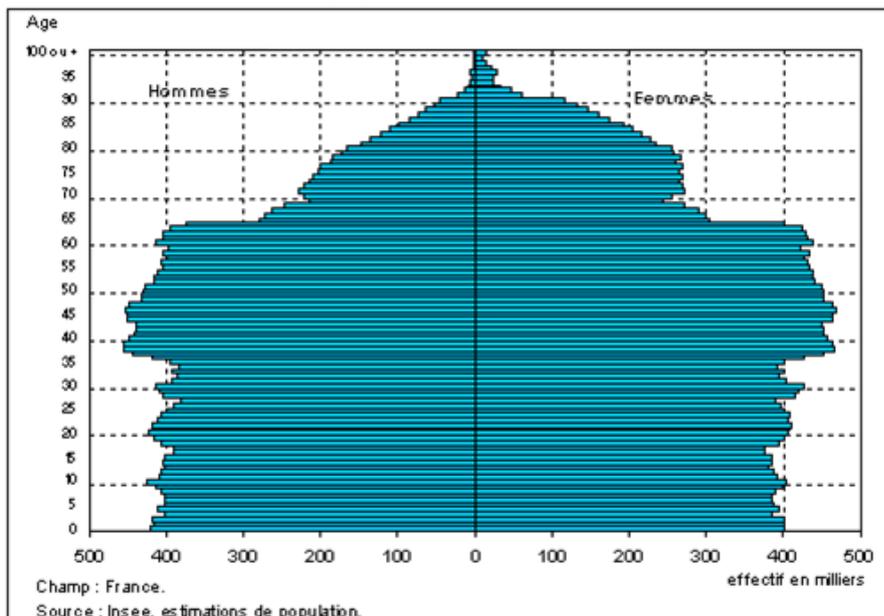
Les personnes âgées vieillissantes sont touchées par la dépendance (Vasselle, 2011). Il y a plus de 1.1 million de personnes âgées dépendantes en France et ce nombre va être augmenté de 1 à 2% par an jusqu'en 2040. La prise en charge des personnes âgées les plus fragiles s'est imposée comme un sujet sociétal et économique majeur. Aujourd'hui, plus de 90% des personnes âgées de plus de 60 ans vivent à domicile. Environ 5% des personnes de plus de 60 ans résident dans des établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes ; EHPAD (CNA, 2005).

Dans les pays riches, un tel allongement de la durée de vie s'explique, par le fait qu'il est plus aisé qu'autrefois de se nourrir, l'hygiène est meilleure, les maladies infectieuses ont reculé, la population est bien mieux soignée et la prévention est meilleure que par le passé (Brutel, 2001 ; 2002 ; Blanpain, 2010 ; Insee, 2011). L'avancée en âge entraîne également des modifications inévitables aussi bien sur le plan physique que physiologique.

**Figure 1-1** : Evolution de la population en France métropolitaine entre 1851 et 2010 (source: Insee, estimation de la population et statistique de l'état civil)



**Figure 1-2** : Pyramide des âges au 1<sup>er</sup> janvier 2011 (source: Insee, estimation de la population)



## **B. Modifications survenant lors du vieillissement**

### **1) Contrôle de la prise alimentaire**

Avec l'avancée en âge, les apports alimentaires diminuent et une anorexie apparaît, caractérisée par une baisse de la sensation de faim et une plus grande sensation de satiété après un repas classique (Schroll et al, 1997 ; Wakimoto et al, 2001 ; Drewnowski et al, 2001). Ceci fragilise l'équilibre nutritionnel et augmente le risque de perte de poids lors d'événements pathologiques, chirurgicaux ou psychologiques intercurrents. Il est à savoir que 10% des personnes âgées consomment moins de 1300 kcal/jour (soit environ 35% de moins qu'une personne adulte), ce qui les conduit à un fort risque de carence en micro et macronutriments (Schroll et al, 1997). Kinney a montré que les femmes diminuaient leur consommation de 900 kcal entre 20 et 80 ans et que ces chiffres atteignaient jusqu'à 1200 kcal chez les hommes (Kinney, 2004).

Plusieurs facteurs agissent sur le contrôle de la prise alimentaire, tels qu'une dysrégulation de l'appétit, qui représente une particularité de la personne âgée car cette fonction semble perturbée à la fois sur le court terme (Rolls et al, 1995 ; Wilson & Morley, 2003) et sur le long terme (Roberts et al, 1994 ; Moriguti et al, 2000), augmentant de façon importante le risque d'altération durable du statut nutritionnel. Une étude réalisée par l'équipe de Roberts a montré que sous-alimentée une population jeune et une population âgée durant une courte période (3 à 4 semaines) apportait des résultats très différents (Roberts et al, 1994). En effet, à la fin de cette période restrictive, la population jeune présentait une phase d'hyperphagie qui lui permettait de compenser sa perte de poids et de revenir progressivement aux apports habituellement consommés. En revanche, la population âgée était incapable de retrouver son niveau d'apport énergétique habituel sans prise en charge nutritionnelle spécifique (Roberts et al, 1994 ; Moriguti et al, 2000). Cependant, l'inverse est également vrai car après une période de surconsommation, le sujet jeune va avoir une période de compensation où il consommera moins alors que le sujet âgé ne l'aura pas. Ces observations illustrent la perte de poids « en marche d'escalier » connue chez la personne âgée, sujette à divers stress (perte d'un conjoint, pathologie, placement...).

La prise alimentaire peut aussi être impactée et régulée par de nombreux facteurs hormonaux qui ont été bien décrit par divers chercheurs (Rolls & McDermott, 1991 ; MacIntosh, 2000 ; Hays & Roberts, 2006). Au cours du vieillissement, l'organisme produit davantage d'hormones ayant des effets anorexigènes que d'hormones ayant des effets orexigènes.

Parmi les facteurs gastro-intestinaux qui influencent la prise alimentaire, les facteurs présentés ci-dessous sont particulièrement importants à prendre en considération chez les personnes âgées : (**Figure 2-1**).

*La cholecystokinine* (CCK) tout d'abord, est un peptide produit par la muqueuse du duodénum en réponse à l'arrivée de nutriments (principalement acides aminés et acides gras à longue chaîne, Degen et al, 2001) et possède une action satiétogène puissante (Burton-Freeman et al, 2002). Chez la personne âgée, et encore plus si elle est dénutrie, les concentrations plasmatiques en CCK à jeun sont plus élevées que chez l'adulte jeune et elles augmentent de façon plus importante en réponse à un repas (MacIntosh et al, 1999 ; Berthélemy et al, 1992).

*Le glucagon* est une hormone connue depuis 1923 mais isolée seulement 30 ans plus tard par Staub et son équipe (Staub et al, 1953). Il est produit par le pancréas et connu pour ses propriétés hyperglycémiantes et anorexigènes. Cette hormone est sécrétée par les cellules  $\alpha$  situées à la périphérie des ilots de Langerhans dans le pancréas. Par ailleurs, une étude a montré que les femmes âgées présentaient une augmentation de la concentration plasmatique de glucagon en période postprandiale (Melanson et al, 1998).

*La ghréline* est une hormone peptidique produite par l'estomac lors du jeûne et qui stimule la prise alimentaire. Son taux augmente avant les repas puis diminue rapidement après ceux-ci (Kojima et al, 1999 ; Inui et al, 2004 ; Asakawa et al, 2005). Chez la personne âgée, la concentration de ghréline est diminuée à jeun (Rigamonti et al, 2002). Son rôle dans l'anorexie liée à l'âge reste cependant à définir.

*La leptine*, hormone satiétogène, est produite par les adipocytes et son action est essentiellement de diminuer la prise alimentaire (Zhang et al, 1994 ; Campfield et al, 1995 ; Halaas et al, 1995). Les concentrations plasmatiques en leptine sont corrélées à la teneur en masse grasse : les modifications de la composition corporelle liées à l'âge expliquent que les taux de leptine augmentent chez la personne âgée (Ruhl et al, 2007).

*Le peptide YY* est une hormone qui semble surtout impliquée dans le ralentissement de la vidange gastrique. Cependant, ses concentrations plasmatiques à jeun et en réponse à une infusion intraduodénale de glucose ou de lipides ne sont pas différentes chez le jeune ou la personne âgée (MacIntosh et al, 1999).

Il existe d'autres facteurs, périphériques et centraux qui influencent la prise alimentaire :

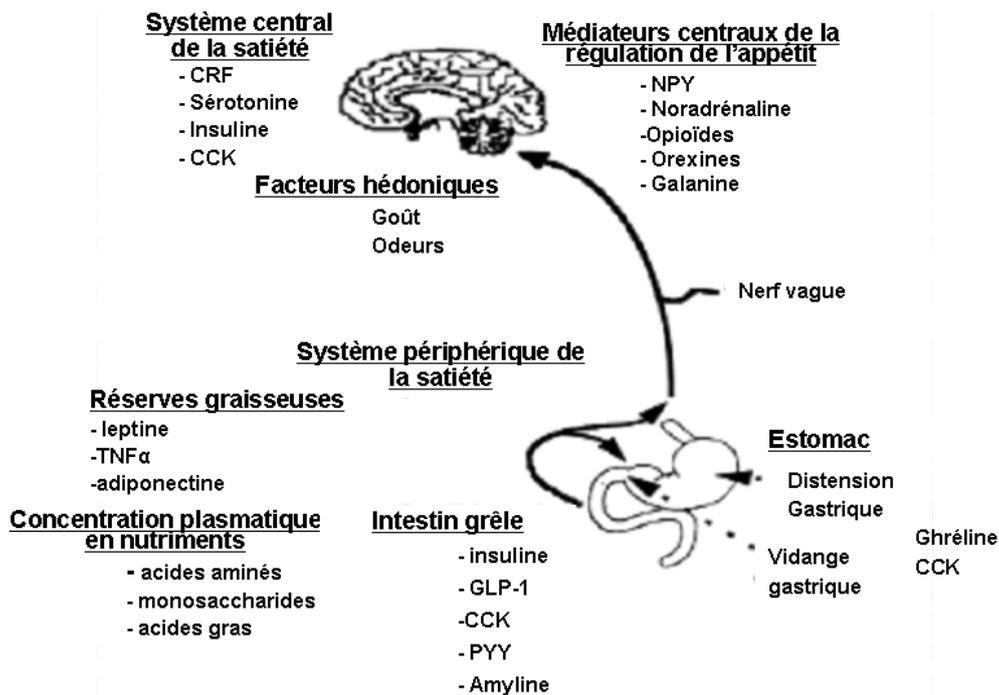
*Le neuropeptide Y (NPY)*, est un neurotransmetteur peptidique qui stimule la prise alimentaire. Cependant, des taux plus élevés de NPY ont été retrouvés chez la personne âgée souffrant d'anorexie alors que celui-ci est orexigène (Martinez et al, 1993). Des données expérimentales suggèrent que la personne âgée a une moins bonne sensibilité à ce neurotransmetteur avec l'âge (Blanton et al, 2001).

*Le facteur de nécrose tumorale alpha (TNF- $\alpha$ )* fait partie de la famille des cytokines et est donc un facteur pro-inflammatoire. Il est libéré par les leucocytes, l'endothélium et d'autres tissus en réponse à une infection par exemple. Le TNF- $\alpha$  agit sur l'hypothalamus en produisant un effet anorexigène puissant. Des chercheurs brésiliens ont montré que chez l'animal, de hautes doses de TNF- $\alpha$  induisent une réduction de 25% des apports alimentaires dans les 12h qui suivent (Romanatto et al, 2007). D'autres équipes scientifiques (Matthys et al, 1997 ; Laviano et al, 2003) ont montré le lien entre l'inflammation créée par des situations de cancer et d'infection chroniques chez la personne âgée et l'effet anorexigène du TNF- $\alpha$ . et de l'IL-1.

*L'adiponectine* est une hormone peptidique découverte dans les années 1990 (Maeda et al, 1996). Elle est sécrétée par le tissu adipeux (Whitehead et al, 2006 ; Kim et al, 2006). Chez un individu sain, les concentrations varient entre 5 et 30  $\mu\text{g/mL}$  (Matsuzawa, 2006). Sa synthèse est régulée par d'autres molécules telles que l'insuline et l'IGF-1 qui l'augmente ou les glucocorticoïdes et le TNF- $\alpha$  qui la diminue par exemple (Stefan et al, 2002). Les niveaux d'adiponectine sont diminués chez les obèses, les diabétiques de type 2 et chez les patients avec des maladies cardiovasculaires. Il y a une forte corrélation positive entre l'adiponectinémie et la sensibilité à l'insuline ainsi qu'une corrélation inverse entre l'adiponectinémie et le degré d'obésité (Arita et al, 1999) et plus particulièrement avec la quantité de graisse viscérale (Asayama et al, 2003). L'adiponectine pourrait jouer un rôle préventif contre l'athérosclérose et la résistance à l'insuline (Bastard et al, 2006).

Les mécanismes impliqués dans la régulation de l'appétit chez les personnes âgées restent à ce jour insuffisamment compris et nécessitent davantage de travaux de recherche.

**Figure 2-1** : Mécanismes périphériques et centraux de la régulation de l'appétit (Adapté de Rolls et al, 1991 et de Hays & Roberts, 2006).



## 2) Modifications physiques apparentes

Les premières modifications physiques qui apparaissent avec l'âge sont les suivantes : les cheveux blanchissent, tombent, la peau se ride, perd de son élasticité et cela impacte sur la vie de tous les jours et peut avoir des retombées psychologiques sur l'image que la personne âgée renvoie aux autres.

Une modification physique, plus invalidante, est le changement dans la posture avec un recourbement de la colonne vertébrale (cyphose ou camptocormie), l'apparition de tassements vertébraux (souvent douloureux), l'arthrose ou encore le ralentissement de la vitesse de marche. Ces changements sont plus pénalisants pour la personne avançant en âge car ils conduisent à un état de dépendance vis-à-vis de tiers et donc de fragilité. Il faut globaliser l'image physique et l'impact psychologique qui en découle : cheveux, déformations, démarche modifiée...cette image projetée aux autres est ou peut être mal vécue et devenir source d'isolement, de solitude (Traité de nutrition de la personne âgée, 2009).

### **3) Modifications physiologiques de l'organisme**

Les modifications physiologiques, qu'elles soient visuelles, olfactives ou tactiles... touchent l'ensemble de l'organisme. Tout d'abord, du fait de l'avancée en âge, la vue diminue avec la survenue de problèmes tels que l'apparition de cataracte, de glaucome, de rétinopathies dues au diabète ou encore de dégénérescence maculaire liée à l'âge. Ces altérations de la vision influent sur les choix alimentaires des personnes âgées (Norman et al, 2011 ; Dunne et al, 2004) mais également sur la fréquence des chutes et fractures (Lord & Dayhew, 2001 ; Klein et al, 2003 ; Coleman et al, 2004 ; La Grow et al, 2006). Dunne et son équipe ont montré que chez des patients âgés avec des déficits visuels, l'emploi de couverts, d'assiettes et de verres de couleur (rouge ou bleu) permettent de mieux faire ressortir les contrastes entre aliments et récipients, ce qui impacte sur la prise alimentaire (+25% pour les solides et +84% pour les liquides) (Dunne et al, 2004). Les travaux de Klein, Coleman et La Grow ont démontré quant à eux que le risque de chute et de fracture était lié à la diminution de l'acuité visuelle chez les personnes âgées étudiées (Klein et al, 2003 ; Coleman et al, 2004 ; La Grow et al, 2006).

Le goût et l'olfaction sont également deux éléments touchés lors du vieillissement. Comme vu précédemment dans le contrôle de la prise alimentaire, les seuils de perception du goût sont modifiés et les seuils de détection sont augmentés (Rolls & McDermott, 1991 ; Rolls, 1999 ; Olichney et al, 2005 ; Smeets et al, 2009 ; Havermans et al, 2010). Plusieurs équipes scientifiques ont montré que la diminution ou la perte de ces sens jouaient sur le statut nutritionnel de la personne âgée (Ferris & Duffy 1989 ; Rolls, 1999 ; Drewnowski & Shultz, 2001 ; Hummel & Nordin, 2005 ; Yeomans, 2006).

Il y a d'autres facteurs agissant sur la prise alimentaire comme les pertes gustatives et olfactives à partir de l'âge de 50 ans, qui entraînent une diminution des ingesta (Spitzer, 1988 ; Winkler et al, 1999 ; Murphy et al, 2002). Les travaux de ces chercheurs ont montré que les seuils de détection de l'amer, de l'acide et du salé et dans une moindre mesure du sucré augmentent avec l'avancée en âge et que le seuil de discrimination baisse avec l'âge (Fukunaga et al, 2005). Il est donc nécessaire qu'un aliment soit plus relevé pour que soit perçue une saveur. Ces chercheurs ont également mis en avant le fait que les hommes âgés (et encore plus ceux vivant en institution) avaient des seuils de détection supérieurs aux femmes. La prévalence des déficiences olfactives peut atteindre environ 30% chez les plus de 70 ans et 62.5% chez les personnes de plus de 80 ans (Murphy et al, 2002).

Les travaux de Spitzer ont également montré que la médication perturbe la perception en modifiant les seuils. Les antihypertenseurs, par exemple, modifient les seuils de perception

du salé (Spitzer, 1988). D'autres chercheurs ont montré les effets délétères des médicaments chez la personne âgée avec des modifications du goût (Schiffman, 1997 ; Schiffman et al, 2002) et de la production salivaire (Nordenram, 1996). En effet, la diminution de la production salivaire est retrouvée parmi les effets secondaires de plus de 400 médicaments et 80% des médicaments les plus prescrits en gériatrie sont responsables de xérostomie (Nordenram, 1996). Les travaux de Schiffman ont montré que les médicaments altéraient également la perception du goût (Schiffman, 1997 ; 2000 ; 2009).

Enfin, la satiété sensorielle spécifique est elle aussi modifiée. Elle a été mise en évidence par Le Magnen (Le Magnen, 1956) chez le rat, puis par Rolls (Rolls, 1981) chez l'Homme et correspond à la diminution du plaisir pour l'aliment consommé par rapport à des aliments non consommés. Le paradigme permettant de mettre en évidence ce mécanisme comporte trois phases : une évaluation hédonique de plusieurs aliments, la consommation *ad libitum* de l'un de ces aliments et une nouvelle évaluation hédonique de l'ensemble des aliments. Rolls et son équipe (Rolls et al, 1981) ont demandé à des participants de donner une note d'appréciation hédonique pour huit aliments (saucisse, fromage, poulet, noix, pain, raisin, bananes, gâteaux), puis de consommer *ad libitum* la saucisse ou le fromage (12 participants dans chaque groupe). Suite à cette phase, tous les participants ont de nouveau donné une appréciation hédonique pour les huit aliments. Les résultats ont montré une diminution des notes d'appréciation hédonique après le repas, beaucoup plus importante pour les deux aliments consommés que pour les autres aliments non consommés. Un tel résultat est observé lorsque les évaluations se font en goûtant les aliments (Rolls et al, 1981) mais aussi lorsque les évaluations se font en sentant les aliments (Rolls & Rolls, 1997). Autrement dit, ce mécanisme dépend bien des propriétés sensorielles de l'aliment consommé.

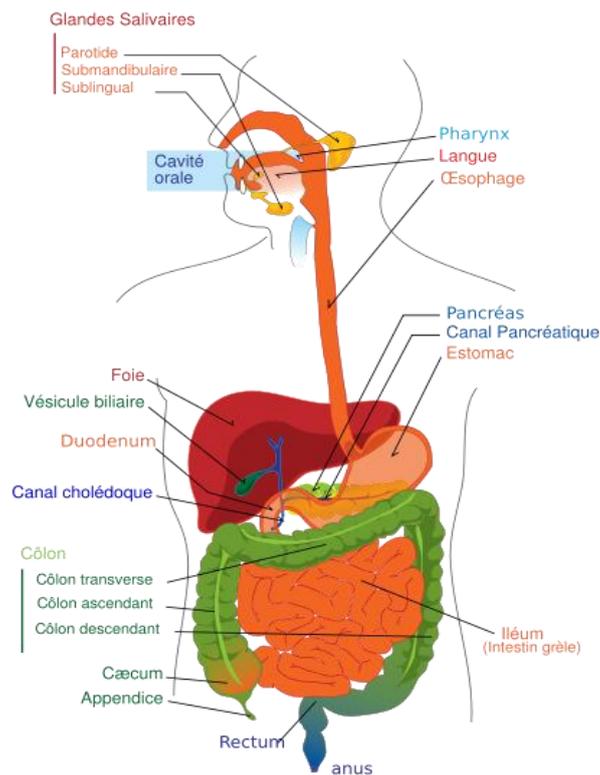
La satiété sensorielle spécifique joue un rôle dans la modification et la diminution des apports alimentaires chez la personne âgée comme l'ont démontré Rolls et Mc Dermott (Rolls & McDermott, 1990). Ces scientifiques ont comparé l'effet de l'âge sur la satiété sensorielle spécifique dans différentes populations dont une âgée de 65 à 82 ans. Chez cette population la plus âgée, les chercheurs ont montré une arrivée de la satiété sensorielle spécifique plus tardive que dans les autres types de population, ce qui engendre une monotonie dans les types d'aliments consommés. Cela conduit à des apports alimentaires plus faibles sur le long terme.

#### 4) Vieillessement de l'appareil digestif

L'appareil digestif est un système d'organes reliés entre eux et qui prend en charge la nourriture, la digère pour en extraire l'énergie et les nutriments, et évacue le surplus en matière fécale (**Figure 2-2**). Chez l'Homme, le tube digestif mesure plus de 8 mètres de long. Il est composé de la cavité buccale (lèvres, bouche, dents, glandes salivaires), de l'œsophage permettant le transit des aliments jusqu'à l'estomac puis de l'intestin grêle (duodénum, jéjunum, iléon) et le côlon (ou gros intestin) qui aboutit au rectum et à l'anus. Le tube digestif comprend des organes sécréteurs situés le long de celui-ci qui permettent un bon déroulement de la digestion (glandes salivaires, foie et vésicule biliaire, pancréas).

Au cours du temps et avec l'avancée en âge, le tube digestif va vieillir, devenir moins performant que par le passé.

**Figure 2-2** : Représentation du tube digestif chez l'Homme. (Source: [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Digestive\\_system\\_diagram\\_fr.svg](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Digestive_system_diagram_fr.svg))



##### i. Vieillessement buccodentaire

Au cours du vieillissement, les tissus et organes de la cavité buccale (dents, gencive, glandes salivaires et muqueuse) subissent de profondes modifications. La rétractation physiologique de la gencive par exemple, favorise l'exposition des racines dentaires et du tissu recouvrant leur surface, le cément (Séguier et al, 2009). Le risque carieux, souvent élevé

dans l'enfance, a tendance à se stabiliser chez l'adulte d'âge moyen pour augmenter de nouveau de façon importante chez la personne âgée (Peterson et al, 2005). Les maladies parodontales seraient retrouvées chez 55 à 85% des personnes âgées (Bailey et al, 2004). En l'absence de soin et de politique de prévention, l'état bucco-dentaire des sujets âgés est très souvent mauvais (URCAM, 2006 ; Mack et al, 2004 ; Mojon et al, 1999) alors que santé et confort oraux sont des pré-requis à une fonction masticatoire correcte et à une bonne nutrition (Walls & Steele, 2004). Le potentiel masticatoire influence le type d'alimentation de la personne âgée, avec un impact sur ses apports nutritionnels qualitatifs et quantitatifs, son confort et son bien être (Brodeur et al, 1993). La plupart des enquêtes montre une prévalence de l'édentement proche de 60% chez les patients âgés en institution (Bailey, 2004 ; Folliguet, 2004). Une étude de Krall a mis en évidence le fait que seul 10% des plus de 75 ans atteignaient un seuil de 21 dents naturelles contre 72% dans l'ensemble de la population adulte (Krall, 1998). Il est très fréquent que chez la personne âgée, les dents naturelles restantes ne soient pas intactes. La perte de dents favorise les modifications de régime alimentaire conduisant à l'exclusion de certains aliments et à la consommation excessive d'autres (Moynihan et al, 2009 ; Marcenes et al, 2003 ; Appollonio et al, 1997). La présence de dents manquantes, cassées et de « chicots » à l'intérieur de la mâchoire, favorisent aussi infections et douleurs qui impactent négativement sur les apports nutritionnels qualitatifs et quantitatifs, le confort et le bien-être chez la population en général (Suzuki et al, 2005 ; Sheiham et al, 2001 ; Kelly et al, 2000 ; Lamy et al, 1999). Cependant, si la conservation des dents est utile pour les sujets à domicile, ceci n'est pas vérifié en institution (Sheiham et al, 2001). Pour l'équipe de Chiappelli, les troubles nutritionnels des sujets institutionnalisés sont liés aux pathologies buccales. Cette équipe a observé que l'état dentaire et la nutrition était lié au degré de démence des personnes âgées (Chiappelli et al, 2002).

La xérostomie (sensation de bouche sèche) et l'hyposialie (insuffisance salivaire) sont des symptômes buccaux présents chez la personne âgée et sont accompagnés de plaintes pour 25 à 60% des plus de 65 ans (Nagler, 2004 ; Pajukoski, 2001). Avec l'âge, des modifications des glandes salivaires apparaissent (Drummond et al, 1984 ; Scott, 1987). Cela se traduit par une atrophie et une diminution du volume des acini produisant la salive. Ces pathologies ne facilitent ni la formation ni la déglutition du bol alimentaire (Nagler, 2004 ; Pajukoski, 2001). Il a été mis en évidence un lien statistique entre la réduction forte des flux salivaires, stimulés ou non et la dénutrition sévère (Närhi et al, 1999). Enfin, la candidose est l'une des premières pathologies des muqueuses buccales rencontrées chez la personne âgée (WHO ; Chevaux et al, 2002).

## **ii. Troubles de la déglutition**

Avaler de travers est une chose qui arrive à tout le monde, mais pour les personnes âgées cela représente un risque plus fréquent d'étouffement, de complications respiratoires, et d'infections. Plusieurs causes peuvent être citées comme le ralentissement bucco-labial (tendance à « suçoter »), la diminution de la force masticatoire liée à une importante fonte musculaire, le vieillissement de la musculature pharyngée, le mauvais état dentaire ou encore l'altération des récepteurs gustatifs. Les phénomènes d'asialie due au vieillissement ou à la médication renforcent la prévalence de troubles de la déglutition qui représente 10 à 20% des personnes séjournant à l'hôpital et jusqu'à 50% des personnes vivant en institution (Le Reun, 2009). L'alimentation de la personne âgée est impactée par ces troubles (Bailey et al, 2004). La qualité des aliments choisis s'en trouve dégradée ; la personne âgée se dirigeant vers des aliments à la texture plus molle donc plus facile à mastiquer et déglutir. Il y a donc souvent des changements de texture dans les plats servis afin qu'elles puissent les consommer mais les apports journaliers s'en trouvent quasiment toujours réduits (Wright et al, 2005 ; Massoulard et al, 2011). Néanmoins, l'équipe de Wright a démontré qu'avec une prise en charge adaptée les patients mangeant en texture modifiée augmentaient leurs apports journaliers (Wright et al, 2008).

## **iii. Ralentissement de la vidange gastrique**

Un ralentissement de la vidange gastrique a été mis en évidence chez la personne âgée pour les liquides (Moore et al, 1983) mais également pour les solides comme l'on démontré plusieurs équipes (Grassi et al, 2011 ; Firth et al, 2002 ; Clarkston et al, 1997). De plus, l'existence d'une distension gastrique prolongée montre des effets sur la satiété (Clarkston et al, 1997). Le ralentissement de la vidange gastrique prolonge la période durant laquelle les nutriments sont absorbés, retardant, d'une part, la baisse glycémique postprandiale et d'autre part, la stimulation d'une nouvelle prise alimentaire (Melanson et al, 1998). Une autre modification importante concerne l'hypochlorhydrie due à une gastrite atrophique qui entraîne une diminution de l'absorption de certains nutriments tels que le calcium, le fer et la vitamine B12 (Krasinski et al, 1986 ; Holt et al, 1989 ; Knox et al, 1991 ; Russel, 1992) et qui retarde la vidange gastrique.

#### **iv. Vieillessement intestinal**

De nombreux chercheurs se sont intéressés au vieillissement du tube intestinal (Russel, 1992 ; Simko et al, 1989 ; Hollander et al, 1988; Corazza et al, 1986 ; Warren et al, 1994).

En réalité, la plupart des fonctions et des capacités d'absorption de celui-ci restent relativement intacte avec l'avancée en âge (Russel RM, 1992). Il a été démontré qu'une atrophie villositaire ainsi qu'une diminution des sécrétions pancréatiques surviennent avec l'avancée en âge (Simko et al, 1989 ; Russel, 1992). Les troubles fonctionnels intestinaux et de fin de transit (constipation, douleurs, coliques, fécalomes...) sont fréquents et sources d'inconfort digestif ce qui influe sur la prise alimentaire chez le sujet âgé (Volkert et al, 2011 ; Longstreth et al, 2006).

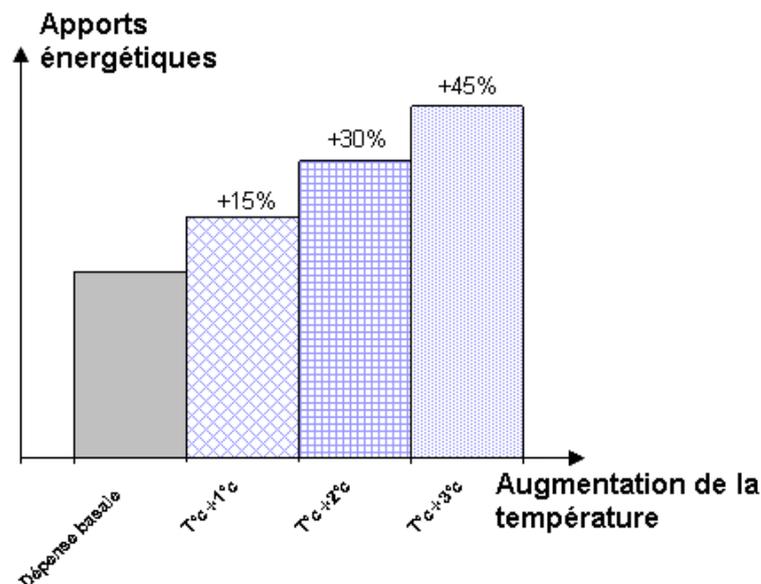
La flore intestinale est également fortement influencée par le vieillissement. Chez l'Homme, la flore définitive est acquise à partir de l'âge de 2 ans et reste ensuite relativement stable et constante. Avec le vieillissement apparaissent des épisodes pathologiques transitoires qui vont modifier la flore microbienne et permettre l'installation de souches pathogènes pour l'organisme. Par exemple, les diarrhées à *Clostridium difficile* sont de plus en plus fréquemment observées chez la personne âgée, qu'elle soit hospitalisée ou non (Buchner et al, 2002; Brandt et al, 1999) et ont une prévalence dix fois supérieure chez le sujet de 60 à 98 ans que chez le sujet jeune (Karlstrom et al, 1998). La survenue de ces épisodes pathologiques augmente la durée d'hospitalisation et les cas de récives sont supérieurs à 50% (Kyne et al, 2002).

## C. Métabolisme et composition corporelle de la personne âgée

Parmi d'autres modifications liées à l'âge, celles associées à la composition corporelle sont également importantes à souligner. Le corps humain, pour garder un poids stable au cours du temps, a besoin d'un équilibre entre sa dépense en énergie et ses apports alimentaires (**Figure 3-1**). Cet équilibre neutre permet d'assurer un maintien du poids et de la composition du corps (Masse Maigre : MM et Masse Grasse : MG). Les teneurs en ces différents éléments varient tout au long de la vie (Janssen, 2006 ; Roberts SB, 1995). Chez la personne âgée, la composition corporelle n'est pas la même qu'à vingt ou quarante ans. Le poids augmente jusqu'à l'âge adulte par prise de masse musculaire et osseuse essentiellement, puis reste stable jusqu'à 80 ans mais avec des modifications au sein de sa composition, car il apparaît une infiltration de graisse dans les muscles (Janssen, 2006).

C'est l'ensemble des nutriments apportés par l'alimentation ajoutés aux impacts de l'âge, qui vont influencer la composition corporelle. La dénutrition peut entraîner une diminution de la masse musculaire et des capacités fonctionnelles musculaires associée à une réelle fatigue (Janssen, 2006).

**Figure 3-1** : Graphique des besoins en énergie en fonction de l'évolution de la dépense basale.



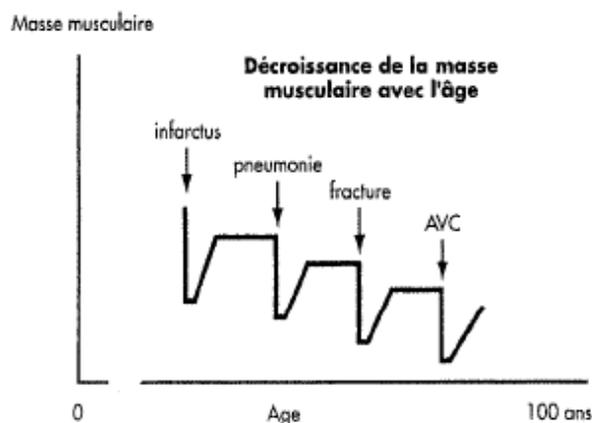
La MM est composée de la masse musculaire et de l'eau extra cellulaire ; elle diminue avec l'âge d'environ 15% chez les hommes et les femmes entre 35 et 85 ans (Cohn et al, 1980 ; Kyle, 2001).

Le maintien de la masse de protéines corporelles est sous l'influence de deux mécanismes : la synthèse et la dégradation protéique (Nair, 1995). Ces deux composantes du métabolisme protéique sont dépendantes de plusieurs facteurs: l'apport nutritionnel en énergie et en protéines, l'activité hormonale ou encore l'activité physique.

La personne âgée se sédentarise et il en résulte une diminution de la masse musculaire par manque d'activité physique. La sarcopénie (cf. *Conséquences de la dénutrition*) apparaissant avec l'avancée en âge peut être imputée à un déséquilibre entre protéosynthèse et protéolyse. L'altération de la synthèse protéique musculaire provient d'une moindre réponse anabolique du muscle à la prise alimentaire plutôt que d'une perturbation du renouvellement protéique musculaire. Le muscle du sujet âgé devient donc plus résistant à l'action des facteurs anaboliques (Volpi et al, 1999). La majeure partie de cette MM perdue est représentée par de la masse musculaire (Gallagher et al, 2000), réserve protéique de l'organisme.

Des études longitudinales indiquent une perte importante de la masse musculaire avec l'avancée en âge, surtout entre 40 et 60 ans pour l'homme et après 60 ans pour la femme (Forbes et al, 1970 ; Flynn et al, 1989) (**Figure 3-2**). Davidson a montré que la MM diminuait avec l'âge même si le poids reste stable (Davidson, 1979). La masse musculaire représente en moyenne 30% du poids du corps entre 20 et 30 ans et ne constitue plus que 17% à 70 ans. Les muscles particulièrement touchés par cette fonte sont localisés au niveau des membres inférieurs (Janssen, 2000). De cette atrophie musculaire pourrait résulter une diminution du nombre total et de la taille des fibres musculaires et une altération de la qualité des fibres (Lexell, 1995 ; Piec et al, 2005). Enfin, au niveau biochimique, l'expression de nombreux gènes (donc de nombreuses protéines musculaires) est modifiée au cours du vieillissement. Les gènes codant pour les protéines impliquées dans le métabolisme énergétique et la synthèse des protéines mitochondriale par exemple sont altérés avec l'âge (Welle et al, 2003).

**Figure 3-2:** Effet de la succession des événements pathologiques sur la masse musculaire de la personne âgée.



La MG est également modifiée au cours du vieillissement et peut doubler chez les hommes entre 20 et 85 ans pour atteindre 36% du poids corporel et évoluer de 33 à 44% chez les femmes (Davidson, 1979). Cet accroissement de masse adipeuse se localise essentiellement au niveau viscéral, sous-cutané, inter et intramusculaire. Avec l'âge, une accumulation de graisse intra-abdominale apparaît, ce qui se traduit par une augmentation du tour de taille qui expose les personnes âgées au risque de syndrome métabolique. L'indice de masse corporelle (IMC) a donc tendance à augmenter du fait de ces modifications, ce qui décale les seuils d'obésité et de dénutrition (HAS, 2007). Les plus de 65 ans sont 25% à avoir un IMC supérieur à 29 kg/m<sup>2</sup>. Cet IMC élevé chez les plus de 65 ans masque pourtant parfois une dénutrition appelée obésité sarcopénique. Malgré cet augmentation de l'IMC, les plus de 85 ans sont quand même plus de 30% à avoir un IMC inférieur à 22 kg/m<sup>2</sup> (Elmadfa et al, 2008 ; Lainscak et al, 2012).

L'eau corporelle totale diminue avec le vieillissement. Entre 30 et 70 ans, la teneur moyenne en eau du corps humain évolue de 41 litres à 35 litres à cause de la diminution de la masse maigre riche en eau, ce qui représente une modification de 15% de l'eau corporelle (Schoeller DA, 1989). En parallèle, plusieurs fonctions sont altérées, telles que la sensation de soif, la capacité à concentrer les urines et la capacité d'excrétion (Rowe et al, 1976) ; ces modifications, ajoutées à la présence de fièvre lors de pathologies infectieuses, augmentent considérablement le risque de déshydratation.

L'âge s'accompagne d'une altération du métabolisme du glucose et du métabolisme lipidique qui favorise l'intolérance au glucose et l'apparition de troubles métaboliques comme par

exemple le diabète de type 2. Les deux principales anomalies liées à l'âge sont une insulino-résistance et un déficit d'insulinosécrétion. Il existe une abondante littérature rapportant l'existence d'une insulino-résistance chez le sujet âgé (Poljicanin et al, 2012 ; Yazici et al, 2012 ; Scheen, 2005 ; Rowe et al, 1983 ; Fink et al, 1983 ; Robert et al, 1982). L'étude du métabolisme postprandial du glucose montre que les réponses glycémique et insulinémique des sujets âgés sont plus élevées que celles des sujets jeunes (Basu et al, 2006, 2003 ; Imbeault et al, 2003 ; O'Shaughnessy et al, 1992 ; Jackson et al, 1988 ; Fink et al, 1983). Au niveau de l'insulinosécrétion, de nombreuses études ont également mis en avant des altérations liées à l'âge (Basu et al, 2003 ; Meneilly et al, 1997, 1998, 1999 ; Ranganath et al, 1998; Scheen et al, 1996). Cette insulinosécrétion détériorée est surtout montrée chez les hommes et cette altération associée à une insulino-résistance participe au développement d'une intolérance au glucose puis au diabète de type 2 dont les incidences augmentent avec l'âge.

En ce qui concerne le métabolisme lipidique, une accumulation de triglycérides avec l'âge a été observée, avec pour conséquence le développement d'une lipotoxicité chez les personnes ayant une obésité importante (Unger, 2003). Ce concept proposé par Unger, contribue à l'insulino-résistance et probablement aussi au déficit d'insulinosécrétion.

Au niveau des vitamines, l'incidence des carences est faible. De nombreuses études ont montré que les personnes âgées représentent un groupe à risque élevé de déficience vitaminique. Ce risque est particulièrement élevé en milieu hospitalier et institutionnel, tandis qu'il paraît plus faible chez le sujet âgé autonome vivant à domicile (Ferry et al, 2007). Ces déficiences et carences en vitamines peuvent être dues aux traitements en cours (Fiebrich et al, 2010 ; Fabian et al, 2011), ou à une alimentation inadaptée ou insuffisante pour fournir à l'organisme les vitamines en quantité suffisante (Ferry, 1999 ; Russel, 2000).

Ces dernières années, le rôle des vitamines dans la prévention du processus liés au vieillissement a été particulièrement souligné (Guilland, 1992 ; Succari, 1998 ; Ferry, 1999 ; Russel, 2000), en particulier lors des déficits nutritionnels. Il existe également des causes secondaires de carences, liées aux effets délétères de maladies chroniques et de pathologies fréquentes chez le sujet âgé (troubles digestifs, malabsorption, alcoolisme, dépression, anorexie, traitement médicamenteux...) sur le métabolisme des vitamines. Il existe deux catégories de vitamines selon leur solubilité dans l'eau. Il s'agit des vitamines hydrosolubles et des liposolubles.

Vitamines hydrosolubles (Tableau 3-1) : elles sont libérées de leur support alimentaire au niveau de l'estomac. Elles sont ensuite absorbées au niveau duodénum-jéjunum-iléon. A l'exception de la vitamine B12, toutes les vitamines hydrosolubles peuvent être absorbées par diffusion simple lorsque le transport actif est saturé. Le tableau suivant décrit les vitamines hydrosolubles existantes ainsi que leur rôle, les quantités quotidiennes recommandées (Martin et al, 2001), les aliments sources ainsi que les vitamines à risque de carence chez la personne âgée.

**Tableau 3-1** : Rôle, quantités quotidiennes recommandées et aliments sources de vitamines hydrosolubles et risque de carence.

Hom	Rôle	Quantité quotidienne	Aliments riches	Risque de carence
Vitamine B1	Dégradation des glucides, influence la fonction cardiaque et les nerfs	1-2 mg	Céréales complètes, poisson, levure, lait, œufs	non
Vitamine B2	Métabolisme cellulaire énergétique, Influence la production hormonale	1,5-2 mg	Céréales complètes, légumes verts, levure, lait, œufs	non
Vitamine B3	Action vasodilatatrice, réparateur de l'ADN.	30-35 mg	Levure, saumon, sardine, riz complet, pain complet	non
Niacine	Rôle central dans le métabolisme et les fonctions hépatiques	15-20 mg	Céréales complètes, levure, foie, œufs	non
Vitamine B5	Croissance et résistance de la peau et des muqueuses.	10 mg	Levure, foie et abats d'animaux, jaune d'œuf, saumon, riz complet	non
Vitamine B6	Formation des globules rouges et des anticorps	2 mg	Céréales complètes, levure, viande, banane, légumes	oui
Vitamine B8	Composition des muscles, synthèse des acides gras	-	Levure, foie, œufs, champignon, riz, viande rouge, tomate, pain complet	non
Vitamine B9	Synthèse des acides nucléiques et des globules rouges	0,4 mg	Levure, foie, œufs, fromages à pâte molle, légumes verts, viande rouge	oui
Vitamine B12	Développement des globules rouges	5-10 µg	Poisson, viande, foie, lait	oui
Vitamine H (Biotine)	Métabolisme des glucides, des protéines et des graisses	2 mg	Jaune d'œuf, légumes verts, lait, foie	non
Vitamine C	Synthèse du tissu conjonctif, des hormones et cicatrisation.	75 mg	Agrumes, baies, légumes frais, kiwi, cassis	oui

Vitamines liposolubles, ADEK (Tableau 3-2) : une fois libérées dans l'estomac, les vitamines sont généralement absorbées au niveau de l'intestin grêle proximal (duodénum et jéjunum), sauf pour la vitamine K qui est absorbée plus loin, au niveau du côlon. L'absorption des vitamines A et K fait intervenir des mécanismes d'absorption actifs, tandis que les vitamines D et E sont absorbées par diffusion facilitée. Les vitamines liposolubles circulent ensuite dans la lymphe, associées aux chylomicrons, et atteignent la circulation générale. Au niveau sérique, les vitamines circulent liées à une protéine spécifique (RBP pour vitamine A, DBP pour vitamine D) ou bien liées aux lipoprotéines pour les vitamines E et K. Les vitamines rejoignent ensuite leurs « tissus cibles » où elles peuvent alors exercer leurs actions biologiques comme par exemple la lutte contre l'oxydation ou l'absorption du calcium. Enfin, les vitamines sont soit stockées au niveau du foie et du tissu graisseux, soit éliminées par

l'organisme. Le tableau suivant liste les vitamines liposolubles ainsi que leur rôle, les quantités quotidiennes recommandées (Martin et al, 2001), les aliments sources ainsi que les vitamines à risque de carence chez la personne âgée.

**Tableau 3-2** : Rôle, quantités quotidiennes recommandées, aliments sources de vitamines liposolubles et risque de carence.

Nom	Rôle	Quantité quotidienne	Aliments riches	Risque de carence
Vitamine A	Croissance, vue nocturne, essentielle au développement des os, de la peau et des cheveux	1 à 1,5 mg	Lait, œufs, légumes	oui
Vitamine D	Formation des os, métabolisme du calcium et du phosphore, nécessaire à l'absorption du calcium	5 µg (exposition aux rayons UV indispensables)	Lait, huile de foie de morue, thon, jaune d'œuf	oui
Vitamine E	Protège les tissus de l'oxydation	15 mg	Huiles végétales, grains de céréales, germe de blé, laitue	oui
Vitamine K	Combat les hémorragies et les divers troubles hépatiques	0,03 à 0,1 mg	Chou frisé, navet, épinard, chou de bruxelles	oui

Le rôle des minéraux et des oligoéléments est essentiel dans la plupart des systèmes enzymatiques, des métabolismes et dans la construction cellulaire (**Tableau 3-3**).

On dénombre 8 minéraux dont l'organisme a besoin en certaine quantité (de l'ordre de mg au g : calcium, potassium, chlore, magnésium, phosphore, sodium, soufre, silicium). Tout comme les vitamines, les minéraux sont essentiels dans de nombreuses réactions métaboliques et comme matière constitutive des différents tissus de l'organisme (constitution des os...). Les minéraux ont également une fonction de messenger dans l'information entre différents tissus (par exemple le calcium est actif dans la régulation de la pression sanguine). La nutrition joue un rôle majeur dans la santé osseuse de la personne âgée et dans la prévention des fractures ostéoporotiques, dont la gravité est connue en termes de surmortalité et de perte de l'autonomie. Un apport suffisant en calcium, vitamine D et protéines est donc nécessaire pour un vieillissement réussi et ceci fait parti des objectifs prioritaires de santé publique française notamment l'un de ceux du Programme National Nutrition Santé (PNNS) (Euller-Ziegler, 2001).

Les oligo-éléments constituent une classe de nutriments dont la définition ne repose ni sur des propriétés chimiques, ni sur des propriétés biologiques homogènes. Ils sont présents à une

teneur inférieure à 1 mg/kg de poids corporel. Essentiels à l'organisme à de très faibles concentrations, ils se définissent comme des éléments dont la carence ou l'excès se traduisent par des troubles fonctionnels. A contrario un apport d'oligo-éléments à des doses physiologiques peut prévenir ou guérir certains de ces troubles. Les oligo-éléments peuvent subir des réactions d'oxydation, de réduction ou de méthylation sous l'influence d'enzymes spécifiques. Les oligo-éléments jouent un rôle de cofacteur enzymatique (en se liant aux enzymes et permettant ainsi leur bon fonctionnement) ou entrent dans la structure des vitamines (comme le cobalt intégré à la vitamine B12). Ils peuvent intervenir directement dans le signal hormonal (iode et hormone thyroïdienne, zinc et insuline...), ou encore en agissant au niveau du récepteur hormonal. Ils peuvent alors faciliter ou inhiber la reconnaissance de l'hormone par son récepteur. Certains oligo-éléments participent au bon fonctionnement du système immunitaire. Ils peuvent également concourir à la lutte contre les radicaux libres de l'oxygène, potentiellement toxiques. L'absorption de ces éléments se révèle complexe, en raison de la diversité de leur forme d'apport, sels minéraux ou complexes organiques. Le transport à travers la muqueuse de l'intestin grêle peut aussi bien être actif que passif. Au niveau sanguin, le transport se fait par des protéines (albumine, transferrine, etc.). Le stockage a principalement lieu au niveau du foie et l'excrétion est principalement assurée par les reins et le foie.

Le sujet âgé présente une fragilité osseuse du fait de carences en minéraux et oligoéléments, notamment le calcium. L'os est un tissu vivant en perpétuel renouvellement et le remodelage osseux est un phénomène nécessaire à la bonne trophicité de ce dernier (Troen, 2003 ; Takahashi et al, 2002). Chez la personne âgée, la taille diminue avec l'âge suite aux tassements vertébraux par exemple. Les travaux de Flynn montrent que cette perte peut atteindre 5 à 8 cm chez la femme (Flynn et al, 1989).

**Tableau 3-3** : Rôle, quantités quotidiennes recommandées et aliments sources de minéraux et oligoéléments

Nom	Rôles	Aliments riches	Risque de carence
Calcium	Formation des os et des dents, coagulation sanguine, contraction musculaire	lait et produits laitiers, eaux de boisson, amandes	oui
Phosphore	Processus énergétique aérobie (ATP), constitution des cellules	laitage, poisson, viande, œuf, fruits secs	non
Magnésium	Transmission de l'influx nerveux, réaction enzymatique	légumes secs, chocolat, noix, céréales	oui
Potassium	Rythme cardiaque, influx nerveux, excitabilité neuromusculaire	poisson, volailles, banane, abricot	oui
Sodium	Pression osmotique, équilibre acido-basique, excitabilité musculaire	sel de cuisine, fromages, fruits de mer	non
Chlore	Pression osmotique, équilibre acido-basique	sel de cuisine, fromages, fruits de mer	non
Fer	Constitution de l'hémoglobine, d'enzymes	viande, fruits de mer, céréales, fruits secs, levures	oui
Zinc	Composition des metalloenzymes, régulation de gènes, cicatrisation	viande, fruits de mer	oui
Sélénium	Constitution de la glutathion peroxydase, activité des hormones thyroïdiennes	légumes (dépend de la richesse du sol)	oui
Chrome	Métabolisme du glucose, de l'insuline, des corticostéroïdes	Levures, foie de veau, céréales, légumes	oui

## D. Dénutrition de la personne âgée

La dénutrition est un état pathologique résultant d'apports nutritionnels insuffisants en regard des dépenses énergétiques de l'organisme. Cette pathologie peut être endogène (insuffisance d'apports) ou exogène (hypercatabolisme) et les modifications créent un déséquilibre entre les apports et les besoins de l'organisme humain (**Figure 4-1**). La dénutrition de la personne âgée est un problème majeur de santé publique car sa prévalence est importante quel que soit le lieu de vie. Cette dernière est estimée à environ 4 à 10% à domicile, soit 300 000 à 400 000 personnes (Delarue et al, 1994 ; Wallace et al, 1995). Elle peut atteindre 20% en présence d'aides à domicile ou lors de l'apparition d'une dépendance (Christensson et al, 1999 ; Payette et al, 2000 ; Odlund et al, 2005). En institution, la prévalence de la dénutrition représente 15 à 38% (Compan et al, 1999 ; Crogan et al, 2003 ; Gerber et al, 2003 ; Margetts et al, 2003) et de 30 à 70% à l'hôpital (Raynaud-Simon et al, 2000 ; Vellas et al, 2001 ; Thomas et al, 2002 ; Rocandio et al, 2003 ; Stratton et al, 2006). En institution, la prévalence de la dénutrition est liée à l'importance des pathologies et de la dépendance, mais aussi à la qualité de la prestation alimentaire et au temps dont disposent les soignants pour l'aide à l'alimentation. Enfin, à l'hôpital, la dénutrition est souvent présente mais aussi accentuée par la pathologie aiguë ou chronique, la médication, la douleur, la perte de repères, l'alimentation inadaptée et l'immobilisation durant le séjour. Pour cela, les causes ou conséquences de la dénutrition ne sont pas toujours aussi simples à identifier.

**Figure 4-1** : Spirale de la dénutrition de Monique Ferry  
(Extrait de Nutrition de la personne âgée, 3<sup>e</sup> édition, Masson)



## 1) Causes de la dénutrition

Les causes de la dénutrition sont toutes les situations susceptibles d'entraîner une diminution des apports alimentaires, une augmentation des besoins énergétiques, une malabsorption ou une association de ces facteurs (Raynaud-Simon, 2009).

Il existe des situations à risque de dénutrition sans lien avec l'âge c'est-à-dire lors de toutes les pathologies inflammatoires telles que les cancers, les insuffisances chroniques ou sévères (cardiaque, respiratoire, rénale ou hépatique) qui induisent un hypercatabolisme qui peut instaurer une dénutrition. Les pathologies digestives sont à l'origine d'une malabsorption des nutriments présents dans la lumière du tube digestif et donc entraînent une diminution des apports caloriques en macro et micronutriments. L'alcoolisme chronique est également une cause de dénutrition à ne pas négliger chez la personne âgée, tout comme l'ignorance des besoins nutritionnels qui induit une insuffisance d'apports. On parle de dénutrition s'il y a un défaut en macronutriments et de risque de dénutrition si c'est un défaut en micronutriments (hors carences) (Nutrition de la personne âgée, 3<sup>e</sup> édition).

Comme l'indique le tableau suivant (**Tableau 4-1**), les situations à risque de dénutrition sont diverses et ont été établies par la Haute Autorité de Santé (HAS, 2007).

**Tableau 4-1:** Situations à risque de dénutrition (adapté de Stratégie de prise en charge de la dénutrition protéino-énergétique chez la personne âgée. Recommandations. HAS, Avril 2007)

Situations	Causes possibles
psycho-socio-environnementales	Isolement social, deuil, difficultés financières, maltraitance, hospitalisation, entrée en institution
Troubles bucco-dentaires	Troubles de la mastication, mauvais état dentaire, appareillage mal adapté, sécheresse buccale, candidose oro-pharyngée, dysgueusie
Troubles de la déglutition	Pathologie ORL, pathologie neurodégénérative ou vasculaire
Troubles psychiatriques	Syndromes dépressifs, troubles du comportement
Syndromes démentiels	Maladie d'Alzheimer, autres démences
Autres troubles neurologiques	Syndrome confusionnel, troubles de la vigilance, syndrome parkinsonien
Traitement médicamenteux au long cours	Polymédication, médicaments entraînant sécheresses buccales, dysgueusie, troubles digestifs, anorexie, somnolence, corticoïdes
Toute affection aiguë ou décompensation d'une pathologie chronique	Douleur, pathologies infectieuses, fracture avec impotence fonctionnelle, intervention chirurgicale, constipation sévère, escarres
Dépendance pour les actes de la vie quotidienne	Dépendance pour l'alimentation, pour la mobilité
Régimes restrictifs	Sans sel, amaigrissant, diabétique, hypocholestérolémiant, sans résidu au long cours

## 2) Conséquences de la dénutrition

Le déséquilibre engendré par la dénutrition entraîne ou aggrave un état de fragilité ou de dépendance et favorise la survenue de morbidités. Elle est également associée à une aggravation du pronostic des maladies sous-jacentes et augmente le risque de décès (Nutrition de la personne âgée, 3<sup>e</sup> édition).

### Conséquences globales de la dénutrition.

Il a été bien mis en évidence chez la personne âgée que la dénutrition est associée à une augmentation de la morbi-mortalité (Avenell et al, 2006 ; Eneroth et al, 2006 ; Wallace et al, 1995 ; Janssen et al, 2002 ; Payette et al, 2000 ; Cederholm et al, 1995 ; Corti et al, 1996, 1994 ; Galanos et al, 1994 ; Herrmann et al, 1992 ; Potter et al, 1988). Quels que soient les marqueurs nutritionnels utilisés ou les populations étudiées, la dénutrition représente un facteur de risque puissant de mortalité (Wallace et al, 1995 ; Payette et al, 2000). A domicile, Wallace et son équipe ont étudié 247 hommes âgés de plus de 65 ans. Les personnes perdant plus de 4% de leur poids dans l'année avaient un risque de mortalité à deux ans significativement plus important (Wallace et al, 1995). L'équipe de Payette a montré sur près de 300 personnes âgées bénéficiant d'aides à domicile qu'une perte de poids supérieure à 1 kg était un facteur de risque de mortalité significatif (Payette et al, 2000). A l'hôpital, la relation entre mortalité et IMC a été étudiée chez près de 8500 patients hospitalisés. Les patients âgés de plus de 70 ans avec les IMC les plus bas (<18) avaient un taux de mortalité trois fois plus importants par rapport aux patients ayant un IMC compris entre 32 et 40 (Potter et al, 1988).

La dénutrition est également associée à une augmentation des coûts et de la durée du séjour hospitalier. Une étude d'Herrmann a mis en relation l'albuminémie, la mortalité et la durée du séjour hospitalier (Herrmann et al, 1992). Dans une autre étude de Van Nes réalisée avec des patients ayant une moyenne d'âge élevée (84 ans), une association a été établie entre dénutrition et durée de séjour en unité de soins gériatrique (Van Nes et al, 2001).

La dénutrition et l'altération de l'état général (AEG) sont liées, ce qui favorise l'apparition d'infections nosocomiales (Potter et al, 1995 ; Rothan-Tondeur et al, 2003 ; Paillaud et al, 2005), de chutes (Kinney JM, 2004) et de fractures (Avenell et al, 2006 ; Eneroth et al, 2006). Les relations entre dénutrition et infections ont surtout pu être mises en évidence à l'hôpital, où les infections nosocomiales représentent une complication fréquente et sévère. Plusieurs études dans différents pays du monde indiquent qu'un tiers des sujets de plus de 65 ans vivant à domicile font au moins une chute par an (Tinetti et al, 1988 ; Campbell et al, 1981 ; Svensson et al, 1992 ; Szulc et al, 2005). Chez les personnes institutionnalisées, l'incidence

moyenne des chutes est estimée à trois fois celle des sujets âgés vivant à domicile (Rubenstein et al, 1994). Les travaux de Patterson et al et de Ponzer et al montrent que lors d'une hospitalisation pour fracture de col du fémur, près de 50% des patients sont dénutris (Patterson et al, 1992 ; Ponzer et al, 1999). Cause ou conséquence, la dénutrition est souvent très intimement liée à la dépendance. Des études transversales mettent en évidence des liens étroits entre dénutrition et dépendance (Galanos et al, 1994 ; Janssen et al, 2002).

Certains troubles cognitifs et psychiques peuvent apparaître et être la cause d'un état de dénutrition chez la personne âgée ; c'est le cas des démences de type Alzheimer et des syndromes dépressifs (Whitmer et al, 2008 ; Buchman et al, 2005 ; Gustafson et al, 2003 ; Nourhashemi et al, 2003 ; 2000 ; Rivière et al, 2001 ; Guyonnet et al, 1997).

Chez la personne âgée les réserves de l'organisme en protéines et en graisse sont déjà diminuées par rapport aux sujets adultes (cf. paragraphe 3 : *Métabolisme et composition corporelle de la personne âgée*). L'épuisement de ces réserves est amplifié lors d'épisodes pathologiques et accentue ou favorise la dénutrition. Ces pertes ne sont jamais reconstituées au niveau où elles se situaient avec cet incident (Roberts et al, 1994 ; Moriguti et al, 2000). Cette diminution des réserves et la fragilisation qui en découle influe sur la qualité de vie de la personne âgée.

La qualité de vie est difficile à mesurer chez les personnes âgées, elle se mesure le plus souvent à l'aide d'échelles (*ADL, IADL, AQoL*: Hawthorne et al, 1999 ; Osborne et al, 2003, *SF-36*: Leplège et al, 1998 etc.). L'équipe d'Amarantos a montré que l'alimentation représentait un élément de la qualité de vie et du bien-être par le plaisir sensoriel et psychologique qu'elle procure (valeur sociale du repas) (Amarantos et al, 2001). La dénutrition influe sur la qualité de vie des personnes âgées hospitalisées (Brantervik et al, 2005) ou vivant en maison de retraite (Crogan et al, 2003) car elle entraîne des difficultés à se déplacer ou encore à manger. Elle dégrade aussi la qualité de vie comme le montre les travaux de plusieurs chercheurs (Vetta et al, 1999 ; Drewnowski et al, 2001). Ces derniers ont montré que la dénutrition était cause et/ou conséquence d'une aggravation de l'état de santé et d'une perte d'autonomie donc d'une dégradation de la qualité de vie.

#### *Conséquences spécifiques de la dénutrition.*

La dénutrition altère les défenses immunitaires et -en feedback- l'activation du système inflammatoire, ce qui est source de dénutrition. Il existe donc une relation étroite entre état nutritionnel et immunité. La dénutrition altère l'immunité cellulaire (lymphocytes T, responsables de la défense contre les infections telles que viroses, candidoses,

salmonelloses...) et l'immunité humorale ou anticorps (lymphocytes B, responsables des mécanismes de défense contre les bactéries extracellulaires) et a de ce fait des conséquences sévères (Chandra, 1990 ; Schiffman et al, 2000). Plusieurs scientifiques ont montré que la dénutrition augmentait l'incidence des infections à bacilles Gram négatif du tractus respiratoire (Lesourd, 2004; Niederman et al, 1989). La dénutrition engendre une lymphopénie ( $<1500\text{mm}^3$ ) et donc aggrave la déficience immunitaire physiologique due à l'âge. L'inflammation chronique est anorexigène par la production de facteurs inflammatoires quelle engendre (cf. 2.1 *Contrôle de la prise alimentaire*).

Comme décrit dans la partie relatant le vieillissement intestinal (2.4.4 *Vieillessement intestinal*), les troubles du transit sont une des conséquences spécifiques de la dénutrition chez la personne âgée. Le ralentissement du péristaltisme intestinal induit une stase digestive conduisant à l'apparition de fécalomes qui accroît le risque d'infection par pullulation microbienne. Les diarrhées sont également fréquentes et parfois peuvent coexister avec un fécalome (Suominen et al, 2005 ; Tariq, 2007 ; Bhutto & Morley, 2008 ; Volkert et al, 2011). Ces troubles digestifs participent à l'entretien de la spirale de la dénutrition.

Autre conséquence d'une dénutrition chez le sujet âgé, l'apparition d'escarres a des conséquences délétères car très consommatrice d'énergie pour les sujets atteints (Bergström et al, 1992, Reed et al, 2003). Les escarres sont favorisées mais également entretenues par un état de dénutrition.

Les événements cités ci-dessus influent sur les taux de protéines sanguines circulantes comme l'albumine par exemple. La dénutrition est énergivore et mobilise les réserves protéiques pour la formation de protéines inflammatoires, pour la reconstruction cellulaire (cas des escarres) plutôt que dans la formation de protéines nutritionnelles. La dénutrition est responsable chez la personne âgée d'un effondrement du taux d'albumine circulant -hypoalbuminémie-, qui conduit à une augmentation de la forme libre circulante des molécules médicamenteuses, qui ont une affinité élevée pour l'albumine. Le risque de toxicité est donc accru pour certains médicaments (AVK et digitaliques par exemple).

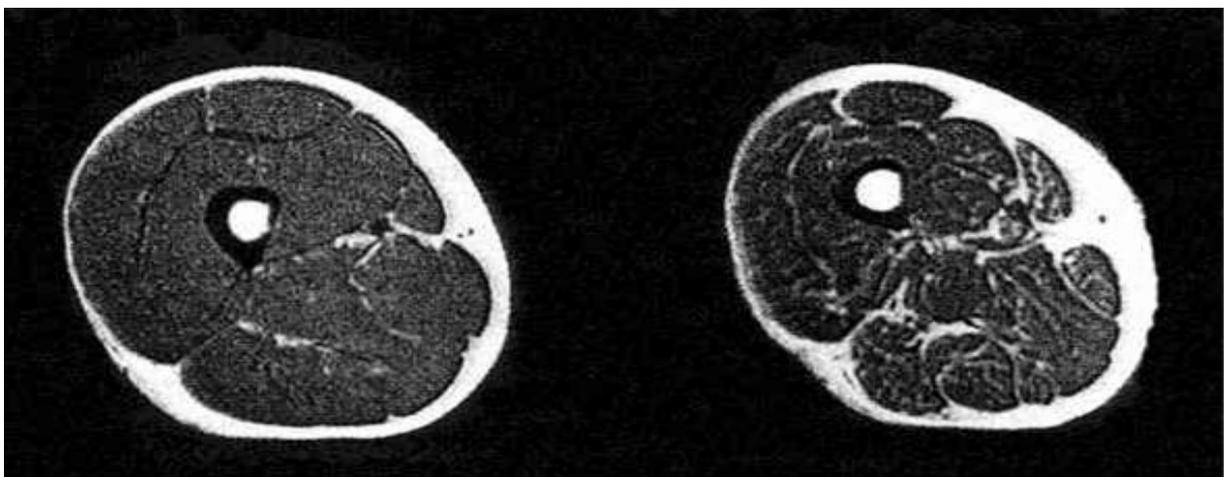
Un état de dénutrition a également des conséquences hormonales importantes. La mobilisation énergétique qui en résulte est liée à l'action conjuguée de l'adrénaline, du glucagon, du cortisol associé à la diminution de l'insuline ainsi qu'à une insulino-résistance. Il en découle un hypercatabolisme qui contribue à diminuer les réserves nutritionnelles déjà faibles chez la personne âgée.

La dénutrition a également pour conséquence spécifique d'aggraver la sarcopénie, ce qui favorise les chutes, la diminution de la mobilité globale et donc l'autonomie. La sarcopénie est un terme tout d'abord défini par Irwen Rosenberg en 1989 et complété par un groupe de travail européen sur la sarcopénie des populations âgées (EWGSOP, 2010). C'est un syndrome gériatrique qui se caractérise dans un premier temps par une diminution de la masse musculaire qui en s'aggravant va être à l'origine d'une détérioration de la force musculaire et des performances physiques (**Figure 4-2**). Il en résulte une modification importante de la composition corporelle. C'est un phénomène reconnu, à la physiopathologie complexe, et aux conséquences lourdes. La sarcopénie induit en effet un risque accru de perte d'autonomie, de chutes, et de perte de force musculaire. La perte de masse est de l'ordre de 3 à 8% tous les 10 ans à partir de l'âge de 30 ans, et s'accélère après 60 ans (Tichet et al, 2008).

La prévalence de la sarcopénie a fait l'objet de nombreuses études. Les cohortes NHANES aux Etats-Unis montrent une prévalence de 10 à 17% (Janssen et al, 2000 ; 2002 ; 2004) qui augmente avec le grand âge pour atteindre 16% chez les femmes et 29% chez les hommes de plus de 80 ans. Ces résultats outre-Atlantique ont été confirmés sur des femmes de plus de 75 ans où la prévalence de la sarcopénie atteint 10% (Rolland et al, 2003). Toutes ces études soulignent la grande disparité inter-individuelle du déclin de la masse musculaire.

Une conséquence de la sarcopénie est la fragilisation du sujet âgé. Ce syndrome de fragilité est une situation clinique fréquemment rencontrée dans la population âgée (Morley, 2001 ; Morley et al, 2006). Il concerne environ 20% des plus de 70 ans et est prédictif d'événements tels que les hospitalisations, les chutes, les fractures, la dépendance, l'entrée en institution et finalement la mortalité (Ferrucci et al, 2004).

**Figure 4-2** : Image par résonance magnétique (IRM) à mi-cuisse d'un homme de 45 ans (à gauche) versus un homme de 75 ans (à droite). On observe une diminution de la surface de section du tissu musculaire ainsi qu'une infiltration graisseuse des muscles du sujet âgé.



### **3) Dépistage de la dénutrition**

#### **i. Les données anthropométriques**

Les données anthropométriques permettent de quantifier la masse musculaire (par la mesure des circonférences par exemple) ainsi que la masse adipeuse du corps humain (par la mesure des plis cutanés). Elles permettent également de déterminer le poids et la taille de personnes alités et grabataires.

Pour effectuer ces mesures, le sujet doit préférentiellement être assis ou allongé car certaines mesures, pour la taille, se font sur des membres repliés. On recommande de prendre les mesures du côté non dominant de la personne mais en cas de non faisabilité, celles-ci peuvent être prises sur le membre opposé (recommandation établies par le « Anthropometric Standardization Manual » de Lohmann et al, 1988). Les mesures anthropométriques ont une faible sensibilité, elles doivent donc être réalisées avec une technique rigoureuse et plusieurs mesures faites sur un même patient doivent être réalisées par le même examinateur.

Le poids est la première donnée anthropométrique à prendre en compte car c'est un bon indicateur pour suivre l'évolution nutritionnelle d'une personne âgée. Il doit être relevé de manière régulière afin de prendre en compte rapidement toute évolution (mensuellement en long séjour et en EHPAD et de façon hebdomadaire en court séjour).

Il est recommandé de relever le poids d'une personne de manière identique à savoir à la même heure et avec le même appareil de mesure. Si une personne a du mal à se tenir en position debout, des moyens existent afin de relever son poids (chaise pèse-personne, pèse fauteuil, pesons dynamométrique).

Une perte de poids rapide (5% en un mois ou 10% en un an) doit alerter le personnel soignant et permettre la mise en place de moyens de lutte contre la dégradation nutritionnelle (HAS, 2007). Grâce à ce relevé, des courbes de poids peuvent être mise en place. C'est une méthode simple qui permet de suivre précisément les évolutions pondérales chez un sujet âgé et qui permet de réagir rapidement en cas de problème nutritionnel. Enfin, le poids est utilisé pour le calcul de l'IMC, qui nécessite également la taille à l'âge adulte.

Celle-ci est estimée à partir de la distance talon-genou qui permet d'estimer la taille d'un individu qui ne peut pas être mesuré de façon conventionnelle ou qui souffre de déformations ostéoarticulaires rendant ces mesures non fiables (Chumléa et al, 1985 ; Muncie et al, 1987). Il y a en effet une bonne corrélation entre la hauteur du genou mesurée et la taille atteinte par un individu à l'âge adulte. La mesure se réalise à l'aide d'une toise pédiatrique, le patient étant allongé où assis, son genou devant faire un angle de 90 degrés avec la jambe et la cuisse.

Le pied doit également faire un angle de 90 degrés avec la jambe. A partir de la hauteur du genou, les formules de Chumléa (Chumléa et al, 1985) permettent d'estimer la taille :

$$\text{Taille (homme)} = (2.02 \times \text{distance talon-genou cm}) - (0.04 \times \text{âge}) + 64.19$$

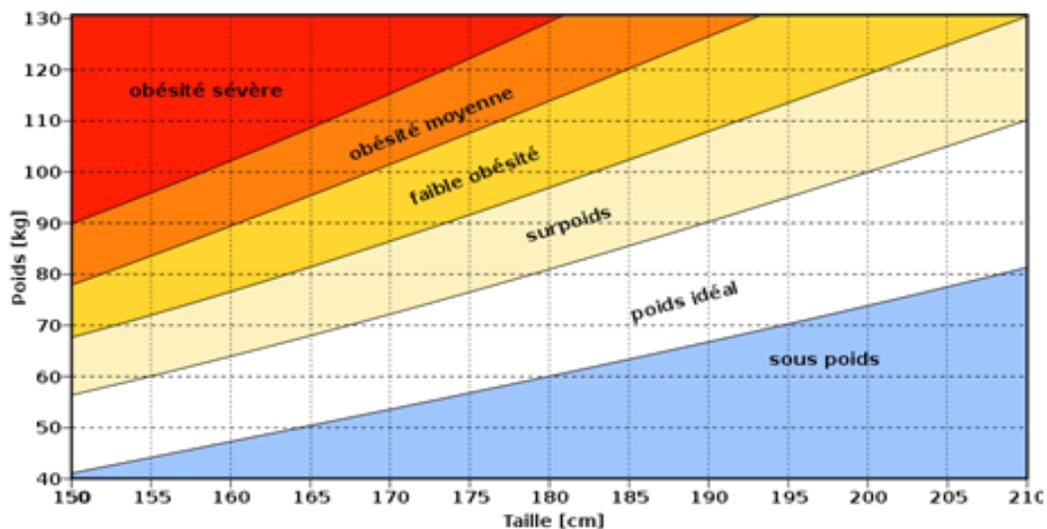
$$\text{Taille (femme)} = (1.83 \times \text{distance talon-genou cm}) - (0.24 \times \text{âge}) + 84.88$$

Grâce aux relevés de poids et à l'estimation de la taille, l'indice de masse corporel (IMC) peut être déterminé (**Figure 4-3**). Appelé aussi indice de Quételet -du nom de son inventeur- c'est un indice permettant d'estimer la corpulence d'une personne.

Celui-ci se calcule en fonction de la taille (en mètre) et de la masse (en kilogramme) du sujet et donne donc un indice en kilogramme par mètre carré de surface corporelle. Il doit être compris entre 18.5 et 25 pour la population en générale (WHO, 1995). Il n'existe pas de réel consensus pour définir un IMC optimal chez la personne âgée.

L'équipe d'Allison a montré qu'après 70 ans, un IMC de 32 kg/m<sup>2</sup> chez la femme et de 29 kg/m<sup>2</sup> chez l'homme seraient les plus protecteurs en termes de mortalité (Allison et al, 1997).

**Figure 4-3** : Tableau de l'indice de masse corporelle.

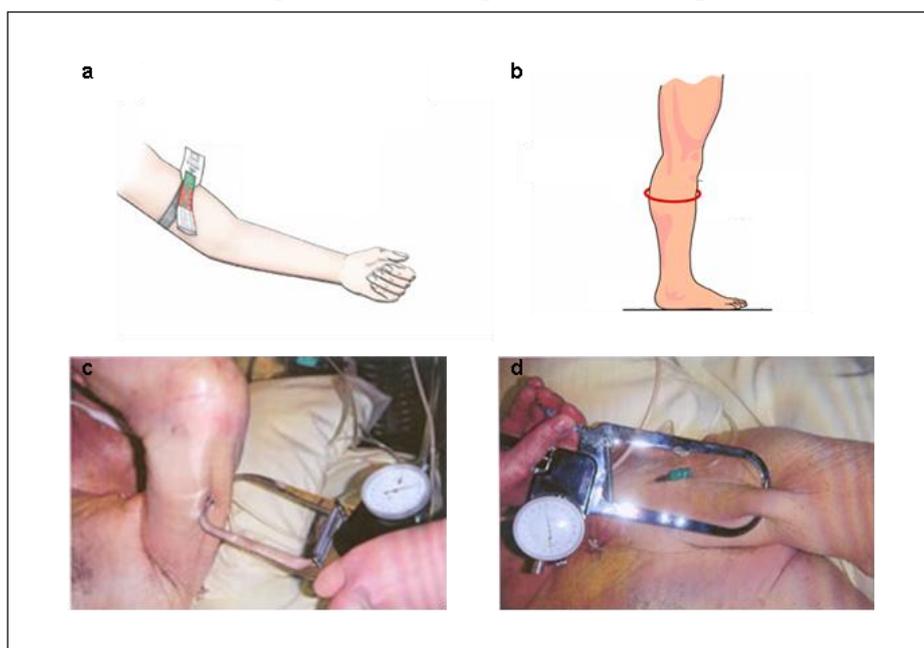


D'autres mesures anthropométriques sont régulièrement utilisées, comme celle des circonférences qui, combinées entre elles, permettent de se faire une idée de l'état nutritionnel de la personne âgée.

La circonférence du mollet (CM) tout d'abord, qui est mesurée dans la même position que la distance talon-genou. Cette mesure est effectuée à l'aide d'un mètre non élastique mais

flexible du côté non dominant de la personne. Le ruban est placé autour du mollet afin de mesurer la circonférence la plus importante. Le ruban ne doit pas comprimer les tissus sous-cutanés. La valeur seuil pour ce critère est de 31 cm (Moore, 1993 ; PEN Group, 1997); en deçà, la personne est considérée comme étant à risque nutritionnel (**Figure 4-4**). La circonférence brachiale (CB) est mesurée au milieu du bras, du côté non dominant. On identifie à l'aide du ruban de mesure, la circonférence maximale au niveau le plus large du bras. La valeur seuil pour ce critère est de 22 cm (Moore, 1993 ; PEN Group, 1997). De même que pour la CM, une valeur inférieure à ce seuil est un facteur de risque nutritionnel (**Figure 4-4**). Il y a d'autres valeurs qui peuvent aisément être relevées au niveau du bras comme le pli cutané tricipital (PCT) ou bicipital (PCB). La mesure du PCT est effectuée sur un sujet allongé ou assis, le bras le long du corps. La mesure est prise derrière le bras non dominant au niveau du triceps, à la hauteur du point de référence choisi pour la mesure de la CB. Il faut pincer la peau et le tissu adipeux sous-cutané entre le pouce et l'index tout en le détachant d'environ 1 cm du reste du corps, et de façon parallèle à l'axe du bras. Cela permet de séparer le tissu adipeux sous-cutané du tissu musculaire. La mesure est alors effectuée à l'aide d'une pince à pli placée de façon perpendiculaire à la longueur du pli cutané (**Figure 4-4**). La mesure est prise à 2 mm près. Il faut au moins trois prises afin de s'assurer de la fiabilité des mesures et qu'il n'y ait pas de données aberrantes. La mesure du PCB est réalisée dans les mêmes conditions, avec la même pince à plis et en même temps que la précédente, mis à part le fait que le pli se fait sur le biceps et non plus sur le triceps. Trois prises sont nécessaires pour s'assurer de la bonne mesure (**Figure 4-4**). La mesure est prise à 2 mm près.

**Figure 4-4** : Visuels des prises de circonférence du bras (a) et du mollet (b) ainsi que des mesures des plis cutanés bicipitaux (c) et tricipitaux (d).



L'absorption bi-photonique à rayons X (DEXA) est utilisée afin de quantifier la masse osseuse et la MM et la MG, (*Figure 4-5*). C'est une méthode d'imagerie médicale basée sur la comparaison de l'atténuation de deux rayons X d'énergies différentes. L'absorption dépendant à la fois de la quantité et de la nature de la matière traversée, elle permet de déterminer la composition corporelle.

Elle sert principalement à la détermination de la densité minérale osseuse et à l'évaluation de la masse grasse. Cette méthode est simple et non invasive dans sa mise en œuvre mais demande souvent un transport du sujet et une position allongée et ceci pose problème lorsque le sujet souffre de problèmes de dos.

***Figure 4-5*** : Visuel de déroulement d'une DEXA.



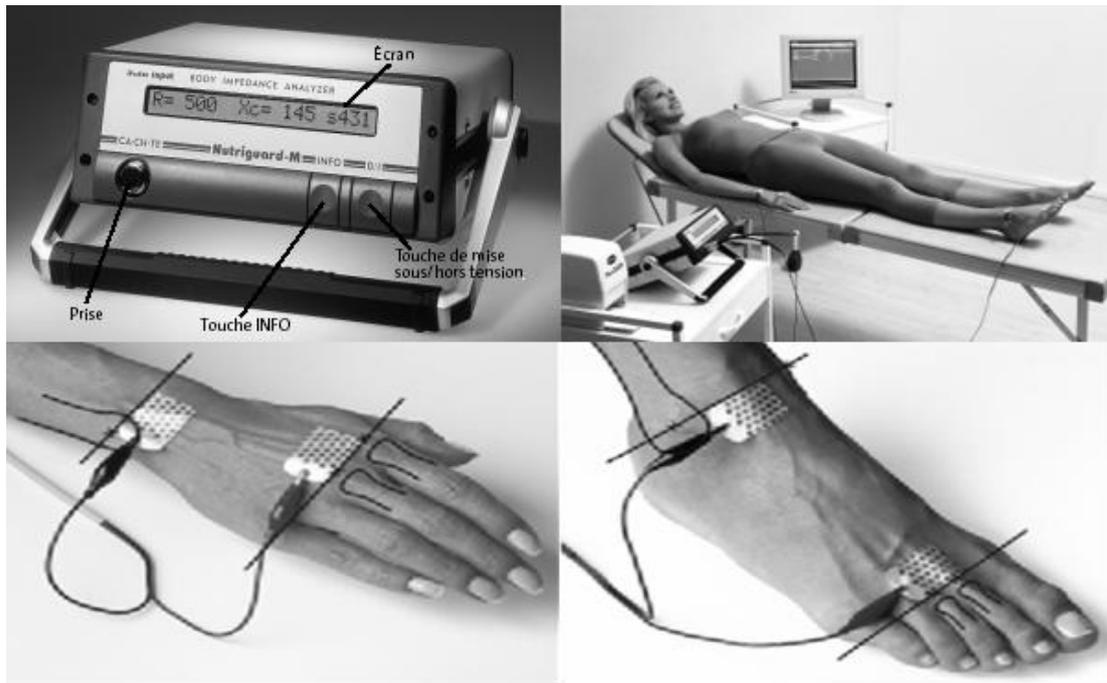
Enfin, l'impédancemétrie ou impédance bioélectrique est une mesure simple, non invasive, transportable et rapide de la résistance  $R$  des tissus biologiques ainsi que de la Réactance  $X_c$  par l'envoi d'un courant sinusoïdal de faible intensité (de l'ordre du mA) et de haute fréquence (5 à 100 kHz) à travers deux électrodes placées au niveau de la main et deux au niveau du pied du patient (Kyle et al, 2004) (*Figure 4-6*). La résistance  $R$  est inversement proportionnelle à l'eau corporelle totale. En raison du pourcentage élevé en eau et en électrolytes, la masse maigre (MM) est un bon conducteur alors que la masse grasse présente une résistance élevée. La réactance  $X_c$  est ainsi une mesure de la masse cellulaire corporelle. Pour déterminer séparément les deux composants de l'impédance, les appareils de mesures disposent d'une électronique sensible à la phase. Comme le courant alternatif a une forme sinusoïdale, un décalage est mesuré en degrés et désigné par l'angle de phase  $\alpha$ . S'il n'y avait que des membranes cellulaires,  $\alpha$  serait de 90 degrés ; l'eau d'électrolyte pure aurait un angle

de 0 degré. L'utilisation de plusieurs fréquences permet d'améliorer la mesure. Les hautes fréquences ont une diffusion dans l'intégralité des tissus car elles surmontent les résistances des membranes. Elles conviennent pour déterminer la quantité d'eau corporelle. Les moyennes fréquences ne surmontent que partiellement la résistance des membranes. Elles conviennent pour déterminer l'eau corporelle et la masse cellulaire corporelle. Enfin les basses fréquences ne peuvent pas surmonter la résistance de la membrane des cellules corporelles. Elles conviennent pour déterminer l'eau extracellulaire.

En utilisant les trois paramètres que sont  $R$ ,  $X_c$  et  $\alpha$  ainsi que les caractéristiques de la personne (poids, taille, âge, sexe), on peut calculer la composition corporelle et évaluer l'état nutritionnel (Kyle et al, 2001 ; Janssen et al, 2000). En effet, la mesure d'impédancemétrie donne des valeurs abstraites qui ne correspondent à aucune valeur si elles sont prises ainsi. Il faut employer les formules développées par Kyle et Janssen en y intégrant les données relevées pour déterminer les taux de MG, de MM et d'eau extracellulaire.

Pour réaliser la mesure dans des conditions optimales, le patient doit être à jeun depuis 4 à 5 heures, avoir la vessie vide et ne pas avoir pratiqué d'activité physique dans les 12 heures précédant la mesure. Il doit s'allonger sur le dos durant une dizaine de minutes afin que les volumes liquidiens se répartissent uniformément dans tout le corps. Ses jambes doivent être écartées et former un angle de  $45^\circ$ , ses bras sont écartés d'environ  $30^\circ$  sans contact avec le reste du corps. Il ne doit pas toucher d'objet métallique extérieur (cadre de lit), par contre les bijoux, montre, plaque d'ostéosynthèse ou stimulateur cardiaque ne faussent pas les résultats (pas de résistance électrique interne). La mesure s'effectue du côté dominant, avec 4 électrodes adhésives dont 2 sont disposées sur la main et les 2 autres sont placées sur le pied du patient. Une fois les électrodes installées il suffit de les relier grâce à des câbles à l'impédancemètre avant de commencer les mesures (Kyle et al, 2004). Il faut tout de même faire attention aux problèmes hydriques qui peuvent toucher les personnes âgées et donc fausser les résultats de ce test.

**Figure 4-6** : Visuel impédancemétrie : appareil, positionnement du corps et disposition des électrodes sur la main et le pied.



## ii. Les questionnaires et les scores

Pour Affiner le diagnostic de dénutrition, divers questionnaires et scores peuvent être utilisés. Les critères d'évaluation sont différents d'un outil à l'autre et peuvent se combiner entre eux afin d'affiner le diagnostic nutritionnel ou et permettre la prise en charge du patient, un seul critère ne permettant pas d'établir un état nutritionnel précis. Seuls les plus connus et les plus utilisés seront développés ci-dessous :

Le questionnaire du Mini Nutritional Assessment (MNA) est non invasif, de passation simple, validé chez les personnes de plus de 65 ans. Il est basé sur les déclarations du patient et se compose de deux parties pour un score total de 30 points. La première partie de dépistage (appelée aussi short-MNA) est composée de 6 questions donnant un score maximum de 14 points. Ces items évoquent l'appétit, la perte de poids récente, la motricité, la maladie ou le stress récent, les problèmes neuropsychologiques et l'indice de masse corporelle (IMC). A la fin de cette première partie de dépistage, un score est obtenu, et s'il est inférieur à 12 points, il faut poursuivre le questionnaire avec son évaluation globale. Cette dernière partie est composée de 12 items permettant d'obtenir un score sur 16 points maximum. Les questions portent sur le mode de vie à domicile, la médication, la présence de plaies cutanées ou d'escarres, le nombre de repas pris journalièrement, les consommations et l'hydratation ou encore la manière de se nourrir, la sensation globales de la personne interrogée par rapport

aux personnes de son âge et enfin la mesure des circonférences du bras et du mollet. Le questionnaire terminé, un score sur 30 points est établi. Si ce dernier est supérieur à 23.5 points, la personne interrogée est considérée comme non dénutrie. Si son résultat est compris entre 17 et 23.5 points, elle est considérée comme étant à risque de malnutrition. Enfin, si le score est inférieur à 17 points, elle se trouve dans un mauvais état nutritionnel (Guigoz et al, 1996 ; *Annexe 1*).

C'est ce premier questionnaire qui a été utilisé pour la réalisation des études cliniques mises en place durant ce travail de thèse. D'autres questionnaires nutritionnels tout aussi pertinents sont utilisés par différentes équipes de recherche et vont être développés rapidement ci-dessous :

Le Nutritional Risk Index (NRI) mis en place à la fin des années 1980 (Buzby et al, 1988 ; 1988) a été développé chez l'adulte jeune, hospitalisé. Il combine deux indicateurs nutritionnels (albumine et perte de poids) mais n'est pas adapté à la personne âgée du fait qu'elle surestime bien souvent son poids réel de la personne.

$$\text{NRI} = 1.519 \times \text{albuminémie (g/L)} + 0.417 \times [\text{poids actuel (kg)} / \text{poids habituel (kg)}] \times 100$$

Si NRI < 83.5 = risque majeur  
Si NRI compris entre 83.5 et 97.5 = risque moyen  
Si NRI > 97.5 = pas de risque

Un test mieux adapté a donc été développé : le Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI), et dérivé du NR (Bouillanne et al, 2005). Il se calcule à l'aide du dosage de l'albumine, du poids et de la détermination du poids idéal de la personne. Ce dernier est calculé à partir du poids idéal théorique de Lorentz qui introduit un facteur correctif proportionnel à la taille de l'individu et variable suivant son sexe. La mise en place de l'utilisation du poids idéal a permis d'adapter le NRI à la personne âgée. Cet index est invasif puisqu'il nécessite, à minima, un prélèvement sanguin.

$$\text{GNRI} = [1.489 \times \text{albuminémie (g/L)}] + [41.7 \times \text{poids actuel/poids idéal théorique}^*]$$

(\*quand le rapport est >1, la valeur 1 est retenue)

Si GNRI < 82 = risque majeur  
Si GNRI compris entre 82 et 92 = risque modéré  
Si GNRI compris entre 92 et 98 = risque faible  
Si GNRI > 98 = pas de risque

Poids idéal (formule de Lorentz) :  
Femme = taille – 100 – [(taille - 150)/2.5]  
Homme = taille – 100 – [(taille - 150)/4]

Un autre indicateur peut être l'Index Pronostic Inflammatoire et Nutritionnel (PINI ; Bonnefoy et al, 1998). Celui-ci n'est cependant plus utilisé. Il s'agit d'un calcul du rapport entre les protéines d'inflammation et les protéines dites de nutrition qui permet de déterminer le pronostic nutritionnel en fonction des seuils de gravité. Si l'index PINI est inférieur à 1, l'état nutritionnel est considéré comme normal. Si le PINI est compris entre 1 et 10, la dénutrition est modérée. Enfin, si l'index PINI est supérieur à 10, le pronostic vital peut être engagé, surtout s'il y a persistance ou élévation du PINI dans le temps. Son calcul est simple mais nécessite des mesures invasives dues aux prélèvements sanguins:

$$\text{PINI} = \text{CRP (mg/L)} \times \text{Orosomucoïde (mg/L)} / \text{Préalbumine (mg/L)} \times \text{Albumine (g/L)}$$

Si PINI > 10 = risque majeur

Si PINI > 1 = risque modéré

Si PINI < 1 = pas de risque

L'Evaluation Subjective Globale (SGA) est un autre outil qui ne nécessite aucun test biologique et classe les personnes interrogées en 3 catégories : A (bonne nutrition), B (malnutrition légère ou modérée) et C (malnutrition grave). Ce classement s'effectue à l'aide de l'historique médical et d'un examen clinique de la personne. L'historique médical s'articule autour de questions sur les thèmes suivants : variation du poids, régime alimentaire, symptômes gastro-intestinaux et gêne fonctionnelle. L'examen clinique évalue les pertes de tissu adipeux sous cutané, l'atrophie musculaire, les œdèmes (*Annexe 2*). Ce test est plus souvent utilisé chez l'adulte jeune que chez la personne âgée car il n'est pas validé chez elles.

Le Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) est un autre outil basé sur une détection de la dénutrition à l'aide de l'association entre la diminution du statut nutritionnel et la diminution des fonctions (Malnutrition Advisory group, 2000, qui a été développé comme outil de dépistage en maison de retraite (Kondrup et al, 2003). Il tient compte de l'IMC, de la perte de poids, d'une maladie aiguë (*Annexe 3*).

Enfin, le Nutritional Risk Screening 2002 (NRS 2002) est un questionnaire qui permet de détecter une malnutrition ainsi que le risque de la développer durant un séjour hospitalier (Pirlich et al, 2006 ; Kondrup et al, 2003). Il contient les composants nutritionnels du questionnaire précédant, le MUST, et établi un classement de la sévérité de la pathologie comme un reflet de l'augmentation des besoins nutritionnels. Il contient quatre questions de présélection (IMC, perte de poids durant les trois derniers mois, diminution des apports

alimentaires depuis une semaine et sévérité de la maladie) et tient compte de l'âge comme facteur de risque (*Annexe 4*).

*Evaluation de la dépendance* : d'autres tests non nutritionnels ont été utilisés lors de ces travaux de thèse. Il s'agit de trois tests d'autonomie qui ont permis de mieux situer les personnes âgées participantes d'un point de vue fonctionnel :

L'*Activities of Daily Living (ADL)* est une échelle qui fait référence dans la littérature internationale comme outil d'évaluation de l'autonomie centrée sur la personne (Katz et al, 1963 ; 1970 ; 1983). Les activités de la vie quotidienne appelées AVQ ou ADL sont des actes de base qu'un individu autonome est susceptible d'effectuer dans une journée. Katz a identifié 6 AVQ : toilette, habillage, aller aux toilettes, transfert, continence et alimentation. Pour chaque AVQ, on enregistre son degré de réalisation selon trois états (Autonomie = 1, Aide partielle = 0.5, Dépendant = 0 point). Le score total s'élève donc de 0 (totalement dépendant) à 6 (totalement indépendant) (*Annexe 5*).

Ensuite, et pour compléter l'échelle ADL, on utilise l'*Instrumental Activities of Daily Living (IADL)* qui fait le lien avec les activités quotidiennes telles que faire des achats, utiliser des transports en commun, cuisiner, faire son ménage ou sa lessive, utiliser le téléphone, prendre ses médicaments, gérer son budget (Lawton & Brody, 1969 ; Katz et al, 1983). Pour chaque activité, l'échelle enregistre le degré de réalisation selon deux états (Autonome = 1 point, Dépendant = 0 point). Le score total s'élève donc de 0 (totalement dépendant) à 8 (totalement indépendant) (*Annexe 6*).

Enfin, le dernier test d'autonomie utilisé est le *Short Physical Performance Battery (SPPB)*. Ce test de passation rapide permet de situer la personne âgée d'un point de vue moteur et est composé de trois parties : la première consiste en la réalisation de lever de chaise répété (5 maximum), sans appuis avec les mains et en un minimum de temps suivi d'un exercice d'équilibre puis de l'évaluation d'une vitesse de marche sur une distance d'environ 2.5m. Chaque partie est notée et donne au final un score sur 12 points maximum. Les personnes avec un score de 0 points sont considérées comme ayant une mauvaise performance physique et à l'inverse, ceux atteignant 12 points ont une bonne performance physique (*Annexe 7*).

Grâce au croisement de toutes les données recueillies auprès d'une personne âgée, un diagnostic peut être établi pour déterminer si celle-ci présente un risque ou est dans une phase de dénutrition. A tous ces éléments peuvent se rajouter les quantités de nourriture ingérée, afin d'affiner le diagnostic.

### iii. Les marqueurs biologiques

Les bilans sanguins permettent de connaître précisément et à un moment donné, l'état nutritionnel et inflammatoire de la personne. Il est nécessaire de combiner plusieurs dosages afin d'affiner un diagnostic de dénutrition chez la personne âgée.

Albumine (alb) : c'est une protéine plasmatique produite exclusivement par le foie. Elle représente environ 60% des protéines sanguines. Ses principaux rôles physiologiques sont le pouvoir osmotique, une fonction de transporteur (calcium, bilirubine, acides gras, médicaments, ions métalliques, vitamines, certaines hormones...), un pouvoir tampon et une réserve d'acides aminés. Son taux circulant normal se situe entre 38 et 48 g/L. Sa demi-vie est de 20 jours. Un taux circulant inférieur à 38 g/L évoque un état de risque de dénutrition et en dessous du seuil de 30 g/L, la dénutrition est considérée comme étant sévère.

Préalbumine ou transthyrétine (préalb ou TTR) : c'est une protéine plasmatique produite par le foie et les plexus choroïdes avec une demi-vie nettement plus courte que l'albumine (48 heures) et qui permet de voir les effets précoces en cas de renutrition du sujet âgé. Les taux normaux circulant doivent être compris entre 200 et 400 mg/L. La dénutrition est modérée si le taux circulant de TTR est situé entre 110 et 200 mg/L, et sévère si ce taux circulant est compris entre 110 et 50 mg/L (SFNEP, 2008). Chez le sujet âgé, les taux peuvent parfois atteindre des valeurs inférieures à 50 mg/L et le pronostic vital est alors engagé (SFNEP, 2008).

Protéine C-Réactive (CRP) : c'est une protéine inflammatoire de phase aiguë exclusivement synthétisée par le foie. C'est une protéine très précoce de la réaction inflammatoire. Sa demi-vie est de 12 heures. La CRP est un marqueur précoce, sensible et spécifique de la réaction inflammatoire qui augmente proportionnellement à son intensité. Elle apparaît 12 à 24 heures après le début du processus pathologique. Son taux normal circulant est inférieur à 3 mg/L mais celui-ci peut rapidement augmenter au cours d'une infection (jusqu'à 1000 fois le taux basal). Des valeurs élevées de CRP sont observées devant tous les types d'inflammations (infections bactériennes, glomérulonéphrites aiguës ou encore l'infarctus du myocarde). Le taux d'inflammation est à mettre en lien avec l'état de nutrition de la personne âgée et permet de le corriger si une inflammation est présente (l'albuminémie devant être augmentée selon l'inflammation).

Les dosages de ces trois paramètres sanguins ont été le plus souvent utilisés pour caractériser les populations étudiées dans les différentes études menées durant ce travail de thèse.

Néanmoins, il existe de nombreux autres dosages qui sont utilisés de manière plus ou moins courante.

Orosomucoïde (oro) : c'est une glycoprotéine de la famille des globulines inflammatoire de phase chronique synthétisée par le foie. Sa concentration normale varie de 0.45 à 1.30 g/L. Son dosage permet de mettre en évidence des inflammations telles que les rhumatismes articulaires aigus, la polyarthrite, les infections intestinales ou la dénutrition. Sa normalisation est un très bon signe de guérison. Raynaud-Simon et son équipe ont associé le taux d'orosomucoïde comme étant un facteur de risque de mortalité chez la personne âgée vivant en maison de retraite (Raynaud-Simon et al, 2002).

Cholestérol : le cholestérol plasmatique est un des principaux lipides sanguins. Il a une double origine endogène (biosynthèse hépatique) et exogène (alimentaire). Le cholestérol sanguin, normalement insoluble en milieu aqueux, circule dans le plasma sous forme de lipoprotéines solubles (associations macromoléculaires avec des protéines spécifiques, les apolipoprotéines). Normalement, il existe quatre lipoprotéines : les chylomicrons, les VLDL (lipoprotéines de très faible densité), les LDL (lipoprotéines de faible densité) et les HDL (lipoprotéines de haute densité). Le taux de cholestérol plasmatique est abaissé chez les sujets dénutris. Sa valeur normale augmente avec l'âge.

Lymphocytes : la sensibilité du système immunitaire des personnes âgées aux facteurs nutritionnels et la grande fréquence des déficiences nutritionnelles expliquent la gravité de la dénutrition protéino-énergétique chez cette population (Mazari & Lesourd, 1998). Il existe un lien étroit entre dénutrition et intensité du déficit immunitaire chez le sujet âgé (Lesourd et al, 1992). Quand les taux lymphocytes sanguins sont inférieurs à  $1500/\text{mm}^3$  et les taux de CD4 inférieurs à  $400/\text{mm}^3$ , la dénutrition est avérée (SFNEP, 2008 ; Derycke et al, 2003 ; Cudennec et al, 2003).

L'ionogramme sanguin : c'est un examen biologique très courant et très utile pour dépister les troubles ioniques qui surviennent souvent chez la personne âgée comme dans les maladies rénales, hormonales, les troubles de l'hydratation, les troubles gastro-intestinaux. Les troubles hydroélectrolytiques sont liés aux conduites de purge (vomissements, diarrhées) ainsi qu'à la restriction hydrique (hémococoncentration). Il existe deux types d'ionogrammes, l'un sanguin et l'autre urinaire. Un ionogramme permet de déterminer les concentrations en ions sodium, potassium, chlore, phosphore, bicarbonates, calcium, en protéines et phosphates (ionogramme sanguin), et en albumine, acétone, glucose, urée, créatinine, acide urique, amylase (ionogramme urinaire).

Bien d'autres facteurs peuvent également être dosés pour évaluer l'état nutritionnel mais ceux cités ci-dessus sont les plus fréquemment utilisés. Nous pouvons mentionner également ceux se basant sur l'excrétion urinaire tels que la créatininurie des 24 heures qui est utilisée pour quantifier la masse maigre des individus (Heymsfield et al, 1988 ; Shenkin et al, 1996). Le rapport entre la créatininurie et la taille totale ou celle du bras (Van Hoeyweghen et al, 1992) est aussi utilisé, ou encore le dosage de la 3-méthylhistidine urinaire (Aussel et al, 1998) permettant d'établir un bilan azoté. Ce bilan reflète l'équilibre entre les apports et les pertes d'azote, ce qui est un bon indicateur de dénutrition et de renutrition (Aussel et al, 1998 ; Shenkin et al, 1996). Des protéines circulantes autres que celles citées plus haut peuvent également permettre d'évaluer l'état nutritionnel de la personne âgée. Il s'agit de la transferrine et de la protéine vectrice du rétinol (retinol-binding protein, *RBP*) (Shenkin et al, 1996 ; Spiekerman, 1993). L'insulin growth factor-1 (*IGF-1*) est considérée comme étant un indicateur plus sensible des changements de l'équilibre azoté que l'albumine ou la transthyrétine puisqu'elle est un stimulateur potentiel de la synthèse protéique tout en inhibant le catabolisme protéique (Spiekerman, 1993 ; INSERM, 1999 ; Zapf et al, 1999 ; Raynaud-Simon et al, 2002). Enfin, le dosage de l'hématocrite permet de constater la présence d'une anémie ou d'une déshydratation.

#### **iv. Le recueil des ingesta**

L'état nutritionnel se mesure, entre autres, au travers des entrées alimentaires. Elles sont le reflet des apports en énergie ainsi qu'en éléments importants. Différents moyens peuvent être utilisés et ces enregistrements alimentaires (où sont relevés les aliments solides, liquides et les boissons) sont réalisés par la personne elle-même ou par un professionnel.

En ce qui concerne le *rappel des 24 heures*, le sujet doit peser et relever tous les aliments et boissons consommés pendant les 24 heures qui ont précédé l'entretien. C'est une méthode rapide mais du fait de la variabilité intra-individuelle de l'apport alimentaire, elle ne permet pas de caractériser l'alimentation d'un individu. De plus, les sujets peuvent ne pas rapporter la réalité de leur prise alimentaire par défaut de mémorisation par exemple (De Castro, 1993).

La méthode du *semainier alimentaire* apporte potentiellement des informations sur les aliments consommés pendant la période d'enregistrement ( $\approx 3$  jours), mais le fait de noter les aliments peut modifier à la fois le type d'aliments, leur nombre et les quantités consommées.

*L'histoire alimentaire*, consiste à estimer l'apport habituel sur une période donnée. Le principal avantage de cette méthode réside dans le fait qu'elle permet d'étudier la répartition habituelle de la prise alimentaire et les détails de l'alimentation sur une période prolongée.

Cependant, elle peut amener le sujet à omettre volontairement ou non les prises inter-prandiales, ou accentuer la sous-estimation de l'apport alimentaire (Decarli et al, 1994). Il faut noter que les problèmes de mémoire peuvent être un biais important chez certaines personnes. Enfin, le *questionnaire de fréquence de consommation* peut être utilisé. C'est une donnée qualitative et non quantitative. Il ne s'intéresse non pas à la consommation réelle, mais à la consommation habituelle de la personne. Il consiste à demander un report de la fréquence habituelle de consommation de chaque aliment d'une liste préétablie. De nombreux questionnaires de fréquence ont été mis au point (pour une population donnée et un but précis). Il faut noter comme pour le questionnaire précédent que les problèmes de mémoire peuvent être un biais important chez certaines personnes.

Au vu des éléments cités plus haut, la personne âgée se fragilise avec l'avancée en âge. Un état de dénutrition peut facilement et durablement s'installer chez ce type de personne.

#### **4) Les critères permettant d'évoquer une dénutrition**

La Haute Autorité de Santé considère une personne dénutrie si l'on constate un ou plusieurs critères suivants (HAS, 2007) : une insuffisance pondérale (perte de poids de 5% en 1 mois ou 10% en 6 mois), un indice de masse corporel faible ( $<21 \text{ kg/m}^2$ ), une valeur d'albumine faible ( $<35 \text{ g/L}$ ), un apport alimentaire insuffisant, ou un score MNA faible ( $<17$  points). Mais le diagnostic de dénutrition repose sur un faisceau d'arguments incluant d'autres éléments qu'il faut prendre en compte tels que l'interrogatoire sur la prise alimentaire et l'évaluation des ingesta, le relevé d'éléments cliniques (anthropométriques, biologiques, index, etc.). Il est à noter qu'aucun élément pris isolément ne peut être spécifique de la dénutrition (ANAES, 2003).

Les critères de dénutrition sont multiples mais doivent être conjugués pour affiner un diagnostic. Des mesures anthropométriques en dessous des seuils établis ou des valeurs biologiques faibles (albuminémie  $<35 \text{ g/L}$ , transthyrétine  $<200 \text{ mg/L}$ , CRP  $>20 \text{ mg/L}$  si processus inflammatoire associé) sont des facteurs pronostics importants pour ce genre de pathologie.

## **E. Les besoins nutritionnels chez la personne âgée**

Plusieurs pays ont établi des normes au sujet des nutriments indispensables à fournir aux différentes catégories de la population (Food and Nutrition Board, 2000, 2001 ; National Research Council, 2000 ; etc.). Ces normes peuvent varier d'un pays à l'autre en fonction de divers facteurs comme le climat, les habitudes alimentaires et culturelles.

Pour les pays membres de la Communauté européenne, des normes ont abouti à la création des Apports Journaliers Recommandés (AJR) harmonisés pour les différents pays européens (Directive Européenne 90/496/CEE, 1990).

Ce sont des valeurs uniques pour chaque nutriment. Il s'agit d'une valeur moyenne indépendante d'une population, de l'âge ou du sexe. Pour chaque nutriment, un pourcentage indique ce que 100g ou une portion de l'aliment apporte dans la journée. Si les AJR sont respectés, il y a peu de chances qu'une personne saine souffre de carence.

### **1) Les Apports Nutritionnels Conseillés (pour la population française)**

La France possède ses propres normes avec les Apports Nutritionnels Conseillés (ANC). Cette notion remonte à 1981, date de la première édition du guide du même nom, qui présente le travail effectué par des spécialistes de la nutrition réunis pour l'occasion par l'agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) aujourd'hui appelée agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé (ANAES).

Ils ont été définis pour chaque nutriment comme étant l'apport permettant de couvrir les besoins physiologiques de la quasi-totalité (97,5% des sujets) de la population, en bonne santé ou supposée comme telle. Les ANC sont fixés pour un groupe de population de sexe et d'âges définis. Ils tiennent compte des variations entre individus et sont établis sur la base de la couverture du besoin moyen. Ils ont été choisis sur une base de 130% du besoin moyen pour atteindre un bon état nutritionnel limitant les carences, les déséquilibres ou les surcharges au sein d'une population donnée (Martin, 2001). Des apports en dessous des ANC ne sont pas synonymes de non couverture des besoins mais de risque de déficience augmenté. Par convention, on parle de risque élevé de déficience lorsque les apports sont inférieurs aux deux tiers des ANC.

L'importance d'une alimentation saine et équilibrée pour le maintien d'une bonne santé est un concept admis pour l'ensemble de la population, toutes catégories confondues. L'alimentation doit apporter à l'individu une quantité de nutriments suffisante pour assurer la couverture de

l'ensemble des besoins physiologiques. Les ANC publiés en 2001 pour la population française représentent les besoins moyens de groupes d'individu, de sexe et d'âge donnés pour une population en ambulatoire, cliniquement stable (Martin, 2001) (*Tableau 5-1*). Il n'y a pas de recommandations ou d'études à l'heure actuelle précisant les apports recommandés pour une population âgée hospitalisée, cliniquement instable ou présentant une ou des pathologies actives.

Suite à cette définition des ANC, nous nous attarderons sur les différents besoins de la personne âgée que ce soit en macro ou en micronutriments.

Tout d'abord, les besoins énergétiques reflètent un apport d'énergie nécessaire au maintien de l'activité et de la bonne santé des personnes. Chez les personnes âgées, les besoins sont estimés à 2000kcal/j pour l'homme et 1800 kcal/j pour la femme (Ferry et al, 2002).

La dépense énergétique est composée à 60-70% par le métabolisme de base (fonctionnement des organes), 20 à 30% par l'activité physique (déplacements, activités de la vie quotidienne) et enfin 10% par la thermogénèse alimentaire (digestion, absorption et stockage des aliments). Cela est valable pour les personnes saines et actives et n'est donc pas automatiquement adapté aux personnes âgées en institution ou dépendantes.

Dans une alimentation équilibrée, l'apport énergétique doit être réparti en protéines (12 à 15% mais plus proche des 15% pour la population âgée), lipides 30 à 35% (mais les apports actuels sont plutôt de l'ordre de 35 à 40%) et glucides 50 à 55%. Les apports énergétiques conseillés pour la personne âgée sont de 30 à 35 kcal/kg/jour.

Les protéines ont un rôle structurel, enzymatique, immunologique et métabolique. Il existe 8 acides aminés indispensables sur les 20 acides aminés connus. Une distinction est faite entre les protéines d'origine animale (avec des teneurs en acides aminés indispensables satisfaisantes) et celles d'origine végétale (qui sont pauvres en certains acides aminés essentiels). Contrairement aux glucides et aux lipides, les protéines ne sont pas stockées sous forme de réserve métabolisable. Ainsi, lorsque les apports extérieurs diminuent, le corps re-synthétise des protéines au détriment de certains tissus, essentiellement le tissu musculaire. Une diminution des apports en protéines est donc synonyme d'affaiblissement et de fragilisation de l'organisme.

Les apports conseillés sont de 1 à 1.2 g/kg/jour pour la personne âgée, soit 50 à 60 g/jour pour une personne de 50 kg dont celles d'origine animale qui doivent être privilégiées. En effet, la qualité protéique doit être regardée pour fournir à la personne âgée les acides aminés

indispensables en quantité suffisante (AFSSA, 2007). Les besoins en protéines de la personne âgée doivent être supérieurs ou au moins équivalents à ceux de l'adulte, notion essentielle dans la prévention et l'éducation nutritionnelle des seniors pour éviter la dénutrition (Cynober et al, 2000 ; Lesourd, 1998) Ces apports peuvent atteindre 2 g/kg/j en cas de pathologie. Les protéines ne sont correctement utilisées que si l'apport énergétique est suffisant. Il faut donc bien penser à un apport glucidique suffisant avec l'apport protéique.

Les glucides sont la source d'énergie la plus rentable et la plus rapidement utilisable pour les activités physiques et intellectuelles. Les glucides simples sont rapidement assimilés par l'organisme et offrent une source d'énergie immédiate. Le glucose est indispensable au bon fonctionnement du cerveau dont les possibilités de stockage sont limitées et est un élément central du métabolisme humain (De Graaf et al, 2004). Les glucides complexes (féculents source d'amidon), sont des fournisseurs d'énergie sur le long terme car ils sont absorbés plus lentement par l'organisme et permettent une libération d'énergie étalée dans le temps. Les glucides complexes doivent être privilégiés aux glucides simples car ces derniers, pris en excès, vont induire une sensation de satiété trop rapide et vont diminuer l'ingestion d'autres nutriments comme les protéines ou les vitamines. Enfin, les fibres jouent un rôle sur le transit et sont nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme (Ferry et al, 2002).

Les apports conseillés sont de 50 à 55% de la ration énergétique journalière et de 25 à 30 g de fibres dont 10 à 15 g de fibres solubles (Martin, 2001). Dans la réalité, chez l'adulte jeune ou mur, les apports en glucides sont souvent supérieurs aux recommandations. Dans le milieu gériatrique, ces apports sont souvent de 45% avec une proportion de sucres simples trop grande (20%) et l'apport en fibres n'est pas suffisant.

Les lipides ont un rôle structural constituant l'architecture membranaire et fonctionnel en participant à la régulation de la transmission intracellulaire. Ils constituent des réserves énergétiques importantes.

Les apports conseillés pour les lipides sont de 35% à 40% pour une ration calorique de 2000 kcal (ANSES, 2011). L'étude Euronut-Seneca, menée dans divers pays d'Europe, montre que les apports lipidiques des personnes âgées varient de 33 à 39% des apports énergétiques totaux, et cela dans les deux sexes (de Groot et al, 1992). Dans les faits, les apports en lipides dans la population âgée ne suivent pas la répartition recommandée entre les acides gras mono et polyinsaturés. Qualitativement parlant, les personnes âgées consomment trop de d'acides

gras saturés et pas assez d'insaturés. Ils consomment également trop d'acide linoléique (oméga 6) et pas assez d'acide linoléique (oméga 3).

L'eau est un élément indispensable à tout organisme vivant, c'est aussi la substance la plus abondante du corps. Malgré la diminution de l'eau corporelle totale, les besoins en eau de la personne âgée sont plus élevés que ceux d'un adulte car les mécanismes de régulation sont moins bons et les déficits sont moins rapidement compensés. Il est nécessaire de fournir 35 à 45 mL d'eau/kg/j soit environ 2.5 L d'apport hydriques par jour pour une personne de 60 kg (par les boissons et les aliments) (Nutrition de la personne âgée, 3<sup>e</sup> édition). Les minima à ne pas transgresser sont de 1.25 L/j dont 0.7 L sous forme de boissons (Martin et al, 2001). Haveman et al ont montré chez des personnes âgées que les apports hydriques sont souvent inférieurs aux recommandations et atteignent environ 1700 mL/j (Haveman et al, 1997).

Les troubles de l'hydratation sont extrêmement fréquents chez le sujet âgé et leurs conséquences sont rapidement graves. Le plus fréquent de ces troubles est la déshydratation et sa prévention est essentielle, du fait des relations qui existent entre l'état d'hydratation et la fonction cellulaire (Häussinger et al, 1994).

Depuis les années 2000, les scientifiques se sont intéressés davantage à la population âgée de plus de 75 ans en termes vitaminiques (Cynober et al, 2001). Si les causes primaires et secondaires de carences vitaminiques sont bien identifiées, les connaissances sur le métabolisme et les besoins vitaminiques du sujet âgé et très âgé sont plutôt mal connus, (Russel, 1993). Néanmoins, les besoins en vitamines ont été extrapolés à partir des données de l'adulte jeune et évalués en fonction de considérations diététiques et médicales propres à la gériatrie. En cas de pathologie aiguë chez les plus de 75 ans, il n'y a pas d'évaluation de la notion de besoins vitaminiques et les suppléments ont été étudiés essentiellement chez les adultes jeunes (Serraj et al, 2007).

**Tableau 5-1** : Apports nutritionnels conseillés pour la population âgée de plus de 75 ans (adapté de Nutrition des Personnes Agées, synthèse documentaire, 2006).

	Unités	Anciens ANC (1992)	Nouveaux ANC (2001)
Vitamine A	µg ER	800	600-700
Vitamine D	µg	12	15
Vitamine E	mg α-TE	12	20-50
Vitamine K	µg	35	70
Vitamine B1	mg α-TE	1,3	1,1-1,3
Vitamine B2	mg α-TE	1,5	1,5-1,6
Vitamine B3	mg NE	15	11-14
Vitamine B5	mg	10	5
Vitamine B6	mg	2	2,2
Vitamine B8	µg	-	60
Vitamine B9	µg	300	400
Vitamine B12	µg	3	3
Vitamine C	mg	80	100-120

D'un point de vue nutritionnel, il est possible de distinguer deux types d'oligo-éléments selon le risque de carence : les oligo-éléments essentiels dont le risque de carence est démontré (Iode, Fer, Cuivre, Zinc, Sélénium, Chrome, Molybdène) et les oligo-éléments essentiels dont le risque de carence est plus faible voire non prouvé chez l'Homme (Manganèse, Silicium, Vanadium, Nickel et Etain). A l'inverse, certains oligo-éléments sont toxiques à haute dose (chrome, vanadium...) et d'autres peuvent être à l'origine de déséquilibres entre éléments (un excès de zinc provoque une carence en cuivre par exemple).

La personne âgée a des besoins en minéraux importants. Par exemple pour le calcium dont les besoins sont de 1200 mg/j, ce qui correspond à la consommation d'un litre de lait par jour (Raynaud-Simon et al, 2004 ; Martin et al, 2001). Le phosphore et le potassium doivent également être apportés en quantités suffisantes pour maintenir un bon état de santé chez la personne âgée (cf. **Tableau 5-2**).

**Tableau 5-2** : Apports nutritionnels conseillés de certains minéraux et oligo-éléments pour le sujet âgé en bonne santé (adapté de Nutrition des Personnes Agées, synthèse documentaire, 2006).

	Unités	ANC (2001)		Unités	ANC (2001)
Sodium	mg	400	Zinc	mg	15
Potassium	mg	300	Fer	mg	10
Calcium	mg	1200	Cuivre	mg	2
Phosphore	mg	800	Iode	µg	150
Magnésium	mg	420	Sélénium	µg	80

## 2) Les programmes mis en place par les pouvoirs publics

Devant l'importance de la prise en charge depuis plusieurs années de l'état nutritionnel du sujet âgé, différents programmes ont été instaurés par les pouvoirs publics afin de prévenir certains risques (obésité, fractures, cancers...), encourager certaines pratiques (activité physique, consommation de fruits et de légumes, diminution de la consommation des produits gras, salés, sucrés...) et permettre un vieillissement réussi pour les personnes âgées.

Parmi les principaux plans qui ont été conduits sur le sol français, nous retiendrons particulièrement :

*Le Plan National « Bien vieillir » 2007-2009 (PNBV)* qui a fait suite au *Programme national Bien Vieillir* initié par Hubert Falco en 2003 et renforcé en 2005. Ce dernier a eu trois objectifs principaux : « aider les jeunes retraités à bien commencer leur nouvelle vie », « dépister plus tôt les signes du vieillissement », « maintenir le lien social pour les seniors » (Ministère de la Santé et des Solidarités, 2005). Ces objectifs ont eu pour but de proposer des mesures permettant d'assurer un « vieillissement réussi » tant du point de vue de la santé individuelle, que des relations sociales. Ce plan contenait un axe nutrition « *promouvoir une alimentation équilibrée pour rester en forme après 55 ans* ». D'autres plans ont découlé du PNBV comme le *Plan national de lutte contre le cancer* (2003-2007) ou le *Plan Solidarité Grand Age* (PSGA) lancé en 2006 et consacré à la dépendance.

Ensuite, d'autres plans ont été mis en place tels que le *Plan Alzheimer* (2004-2007), le *Plan pour l'Amélioration de la qualité de vie des personnes atteintes de maladies chroniques* (2007-2011) ou encore le *Plan AVC* (2010-2014).

Enfin, le *Programme National Nutrition Santé* (PNNS) dont le premier volet a été lancé en 2001 (PNNS 1 :2001-2005), a établi un socle de repères nutritionnels (avec par exemple l'élaboration de divers guides destinés à des populations différentes). Nous pouvons citer ici les guides établis tels que : « le guide nutrition à partir de 55 ans », « la santé vient en mangeant », « la santé vient en bougeant ». Ces repères ont fait l'objet de campagnes de communication de grande ampleur. Le PNNS 2 (2006-2010), a eu comme objectif principal d'améliorer l'état de santé de l'ensemble de la population en agissant sur l'un des ses déterminants majeurs, la nutrition. Le troisième axe de ce second programme était « *d'améliorer la prise en charge transversale de la dénutrition ou de son risque, notamment chez le sujet âgé* ». Pour cela, des actions ont été mise en place au niveau de la ville, des établissements médicaux-sociaux pour personnes âgées et au niveau des établissements de soin pour prévenir, dépister et prendre en charge plus précocement la dénutrition ainsi

qu'améliorer le statut en calcium et vitamine D de la personne âgée. Enfin, le PNNS 3 (2011-2015) articule aujourd'hui ses objectifs sur quatre grands domaines dans lesquels la personne âgée se retrouve : réduire le surpoids et de l'obésité, augmenter la pratique d'activité physique régulière, améliorer les pratiques alimentaires et les apports nutritionnels et réduire la prévalence de pathologies nutritionnelles.

Dernier point, les recommandations du Groupe d'Etude des Marchés de Restauration Collective et de Nutrition (GEMRCN, 2011). Ces recommandations portent sur la prévention de la dénutrition chez la personne âgée au travers d'apports corrects et suffisants en énergie et en protéines via des repas structurés à l'hôpital ou en institution. Ces recommandations portent également sur le sel, les matières grasses ajoutées et tous les types d'aliments qui peuvent être proposés à la personne âgée.

Lorsque l'état de santé d'une personne âgée se dégrade, une prise en charge nutritionnelle est un premier élément à mettre en place. Celle-ci peut se baser sur différentes suppléments, à base d'aliments disponibles sur place et peu coûteux ou bien à l'aide de compléments nutritionnels oraux comme nous allons le voir dans le paragraphe suivant.

### **3) Les différentes suppléments**

En parallèle des plans décrits précédemment, des techniques de suppléments ont été étudiées et mises en place. La suppléments (quelle qu'elle soit) permet d'augmenter les apports de la personne âgée. Elle peut être intégrée directement par enrichissement dans un plat déjà préparé ou bien par ajout de compléments nutritionnels oraux (CNO) en plus de l'alimentation.

Les plats sont de bons vecteurs d'enrichissement où il est nécessaire de concentrer les calories et les apports protéiques dans de petits volumes appétant pour faciliter leur ingestion (Olin et al, 1996).

L'enrichissement en protéines n'est pas courant en milieu hospitalier, en institution ou au domicile. Cet enrichissement est le plus simple à mettre en œuvre. Les sources de protéines sont faciles à trouver, bon marché et leur incorporation est aisée dans les préparations. Cependant, par manque de connaissances, les adjonctions de protéines sont souvent mineures et donc insuffisantes pour apporter un effet bénéfique.

Les poudres de protéines, issues de protéines de lait principalement (lactosérum), sont faciles à incorporer dans tout type d'aliment sans en changer la saveur ou en modifier la consistance.

Les soupes sont le vecteur principal de cet enrichissement, car elles sont très consommées par la personne âgée mais les purées, yaourts ou crèmes desserts peuvent également être enrichis. Autre enrichissement très souvent utilisé, l'ajout de fromage râpé, de crèmes de gruyères ou d'œufs aux plats préparés et aux soupes, qui permet d'apporter un aspect onctueux et une texture facile à déglutir aux plats dans lesquels ils sont incorporés.

L'enrichissement en acides aminés spécifiques (leucine/citrulline) est également utilisé en recherche pour permettre d'améliorer l'état nutritionnel de la personne âgée fragile. Des travaux ont montré que l'ajout d'acides aminés ramifiés dans des préparations alimentaires pouvait permettre une augmentation de la masse maigre chez la personne âgée (Paddon-Jones et al, 2004 ; 2006 ; Volpi et al, 1999 ; Fujita et al, 2006). Ceci sera abordé plus précisément dans le *chapitre II* de cette thèse.

Lorsque l'alimentation classique proposée et l'alimentation enrichie ne suffisent plus à couvrir les dépenses énergétiques, l'utilisation de compléments nutritionnels oraux (CNO) devient une évidence. Tous les efforts doivent être faits pour encourager, maintenir ou rétablir une alimentation orale. Les CNO sont des préparations nutritives permettant d'obtenir un apport calorique et/ou protéique important dans un volume restreint. Les CNO sont qualifiés par la réglementation des aliments diététiques destinés à des fins médicales spéciales (ADDFMS, L'arrêté du 20 septembre 2000). Seuls les produits conformes à cet arrêté peuvent être inscrits sur la liste des produits et prestations remboursables (LPPR) et de ce fait être pris en charge par le système de santé. Selon les recommandations de la Haute Autorité de Santé, une prise en charge nutritionnelle doit être mise en œuvre chez une personne âgée dénutrie ou présentant un risque de dénutrition (HAS, 2007). Les CNO doivent être envisagés en cas d'échec suite à des conseils nutritionnels et/ou une alimentation enrichie ou bien d'emblée chez les malades présentant une dénutrition sévère (HAS, 2007). La prise en charge est d'autant plus efficace qu'elle est mise en œuvre précocement, dès le constat d'une baisse des ingesta, d'une perte de poids ou d'une pathologie.

Les CNO se déclinent sous plusieurs formes et diverses compositions ciblant principalement l'apport protéique et calorique. Ils sont largement prescrits dans la population âgée, aussi bien à l'hôpital qu'en ville. De nombreuses études ont évalué l'efficacité des CNO sur différents paramètres cliniques et/ou biologiques, soit dans la population âgée en générale (Milne et al, 2006 ; Potter, 2001 ; Stratton, 2005 ; Gariballa et al, 2007 ; Payette et al, 2002 ; Edington et al, 2004), soit lors de pathologies ciblées de la personne âgée (Tkatch et al, 1992 ; Lawson et al, 2003 ; Eneroth et al, 2006 ; Avenell et al, 2006 ; Delmi et al, 1990).

## F. Qu'est ce qu'un régime chez la personne âgée ?

### 1) Régimes et risques chez la personne âgée

Chez la personne âgée, les régimes au long cours ont souvent été instaurés sur prescription médicale suite à une pathologie chronique. Ils sont poursuivis de manière injustifiée après la fin d'un épisode pathologique pour lequel ils étaient prescrits au départ. Il arrive parfois, en l'absence de toute prescription médicale, que la personne âgée s'impose une forme d'alimentation tout à fait en inadéquation avec son état.

Parmi les différents types de régimes instaurés chez la personne âgée (*Tableau 6-1*), le régime hyposodé est très largement répandu. Un grand nombre de sujets âgés sont touchés par l'obésité, l'insulinorésistance, l'hypertension artérielle (HTA) ou encore l'insuffisance cardiaque (IC). Plusieurs études ont montré que la diminution des apports sodés s'accompagnait d'une diminution de la tension plus marquée chez les hypertendus que chez les normo-tendus (Sacks et al, 2001). Il est recommandé de réduire les apports quotidiens de sel à 6 g/j (Chobanian et al, 2003). L'étude TONE illustre l'impact de la réduction de sel chez les hypertendus. Une réduction de 2.5 g/j de sel améliore significativement la pression artérielle de patients âgés de 60 à 80 ans (Appel et al, 2001). En l'absence de recommandations officielles, il pourrait être proposé chez la personne âgée une consommation modérée de sel (6 à 8 g/j, Komajda et al, 2006).

Ensuite, les régimes hypocholestérolémiants représentent un autre type de régime très répandu chez la personne âgée. S'il est vrai qu'une alimentation hypocholestérolémiante peut avoir un effet bénéfique chez les sujets à risques, jeunes ou d'âge moyen, le bien fondé de cette forme d'alimentation chez le sujet âgé est controversée (Krumholz et al, 1994). L'hypercholestérolémie est un facteur de risque cardiovasculaire après 65 ans (Houterman et al, 2002), mais paradoxalement les personnes avec les taux de cholestérol les plus bas présentent un risque de mortalité accru (Brescianini et al, 2003). Passé l'âge de 85 ans, l'hypercholestérolémie est associée à une diminution du risque de mortalité (Weverling-Rijnsburger et al, 1997). Dans ce contexte, la prescription d'un régime hypocholestérolémiant n'a pas de place chez la personne âgée.

De plus, les régimes diabétiques sont courants dans la population âgée. Chez les diabétiques de plus de 70 ans, les objectifs glycémiques doivent être individualisés en fonction de l'ancienneté du diabète, des complications existantes, des co-morbidités et de l'espérance de vie (Lecomte, 2005). Une ration équilibrée, apportant environ 30 kcal/kg de poids idéal, avec

50 à 55% de l'apport énergétique total sous forme de glucides et respectant les habitudes du sujet doit être proposée. Il faut privilégier un régime équilibré, non restrictif et privilégiant l'apport en acides gras mono et polyinsaturés par rapport aux acides gras saturés ainsi et insister sur l'importance des fibres. La consommation d'aliments à fort index glycémique (gâteaux secs, confiseries, biscottes...) sera déconseillée en dehors des repas. Les produits sucrés sont source de plaisir pour la personne âgée et peuvent être consommés en fin de repas à condition d'en tenir compte dans la ration glucidique journalière (Tariq et al, 2001).

Il faut rajouter que la restriction calorique est couramment employée chez la personne âgée afin d'améliorer certaines pathologies (diabète, obésité, etc.). Une réduction calorique modérée (300 à 500 kcal/j) en lien avec la mise en place d'une activité physique adaptée peut être prescrite (Villareal et al, 2005 ; American Diabetes Association, 2008). La perte de poids, volontaire ou non est un facteur pronostic péjoratif chez la personne âgée, même lorsque elle est modeste (Newman et al, 2001). Certaines études suggèrent que la perte de poids s'effectue de manière préférentielle aux dépens de la masse maigre (Forbes, 1999). D'autres travaux montrent que les modifications de composition corporelle après une perte de poids sont du même ordre que chez les sujets jeunes, à savoir que les  $\frac{3}{4}$  du poids perdu représentent de la masse grasse et pour  $\frac{1}{4}$  de la masse maigre (Gallagher et al, 2000). Globalement, le profil de risque cardiovasculaire (glycémie, paramètres lipidiques, pression artérielle...) se trouve amélioré (Whelton et al, 1998 ; Purnell et al, 2000 ; Villareal et al, 2006). Après 70 ans, chez des personnes âgées obèses, la recherche d'une stabilité pondérale et la pratique d'une activité physique adaptée constituent sans doute l'attitude la plus favorable en termes de pronostic (Villareal et al, 2006). Pour la personne âgée en état d'obésité, il faudra donc préférer des modifications du style de vie plutôt qu'un régime restrictif.

Enfin, pour certaines personnes atteintes de maladies particulières (type maladie de Parkinson, ou insuffisance rénale chronique), une restriction protéique peut être mise en place ou bien une modification du moment de la prise des protéines par rapport à celle des médicaments. Lors de ces traitements, il ne faut pas que la personne ait une alimentation trop riche en protéines car des interactions négatives entre protéines et molécules pharmacologiques peuvent survenir (Nutt et al, 1984 ; Pincus et al, 1987 ; Cooper et al, 2008). Pour l'insuffisance rénale chronique ou les apports ne doivent pas excéder 0.6 à 0.8 g/kg/j (Kasiske et al, 1998 ; Fouque et al, 2006), ce type de régime est difficile à suivre car il impose des changements de comportement alimentaire et risque d'induire des carences. Les valeurs d'apports recommandées sont néanmoins de 1 g à 1.2 g de protéine en gériatrie.

Au final, il n'existe pas assez d'arguments pour imposer une restriction protéique chez la personne âgée. Il est essentiel de maintenir des apports protéiques suffisants chez les personnes atteintes par cette maladie afin de minimiser la perte de masse musculaire.

Dans la majorité des cas, la prescription de régime alimentaire restrictif au long cours est injustifiée et abusive. Ces régimes aggravent le risque de carence et de dénutrition protéino-énergétique, fragilisent les personnes âgées et les meilleures mesures de prévention reposent sur la lutte contre les carences nutritionnelles ainsi que sur la pratique d'une activité physique adaptée et régulière (White et al, 2003).

**Tableau 6-1** : Principaux régimes restrictifs chez la personne âgée (adapté de «Traité de nutrition de la personne âgée» Springer 2009).

<b>Régimes infondés et/ou « historiques » sans bénéfices pour le patient</b>
Sans sel strict en cas d'HTA ou d'IC
Pauvre en féculents et sans sucre rapides en cas de diabète de type 2
Pauvre en graisses en cas d'hypercholestérolémie
Hypoprotidique sévère en cas d'IRC ou de goutte
Hypoprotidique en cas de maladie de Parkinson
Pauvre en fibres après chirurgie digestive ou si « colopathie fonctionnelle »
Pauvre en produits laitiers pour « intolérance au lactose »
Eviction de certains aliments pour « pseudo-allergies », croyances, traditions...
<b>Régimes fondés mais devant être encadrés et régulièrement réévalués</b>
Modérément hypocalorique en cas d'obésité compliquée (notamment de diabète)
Modérément hyposodé en cas d'HTA résistante ou d'IC sévère
Modérément hypoprotidique en cas d'IRC

## 2) Jusqu'à quel âge peut-on suivre un régime ?

Jusqu'à quel âge est-il utile et bénéfique de suivre des régimes restrictifs ? Il existe peu d'études évaluant l'intérêt des régimes restrictifs chez les sujets de plus de 80 ans. La restriction alimentaire est parfois indispensable sur une courte période lors d'un épisode pathologique aigu (exemple du régime hyposodé après décompensation sévère d'une insuffisance cardiaque). Sur le long terme, le rapport bénéfice/risque des régimes restrictifs est le plus souvent défavorable. En dehors de rares exceptions qui imposent un régime strict, une alimentation équilibrée permettant de couvrir les besoins et intégrant la notion de plaisir doit être privilégiée (Nutrition de la personne âgée, 3<sup>e</sup> édition).

## **G. La restauration collective**

Aux vues de ce qui précède, la restauration collective mise en place dans les structures d'accueil pour la population âgée, que ce soit à l'hôpital ou en institution joue un rôle majeur. Elle doit tenir compte des besoins nutritionnels spécifiques des personnes âgées du fait que les apports alimentaires s'amenuisent avec l'avancée en âge qui elle-même entraîne une alimentation monotone et sans plaisir. En restauration collective, la couverture du besoin alimentaire devient donc un soin à part entière.

La mise en place de ce genre de restauration ne présente pas que des avantages pour la personne âgée. Une des principales contraintes est l'obligation de respecter les horaires imposés pour les repas et les activités de la vie quotidienne, ce qui peut changer radicalement les habitudes des personnes nouvellement arrivées. Généralement, les horaires des repas sont établis de la même manière quelque soit le lieu de vie (hôpital ou institution). Le petit déjeuner est servi entre 07h30 et 09h00, le déjeuner à 12h00, la collation vers 15h00 et le dîner à 18h30. Il est important que le dernier repas de la journée ne soit pas distribué trop tôt, ce qui provoque une période de jeûne nocturne importante. En effet, il ne faut pas que cette période de jeûne soit supérieure à 12 heures car elle provoque des hypoglycémies qui peuvent être grave pour la personne âgée (Freeland et al, 2011 ; Cohen et al, 2007). Il est important que le menu de chaque jour soit affiché, détaillé et avec le programme de la journée quand cela est possible, afin d'apporter des repères temporaux-spéciaux aux personnes âgées, qui très souvent les perdent suite à leur entrée en institution. Enfin, le personnel assurant la mission de service alimentaire se doit d'être formé à cette tâche afin de la réaliser au mieux. Il s'agit des infirmiers, aides-soignants, aides médicopsychologiques, cuisiniers et hôteliers qui entre tous plus ou moins dans ce processus (Loye et al, 2004 ; Bouchiche et al, 2007).

Que ce soit par une simple prise en charge ou par l'utilisation de produits enrichis, nombreuses sont les portes d'entrée pour venir en aide aux personnes âgées en difficultés d'un point de vue nutritionnel. Le travail développé dans la suite de ce manuscrit est principalement basé sur trois axes. Dans un premier temps, nous avons évalué la situation des personnes âgées à l'entrée à l'hôpital, et testé la mise en place d'une intervention nutritionnelle simple mais répétée. Celle-ci a été axée sur le conseil nutritionnel et l'incitation à consommer les plats servis, en insistant sur les aliments apportant le plus d'énergie ou de protéines.

Dans un second temps, nous avons évalué les moyens alimentaires existant pour augmenter l'apport calorique et protéique journalier. Nous avons cherché à déterminer si l'apport en acides aminés spécifiques (leucine) permettait d'augmenter la synthèse protéique musculaire chez des patients hospitalisés suivant des séances de kinésithérapie quotidienne.

Enfin nous avons développé et testé un produit alimentaire solide apportant une texture différente de celle existant dans les CNO actuellement distribué à l'hôpital ou en institution. Une étude clinique a été mise en place durant trois mois sur une centaine de personnes vivant en institution afin de valider le produit développé et une seconde étude a été menée au sein du CHU de Dijon sur une population de court séjour afin de déterminer si l'enrichissement apporté au produit était suffisant pour cette catégorie de la population âgée.

## **Chapitre I:**

### **La stimulation alimentaire sans produit interventionnel en unité de court séjour gériatrique**



## Introduction

Etre âgé et vivre à domicile nécessite au minimum un bon maintien des capacités fonctionnelles et de l'état nutritionnel. La perte d'autonomie, associée ou non à un état de dénutrition, constitue un des premiers signes de fragilité au cours de l'avancée en âge. Manque d'adaptation, mauvaise alimentation, pathologie, dans tous les cas, c'est le début d'une dépendance. Au domicile, la prévalence de la dénutrition est de 4 à 10% et peut atteindre jusqu'à 20% lors de la mise en place des aides (Christensson et al, 1999 ; Payette et al, 2000 ; Ödlund et al, 2005).

L'entrée à l'hôpital des personnes vivant à domicile est souvent le signe d'une dégradation importante de l'état de santé associée à une très grande fragilité. Le passage en milieu hospitalier devrait être, du point de vue nutritionnel, un moyen de lutter contre les états de dénutrition mais cela peut également être tout son contraire, avec un aggravement nutritionnel. A l'hôpital, les effets de la polypathologie, de la polymédication, de la douleur, et de la souffrance psychologique s'additionnent à la problématique nutritionnelle des personnes admises et accentuent un état déjà fragilisé. La dénutrition est d'ailleurs évaluée entre 30 à 61% en chirurgie ou soins de suite (Robinson et al, 1987 ; Reilly et al, 1988 ; Thomas, 1999). Les prises en charges nutritionnelles sont encore trop souvent théoriques ou sous-estimées par les équipes médicales, mais une prise de conscience et des solutions pratiques commencent à émerger.

Chez le patient âgé hospitalisé, une alimentation spécifique, permettant de couvrir ses besoins et de faire face à l'état inflammatoire lié à sa pathologie est devenue indispensable. Hors, quelques études ont mis en évidence qu'en milieu hospitalier, l'alimentation est inadaptée et insuffisante (Marshall, 1994 ; Sullivan et al, 1999 ; Barton et al, 2000 ; Kondrup et al, 2002) diminuant ainsi les chances d'améliorations rapides des patients. En revanche, d'autres travaux ont souligné qu'une présence d'équipes soignantes spécialisées ou une attention particulière lors des repas et collations peut parfois suffire pour améliorer la qualité de vie du patient (Simmons et al, 2004 ; Lesourd, 2004 ; Huc, 2005 ; Xia et al, 2006).

Cette première étape du travail de thèse a eu pour objectif de faire un bilan de la situation lors de l'admission de patients en unités de court séjour gériatrique.

- 1- Dans un premier temps, nous avons voulu connaître l'état nutritionnel des patients entrant dans ces unités grâce à une évaluation nutritionnelle comprenant des bilans sanguins (dosages d'albumine, de transthyrétine et de *la protéine C-réactive*, CRP) ; ces prélèvements sont effectués de manière systématique par les équipes soignantes à l'admission. A quelques exceptions, en particulier lorsque les bilans sanguins n'ont pas été disponibles, les analyses ont été relevées pour tous les patients admis en unités de court séjour gériatrique durant une période de 6 mois.
- 2- Dans un second temps, suite à ce premier bilan, nous avons mis en place des moyens pour prendre en soin la personne âgée lors de l'admission et pour lutter contre la dénutrition. Pour cela, nous avons développé une prise en charge nutritionnelle avec présence au moment des repas à laquelle se sont ajoutés des conseils alimentaires et nutritionnels. Ces conseils ont été définis de façon individuelle. Nous nous sommes rendus auprès des patients inclus à chaque repas et des passages réguliers étaient organisés au cours de la journée.

Dans ce contexte, l'objectif principal était de connaître l'impact de la mise en place d'une prise en charge nutritionnelle, sans rajout de produit spécifique (tels que les CNO), dans une unité de court séjour de médecine gériatrique en comparaison à un deuxième service, servant de témoin, sans intervention supplémentaire par rapport à la prise en charge habituelle, sur la prise alimentaire des patients.

L'objectif secondaire consistait à réaliser les comparaisons de différents paramètres nutritionnels (bilans sanguins, apports alimentaires) et pronostic (*MNA, ADL, IADL* etc.) entre ces deux unités gériatriques.

## **A. Situation des patients admis en unité de court séjour gériatrique**

### **1) Sujets**

Durant cette première période d'étude, tous les patients admis dans les deux unités de court séjour de médecine gériatrique du centre de Champmaillot à Dijon ont été inclus sur une période de six mois. Aucun critère d'inclusion n'a été souhaité, excepté l'obtention complète des bilans sanguins (albumine, TTR et CRP). Aucune limite n'a été prise en compte pour le statut cognitif (MMSE). Les patients étant en fin de vie avec un pronostic vital engagé dans les 30 jours n'étaient pas inclus. Ce sont les médecins du service qui déterminaient si le pronostic vital était engagé pour les patients qui auraient pu être inclus.

### **2) Méthodes**

Dosages sanguins : le jour de l'admission ou au maximum dans les deux jours qui suivaient l'admission dans les services, suite à la prise de sang réalisée le matin à jeun, trois paramètres sanguins ont été dosés chez les personnes âgées à savoir, l'*alb*, la TTR et la CRP ; ces paramètres ont été dosés par immunonéphélométrie grâce à un échantillon de sérum (20 à 30  $\mu$ L). Ces dosages ont été effectués par le plateau technique du CHU de Dijon dans les heures qui suivaient les prélèvements.

Techniques de dosage : l'immunonéphélométrie est une technique d'immunoprécipitation en milieu liquide qui consiste en la mesure du trouble causé par la réaction entre l'antigène à titrer et un anticorps correspondant. Ce dosage est appliqué aux immunoglobulines sériques. Les avantages sont la précision, la spécificité et la rapidité. Cette technique permet d'établir des valeurs de l'ordre du mg/L et ne nécessite que de faible volume d'échantillon.

Pathologies : les pathologies n'ont pas été relevées pour ce bilan de situation. Seule la valeur de la CRP a été répertoriée pour classer les patients et exclure ceux ayant une inflammation trop importante. En effet, tout patient présentant un taux de CRP supérieur à 200 mg/L lors de son entrée - valeur définie par les médecins du service - était exclu car une inflammation trop élevée biaisait les valeurs d'albumine et de TTR mesurées. Le seuil généralement admis est de 50 mg/L mais pour cette étude, les corrections des valeurs d'albumine ont été tolérées jusqu'à une CRP de 200 mg/L. Au delà de ce seuil, les patients ont été considérés comme étant trop fragile pour que les taux d'albumine soient corrigés et qu'ils puissent participer à cette étude. De plus, les médecins ne souhaitaient pas que des personnes âgées hospitalisées très

fragilisées par une CRP importante prennent part à une étude clinique qui pourrait les fatiguer davantage.

Présentation des résultats : toutes les données sont présentées comme moyenne  $\pm$  écart-type (SEM) pour tous les patients et par groupe.

### 3) Résultats

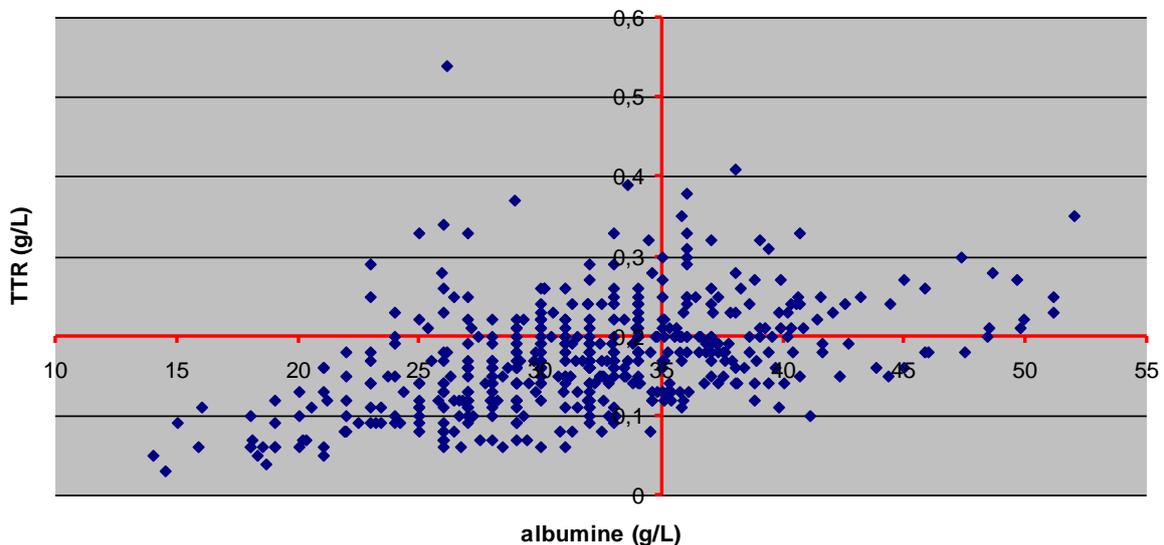
Au total, 576 patients admis dans le service de court séjour ont été recrutés. Quatre vingt dix-huit personnes n'ayant pas eu de dosage ou ayant eu des dosages incomplets ont été exclus des analyses. C'est donc au final 478 patients qui ont été analysés. Les patients inclus, 322 femmes (67%) et 156 hommes (33%), avaient une moyenne d'âge de  $85.6 \pm 6.4$  ans (range: 62 à 102 ans) et la durée moyenne de leur séjour a été de  $20.1 \pm 10.9$  jours (range: 1 à 64 jours).

Les paramètres sanguins étaient de  $31.7 \pm 6.4$  g/L en moyenne pour l'albumine,  $0.17 \pm 0.07$  g/L en moyenne pour la TTR et  $50.6 \pm 65.2$  mg/L en moyenne pour la CRP.

Durant la période d'étude, 335 personnes âgées (70%) avaient une albumine à l'entrée inférieure à 35 g/L et 409 (85%) une albumine inférieure à 38 g/L, qui est le seuil retenu par les autorités sanitaires pour qualifier une dénutrition. Concernant la TTR, 316 patients (66%) avaient une valeur sanguine inférieure au seuil recommandé de 0.2 g/L (*figure I-1*).

Plus de 83% des patients avaient des valeurs combinées d'albumine et de TTR inférieures aux seuils établis. Les patients présentaient pour 67% d'entre eux une CRP inférieure à 50 mg/L et ils recevaient en moyenne  $7.4 \pm 3.5$  médicaments par jour.

**Figure I-1** : Distribution des 478 patients inclus selon leurs taux d'albumine et de transthyréline (TTR) à l'entrée.



#### 4) Discussion

Les résultats des bilans sanguins établis sur les patients entrant dans les services de court séjour montrent clairement que la majeure partie de la population est en état de dénutrition allant d'un stade léger à sévère selon les critères retenus (albumine ou transthyrétine), et ce quel que soit l'âge. Plus de 40% des patients étaient dans un état de dénutrition sévère avec une valeur d'albumine inférieure à 30 g/L. Peu de patients se situaient au dessus des seuils de nutrition définis pour cette recherche (seulement 16,5% avaient une *alb*>35 g/L et une *TTR*>0.2 g/L).

La situation nutritionnelle des personnes âgées est donc déjà bien dégradée dès leur admission au sein de l'hôpital. De même, la durée de séjour constatée (entre 1 et 64 jours) dans les unités gériatrique s'est avérée importante pour ce type de service de court séjour.

Au cours de leur séjour, pathologies, stress psychologiques et médications peuvent accentuer cet état de fragilité. Il est donc important de prendre en compte ces bilans et d'adopter une stratégie permettant d'améliorer le statut nutritionnel dès l'entrée à l'hôpital et ce durant toute la durée du séjour et surtout ne pas l'aggraver.

La médication donnée à cette population est importante et en accord avec les travaux des équipes de Schiffman et Nordenram. Cette ingestion médicamenteuse influe sur la prise alimentaire et donc l'état nutritionnel. Ces équipes ont montré que l'ingestion de médicaments (plus de 5 par jour) altérait les sens du goût et de l'odorat de la personne âgée et que cela était un facteur de risque de déficiences immunes et nutritionnelles (Nordenram, 1996 ; Schiffman, 1997 ; 2009 ; Schiffman et al, 2000 ; 2002). Les interactions entre molécules médicamenteuses peuvent engendrer des perturbations dans la perception des goûts et induire des aversions pour certains aliments ou encore des pertes d'appétit. En effet, les personnes s'accommodant de ces diminutions de perception se tournent souvent vers des régimes alimentaires mornes, pauvres et sans goût, ce qui peut créer le lit d'une dénutrition. (Nordenram, 1996 ; Schiffman, 1997 ; 2009 ; Schiffman et al, 2000 ; 2002).

Suite à ces premiers résultats sur le statut nutritionnel des patients entrant en unité de court séjour de médecine gériatrique, il apparaît important de mettre en place des solutions nutritionnelles permettant une amélioration de ces différents critères. Nous nous sommes donc penchés sur les moyens simples qui pourraient être mis en place pour permettre aux personnes âgées entrant en milieu hospitalier et étant dénutries de combattre cet effet négatif et de ce fait, permettre une amélioration du statut nutritionnel du patient.

## **B. L'intervention en unité de court séjour hospitalier : une stimulation alimentaire sans produit interventionnel**

Une étude clinique a été mise en place afin de constater si une stimulation simple réalisée au chevet du patient lui permettait de ré-initier sa prise alimentaire et de ce fait permettait d'augmenter ses apports caloriques journaliers et d'améliorer ses paramètres sanguins.

Dans cette étude, aucun produit interventionnel (type *CNO*) n'a été utilisé et ceci afin de constater si des solutions existaient au sein même des unités sans que cela n'affecte les budgets ou le fonctionnement du service en lui même.

### **1) Sujets**

Critères d'inclusion : pour participer à cette étude, les personnes âgées devaient remplir plusieurs critères. Elles devaient être âgées de plus de 75 ans et avoir une consommation orale préservée c'est-à-dire être en capacité de consommer des aliments de texture normale ou hachée et ne pas présenter de troubles de la déglutition. Ce sont les diététiciennes du site de Champmaillot qui définissaient si une personne devait être exclue pour cause de troubles de la déglutition. Aucune limite de score MMSE n'était précisée. Les données biologiques devaient justifier que les patients étaient à risque de dénutrition ou dénutris, avec des valeurs d'albumine inférieure à 35 g/L et/ou de TTR inférieure à 0.2 g/L. Une perte de poids de 5% durant le mois précédant l'hospitalisation (dénutrition) et/ou un short-MNA inférieur à 11 points (risque de dénutrition) permettait également l'inclusion du sujet.

Critères d'exclusion : les personnes ne répondant pas aux critères d'inclusion cités ci-dessus ainsi que celles ayant une inflammation trop élevée (CRP>50 mg/L défini par les médecins pour cette étude) ou des problèmes de déglutition (diagnostiqués par les médecins et les diététiciennes du service), ont été retirées de cette étude. Les personnes étant jugées démentes par les médecins et ne pouvant pas se prêter aux différents tests proposés ont été exclues.

### **2) Méthodes**

Intervention : dans une première unité de médecine gériatrique, la prise en charge nutritionnelle était instaurée (groupe d'intervention, GI) en comparaison à une prise en charge traditionnelle dans une autre unité identique de court séjour (groupe contrôle, GC). Les patients étaient appariés pour les caractéristiques anthropométriques, pathologiques et la gravité de la malnutrition.

L'intervention était basée sur des conseils alimentaires et nutritionnels dispensés au lit du patient. Ces conseils incitaient la personne âgée à manger ou goûter les aliments et plats proposés. Des informations sur l'importance de la consommation d'aliments protéiques étaient également données. La présence d'une personne formée à la nutrition, qui était pluriquotidienne au chevet du patient lors de chaque repas permettait d'encourager celui-ci à consommer et à reprendre une alimentation correcte.

Les préférences alimentaires des patients de l'unité interventionnelle ont été relevées par écrit afin d'adapter au mieux les plateaux servis avec les aliments à disposition dans le service. Les desserts pouvaient être modifiés par exemple pour mieux convenir aux goûts des patients et les goûters pouvaient être améliorés en ciblant des aliments spécifiquement riches en énergie et/ou protéines.

L'équipe de diététiciens du site a été mise à contribution afin d'adapter les plateaux repas (dans la mesure du possible) aux goûts et préférences du patient. Les patients étaient questionnés afin de déterminer leurs goûts et préférences alimentaires. Des conseils nutritionnels simples sur les aliments à privilégier lors du repas ont également été dispensés. La présence répétée auprès du patient (période de repas, passation des questionnaires, prise de mesures etc.) permettait à celui-ci d'avoir des visites régulières et répétées, ce qui cassait la routine et la monotonie des journées à l'hôpital.

Dans l'unité contrôle, aucune intervention autre que celle dispensée en routine dans le service n'a été menée mis à part le relevé de données anthropométriques et la passation des questionnaires.

*Conception de l'étude* : le protocole de cette étude a été approuvé par le Comité de Protection des Personnes Est-I, de Dijon. En accord avec ce dispositif, les personnes ont reçu une fiche d'information sur l'étude et ont signé un formulaire de consentement éclairé ( $\approx 75\%$  de refus des personnes ayant reçu l'information). Les personnes âgées n'ont pas reçu d'indemnisation pour leur participation. Il faut noter dès à présent que la représentativité de cette étude est très faible du fait du fort taux de refus à participer. En effet, il a été difficile de faire accepter la participation à l'étude aux patients arrivant en service de court séjour gériatrique. Ils étaient très souvent désorientés et agressifs dans les premiers jours d'hospitalisation et notre étude devait inclure les personnes âgées dès leur entrée dans les services, du fait d'un séjour rapide dans les unités. Le recrutement a donc été impacté par ce fait et donc biaisé.

Cette étude, d'une durée de trois semaines consécutives pour chaque patient inclus a été contrôlée et randomisée. Lors de la visite de sélection des sujets, le médecin du service

prononçait une inclusion potentielle au vu des résultats des bilans sanguins et cognitifs effectués dans le service à l'entrée du patient.

L'état nutritionnel du patient était évalué à l'entrée dans le service. Plusieurs paramètres ont été mesurés (**Tableau I-1**). Un relevé des données anthropométriques a été effectué (poids, taille, circonférences du mollet et du bras, plis cutanés bicipitaux et tricipitaux), une évaluation de l'état nutritionnel par le MNA, un bilan sanguin complet comprenant un dosage de l'albumine, de la TTR et de la CRP, un test de Folstein (MMSE), des tests évaluant l'autonomie (ADL et IADL) ainsi qu'une échelle de dépression (GDS). Le nombre de médicaments prescrits ainsi que les pathologies associées ont également été relevés. Les aversions potentielles et les aliments favoris des patients de l'unité interventionnelle ont été collectés afin d'apporter, au possible, les aliments les plus appréciés aux moments des repas et ainsi favoriser leur ingestion. De plus, la prise alimentaire a été relevée par pesée des ingesta au déjeuner, à la collation et au dîner durant une période de trois jours consécutifs au début de l'étude, après 10 jours et 20 jours de suivi (quand cela était possible pour la dernière période de mesure du fait d'un temps moyen de séjour inférieur à 20 jours). Le petit déjeuner a été estimé à environ 260 kcal pour chaque patient durant cette étude et a été ajouté aux apports caloriques journaliers. Enfin, pour suivre l'évolution du patient à l'issue de la mise en place de la prise en charge nutritionnelle, le poids, le bilan sanguin, la GDS, l'ADL et l'IADL ont été réalisés à la sortie du patient.

**Tableau I-1** : Récapitulatif des actions effectuées au cours de l'étude.

	Inclusion	Visite initiale	Visite J7	Visite J10	Visite J20	Fin de l'étude
Recueil de consentement	X					
Bilan sanguin		X		X		X
Pesée alimentaire		X		X	X	
Relevée de la médication		X				
Relevée des antécédents		X				
Questionnaires patients		X		X		
Déclaration des événements indésirables graves liés à la recherche	X	X	X	X	X	X

Analyse de données : le jeu de données est présenté sous la forme de moyennes  $\pm$  SEM et a été analysé à l'aide du logiciel SAS version 9.2 (SAS Institute, Inc., Cary, NC) par une analyse de la variance (ANOVA) et un test t de Student pour comparer les deux groupes. Il a

été testé les effets groupes, les effets temps ainsi que les interactions groupe\*temps pour les différents groupes étudiés.

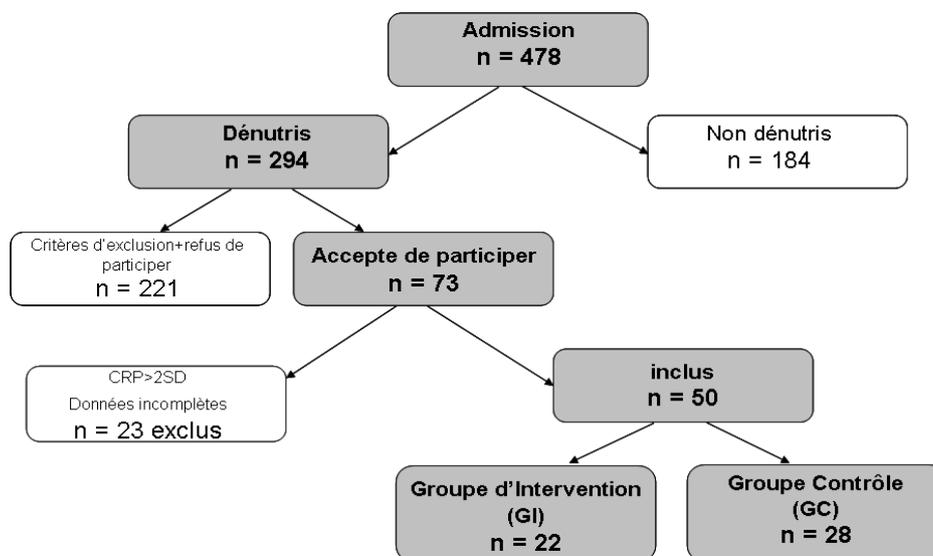
Les résultats ont été considérés comme significatifs pour  $p < .05$  par comparaison multiple des moyennes (méthodes des *lsmeans*).

Les données alimentaires ont été analysées à l'aide du logiciel Bilnut (S.C.D.A. Nutrisoft, Cerelles, France). Ce logiciel permet la rentrée de données telles que des plats préparés ou la rentrée des matières premières servant à la réalisation d'un plat. Il permet de déterminer les apports en macro et micronutriments par repas ou par jour de suivi.

### 3) Résultats

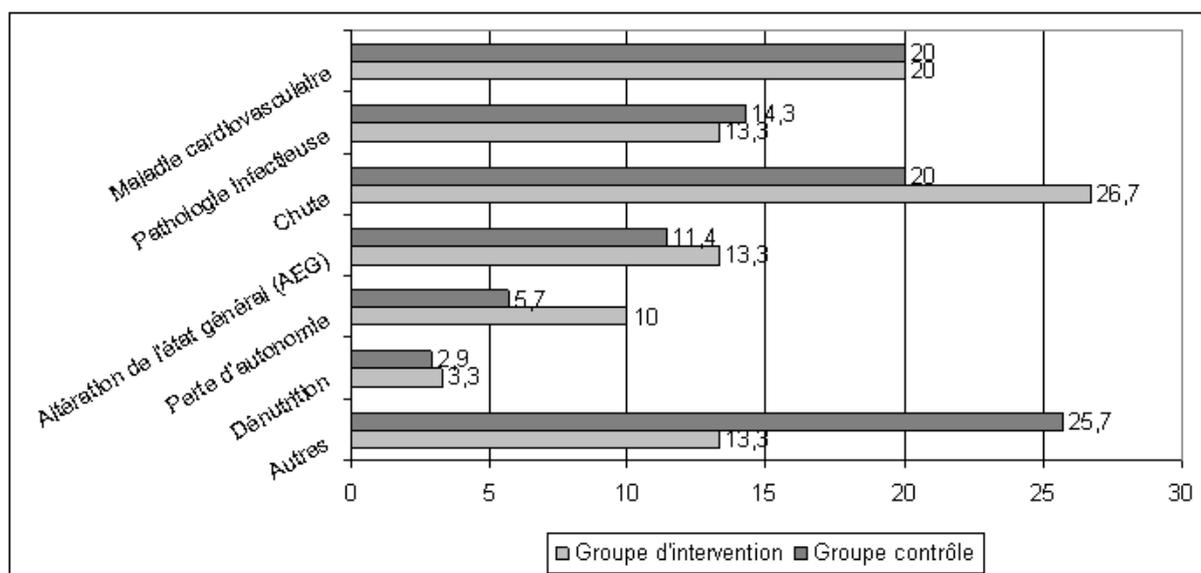
Soixante treize personnes ont signé un consentement de participation à cette étude (soit 15,3% des entrants). Suite à des exclusions pour différents motifs (taux de CRP trop important, temps de séjour prévu à l'entrée dans le service trop court, **Figure I-2**), cette étude a compté au final 50 patients (soit un total de 10,5% de participation suite aux entrées) répartis sur les deux services de court séjour de médecine gériatrique. Le groupe recevant l'intervention nutritionnelle (GI) était composé de 22 personnes âgées recrutées dans un même service et celui servant de contrôle (GC) était composé de 28 personnes recrutées dans un second service. Nous tenons à faire remarquer que ce faible échantillon n'est pas représentatif de la population hospitalisée. Les non inclus n'étaient pas différents pour l'âge, ni la durée du séjour.

**Figure I-2** : Schéma d'inclusion des patients par groupes.



Relevé des pathologies et médication : concernant les pathologies actives répertoriées à l'entrée dans les services, cette étude a mis en avant le fait que la dénutrition n'était que peu diagnostiquée et ne représentait qu'environ 3% des motifs d'hospitalisation alors que près des ¾ des patients admis présentaient des bilans sanguins défavorables (**Figure I-3**). Les principaux diagnostics évoqués lors de l'entrée des personnes âgées dans les services ont été principalement les chutes, les maladies cardiovasculaires et les pathologies infectieuses. La médication donnée aux patients du GI s'élevait respectivement à  $8.6 \pm 4.0$  médicaments par personne et par jour (range : 2-20), et celle donnée aux patients du GC s'élevait à  $8.6 \pm 4.0$  (range : 1-17) ce qui, comme vu précédemment peut avoir des effets néfastes sur la prise alimentaire. La médication relevée chez les non inclus ( $7.5 \pm 3.3$  ; range : 0-22) a été similaire et sans différence significative avec les groupes d'étude.

**Figure I-3** : Motifs d'hospitalisation à l'entrée des patients dans les services de court séjour (en %).



Données cognitive, de dépression, anthropométrique, et d'autonomie : les données cognitives relevées par le MMSE lors de cette étude ont montré des scores de  $21.0 \pm 5.6$  points (range: 12-29) pour le groupe recevant l'intervention et  $19.7 \pm 6.7$  points pour le groupe contrôle (range : 4-28). Ces données n'ont pas montré de différences significatives entre les groupes ( $F=0.42$  ;  $p>0.52$ ) malgré des troubles cognitifs plus marqués dans le GC. Les non inclus ont présenté des valeurs similaires et sans différences significatives avec les groupes d'étude ( $18.7 \pm 6.0$  ; range : 2-30).

Concernant l'évaluation de l'état de dépression par le questionnaire de la GDS, les deux groupes d'étude n'étaient pas différents entre eux avec des moyennes respectives de  $5.9 \pm 2.3$  points (range: 2-10) pour le GI et  $6.7 \pm 2.2$  points (range : 3-12) sans différence significative entre les groupes ( $F=1.29$  ;  $p>0.26$ ).

Les données anthropométriques relevées chez les patients n'ont pas permis non plus de trouver de différences significatives entre les deux groupes et ce, quel que soit le critère étudié (par exemple, poids :  $F=0.57$  ;  $p>0.45$  / IMC :  $F=0.51$  ;  $p>0.48$ ). Enfin, les relevés des questionnaires ADL et IADL ne sont pas significatifs pour ces deux groupes (ADL:  $F=0.2$  ;  $p>0.66$  / IADL :  $F=0.27$  ;  $p>0.6$ ).

Etat nutritionnel de base et effet de l'intervention nutritionnelle : cette étude a permis d'effectuer des relevés des apports caloriques et en macronutriments sur les trois périodes de pesées alimentaires.

Au niveau des apports caloriques, le petit déjeuner n'ayant pas pu être relevé, un petit déjeuner standard comprenant un café au lait (200 mL de café + 100 mL de lait ½ écrémé), du pain baguette (30 g), du beurre (10 g) et de la confiture (20 g) a été choisi comme base. Ce repas d'une valeur de 260 kcal contenait 35.6 g de glucides, 10.2 g de lipides et 6.2 g de protéines et a été défini pour chaque sujet durant la période d'étude.

Au niveau de l'apport calorique journalier, nous avons relevé un effet temps ( $F=17.76$  ;  $p<.0001$ ) ainsi qu'une interaction groupe\*temps ( $F=6.36$  ;  $p<.0031$ ). Les patients du GI ont commencé l'étude avec des apports inférieurs à ceux du GC mais après 10 jours de suivi, leurs apports ont été supérieurs et cela s'est confirmé après 20 jours de suivi (**Figure I-4**).

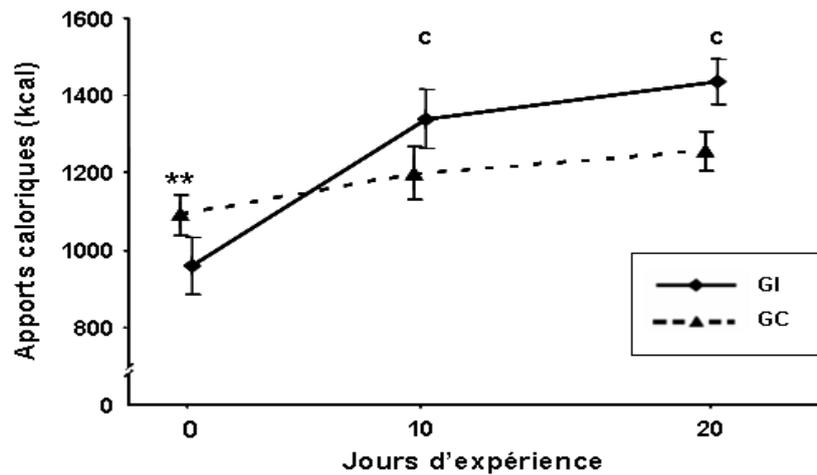
En ce qui concerne les apports en glucides, lipides et protides (**Figure I-5**), aucun effet groupe n'a été mis en avant tout comme pour l'effet temps. Seuls les apports en glucides et les apports en lipides montrent des effets groupe\*temps significatifs ( $F=5,63$  ;  $p<.0057$  pour les glucides,  $F=3,89$  ;  $p<.026$  pour les lipides).

Durant le suivi de l'étude, des compléments nutritionnels oraux (CNO) ont été prescrits par le médecin de service dans chaque groupe : malgré un état nutritionnel médiocre, seul 50% des patients bénéficiaient d'un CNO au début de l'étude et uniquement 35% après 10 jours de suivi. Enfin, au 20<sup>ème</sup> jour de suivi (les effectifs de chaque groupe étaient plus restreints) uniquement deux sujets sur neuf (22%) du GI et trois sujets sur 8 (38%) du CG continuaient à recevoir un CNO.

Au niveau des paramètres nutritionnels, les patients pour lesquels étaient prescrits des CNO n'ont pas eu d'évolution différente de ceux n'en consommant pas. Les consommations de

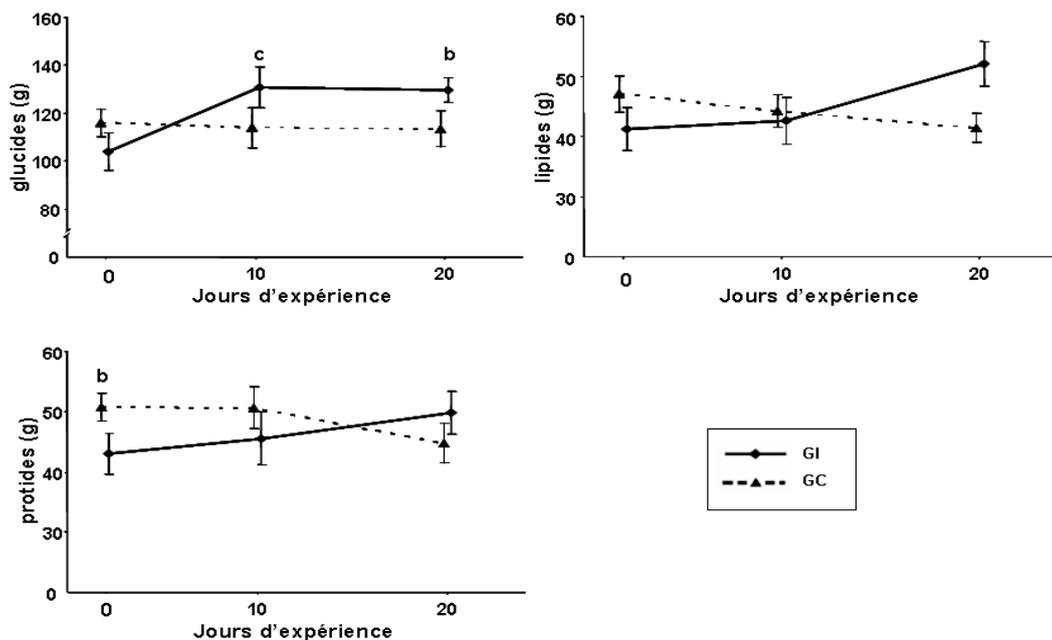
CNO ont en majorité été incomplètes et peu appréciées (produit laissé à température ambiante, distribué de manière aléatoire et non de manière systématique etc.). De plus, la distribution de ces produits ainsi que leur consommation n'était pas surveillé ni relevé par le personnel des services concernés.

**Figure I-4** : Evolution de la prise calorique des deux groupes d'étude au cours du temps.



**Légende** : \* =  $p < .05$  ; \*\* =  $p < .01$  ; \*\*\* =  $p < .001$  (pour les différences intergroupes) ;  
a =  $p < .05$  ; b =  $p < .01$  ; c =  $p < .001$  (pour les différences intragroupes).

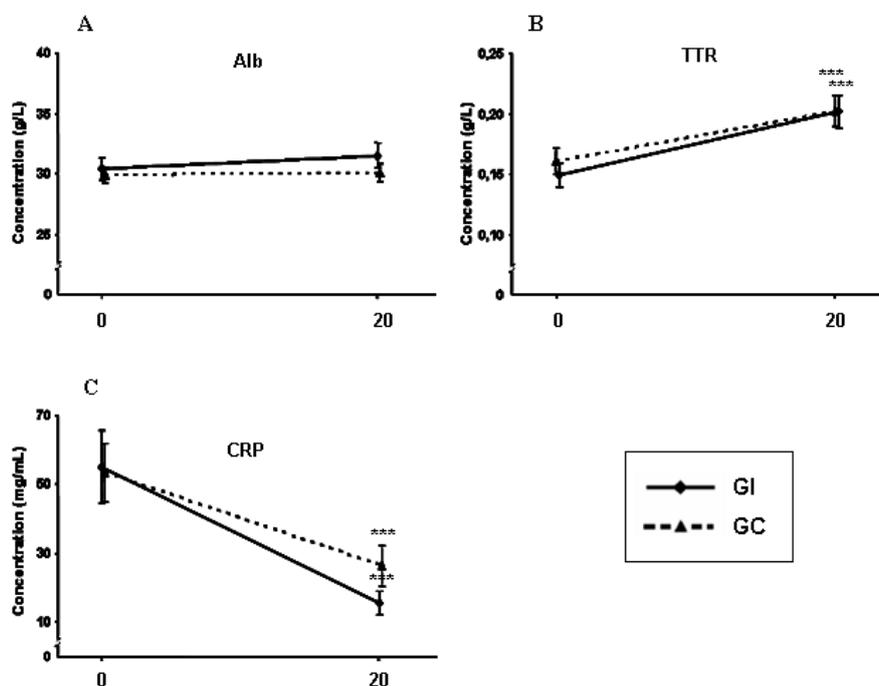
**Figure I-5** : Evolution des différents macronutriments au sein des deux groupes d'étude durant le suivi.



**Légende** : \* =  $p < .05$  ; \*\* =  $p < .01$  ; \*\*\* =  $p < .001$  (pour les différences intergroupes) ;  
a =  $p < .05$  ; b =  $p < .01$  ; c =  $p < .001$  (pour les différences intragroupes).

**Bilans sanguins (Figure I-6)** : durant cette étude, les valeurs relevées pour l'albumine n'ont pas permis de montrer d'effet groupe ( $F=0.79$  ;  $p>.38$ ), d'effet temps ( $F=1.47$  ;  $p>.23$ ) ou d'effet groupe\*temps ( $F=1.08$  ;  $p>.30$ ). Les deux groupes étudiés restaient similaires pour ce paramètre au cours de l'étude malgré l'action apportée au GI. Les non inclus n'étaient pas significativement différents des groupes d'étude pour ce paramètre. Concernant la TTR, aucun effet groupe n'a été retrouvé ( $F=0.18$  ;  $p>.67$ ) mais un effet temps a été montré avec une évolution positive affichée par les deux groupes pour ce paramètre ( $F=27.9$  ;  $p<.0001$ ). Enfin, il n'est pas ressorti d'effet groupe\*temps pour ce paramètre ( $F=0.44$  ;  $p>.51$ ). La TTR a évolué rapidement dans les deux groupes et il est intéressant de noter que le GI qui avait des valeurs plus faibles de TTR au départ est revenu au niveau du GC. Cependant, les effectifs finaux sont trop faibles pour pouvoir tirer quelconques conclusions. Les non inclus n'étaient pas significativement différents des groupes d'étude pour ce paramètre. Pour la CRP, aucun effet groupe n'a été retrouvé ( $F=0.3$  ;  $p>.58$ ) mais un effet temps a été montré avec une diminution des valeurs au cours de l'étude ( $F=23.2$  ;  $p<.001$ ). Enfin, l'effet groupe\*temps n'était pas significatif entre les groupes ( $F=0.83$  ;  $p>.37$ ). L'évolution de ce paramètre après 20 jours d'étude a été meilleure dans le GI ( $p<.0004$ ) que dans le GC ( $p<.003$ ).

**Figure I-6** : Evolution des dosages d'albumine (Alb), de transthyréline (TTR) et de protéine C-réactive (CRP) entre l'entrée et la sortie.



**Légende** : \* =  $p<.05$  ; \*\* =  $p<.01$  ; \*\*\* =  $p<.001$  (pour les différences intergroupes) ;  
a =  $p<.05$  ; b =  $p<.01$  ; c =  $p<.001$  (pour les différences intragroupes).

### C. Discussion

Le but de cette étude était d'évaluer l'effet d'une prise en charge spécifique sur l'état nutritionnel de patients dénutris hospitalisés en unité de court séjour gériatrique.

Alors que le motif d'hospitalisation pour dénutrition ne représente que 3% dans chaque groupe, les données, soient obtenues par le score MNA, soient obtenues par les valeurs de bilans sanguins, indiquent des états nutritionnels dégradés avec des dénutritions parfois sévères à l'entrée en milieu hospitalier ; il est également important de noter que les valeurs moyennes d'albumine et de transthyréline sont toujours en dessous des seuils à la sortie du séjour hospitalier. L'intervention classiquement apportée aux personnes âgées en unité de court séjour n'est donc pas efficace pour l'amélioration du statut nutritionnel.

Les proportions élevées de personnes dénutries relevées dans cette étude concordent d'ailleurs avec de précédentes études. Par exemple, Devakonda et al a décrit une proportion de 65% de personnes à haut risque de dénutrition dans son étude (Devakonda et al, 2008) et cette proportion est montée jusqu'à 81.5% de personnes à risque de dénutrition pour Feldblum et son équipe (Feldblum et al, 2007).

Le temps de séjour de certains patients dans les services étudiés est allé jusqu'à 64 jours, ce qui n'est pas acceptable pour une unité dite de court séjour. Ce temps prolongé dans les services est dû au manque de place dans les autres services hospitaliers aptes à prendre en charge ce type de patients. Le roulement de patients dans les services étudiés a donc été ralenti voire stoppé à certains moments ce qui a influé sur le recrutement possible. Nous nous sommes posé la question de savoir s'il n'aurait pas fallu élargir le recrutement à d'autres services afin d'avoir plus d'inclusion mais ceci n'aurait été réalisable qu'avec un recrutement de personnel supplémentaire.

Un autre point à remarquer est le faible taux de signature des consentements de participation lors de cette étude (15.3%). Ce taux ne permet pas de refléter fidèlement la population des unités sélectionnées et est donc un biais à cette étude.

Les résultats obtenus ne mettent en avant que peu d'effets de la prise en charge spécifique par rapport au groupe contrôle sur les prises alimentaires même si les apports caloriques ont été augmentés dans le GI alors qu'ils ont diminué dans le GC ( $+129.7 \pm 356.8$  kcal pour GI par rapport à  $-34.0 \pm 363.6$  kcal pour GC). En revanche, même si les ingesta ont été augmentés grâce à l'intervention nutritionnelle, le relevé des consommations permet de montrer que les patients ont des ingesta encore insuffisants et alarmants au niveau calorique pour un état de dénutrition aussi avancé. Ce résultat a également été mis en évidence par l'équipe de Bos qui

a montré une consommation de l'ordre de 1350 kcal chez la même population (Bos et al, 2001).

Même si les plateaux repas hospitalier contiennent au minimum 1800 kcal, les quantités moyennes consommées ( $1209.2 \pm 340.4$  kcal/j pour GC et  $1233.4 \pm 292.0$  kcal/j pour GI) sont très en dessous de cette valeur théorique confirmant le fait que le plateau n'est pas consommé dans son intégralité. Nous rappelons qu'il est recommandé pour une personne âgée d'avoir des apports compris entre 1800 et 2000 kcal et que ces apports doivent être augmentés en cas de pathologie. Les aliments proposés sur ces plateaux ne sont pas assez denses d'un point de vue énergétique et leurs volumes sont trop importants et ne correspondent pas aux capacités d'ingestion d'une personne âgée dénutrie.

De plus, tous les patients de l'étude auraient dû recevoir un à deux CNO entre les repas avec une vérification de leur ingestion. Seule une partie d'entre eux (50% des personnes de chaque groupe au début de l'étude et seulement 35% après 10 jours) avaient une prescription et peu de CNO distribués étaient en réalité consommés. Un effort sur la prescription de la part des médecins et sur la surveillance de la consommation des CNO par le personnel des services devrait être mis en œuvre pour aider à l'amélioration du statut nutritionnel des patients.

En miroir des apports caloriques faibles et de l'absence d'effet de la prise en charge, les apports protéiques ont également été insuffisants avec moins de 1g/kg/jour de protéines ingérées pour chaque patient ( $0.7 \pm 0.4$  g/kg/jour pour GI et  $0.8 \pm 0.4$  g/kg/jour pour GC), résultat concordant avec des relevés réalisés par l'équipe de Tieland qui s'élevaient à 0.8 g/kg/j (Tieland et al, 2012).

Enfin, les bilans sanguins ont évolué de façon identique dans les deux groupes. Nous avons remarqué une augmentation significative de la transthyrétine au cours de l'étude pour chacun des groupes, indiquant que les patients ont amélioré leur statut nutritionnel durant leur séjour. Nous avons également montré une diminution plus marquée de la CRP pour le GI par rapport au GC mettant en avant un effet de la présence de personnel au lit du patient ainsi qu'une prise en charge efficace des pathologies diagnostiquées.

Nous avons remarqué qu'il n'y a pas eu de différence à la fin de l'étude entre les deux groupes pour les valeurs de transthyrétine alors que les ingesta ont évolué favorablement dans le groupe d'intervention. Cela pourrait être dû au fait que l'énergie fournie par les repas est encore insuffisante pour que les protéines ingérées soient utilisées pour la synthèse de transthyrétine ; ces apports doivent suivre une autre voie et servir à autre chose que la synthèse de cette protéine plasmatique. Autre explication possible à ce résultat est un problème d'assimilation des éléments d'intérêt comme les protéines par exemple. Des soucis

de mastication, une fonction stomacale et intestinale réduite voire perturbée pourrait également expliquer ce phénomène.

#### **D. Conclusion**

Cette étude nous a permis de faire un bilan de l'état nutritionnel des personnes âgées arrivant à l'hôpital. Nous avons pu voir qu'elles arrivaient fatiguées et affaiblies au vu des résultats de bilans sanguins et des questionnaires pratiqués à l'entrée à l'hôpital.

Lors de cette étude, 65% des patients arrivant dans les services présentaient une dénutrition modérée à sévère. Nous avons également constaté que les apports alimentaires étaient faibles à l'entrée mais également durant le séjour dans les services et que cette trop faible alimentation pouvait être un frein à l'amélioration de l'état de santé du patient âgé.

L'action apportée dans cette étude - sans ajouter de complément nutritionnel oral - n'a pas permis aux personnes âgées de retrouver des seuils corrects de bilans sanguins ou d'avoir des apports caloriques suffisants pour contrer la dénutrition. Les conseils prodigués et les incitations à manger ont donné des résultats mitigés selon la réceptivité des personnes à ce genre de conseil.

Le conseil nutritionnel et l'incitation à consommer ne sont donc pas suffisants pour permettre à une personne âgée dénutrie de combattre cette pathologie. Cette action doit être menée en complément de l'utilisation d'une alimentation enrichie ou de CNO.

Les aptitudes digestives des patients doivent également être prise en compte afin d'apporter des éléments qui seront utilisés et bénéfiques à la personne âgée hospitalisée. Il est donc primordial de connaître les capacités masticatoires, de digestion et d'assimilation moyenne des patients afin de leur apporter les éléments qui pourront être utilisés.

Les résultats de cette étude ont fait l'objet d'une présentation lors du XIX<sup>ème</sup> congrès de l'International Association of Gerontology and Geriatrics (IAGG) à Paris en 2009 ainsi qu'une publication scientifique dans le « Journal of Aging Research and Clinical Practice » Volume 1, Number 3, 2012 (*Annexe I-1*).

Ce manuscrit va maintenant aborder un second volet sur les moyens de lutte qui peuvent être mis en place pour lutter contre la dénutrition de la personne âgée. Celui-ci porte sur l'enrichissement en acide aminé spécifique (leucine) dans des produits alimentaires de type crème dessert distribués à des personnes âgées hospitalisées dans des unités de moyens séjour et bénéficiant de séances de kinésithérapie régulières.

## **Chapitre II:**

# **La consommation de crèmes dessert enrichies en protéines et en leucine en unité de moyen séjour hospitalier**



## Introduction

Il a été mis en évidence que la durée d'hospitalisation est allongée lorsque l'intervention nutritionnelle est trop tardive (Tucker et al, 1996). Il est donc très important de diagnostiquer le plus tôt possible la dénutrition, notamment lors de l'hospitalisation des patients âgés, voire très âgés en mettant en place une alimentation spécifique et efficace pour éviter de puiser dans les réserves existantes, déjà fragilisées.

Il existe plusieurs facteurs nutritionnels qui peuvent interagir en accélérant la sénescence et en rendant plus difficile un vieillissement réussi, diminuant alors le rythme de vie « actif ». Cette diminution de rythme, donc d'activité physique est un facteur important. L'un des mécanismes invalidant et handicapant qui perturbe la qualité de vie est celui du vieillissement musculaire qui est lui-même influencé par la nutrition. Cette dernière peut influencer favorablement le vieillissement naturel, améliorer la qualité de vie et réduire l'incidence de certaines pathologies liées à l'âge (Ferry et al, 2007). L'alimentation permet un approvisionnement en nutriments essentiels pour la constitution et le renouvellement des fibres musculaires. Une alimentation diminuée, dégradée ou déséquilibrée peut survenir avec l'avancée en âge et impacter la composition corporelle. L'activité physique diminuant, cela entraîne une diminution des apports alimentaires chez la personne âgée. En effet, la modification de la composition corporelle - perte de masse maigre et gain de masse grasse - a été décrit, chez les personnes âgées, par plusieurs auteurs depuis les années 80 (Cohn et al, 1980 ; Gallagher et al, 2000 ; Hughes, 2002 ; Fantin et al, 2007 ; Miller et al, 2008). Non seulement la quantité musculaire diminue avec l'avancée en âge et la diminution d'activité qui en découle mais la qualité du muscle change également. L'équipe de Rice a mis en évidence une augmentation du tissu grasseux intramusculaire chez le sujet âgé (Rice et al, 1992). En parallèle, la fonte involontaire de la masse musculaire est responsable d'une diminution de la force musculaire comme l'a démontré Hughes (Hughes et al, 1995 ; 2001). La sarcopénie est à l'origine d'une réduction significative de la mobilité et d'une diminution globale des niveaux d'activité physique favorisant l'apparition de perturbations métaboliques telles que l'accroissement de la masse grasse, une baisse de la sensibilité à l'insuline ou encore une diminution de la densité osseuse. Aujourd'hui la perte musculaire liée à l'âge est une conséquence directe du vieillissement, des facteurs environnementaux et de la sédentarité.

Sur le plan étiologique, plusieurs facteurs favorisant la sarcopénie ont été mis en cause par différentes équipes comme par exemple l'augmentation de la production de cytokines pro-

inflammatoires (Cederholm et al, 1997 ; Roubenoff et al, 1998), la diminution de la production d'hormones anaboliques et des androgènes (Orentreich et al, 1984), ainsi que le mode de vie avec notamment l'inactivité physique conduisant à un déséquilibre entre le processus de synthèse et de dégradation des protéines musculaires (Welle et al, 1993 ; 1995). Nous pouvons parler également de l'insuffisance des apports en protéines et/ou acides aminés indispensables ainsi qu'en énergie et qui est liée à une sédentarité des personnes âgées (Bonney et al, 2000).

Pour pouvoir être en capacité d'augmenter la synthèse protéique, il est indispensable de fournir des apports protéiques suffisants aussi bien en quantité qu'en qualité. Dans un rapport de l'ANSES (anciennement AFSSA), il est préconisé de fournir des apports de l'ordre de 1 g/kg/j (groupe de travail AFSSA, 2007). Ces données sont restées les mêmes que celles émises par Martin six ans plus tôt (Martin, 2001). De plus, plusieurs études ont mis en évidence que l'ingestion d'un mélange d'acides aminés indispensables ou une augmentation des apports en leucine pouvait être efficace dans la stimulation de la synthèse protéique musculaire (Paddon-Jones et al, 2004 ; 2006 ; Volpi et al, 1999 ; Lang, 2006) et que celle-ci était d'autant plus efficace que le régime protéique était administré en majorité sur une seule prise au moment du déjeuner (80% des apports protéiques concentré sur un repas) par rapport à un régime étalé sur toute la journée (Arnal et al, 1999 ; 2000). Cependant, ces résultats sont issus de travaux de recherche, difficile à mettre en pratique et ne portent pas sur un temps d'étude long. L'activité physique quant à elle, s'est révélée importante pour la mobilisation des apports protéiques comme l'a montré Murphy et son équipe (Murphy et al, 2010).

Diverses études, utilisant principalement soit de la leucine, soit de la citrulline ont été mises en place afin de vérifier cette hypothèse.

La leucine est un acide aminé ramifié essentiel qui est fourni par l'alimentation. On la trouve notamment dans les germes de blé, le thon, les arachides, le saumon ou encore le bœuf et les pois chiches. Les aliments les plus riches en cet élément sont le lactosérum et les isolats de protéines solubles du lait. Selon certaines études, elle aurait la faculté de réguler la balance azotée et d'augmenter la synthèse enzymatique (Boirie et al, 1997 ; Pennings et al, 2011).

La citrulline quant à elle, est un acide aminé non essentiel, c'est à dire que l'organisme peut la fabriquer à partir d'autres acides aminés présents dans le corps humain. C'est un précurseur de l'arginine qui est un acide aminé utilisé pour l'amélioration du statut nutritionnel. En effet, l'arginine est absorbée et métabolisée par le foie dans une large mesure alors que la citrulline n'est pas capturée et passe librement jusque dans les reins où elle est alors métabolisée en

arginine. La citrulline est donc une bonne candidate pour générer de l'arginine et donc participer à l'amélioration du statut nutritionnel de la personne âgée.

De manière particulière, l'ingestion de leucine a permis de montrer certains effets sur l'animal comme par exemple d'augmenter la synthèse protéique postprandiale musculaire chez le rat âgé (Rieu et al, 2003 ; 2007). En revanche, des études comparant le métabolisme protéique des sujets humains jeunes et âgés ont mis en évidence des résultats contradictoires avec tantôt une augmentation de la synthèse (Katsanos et al, 2006 ; Rieu et al, 2006) alors que, pour d'autres équipes, une absence de différence était constatée (Koopman et al, 2006 ; 2008). Ces résultats opposés peuvent être expliqués pour partie par des différences méthodologiques, des charges différentes d'acides aminés, de présence ou non d'activité physique afin de mobiliser le surplus protéique, et une variabilité interindividuelle. Au milieu des années 2000, l'équipe de Fujita a montré que la synthèse protéique pouvait être stimulée par l'ingestion d'acides aminés essentiels (6.7 g) avec une proportion de leucine de 2.8 g soit 40% (Fujita et al, 2006). L'effet chez la personne âgée nécessite le recours à des doses supra-physiologiques et des études révèlent une résistance avec l'âge de l'effet stimulant de la leucine sur la synthèse protéique musculaire (Schneider et al, 2008). En effet, il a été montré une inefficacité si la quantité de leucine est inférieure à 1.7 g, ce qui suggère qu'à de faibles concentrations, le muscle âgé est moins sensible à la stimulation des acides aminés essentiels, et plus spécifiquement à la leucine (Fujita et al, 2006).

Jusqu'à présent, les besoins moyens en leucine chez la personne âgée ont été annoncés au moins égaux voire supérieurs à ceux de l'adulte jeune par l'ANSES soit 48 mg/kg/j (Groupe de travail AFSSA 2008). Un constat est néanmoins fait sur l'importance accordée à l'appétence des suppléments : la plupart des études référencées apportent un régime protéique, soit composé de compléments hyperprotéinés, soit de bolus de mélanges d'acides aminés essentiels supplémentés ou non en leucine, et ne tiennent pas compte de la palatabilité et du plaisir gustatif des personnes âgées.

Aujourd'hui, les recommandations restent difficiles à établir particulièrement chez la personne âgée hospitalisée, mais doivent être supérieures à celles établies pour des personnes âgées en bonne santé. Et cela en raison du coût des états inflammatoires et de l'activité physique demandée dans le cadre d'une rééducation.

Nous avons voulu mesurer dans ce volet du travail de thèse l'acceptabilité de crèmes enrichies en leucine chez deux populations d'âges différents et déterminer les effets de l'ingestion d'un dessert hyperprotéiné, supplémenté en leucine, au cours du déjeuner et du goûter comparé au même dessert hyperprotéiné sans supplémentation en leucine mais iso

azoté sur l'évolution des aptitudes fonctionnelles de marche ainsi que sur les quantités ingérées au cours de la journée. Un groupe consommant un dessert « classique » habituellement servi en milieu hospitalier servait de groupe témoin. Le plaisir à consommer les desserts proposés a été également relevé pour connaître le degré de satisfaction des personnes âgées hospitalisées en service de soins de suite et réadaptation gériatrique.

## A. Pourquoi une crème dessert ?

### 1) le produit

L'originalité de ce travail a été de développer une crème dessert, de consommation courante, produit sucré apprécié par la population âgée, dont la composition enrichie (en énergie et en protéines) permettait, d'une part, d'augmenter les apports alimentaires sur la journée pour répondre à la problématique nutritionnelle du sujet âgé, et d'autre part, de procurer du plaisir lors de sa consommation, la crème étant considérée comme un aliment à part entière, de texture crémeuse, facile à consommer et ne nécessitant pas de mastication, et inclus dans le repas contrairement aux CNO consommés en dehors des repas et trop souvent considérés par la personne âgée comme un « médicament ».

### 2) La composition

Le **tableau II-1** ci-après indique la composition des six crèmes dessert ayant servi pour cette recherche. La teneur protéique de chaque crème était comprise entre 10,5 et 11,2 g/100g de produit dont une teneur en leucine qui oscillait aux alentours des 2g par unité de 100 g soit un apport minimum de 20g de protéines et 4g de leucine par jour pour chaque patient réalisant cette étude. Ces valeurs ont été celles maximales apportées sans changement notable de la texture des produits.

**Tableau II-1** : Composition moyenne des différentes crèmes dessert élaborés pour l'étude (par unité de 100 g).

Crème chocolat hyperprotéinée			Crème caramel hyperprotéinée			Crème vanille hyperprotéinée		
Valeur énergétique	kJ	653,8±93,0	Valeur énergétique	kJ	665±88,3	Valeur énergétique	kJ	635±98,3
	kcal	155,6±22,0		kcal	158±20,9		kcal	151,1±21,1
Humidité	%	63,5±2,7	Humidité	%	63,83±2,73	Humidité	%	65,1±2,8
Matière grasse	%	6,0±0,4	Matière grasse	%	5,98±0,37	Matière grasse	%	5,5±0,3
protéines	%	11,1±0,6	protéines	%	10,50±0,59	protéines	%	10,6±0,6
Glucides assimilables	g	14,3±4,0	Glucides assimilables	g	15,6±3,8	Glucides assimilables	g	14,8±4,0
Fibres totales	g	3,6±0,2	Fibres totales	g	2,9±0,2	Fibres totales	g	2,8±0,2
Crème chocolat hyperprotéinée et enrichie en leucine			Crème caramel hyperprotéinée et enrichie en leucine			Crème vanille hyperprotéinée et enrichie en leucine		
Valeur énergétique	kJ	734,30	Valeur énergétique	kJ	728,0±88,8	Valeur énergétique	kJ	690,90
	kcal	174,60		kcal	173,1±21,0		kcal	164,30
Humidité	%	62,6±2,7	Humidité	%	63,17±2,71	Humidité	%	65,1±2,8
Matière grasse	%	6,2±0,4	Matière grasse	%	6,09±0,37	Matière grasse	%	5,9±0,4
protéines	%	11,1±0,6	protéines	%	11,17±0,62	protéines	%	10,9±0,6
Dont Leucine	g	2,21	Dont Leucine	g	1,94	Dont Leucine	g	2,00
Glucides assimilables	g	18,6±3,8	Glucides assimilables	g	18,4±3,8	Glucides assimilables	g	16,9±3,9
Fibres totales	g	nc	Fibres totales	g	nc	Fibres totales	g	nc

### 3) *Etude : appréciation des crèmes*

Sujets : pour cette phase de test, les patients inclus ont été des personnes âgées de plus de 65 ans séjournant en unité de soin de suite et réadaptation gériatrique (SSR). Les patients hospitalisés présentant des troubles de la déglutition et dont l'état cognitif était jugé trop dégradé étaient exclus de l'étude à la demande des médecins des services concernés.

Des sujets jeunes, d'un âge compris entre 18 et 60 ans, ont été recrutés via une annonce auprès du personnel du site de Champmaillot précisant le recrutement de volontaires pour des tests de dégustation et d'appréciation de CNO.

L'ensemble des sujets des deux groupes devaient avoir pour habitude de consommer occasionnellement (1 fois par semaine au minimum) de la crème dessert pour pouvoir être inclus.

Design de l'étude : le test s'est déroulé en une seule fois pour chaque participant. Les sujets des deux groupes ont du consommer les crèmes dessert suite au déjeuner dans un délai de 10 à 20 minutes après la fin du repas. Les crèmes se présentaient en pot de 40g présentées deux à deux (crème hyperprotéinée et crème hyperprotéinée enrichie en leucine), en ordre aléatoire. Les sujets jeunes étaient dans une pièce ventilée à 22°C, et testés par groupe de 4 à 6 personnes isolées sur une table alors que les personnes âgées étaient testées seules, dans leur chambre aérée entre 22 et 24°C.

Chaque participant goûtait en aveugle les crèmes dessert servies. Les dégustations commençaient par un rinçage de bouche à l'eau d'Evian et entre chaque essai la bouche était également rincée et l'eau crachée avec un temps d'attente de 1 minute avant le couple produit suivant. Les sujets goûtaient au minimum une cuillère à café de crème. Les tests duraient entre 5 et 7 minutes.

Mesures réalisées : une note hédonique était demandée aux participants à l'aide d'une échelle analogique visuelle pour chaque produit testé avec les étiquettes, « je n'aime pas du tout » à gauche et « j'aime beaucoup » à droite. Les personnes remplissaient un questionnaire avec leurs impressions et leurs ressentis (*Annexe II-1*). Les personnes devaient également donner leur préférence pour chaque couple de produits.

Analyses statistiques : les notes de chaque groupe pour chaque crème sont présentées sous la forme de moyennes  $\pm$  SD. Des tests t de Student ont été utilisés pour comparer les notes

obtenues de chaque groupe et pour chaque produit. Le seuil de significativité a été établi pour  $p < .05$ .

*Résultats* : ce test a regroupé 32 participants âgés, d'un âge moyen de  $81.6 \pm 7.2$  ans (range : 68-94) et 43 personnes jeunes toutes de profession hospitalière (diététiciennes, étudiants en médecine, infirmières, personnel hôtelier, aides soignantes et médecins) d'un âge moyen de  $37.9 \pm 11.8$  ans (range : 20-55).

Les moyennes des notes accordées aux produits (*Figure II-1 ; Figure II-3*) laissent apparaître une grande différence de perception entre la population jeune et celle âgée.

Les notations provenant de la population jeune pour les crèmes leucines sont nettement inférieures comparées aux notes attribuées aux crèmes HP ( $p < .001$ ) quel que soit le parfum. La population jeune ressent la présence de leucine dans les produits et a donné des notes extrêmement basses pour ces produits enrichis. Les personnes jeunes avaient un ressenti métallique en bouche lors de la consommation de ces produits. Les produits simplement enrichis en protéines ont eu des notes plus élevées mais sans dépasser la note de 7/10 en moyenne.

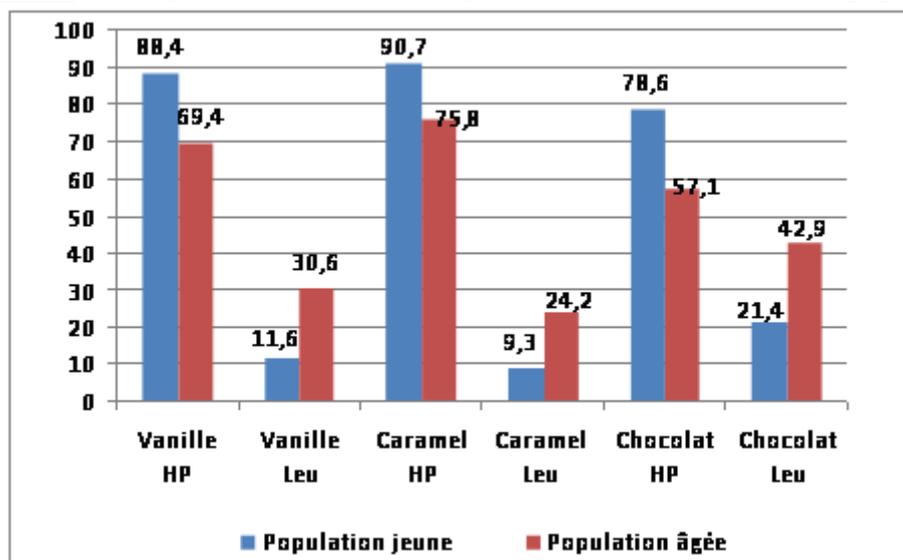
La population âgée, quant à elle, a donné des notes supérieures à la moyenne pour tous les produits testés (hyperprotéinés et pour ceux contenant de la leucine), sans tenir compte de la supplémentation en leucine. On note néanmoins que les crèmes HP ont eu des notes supérieures aux crèmes leucines. Les résultats sont significatifs pour tous les parfums testés sauf l'arôme chocolat.

En plus de la note d'appréciation générale demandée pour chaque échantillon testé, il a été demandé aux sujets de comparer chaque parfum : « Quelle crème préférez-vous entre les deux recettes? ». Des notes sur 10 ont également été demandées aux personnes jeunes et âgées selon les crèmes et les parfums testés. Les graphiques suivant illustrent ces résultats (*Figure II-2 et II-3*). Il est aussi intéressant de voir une très bonne corrélation entre les notes données pour chaque arôme des crèmes leucine et l'âge des participants ( $r = .669$  pour l'arôme vanille,  $r = .589$  pour l'arôme caramel et  $r = .523$  pour l'arôme chocolat ;  $p < .001$ , respectivement par arôme) et une corrélation moins forte entre les notes données pour chaque arôme des crèmes HP et l'âge des participants ( $r = .299$  pour l'arôme vanille,  $r = .135$  pour l'arôme caramel et  $r = .320$  pour l'arôme chocolat ;  $p = \text{NS}$  pour l'arôme Vanille et Caramel ;  $p < .007$  pour l'arôme Chocolat).

**Figure II-1** : Bilan de la population interrogée et note sur 10 pour les six échantillons testés.

Pop.	n	Age (années)	Vanille			Caramel			Chocolat		
			HP	HP + Leucine		HP	HP + Leucine		HP	HP + Leucine	
Agée	32	81,6±7,2	7,3±1,7	6,6±2,0	p < ,05	6,3±2,7	5,2±2,4	p < ,001	7,1±1,8	6,6±2,3	p = NS
Jeune	43	37,5±11,8	6,3±2,6	2,1±2,2	p < ,001	6,5±2,4	2,2±2,2	p < ,001	5,6±2,3	3,1±2,6	p < ,001
			p = NS	p < ,001		p = NS	p < ,001		p < ,01	p < ,001	

**Figure II-2** : « Laquelle des deux crèmes préférez vous ? » (en % de la population).



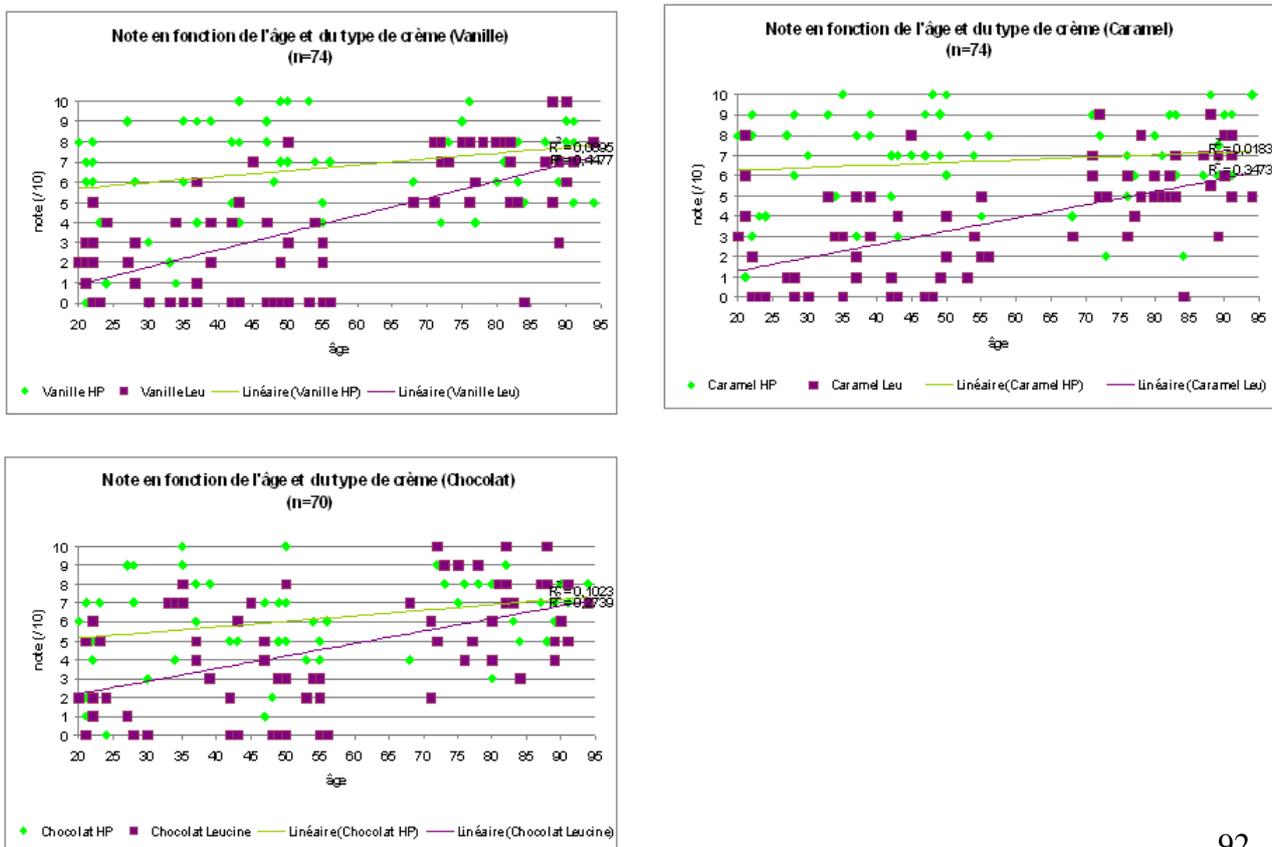
Au vu de ce graphique, il ressort très clairement que la recette des crèmes HP est préférée, tous parfums confondus. Cette différence est plus marquée chez la population jeune. Les personnes âgées comparant le produit HP avec le produit enrichi en leucine font une différence entre les deux produits et si le choix leur est laissé, elles se tournent vers les crèmes HP qu'elles considèrent « plus sucrées » et « plus goûteuses ». La **figure II-4** ci-après, montre l'évolution des préférences avec l'avancée en âge. Les moyennes de notes ont été intégrées dans un seul graphique pour chaque parfum. Les résultats se sont avérés similaires quel que soit le parfum testé. Chez les personnes les plus jeunes (20-65 ans), l'écart de notes entre les crèmes HP et les crèmes leucines est nettement visible. Celles-ci ont donné des notes allant de 1 à 4,5/10 pour les crèmes enrichies en leucine et de 4 à 7/10 pour les crèmes HP. Nous pouvons noter qu'avec l'avancée en âge l'écart entre les deux types de crème a tendance à se réduire pour quasiment se confondre chez les plus âgés (plus de 90 ans).

Les résultats obtenus sur les tests hédoniques de la population âgée ont permis de voir que même si la personne âgée détecte une saveur différente entre deux crèmes dessert du même parfum, elle ne refuse pas sa consommation, contrairement à la population jeune qui repousse totalement les produits. Les crèmes HP ne sont pas différemment appréciées par les deux

types de population de ce test quel que soit le parfum (p=NS). Le plaisir alimentaire pour ces crèmes est conservé dans ces deux populations.

La présence de leucine dans les crèmes par contre, a fait chuter les notes d'appréciation dans les deux populations et ce, de manière significative exceptée pour le parfum chocolat chez la population âgée (cf. **Figure II-2**). Les verbatim retrouvés tels que « un goût métallique », « un goût amer », « qui dérange », « un peu médicamenteux » apporté par l'ajout de leucine dans les produits a été réduit grâce aux différents arômes disponibles, à savoir saveur vanille, caramel et chocolat et non perçu par les personnes âgées. Ces dernières ont apprécié les crèmes en attribuant majoritairement des verbatim positifs qui qualifiaient la texture, les parfums ou le goût : « celle-là n'est pas trop sucrée », « le goût n'est pas trop fort, c'est très bon », « elle n'est pas mauvaise du tout » ; très peu de verbatim à connotation négative ont été recueillis : « elle n'est pas assez parfumée », « on ne sent pas beaucoup l'arôme », « elle n'est pas très sucrée celle-là ». Par opposition, le personnel hospitalier a rejeté les crèmes en grande majorité et a employé des verbatim très négatifs : « ça a un goût de médicament, pâteux en bouche... », « c'est piquant, âcre, c'est désagréable », « il y a une amertume importante, c'est l'arrière goût en bouche qui est désagréable ». Les qualificatifs à connotation positive ont été rares et assez exceptionnels : « ça sent bon », « le goût est assez prononcée, j'aime », « c'est facile à manger ».

**Figure II-3** : Notes données en fonction de l'âge et du type de crème proposé (n=74).



## **B. En unité de soin de suite et réadaptation (SSR)**

Sujets : afin de participer à l'étude, les patients devaient répondre à plusieurs critères. Tout d'abord, ils devaient être âgés d'au moins 75 ans et être hospitalisés en unité de soins de suite et réadaptation gériatrique (SSR). Ces personnes devaient avoir conservé une autonomie fonctionnelle minimale à savoir pouvoir se tenir debout sans assistance humaine. Lors de leur dépistage, le score au test du MNA devait être compris entre 17 et 23,5 points, les classant donc à risque de dénutrition. De plus, les patients devaient séjourner au minimum 30 jours dans l'unité choisie pour prétendre à une participation. La réalisation quotidienne de séance de kinésithérapie (excepté le week-end) était également un pré requis pour participer. Ces séances devaient durer au minimum trente minutes et comporter des exercices de marche sollicitant les groupes musculaires importants tels que les quadriceps. Ces séances permettaient une mobilisation du surplus protéique apporté par le produit. Enfin, l'obtention d'un consentement éclairé était le dernier critère pour valider la participation à cette étude.

Design : pour cette étude, les sujets dénutris ont été recrutés dans le SSR et répartis en trois groupes. Tous recevaient une supplémentation sous forme de crèmes. Le premier groupe a consommé des crèmes desserts hyperprotéinés. Le second groupe a consommé des desserts hyperprotéinés identiques mais supplémentés en leucine. Pour ces deux groupes, les crèmes enrichies ont pris le relai des CNO qui était distribués les premiers jours d'hospitalisation et ont apporté des apports caloriques et protéiques équivalents. Enfin, le dernier groupe a reçu le CNO habituellement servi en milieu hospitalier sous forme de crème dessert également. Les crèmes dessert étaient de trois parfums différents (vanille, caramel, chocolat) et servies en portion de 100 g. Les sujets consommaient les crèmes et les CNO à raison de deux unités par jour, un au déjeuner en remplacement du dessert habituel et un autre lors de la collation vers 15h en remplacement du laitage proposé, et ce durant deux périodes de 12 jours ponctuées d'un arrêt de 5 jours.

Mesures : les paramètres enregistrés ont été les quantités ingérées, le plaisir à consommer le dessert proposé, l'évolution du poids, de la MG, de la MM et de l'eau extracellulaire (EEC) ainsi que l'évolution des aptitudes fonctionnelles de marche. Différentes mesures ont été effectuées sur les patients au début et à la fin du suivi à savoir le relevé de données anthropométriques (poids, taille, plis cutanés bicipitaux et tricipitaux, circonférence du mollet et du bras, la force de préhension (handgrip-test), une impédancemétrie, un test mesurant

l'aptitude à la marche (le short physical performance battery ; SPPB), des questionnaires d'autonomie, de dépression, nutritionnel ainsi qu'un MMSE.

Analyses statistiques : le jeu de données a été analysé à l'aide du logiciel SAS version 9.2 (SAS Institute, Inc., Cary, NC). Les effets observés ont été analysés au début de l'étude ainsi qu'à 30 jours à l'issue de deux périodes de consommation de l'un des trois régimes.

Résultats (Tableau II-2) : pour cette étude, 46 sujets ont été recrutés et ont composés les trois groupes d'étude (le groupe HP, n=19, le groupe Leucine, n=9 et le groupe Témoin, n=18). Les données recueillies sont répertoriées dans le tableau ci-après.

**Tableau II-2** : Résultats globaux selon les groupes d'étude.

	HP		Leucine		Témoin	
<b>Effectif inclus</b>	19		9		18	
<b>Sex ratio (♀/♂)</b>	13/6		5/4		13/5	
<b>Âge</b>	86,0±5,0		83,1±3,9		85,6±6,2	
<b>MMS</b>	22,7±6,3		21,0±5,0		23,7±4,3	
	début	fin	début	fin	début	fin
<b>GDS</b>	1,2±1,1	1,3±1,4	1,1±1,4	0,8±0,7	1,1±1,1	1,1±1,5
<b>MNA</b>	18,2±2,3	20,2±3,3**	17,9±3,7	18,8±3,1	18,8±3,8	19,9±5,1
<b>ADL</b>	3,2±1,7	2,8±1,7	2,0±1,8	2,3±1,5	4,4±1,8 ab	4,0±1,7 ab
<b>IADL</b>	3,5±2,4 a	2,8±2,2*	2,0±1,7	1,9±1,5	4,8±2,1 ac	4,1±2,1** ab
<b>SPPB</b>	2,7±2,0	4,1±2,1***	3,5±2,1	4,3±2,7	3,7±3,0	5,1±3,2**
<b>Albumine</b>	26,6±4,4	28,9±2,8**	30,6±2,4	29,7±3,5	27,7±4,2	31,1±3,7***
<b>Transferrine</b>	0,18±0,05	0,21±0,04**	0,22±0,05	0,20±0,05	0,19±0,05	0,23±0,07**
<b>CRP</b>	26,8±24,9	12,9±14,7*	15,9±19,2	33,4±35,7	28,0±30,2	15,0±24,1*
<b>Calories</b>	1690,4±316,8	1712,9±303,7	1706,1±323,9	1708,6±382,7	1717,2±333,6	1673,7±387,0
<b>Protéines</b>	86,0±6,4	85,6±3,6	87,6±2,4	86,7±2,5	83,0±3,6	82,3±2,1
<b>Glucides</b>	181,7±4,3	180,4±1,3	177,2±5,5	178,9±13,0	189,3±7,6	180,3±5,7
<b>Lipides</b>	69,1±5,5	73,1±0,3	71,8±2,8	71,6±2,5	69,8±3,3	68,6±1,5
<b>MM</b>	44,3±7,8	44,2±7,6	44,2±8,2	45,3±8,5	44,8±12,5	42,4±10,2
<b>MG</b>	20,6±5,9	20,4±6,4	23,0±8,6	23,1±7,6	22,2±6,8	22,1±6,3
<b>EEC</b>	12,5±3,5	12,2±3,2	12,6±3,4	12,9±3,8	12,7±5,3	11,5±4,4

Légende : \* = p<.05 ; \*\* = p<.01 ; \*\*\* = p<.001 (pour les différences intragroupes) ;

a = p<.05 ; b = p<.01 ; c = p<.001 (pour les différences intergroupes).

Au niveau calorique, les trois groupes avaient des valeurs de départ similaires comme l'indique le **tableau II-2** et aux environs de 1700 kcal. La consommation des crèmes -quelles qu'elles soient- n'a pas permis d'améliorer ces valeurs durant l'étude. Tous les groupes ont eu des évolutions non significatives pour ce critère.

La consommation protéique suit la même tendance que le niveau calorique journalier c'est-à-dire que les trois groupes ont débuté l'étude avec des valeurs avoisinant les 1,25 g/kg/j et qu'il n'y a pas eu d'évolution durant le suivi.

Les apports glucidiques et lipidiques journaliers ont suivi les mêmes évolutions au cours des 30 jours de suivi en restant stables.

Ces évolutions, sans différence entre les groupes, peuvent s'expliquer par le fait que la majeure partie de cette population consommait des compléments nutritionnels oraux avant le recrutement de l'étude et que ceux-ci ont été remplacés par les crèmes au début de l'étude.

Pour ce qui est des questionnaires de dépistage nutritionnel, le score moyen du MNA déterminé en début d'étude classe les patients dans la catégorie des personnes à risque de dénutrition. L'évolution de ce critère est similaire entre les groupes Leucine et Témoin sans différence entre le départ et la fin du suivi. Les valeurs du groupe HP sont augmentées de manière significative en fin d'étude par rapport à leurs valeurs de départ ( $p < .01$ ). En revanche, les valeurs finales des trois groupes d'études n'ont pas été différentes entre elles. Le niveau de dépression, relevé par la GDS montre des valeurs très faibles pour ce critère, écartant la présence de symptômes dépressifs. Les groupes d'étude n'étaient pas différents entre eux au début et à la fin du suivi.

Pour ce qui est de l'évaluation de l'autonomie des personnes, nous avons noté que les valeurs de l'ADL n'ont pas évolué durant la période de suivi et ce, quel que soit le groupe. Nous notons que le groupe témoin est significativement différent au départ et à la fin du suivi du groupe HP ( $p < .02$  pour chaque période) et également avec le groupe Leucine ( $p < .02$  au départ ;  $p < .009$  à l'arrivée). Pour l'IADL, seul le groupe Leucine ne montre pas d'évolution et reste stable. Les groupes HP et Témoin ont en revanche vu leur valeur d'IADL diminuer de manière significative (respectivement  $p < .02$  pour le groupe HP et  $p < .003$  pour le groupe Témoin). Au commencement de l'étude, le groupe Leucine est différent des autres groupes ( $p < .03$  pour le groupe HP ;  $p < .001$  pour le groupe Témoin) mais ne l'est plus qu'avec le groupe Témoin en fin de suivi ( $p < .002$ ). Les groupes HP et Témoin sont également différents entre eux sur les deux périodes d'étude ( $p < .04$  pour chaque période). Enfin, pour les valeurs de SPPB, le groupe Leucine reste stable alors que les groupes HP et Témoin ont vu leurs valeurs augmenter de manière significative (respectivement  $p < .001$  pour le groupe HP et  $p < .005$  pour le groupe Témoin). Aucune différence n'est constatée entre les groupes au départ et au terme du suivi.

Au niveau anthropométrique, aucune différence n'a été observée entre les groupes d'étude. Les mesures de plis cutanés et de circonférences n'ont pas évolués durant l'étude (données

non montrées). Concernant les mesures de composition corporelle par impédancemétrie, la MM des patients des trois groupes était au départ d'environ 44 kg. Aucune évolution ne s'est avérée significative au cours du temps pour les groupes. Seul le groupe Leucine a vu ses valeurs évoluer de manière positive mais sans atteindre la significativité. La MG est restée stable tout au long de l'étude pour chaque groupe. Les variations infimes ( $\pm 0.2$  kg) dans chaque groupe n'ont pas permis d'obtenir une différence significative. Enfin, aucune différence pour l'EEC n'a été relevée dans les trois groupes d'étude quelle que soit la période étudiée.

Au niveau des bilans sanguins, nous avons noté que les valeurs de base de l'albumine sont faibles dans tous les groupes (entre 26.6 et 30.6 g/L) et démontrent que cette population est dénutrie. Aucun groupe ne parvient à remonter au seuil fixé à 38 g/L à la fin de l'étude. Cependant, les évolutions entre le début et la fin de l'étude ont été significativement différentes dans les groupe HP et Témoin mais pas dans le groupe Leucine (respectivement  $p < .01$  pour le groupe HP,  $p = \text{NS}$  pour le groupe Leucine et  $p < .001$  pour le groupe Témoin). En ce qui concerne la TTR, au départ les valeurs sont proches des seuils et augmentent de manière significative durant le suivi pour tous les groupes à l'exception du groupe Leucine ( $p < .004$  pour le groupe HP,  $p = \text{NS}$  pour le groupe Leucine et  $p < .004$  pour le groupe témoin). Enfin, les valeurs de la CRP sont quant à elles contradictoires entre les groupes. Les groupes HP et Témoin voient leurs taux respectifs diminuer en fin de suivi (respectivement  $p < .02$  pour le groupe HP et le groupe Témoin) alors que le groupe Leucine reste stable. Concernant ce dernier, il a vu ses taux de CRP augmentés chez 1/3 des patients le composant. Nous rappelons ici la faible taille du groupe (seulement 9 patients). Cette augmentation ne s'est pas avérée significative pour le groupe mais a pu impacter considérablement les évolutions des autres paramètres tels que l'albumine ou la transthyréline.

### **C. Discussion**

Dans notre étude, tous les sujets des groupes étudiés ont consommé des CNO (même le groupe témoin), ce qui a permis d'atteindre des apports caloriques journaliers supérieurs à 1500 kcal, soit plus de 25 kcal/kg/j et des apports protéiques moyens de 1,25 g/kg/j mais qui sont encore insuffisants pour ce service hospitalier avec rééducation (cf. **Tableau II-2**). Les apports énergétiques n'atteignent pas les recommandations émises en 2006, de l'ordre de 30 kcal/kg/j (Volkert et al, 2006). L'alimentation à elle seule, sans complément alimentaire, n'a pas permis d'atteindre ces niveaux requis comme démontré dans un chapitre précédant (cf. *Chapitre I* : apports moyens  $\approx$  1200 kcal). En revanche, la consommation de deux crèmes

enrichies en leucine par jour permet d'atteindre dans notre étude la recommandation émise de 48 mg/kg/j de leucine chez une personne âgée (AFFSA, Rapport 2007).

Les travaux de plusieurs équipes ont montré un impact positif de l'apport de compléments en dehors de l'alimentation sur la prise alimentaire. L'équipe de Rüfenacht a apporté dans son étude deux CNO de 200 mL chacun en dehors des repas, ce qui a permis un surplus de 600 kcal et 24 g de protéines en plus des repas habituels servis en milieu hospitalier sans diminuer la prise alimentaire (Rüfenacht et al, 2010). Pour Smoliner et son équipe, deux CNO de 150 mL chacun ont été distribués entre les repas, apportant 600 kcal et 40 g de protéines mais ce surplus n'a pas permis d'augmenter les apports caloriques journaliers après 12 semaines de suivi comparé à un groupe témoin (Smoliner et al, 2008). Dans notre étude, la consommation des deux crèmes (enrichies en leucine ou non) a permis un apport de l'ordre de 300 kcal et 20 g de protéines. L'énergie apportée par les crèmes est donc plus faible de moitié que ce qui a été retrouvé dans la littérature mais les apports protéiques sont similaires à ceux apportés par Rüfenacht dans son étude.

Contrairement aux suppléments qui sont distribués en dehors des repas (Rüfenacht et al, 2010 ; Smoliner et al, 2008), les crèmes distribuées dans notre étude ont été intégrées directement dans l'alimentation à la place du dessert habituellement servi et devenaient donc une composante du repas en tant que telle. Les calories ingérées ont donc été intégrées au repas et non en plus des apports journaliers. Notre résultat diffère donc de ceux émis par d'autres équipes. Il est possible qu'un cumul avec les crèmes enrichies (HP et leucine) en lieu et place du dessert ainsi que la distribution de CNO le matin et/ou l'après-midi puisse permettre d'augmenter les apports journaliers. Cet apport supplémentaire serait alors de 700 à 900 kcal/j et 50 à 60 g/j de protéines (dans le cadre d'une consommation de deux crèmes et de deux CNO par jour), ce qui permettrait d'atteindre un niveau de 2000 kcal/j pour une personne âgée.

Malgré les séances de kinésithérapie quotidiennes comprenant des exercices de marche, de levé de chaise et d'équilibre, les patients appartenant au groupe consommant des crèmes dessert hyperprotéinées enrichies en leucine n'ont pas eu l'évolution espérée au niveau de la masse musculaire. Peut-être faudrait-il revoir et repenser les séances mises en place par les kinésithérapeutes des services afin de modifier les types d'exercices et les groupes musculaires sollicités. Il serait opportun de focaliser le travail sur la mobilisation de groupes musculaires importants tels que les quadriceps.

Les seules données existantes en 2009, date du début de l'étude, montraient que pour l'équipe de Rieu et pour celle de Dardevet qui ont étudié les effets de la leucine chez le rat (Rieu et al, 2003 ; Dardevet et al, 2000 ; 2002) puis chez l'homme âgé, une quantité d'environ 3 g de leucine par jour chez l'homme permettait de montrer des effets sur la synthèse protéique musculaire (Rieu et al, 2003 ; 2007). L'équipe de Fujita a montré que la synthèse protéique peut être stimulée par l'ingestion d'acides aminés essentiels (6.7 g) dont 40% de leucine, soit 2.7 g (Fujita et al, 2006).

Des études comparant le métabolisme protéique des sujets humains jeunes et âgés ont mis en évidence des résultats contradictoires avec pour certains une augmentation de la synthèse (Katsanos et al, 2006 : 3.15 g/j de leucine ; Rieu et al, 2006 : 0.052 g/kg soit 3 g/j de leucine). L'équipe de Katsanos a montré que 7 g d'acides aminés essentiels dont 40% de leucine étaient incapables de stimuler la synthèse de protéines musculaires (Katsanos et al, 2006), alors que Paddon-Jones a conclu qu'une augmentation de la synthèse protéique avait lieu lorsque la prise d'acides aminés essentiels était doublée (Paddon-Jones, 2004 : 15 g d'acides aminés essentiels). Pour d'autres équipes, une absence de différence était constatée (Katsanos et al, 2005 : 1.7 g/j de leucine ; Koopman et al, 2006 ; 2008 : 10 g de leucine en 5.5h).

Ces résultats opposés peuvent être expliqués en partie par des différences méthodologiques, des charges différentes d'acides aminés, de présence ou non d'activité physique afin de mobiliser le surplus protéique, et une variabilité interindividuelle.

C'est donc suite à ces différentes données que nous avons établi qu'une dose de 4 g de leucine par jour pourrait montrer un impact positif chez la personne âgée en unité de moyen séjour hospitalier avec des séances de kinésithérapie régulière. Cet apport de 4 g a été réparti dans deux unités de crèmes pour des raisons de conception et de texturation du produit.

Au niveau des tests sur les crèmes dessert supplémentées en leucine et de leur impact sur les différents paramètres ciblés (anthropométriques, nutritionnels, sanguins ou d'autonomie), nous avons remarqué que ces desserts spécifiques ne permettaient pas de modifier ces indicateurs au cours de l'étude. L'absence d'effet a également été montrée par les équipes de Verhoeven et Leenders après la réalisation de notre étude, alors que la supplémentation atteignait 7.5 g de leucine par jour durant 3 mois (Verhoeven et al, 2009) et durant 6 mois chez une population d'hommes âgés (Leenders et al, 2011) contre 4 g dans notre étude durant un mois. Une supplémentation supérieure ainsi qu'un temps d'étude plus long (comme ce qui est retrouvé dans la littérature) et d'avantage d'activité physique aurait du être envisagé. Un

surplus énergétique permettant une meilleure utilisation des protéines mises à disposition pour ces patients pourrait également être envisagé.

Au niveau des tests d'autonomie fonctionnelle réalisés par les groupes HP et Leucine dans notre étude, les résultats sont du même ordre de grandeur que ceux montrés par Dideriksen et son équipe à savoir l'absence de différence entre les groupes (Dideriksen et al, 2011). Les crèmes dessert, apportées dans notre étude à hauteur de deux unités par jour, fournissaient 20 g de protéines supplémentaires aux patients les consommant intégralement. Pour les patients du groupe Leucine, l'apport était équivalent, 20 g de protéines dont 4 g de leucine, apportés durant deux périodes de 12 jours entrecoupées de 5 jours d'arrêt. Les résultats obtenus dans cette étude sont ceux régulièrement retrouvés dans la littérature et confirment l'absence d'impact de la leucine sur l'état nutritionnel pour des concentrations allant jusqu'à 7.5 g/j (Verhoeven et al, 2009 ; Leenders et al, 2011) mais aussi pour des durées importantes allant jusqu'à 6 mois (Leenders et al, 2011).

Plus récemment, les équipes de Kim et de Murphy (Kim et al, 2012 ; Murphy et al, 2010) ont montré une augmentation de la synthèse protéique due à la leucine et une augmentation des capacités fonctionnelles basées sur une supplémentation de 6 g de leucine par jour pendant 3 mois chez 77 femmes sarcopéniques âgées de plus de 75 ans (Kim et al, 2012) et sur une supplémentation de 20 g de protéines de lactosérum chez 12 sujets âgés (Murphy et al, 2010). Les quantités de leucine utilisées ainsi que la durée de notre étude n'ont donc pas été suffisantes pour impacter le métabolisme au vu de ces résultats récents.

Enfin, les effectifs de cette étude n'ont pas été suffisants pour déduire de conclusions et valider les hypothèses de départ. Il aurait été intéressant de pouvoir recruter plus de personnes âgées dans chaque groupe, et plus spécifiquement dans le groupe Leucine afin d'essayer de mettre en évidence des résultats. Des critères de sélection plus stricts auraient également pu permettre d'obtenir d'autres résultats, mais il ne nous a pas été facile de finaliser le recrutement pour cette étude. Une population féminine par exemple, comme dans l'étude de Kim aurait peut être eu d'autres résultats que ceux obtenus avec une population mixte.

En revanche, dans la première partie de l'étude, comparant les différences d'appréciations entre la population jeune et la population âgée, le plaisir alimentaire relevé par des questionnaires et des tests a montré que les crèmes dessert développées étaient appréciées par la population âgée quelle que soit la recette (avec ou sans leucine) alors que la population jeune était plus réfractaire à la recette supplémentée en leucine.

Cette étude a montré que la population âgée a des perceptions sensorielles et gustatives propres, différentes d'une population jeune. Plusieurs équipes ont montré les différences de perception des goûts touchant la population âgée hospitalisée, à domicile ou vivant en institution dues à la médication, la réduction du flux salivaire et les problèmes dentaires par exemple (Solemdal et al, 2012 ; Samnieng et al, 2012 ; Schiffman, 2009 ; Welge-Lüssen, 2009). L'adjonction de produits apportant une modification du goût n'est pas perçue de la même manière par une population âgée.

Les produits supplémentés en leucine ont obtenu des scores d'appréciation supérieurs chez la population âgée. Des résultats similaires ont été montrés par Schiffman (Schiffman, 2009). Lorsque nous parlons d'alimentation pour personne âgée, il est important de pouvoir tenir compte des préférences, des choix et des capacités sensorielles de cette population; de cela dépendra les quantités consommées, des bienfaits des produits ingérés mais aussi et surtout du plaisir que les personnes âgées prendront à consommer et à consommer de nouveau ce produit.

Lors de l'étude, seuls les verbatim les plus fréquemment cités ont été notés. Les expressions de dégoût relevées par le personnel hospitalier par exemple, laissent supposer la façon dont peuvent être servis ou proposés ces produits aux personnes hospitalisées. La qualité du service, l'amabilité du personnel et le soin apporté à l'annonce d'une proposition de supplément entre les repas ou d'un menu adapté doit pourtant être un élément intégré à la prise en soins d'une personne âgée. Une étude réalisée par l'équipe de Dubé mesurant l'impact de la qualité des relations patients/soignants pendant les heures du repas montrent que la quantité et la nature des échanges patients/soignants influencent la consommation et la qualité nutritionnelle des personnes âgées hospitalisées (Dubé et al, 2007). Une revue de la littérature réalisée par l'équipe de Neuwenhuizen a montré qu'il existait trois catégories de facteurs influençant la prise alimentaire du sujet âgé : celle liée à l'environnement, celle liée aux personnes et enfin celle liée à l'aliment. Il a été retenu, pour ces catégories, que des encouragements par les soignants, la perception de la saveur et la palatabilité de la nourriture servie ainsi qu'une ambiance appropriée et calme semblent particulièrement importants pour stimuler la prise alimentaire (Neuwenhuizen et al 2010). Cela n'a malheureusement pas toujours été le cas dans les services participant à cette étude.

## **D. Conclusion**

Lors de cette étude, les trois groupes ont eu des apports caloriques avoisinant les 1700 kcal et des apports protéiques supérieurs à 1 g/kg/j. Ces valeurs ont été supérieures à celles rencontrées dans l'étude précédente mais sont toujours insuffisantes pour ce type de population qui a des besoins accrus en énergie et protéines. Il ressort des bilans sanguins effectués dans cette population que les patients sont en grande majorité dénutris de manière profonde, ce qui est souvent le cas dans les services de moyen séjour. Preuve en est avec les valeurs d'albumine relevées tout au long de ce suivi et qui ont été très inférieures à 38 g/L. Nous avons cependant noté une évolution significative de ces valeurs pour les groupes HP et Témoin. De façon similaire, la transthyrétine a évolué de manière significative dans les groupes HP et Témoin seulement et ont atteint les seuils recommandés. Les évolutions de critères non retrouvés chez le groupe Leucine peuvent être expliquées par le faible nombre de patients composant ce groupe (9 seulement).

Durant ce travail, la leucine incorporée dans les crèmes dessert n'a pas apporté d'effet chez les personnes en consommant. Aucune évolution n'a été constatée pour les paramètres étudiés, que ce soit les bilans sanguins ou les données de composition corporelle et anthropométriques. Un apport d'énergie supplémentaire aurait du être mis en place car la mobilisation lors des séances de kinésithérapie était coûteuse pour le patient en termes d'énergie. Ce déficit énergétique créé par l'activité physique pourrait expliquer en partie nos résultats négatifs. L'incorporation de ces crèmes enrichies dans le repas a néanmoins permis d'augmenter les prises caloriques en comparaison avec les niveaux relevés dans le premier chapitre. Cependant, la population n'est pas identique.

Cette étude a montré que le plaisir alimentaire ressenti par les personnes âgées était différent de celui des personnes plus jeunes et devrait être pris en compte. Les crèmes dessert, ont permis grâce à leur texture une incorporation aisée des protéines et acides aminés essentiels. De plus, la texture du produit n'a été que peu modifiée après adjonction des éléments d'intérêt. Enfin, les verbatim négatifs retrouvés par l'ajout de leucine dans les produits a été réduit grâce aux différents arômes disponibles.

La population jeune qui a participé aux tests était issue du milieu hospitalier et avait un point de vue plutôt négatif en termes d'appréciation gustative des CNO car ces personnes connaissent les produits couramment distribués. Une sensibilisation aux nouveaux produits existants ainsi qu'une meilleure connaissance des produits devrait être pensée et permettrait à ces personnes de véhiculer une image plus positive des compléments nutritionnels oraux auprès de la population âgée.

Ce travail montre l'importance de faire tester les produits développés pour des personnes âgées, par un panel adapté composé de personnes âgées. Celui-ci choisi spécifiquement pour chaque type de produit est donc une voie à développer pour déterminer l'acceptabilité des nouveaux produits avant leur mise sur le marché.

Ce travail a fait l'objet de plusieurs communications -posters- lors des Congrès de la Société Française de Nutrition Entérale et Parentérale, SFNEP, à Nice du 18 au 22 octobre 2010, des 8<sup>ème</sup> Journées Francophones de Nutrition de Lille du 7 au 10 décembre 2010 ainsi qu'au Colloque Régional Alimentation et Nutrition de Dijon le 17 mai 2011.

Après avoir travaillé sur la stimulation et la supplémentation protéique chez des patients âgés hospitalisés, nous allons maintenant aborder le dernier volet de ce travail de thèse qui a porté sur la formulation et la conception d'un produit de type CNO ayant une texture différente de ce qui est actuellement disponible sur le marché et permettant de répondre à la problématique de la dénutrition du sujet âgé en EHPAD ainsi qu'à l'hôpital tout en s'intégrant dans un repas classique.

### **Chapitre III:**

## **Elaboration d'un produit de panification pour lutter contre la dénutrition du sujet âgé**



## Introduction

Il a été abordé lors de l'introduction de cette thèse le fait que le nombre de personnes âgées ne cessait de croître (INSEE, 2007 ; Cambois et al, 2004 ; Brutel, 2002). La problématique nutritionnelle liée à l'âge est maintenant bien établie avec des modifications de la composition corporelle et un déclin dans les apports alimentaires (Newman et al, 2001). Il a été abordé que la dénutrition touche 15 à 30% des personnes vivant en institution, voire plus si ces personnes sont polyopathologiques (Compan et al, 1999 ; Crogan et al, 2003 ; Gerber et al, 2003 ; Margetts et al, 2003 ; Ülger et al, 2010).

Diverses stratégies nutritionnelles, incluant des suppléments caloriques et protéinés, ont été étudiés bon nombre de fois par plusieurs équipes. Les résultats de ces travaux ont montré des bénéfices nutritionnels ou des effets sur des paramètres biologiques, sur les capacités fonctionnelles ou encore sur la qualité de vie (Rüfenacht et al, 2010 ; Milne et al, 2009 ; Smoliner et al, 2008 ; Ravasco et al, 2005 ; Isenring et al, 2004 ; Johansen et al, 2004). Milne et son équipe ont montré un effet positif sur le poids corporel d'une supplémentation orale en protéine et en énergie seulement chez les patients hospitalisés dénutris et non chez les non-dénutris (Milne et al, 2009). L'équipe de Smoliner a réalisé une étude sur 12 semaines où les personnes recevant un CNO et des repas enrichis augmentaient leurs apports caloriques journaliers comparés à un groupe contrôle ayant un régime alimentaire classique (Smoliner et al, 2008). Les travaux de Rüfenacht ont eux conclu à une augmentation des apports protéiques, caloriques et à une meilleure qualité de vie des personnes dénutries recevant des conseils nutritionnels ainsi que des CNO (Rüfenacht et al, 2010). Il a été suggéré par l'équipe de Bastow, dans les années 80, que les suppléments nutritionnelles (par sonde nasogastrique, 1000kcal avec 28g de protéines) pouvaient significativement augmenter les apports des régimes ordinaires (Bastow et al, 1983).

Par opposition, certaines études montrent des résultats négatifs : les résultats d'un essai de Fiatarone suggèrent qu'après dix semaines de supplémentation, les participants n'ont pas augmenté leurs apports caloriques totaux de manière significative par rapport à un groupe contrôle en dépit d'une bonne acceptation des compléments distribués mais qui a été compensé par une réduction de l'apport alimentaire normal (Fiatarone et al, 1994). Récemment, en 2009, Milne a également montré dans une méta-analyse qu'une supplémentation permettait un faible gain de poids mais pas d'amélioration sur la mortalité sauf chez des patients dénutris dans les populations gériatriques (Milne et al, 2009). Cette

méta-analyse aborde cependant le fait que la majorité des études montrent une augmentation des apports protéiques et/ou énergétiques. Toutes ces études montrent des moyens pour combattre la dénutrition et que la prévention peut être une bonne voie d'amélioration du statut nutritionnel des personnes âgées ; il faut cependant détailler les résultats et les interpréter avec rigueur et faire attention aux effets de compensation qui résultent de la consommation de compléments nutritionnels.

Les personnes âgées souffrent de pertes ou de diminutions des sens comme nous l'avons décrit dans l'introduction (*cf. Introduction 2.3*). Il y a également un vieillissement de l'appareil digestif qui s'instaure (*cf. Introduction 2.4*) et qui impacte sur les consommations alimentaires. Aujourd'hui il y a une prise de conscience du problème de la dénutrition protéino-énergétique qui est importante. Celle-ci passe par la prévention qui est un axe de lutte contre ce problème et doit également passer par l'ajustement des besoins de la personne âgée en énergie, en macro et micronutriments mais avant tout prendre en compte les goûts de ces personnes. Il faut accorder de l'importance à l'acceptabilité et à l'appréciation des produits distribués aux personnes âgées.

Beaucoup de produits diététiques et de compléments sont disponibles sur le marché. En dépit de cette diversité, il apparaît que la prescription de CNO doit être accompagnée par des efforts d'organisation pour s'assurer que ces produits soient consommés et couvrent les besoins des patients comme l'a montré Milne dans une méta-analyse (Milne et al, 2009).

L'équipe de Johansen a également remarqué que le moment de distribution des CNO était important pour permettre un effet optimal (Johansen et al, 2004).

Il semble donc plus qu'important de développer des produits répondants aux attentes des personnes âgées si nous voulons que les CNO soient bien consommés.

De nombreux produits sont disponibles et sous diverses formes (liquide lacté, soupe, poudre, produit sec, etc.) mais les produits de panification enrichis ne sont que peu (voire pas) représentés.

L'objectif de ce travail a été de développer et concevoir un aliment de type produit de panification qui de part sa composition permet de se rapprocher d'un complément nutritionnel oral. Il devait également pouvoir être consommé à tout moment de la journée et donc s'intégrer directement dans un repas classique ou être distribué en lieu et place d'un CNO. Ce produit de panification pouvait servir de base à un petit déjeuner, et devait être apprécié par la

personne âgée. Nous avons donc développé un pain enrichi pour senior, adapté pour le plus grand nombre de personnes âgées.

Ces travaux ont été rendus possible grâce au projet « Farine+ Pain Senior » qui est un projet labélisé Fond Unique Interministériel.

Le projet Pain Senior est un programme initié en 2006 et qui est innovant par plusieurs aspects :

- 1- Conception de prototype : l'élaboration d'un pain enrichi devait correspondre aux attentes de la population âgée ; tant sur le plan gustatif et masticatoire que sur la composition nutritionnelle, l'aliment retenu devait répondre aux capacités sensorielles restantes de la personne âgée. Ce pain devait donc être enrichi en éléments appropriés, apprécié, d'un format convenable, consommé et donc permettre une augmentation des apports caloriques et protéiques car la finalité de l'industriel est de concurrencer les produits existant sur le marché en élargissant la gamme des produits disponibles.
- 2- Choix de l'enrichissement : la composition macro et micro nutritionnelle a été réfléchié pour apporter les éléments déficitaires chez la personne âgée. Le choix de l'étude était porté sur l'enrichissement à des niveaux élevés d'un produit de panification, comparables à ce qui peut exister chez certains CNO.
- 3- Population cible : l'une des particularités qui est développée dans ce projet, réside dans le fait que les tests étaient tous réalisés par une population de personnes âgées fragiles, dénutries ou à risque de dénutrition et non chez des personnes âgées en « bonne santé ».
- 4- Amélioration du statut nutritionnel : enfin, nous avons voulu constater si la consommation régulière, durant plusieurs mois, au petit déjeuner, du pain enrichi pouvait permettre de répondre en partie à la problématique nutritionnelle de la personne âgée.

Le projet Pain Senior s'est déroulé en différentes étapes :

- 1- Conception de prototypes avec enrichissement protéique seul: plusieurs prototypes ont été testés de manière à identifier les produits les plus appréciés. Des tests visuels, olfactifs, gustatifs et de texture ont été réalisés afin d'identifier les préférences de la personne âgée (odeur, arôme, goût, forme...).

- 2- Conception de prototypes enrichis : à l'issue de ces tests sensoriels, les apports en nutriments (glucides, lipides et protéines), minéraux et vitamines ont été ensuite affinés en fonction des différents tests sensoriels réalisés mais aussi en fonction des possibilités de fabrication des produits. Ces tests ont été réalisés jusqu'à obtention d'un pain enrichi correspondant aux attentes des personnes âgées. Des aromatisations ont été développées afin de « masquer » la présence de protéines apportant un goût différent au produit.
- 3- Etude de lassitude : cette étude avait comme objectifs, d'une part de mettre en place l'étude clinique sur le plan logistique et, d'autre part, de s'assurer de l'appréciation, durant plusieurs semaines, du pain enrichi développé, ponctuellement apprécié à l'issue des tests prototype.
- 4- Etude clinique en EHPAD : le but de cette étude était de mettre en évidence les effets de la consommation quotidienne, durant 3 mois, d'un pain enrichi consommé au petit déjeuner par des résidents d'EHPAD en comparaison d'un petit déjeuner standard ou comprenant un CNO.
- 5- Etude clinique en milieu hospitalier : l'objectif de cette étude était de mettre en évidence les effets de la consommation quotidienne, durant un mois, d'un à deux pains enrichis, consommés au petit déjeuner et/ou au goûter par des personnes âgées hospitalisées en unité de moyen séjour gériatrique en comparaison d'un à deux CNO consommé au petit déjeuner et/ou d'un goûter.

## A. Conception des prototypes et étude de lassitude

### i. Matériel et méthodes

Nous avons réalisé des tests consommateurs avec un public de personnes âgées volontaires et acceptant de signer un consentement éclairé après avoir pris connaissance d'une note d'information. Le niveau cognitif des personnes devait être suffisant pour que les réponses puissent être acceptées (MMSE>20 points avec une tolérance pour les sujets dont le score était compris entre 18 et 20 points mais qui répondaient correctement aux premières questions). Les personnes participantes étaient toutes âgées de plus de 65 ans et sans pathologie engageant le pronostic vital dans les 6 mois suivants.

Pour ces tests, nous avons tenu à respecter les conditions de consommation habituelles des personnes âgées au petit déjeuner (quand cela a été réalisable). Ainsi les tests au CHU et en EHPAD ont été réalisés lors de ce repas, lorsque les personnes étaient encore à jeun, dans leur chambre. En revanche, à domicile, les tests ont été réalisés l'après-midi et à l'heure habituelle d'un goûter. Les arômes testés n'ont été révélés au sujet qu'une fois le test achevé, et le pain a toujours été présenté de la même manière c'est-à-dire servi directement sur un plateau, sans signe distinctif.

Plusieurs questionnaires ont été élaborés et ont permis de collecter des informations pour le développement du pain enrichi. En fonction des questionnaires, le lieu de vie et les effectifs recrutés ont été différents. Ces valeurs seront indiquées avec les figures.

Tests sur un pain du commerce (annexes III-1 et III-2) : ces tests ont été réalisés uniquement avec des patients hospitalisés au sein du CHU. Le but de ces tests était d'appréhender les préférences des personnes âgées pour la texture, le niveau de cuisson etc. et de connaître les termes employés spontanément par les personnes âgées afin de les réutiliser lors des tests suivants. Les questionnaires utilisés à cet effet ont été le *Questionnaire test sensoriel 1 : observation (Annexe-III-1)* ainsi que le *Questionnaire test sensoriel 1 : petit déjeuner (Annexe-III-2)*. Ce premier questionnaire était destiné à des patients hospitalisés, dénutris. Après quelques questions d'ordre général, le score MMSE, l'état de dentition ainsi que les valeurs d'albumine et de transthyrétine étaient relevés. Ensuite, des questions sur les habitudes alimentaires lors du petit déjeuner étaient posées. Des questions concernant le pain proposé étaient ensuite abordées afin de collecter les qualificatifs positifs et négatifs

concernant le produit avant et après dégustation. Des questions concernant le volume du produit, l'aspect visuel et la satisfaction gustative ont été posées. Enfin, les dernières questions concernaient l'habitude à tartiner lors du petit déjeuner, l'habitude de tremper dans une boisson chaude et une proposition de test en condition réel du pain commercial. Ce second questionnaire fait suite au précédant et concerne le test d'un pain commercial lors d'un petit déjeuner (toujours en milieu hospitalier). Il a été relevé si le pain était tartiné et si oui avec quel(s) produit(s), si le pain avait été facilement tartiné et si la personne interrogée avait trempé le pain dans une boisson chaude ou non. Enfin, une dernière question était posée et concernait le ressenti des personnes après consommation du pain trempé ou non et sur sa tenue lors du trempage.

Tests sur les premiers prototypes de pains développés, arôme neutre (annexe III-3) : le questionnaire développé pour cette partie (*Questionnaire test sensoriel 2 : pain neutre/aromatisé, Annexe-III-3*) était composé d'une question ouverte sur l'appréciation globale du produit et d'échelles hédoniques en cinq points pour les caractéristiques moelleux, couleur extérieure, faciliter à mâcher, goût (« je n'aime pas du tout », « un peu », « moyennement », « bien », « beaucoup »). A chaque niveau d'appréciation donné par la personne, a été affectée une note de 0 à 4 (« je n'aime pas du tout » = 0 à « j'aime beaucoup » = 4). Puis une note sur dix exprimant l'avis général était demandée sur le pain. Ces tests ont été réalisés chez des personnes âgées hospitalisées au CHU et des personnes âgées vivant en EHPAD dans leur chambre lors du petit déjeuner.

Tests avec des pains enrichis aromatisés (annexes III-3 et III-4) : des tests sur deux séries de trois arômes ont été effectués par des résidents d'EHPAD à l'aide du questionnaire utilisé précédemment (*Questionnaire test sensoriel 2 : pain neutre/aromatisé, Annexe III-3*) auquel s'est rajouté une échelle hédonique sur le goût. En parallèle, des tests hédoniques de comparaison entre trois arômes différents ont été réalisés à domicile (*annexe III-4*), généralement en cours de journée mais pas au petit déjeuner car les personnes n'acceptaient pas de nous recevoir à leur domicile le matin. Enfin, un test hédonique de comparaison a été effectué en EHPAD entre trois arômes différents (*annexe III-4*) lors du petit déjeuner. Les résultats concernant les notes sur 4 et sur 10 ont été évalués par un test ANOVA à un facteur pour mesures répétées, via le logiciel NCSS 2000 (Statistical System for Windows, publié par Number Cruncher Statistical System, Kaysville, Utah, USA). Un test post hoc de Newman Keuls a été effectué lorsque les données se sont avérées être significatives ( $p < .05$ ).

## ii. Résultats

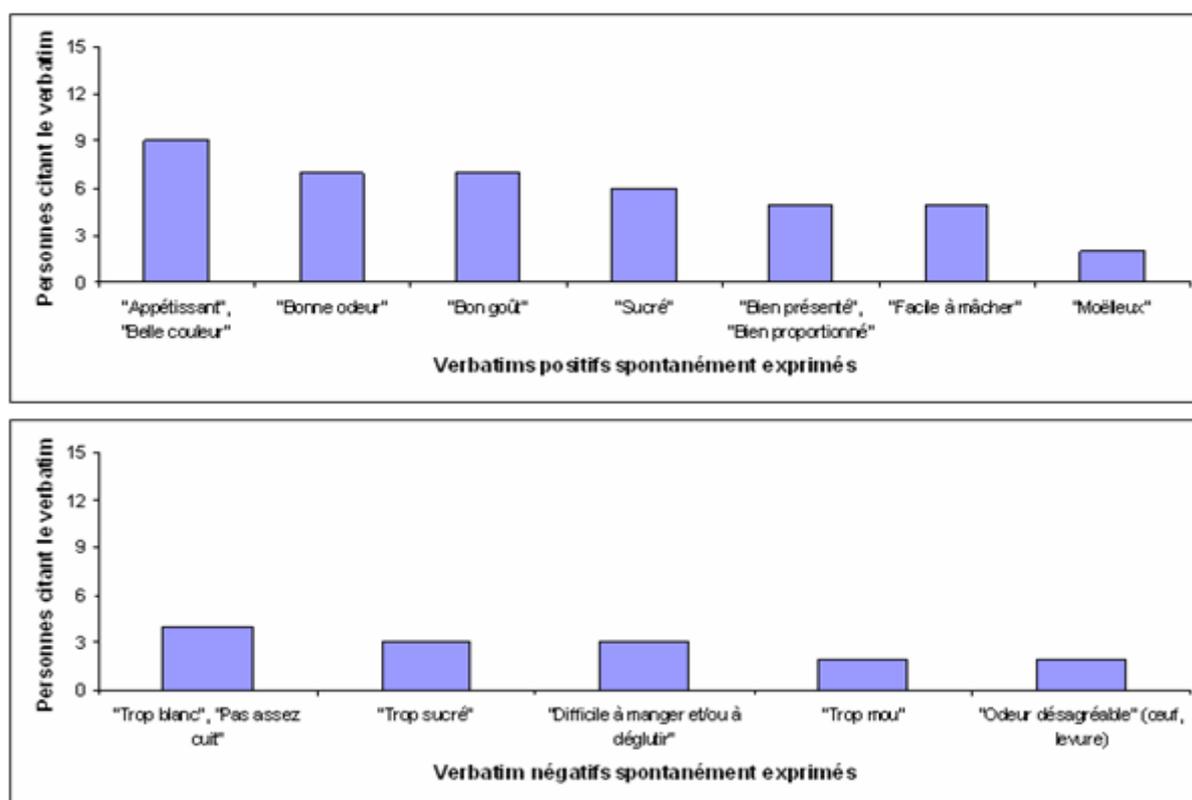
### 1) Tests sur un pain du commerce (*annexes III-1 et III-2*)

Tout d'abord, des pains du commerce (pain au lait « lait et miel » ; *La Fournée Dorée*) ont été testés afin de connaître les habitudes des personnes âgées vis-à-vis de ce type de produit. Nous avons souhaité connaître les préférences des personnes âgées pour la texture, le niveau de cuisson et connaître les qualificatifs donnés spontanément pour les produits présentés. Les questionnaires utilisés pour ces tests (*annexes III-1 et III-2*) ont été utilisés chez 15 personnes âgées hospitalisées pour une première partie et chez 11 personnes âgées hospitalisées pour une seconde partie. L'âge moyen de ces patients était de  $86.5 \pm 5.0$  ans (78-100 ans).

Les termes positifs et négatifs, spontanément donnés et les plus mentionnés par les personnes interrogées lors de la présentation des pains du commerce et lors de leur dégustation au moment du petit déjeuner sont retrouvés dans les graphiques de la *figure III-1*.

Les échelles représentent le nombre de réponses pour chaque terme spontanément évoqué par les personnes âgées. Les échelles sont donc différentes entre les graphiques de la *figure III-1* car les personnes interrogées n'ont pas données le même nombre de réponses.

**Figure III-1** : Nombre de verbatim spontanés positifs et négatifs sur les pains du commerce lors de leur présentation et de leur dégustation (n = 15).

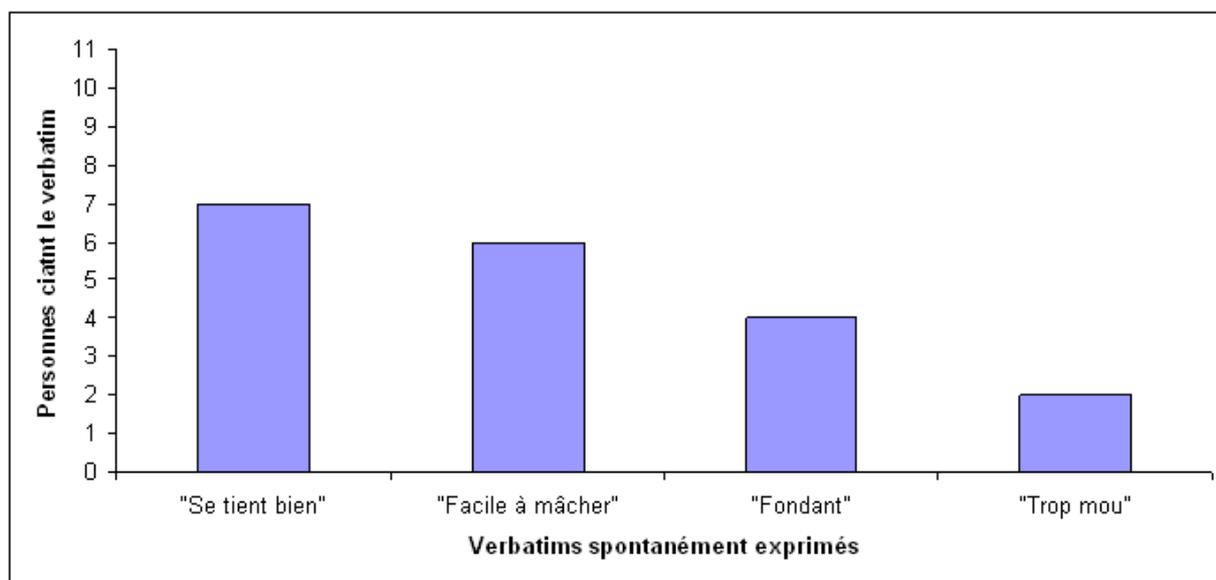


La première partie de ces tests, chez 15 personnes, a mis en avant que pour les verbatim positifs, près de 50% de la population trouvait que le produit testé avait un bon goût et une bonne odeur, et 60% le trouvait bien coloré. Pour les verbatim négatifs, il ressort que plus de 25% ne le trouvait pas assez cuit, 20% le trouvait trop sucré et difficile à déglutir ou trop mou. Un autre test a été mis en place (*Figure III-2*), toujours en unité de court séjour gériatrique, sur 11 personnes âgées afin de connaître les habitudes de consommation des ces personnes (beurrage, trempage...) ainsi que leur ressenti sur le produit suite à sa consommation.

Les échelles représentent le nombre de réponses pour chaque terme spontanément évoqué par les personnes âgées.

Parmi les personnes interrogées, 60% déclaraient tremper l'aliment solide consommé au petit déjeuner. Au cours du test, 91 % des personnes ont trouvé le produit facile à tartiner (9% jugé que le produit s'émiettait). Sept personnes ont déclaré que le produit se tenait correctement ( $\approx 65\%$ ) et deux personnes ont dit qu'elle le trouvait trop mou ( $\approx 18\%$ ). Ces valeurs peuvent paraître basse pour un « pain » mais il faut noter que celui-ci se rapproche plus d'un produit de viennoiserie de par son apparence, sa couleur et sa texture que d'un pain baguette.

**Figure III-2** : Nombre de verbatim positifs et négatifs donnés par les personnes interrogées sur un test de trempage des produits (n=11).



Cette première étude réalisée sur un petit effectif de patients des services de court séjour a permis d'affiner les caractéristiques des premiers prototypes de pain enrichi à produire pour les tests suivants. Les produits devaient au vu de ces résultats avoir un aspect doré sans être trop cuit, avoir une texture et un niveau de cuisson adaptés pour faciliter la mastication des

personnes porteuses de prothèses dentaires ou des personnes édentées. La tenue au trempage (décrite via les verbatim « trop mou » et « difficile à manger »), s'est avérée également importante. Enfin, l'odeur et le parfum étaient également des points importants, en particulier l'absence d'odeur rappelant la levure.

Suite à ces premiers tests, les premiers pains enrichis ont été développés avec uniquement un enrichissement protéique à hauteur d'environ 12g par unité (*Figure III-3*) et soumis aux appréciations de personnes âgées (appréciation globale, aspect extérieur, taille...).

Cet enrichissement protéique n'a pas été définitif à ce moment de l'étude car l'industriel recherchait encore la bonne formule et les bonnes matières premières.

***Figure III-3*** : Pain enrichi développé pour l'étude.



## **2) Tests sur les premiers prototypes de pains enrichis développés, arôme neutre (*annexe III-3*)**

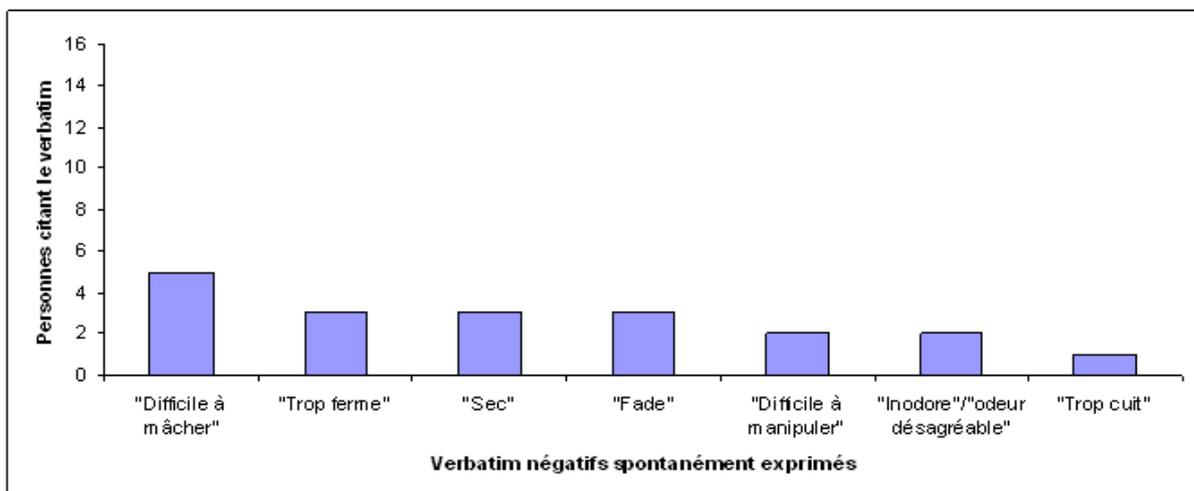
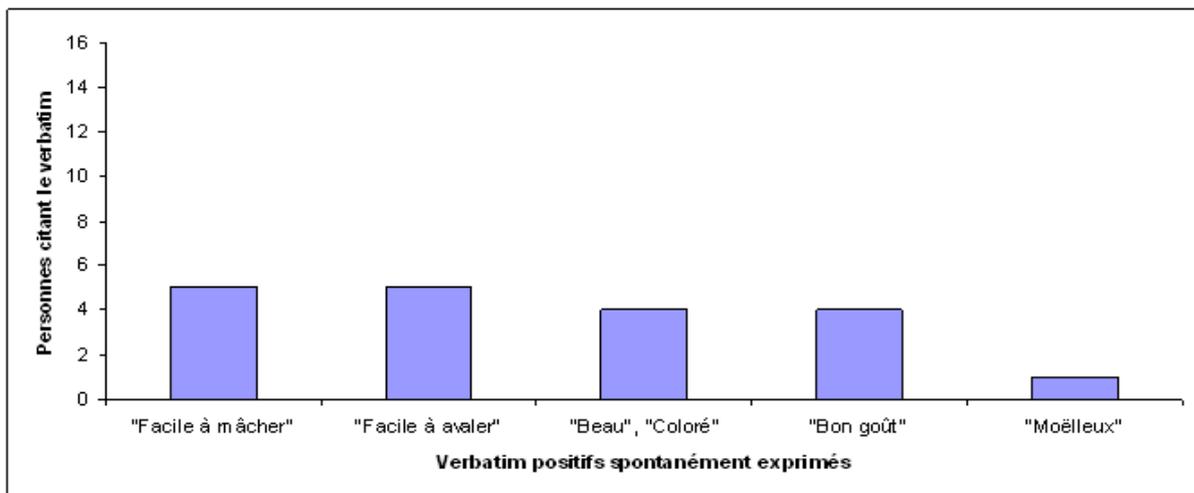
Ces tests ont été réalisés chez 16 personnes (8 en EHPAD et 8 au CHU), le matin au petit déjeuner, en une seule fois. Le niveau de faim des personnes interrogées a été relevé (*Figure III-4*). Plus de 25% des personnes interrogées ont déclaré ne pas avoir faim, ce qui nous a semblé surprenant au vu de la longueur du jeûne nocturne connue dans les établissements hospitaliers et les EHPAD. La moyenne d'âge de ce groupe était de  $86.1 \pm 6.4$  ans. Un questionnaire spécifique (*annexe III-3*) a été utilisé pour ces tests (*Figure III-5*). Les

échelles représentent le nombre de réponses pour chaque terme spontanément évoqué par les personnes âgées.

**Figure III-4** : Qualificatifs spontanés de l'état de faim des personnes interrogées avant consommation du pain enrichi (n=16).



**Figure III-5** : Verbatim spontanément employés par les personnes âgées interrogées sur le pain enrichi (n=16).



Selon les déclarations des personnes participantes, il ressort que les termes « facile à mâcher » et « difficile à mâcher » obtiennent le même nombre de réponses. Le fait que le pain ait « bon goût » obtient quatre réponses, puis des termes négatifs tels que « trop ferme », « fade », « sec » etc. apparaissent. Nous avons noté que les verbatim étaient variés et que les avis n'étaient pas convergents vers une seule et même idée.

La taille du pain enrichi (65 grammes) a été jugée convenable par les personnes interrogées bien que les portions disponibles dans le commerce soient de l'ordre de 35 grammes.

L'ensemble de ces tests a permis de valider la facilité à tartiner et à tremper des prototypes. A l'issue de ces tests, des améliorations restaient encore à apporter sur le volet texture (facilité à mâcher) afin de ne plus avoir de formation de boules de mie en bouche.

La note d'appréciation générale du pain enrichi était à ce moment précis de l'étude de  $7.3 \pm 1.7$  points (sur 10).

En parallèle de l'amélioration de texture, des aromatisations ont été développées à partir de ce moment et incorporées aux produits afin de couvrir le goût apporté par l'adjonction de protéines.

### **3) Tests avec des pains enrichis aromatisés (annexes III-3 et III-4)**

De nouveaux tests ont donc été effectués afin de connaître les préférences des personnes âgées concernant la texture et l'aromatisation des produits. Le pain neutre a été abandonné par choix à ce moment au profit de ceux aromatisés.

A partir de cette période, le pain enrichi contenait la formulation protéique, vitaminique et minérale finale (**Tableau III-1**). Le produit devait, comme mentionné précédemment, se rapprocher en termes de composition et d'enrichissement d'un CNO distribué de façon courante en milieu hospitalier. Nous avons donc choisi un produit de forme liquide lactée, couramment distribué, qui nous a servi de base à l'enrichissement de ce pain. Ce produit était conditionné en « briquette » cartonnée d'une contenance de 200 mL. La composition de ce CNO est donnée dans le **Tableau III-1** ci-après.

Il faut noter que certains éléments ont été apportés dans le pain enrichi en plus grande quantité à notre demande que dans le CNO choisi car nous avons estimé que ces éléments étaient importants pour la personne âgée comme le calcium (1.4 fois plus), les vitamines B<sub>1</sub> (1.3 fois plus), B<sub>2</sub> (1.6 fois plus), B<sub>6</sub> (2.5 fois plus), B<sub>9</sub> (2.5 fois plus), B<sub>12</sub> (7 fois plus), D (5 fois plus) et le sélénium (2 fois plus) au vu des carences constatées couramment en EHPAD (Sobotka et al, 2009 ; Pauly et al, 2007).

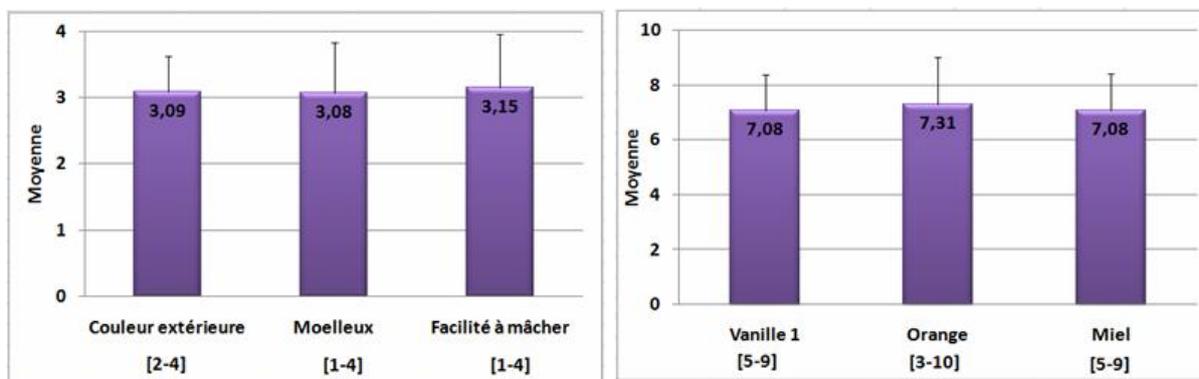
**Tableau III-1** : Composition du CNO choisi pour l'étude clinique ainsi que du pain enrichi développé.

		<b>Pain Senior (par portion)</b>	<b>Complément Nutritionnel Oral (par portion)</b>
Energie	kcal	205,0	200,0
	kJ	861,0	846,0
Protéines (g)		12,2	14,0
Glucides (g)		21,6	23,6
Dont sucres simples (g)		5,3	5,6
Lipides (g)		7,7	5,6
Dont saturés (g)		2,0	1,0
Fibres (g)		3,9	4,0
Sodium (mg)		0,3	0,1
Calcium (mg)		340,0	250,0
Fer (mg)		2,5	2,8
Magnésium (mg)		50,0	50,0
Phosphore (mg)		120,0	160,0
Vitamine B <sub>1</sub> (mg)		0,4	0,3
Vitamine B <sub>2</sub> (mg)		0,5	0,3
Vitamine B <sub>6</sub> (mg)		1,0	0,4
Vitamine B <sub>9</sub> (µg)		100,0	40,0
Vitamine B <sub>12</sub> (µg)		1,4	0,2
Vitamine D (µg)		5,0	1,0
Sélénium (µg)		23,0	12,0

Trois arômes ont ainsi été testés (orange, vanille, miel). Ces aromatisations ont permis de masquer un goût potentiellement détectable par les personnes âgées consommant les produits. Le pain enrichi aromatisé a été présenté aux personnes sur un plateau (un arôme par jour). Un questionnaire identique à l'étude précédente a été soumis (*Annexe-III-4*), au moment du petit déjeuner, associé à une échelle hédonique en cinq points évaluant le goût chez 13 résidents d'EHPAD (âge 80.1±10.3 ans).

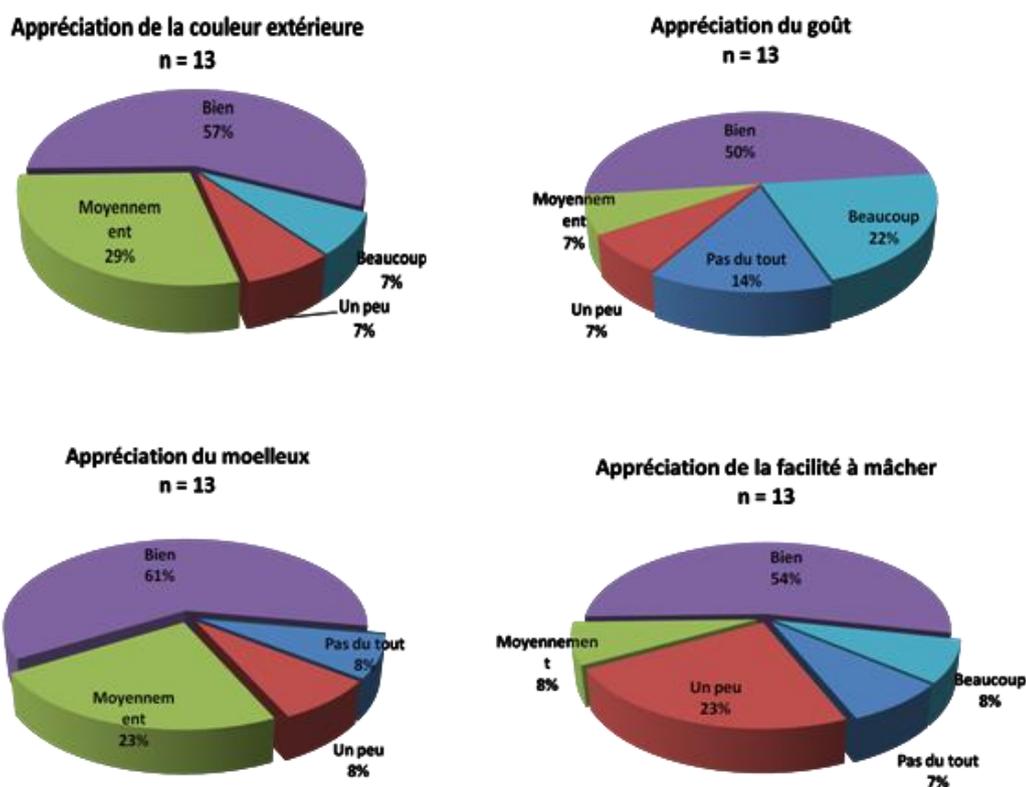
Dans un premier temps, de manière à améliorer la facilité à mâcher du pain enrichi, des évaluations globales sur le pain enrichi ont été demandées à des personnes vivant en EHPAD. Pour les trois paramètres (couleur extérieure, moelleux, facilité à mâcher), les notes ont été en moyenne supérieures à trois points sur quatre (*Figure III-6*). Les notes ont été supérieures à celles obtenues auparavant avec le pain enrichi arôme neutre mais sans différence significative; une amélioration notable a été obtenue sur la facilité à mâcher le pain aromatisé. Les trois arômes ont ensuite été évalués par une note allant de 0 à 10 (*Figure III-6*).

**Figure III-6** : Evaluation de 13 résidents d’EHPAD pour la couleur extérieure, le moelleux, la facilité à mâcher (note sur 4 points) et notation des trois arômes proposés (note sur 10 points).



Une note a également été demandée pour qualifier chaque paramètre (moelleux, couleur extérieure, goût et facilité à mâcher) et les résultats sont visibles dans la **Figure III-7** ci-après.

**Figure III-7** : Répartition des appréciations sur la couleur extérieure, le goût, le moelleux et la facilité à mâcher (n = 13).



Après les tests en EHPAD, une nouvelle série de tests a été réalisée à domicile, sur des personnes âgées en moyenne de  $80.9 \pm 8,9$  ans, de manière à améliorer la facilité à mâcher du pain enrichi. Pour les trois paramètres (couleur extérieure, moelleux, facilité à mâcher), les notes ont été en moyenne supérieures à trois points sur quatre comme avec les résidents d'EHPAD (valeurs non montrées). Les notes ont été supérieures mais non significatives à celles obtenues avec les pains enrichis arôme neutre. Les trois arômes ont ensuite été évalués par une note allant de 0 à 10. Les résultats sont similaires à ceux des résidents d'EHPAD et ne sont donc pas présentés.

Les aromatisations du pain enrichi ont permis de « couvrir le goût » des protéines ajoutées au produit. De plus, la variété des arômes a été instaurée pour permettre au final un choix plus large aux personnes âgées et éviter ainsi l'apparition de phénomènes de lassitude lors de consommation prolongée.

A l'issue de cette première phase de tests, des améliorations concernant les aspects couleur extérieure, moelleux et facilité à mâcher ont été obtenus. Des tests supplémentaires avec des augmentations d'effectifs ont été réalisés par la suite pour confirmer les résultats et continuer le travail d'aromatisation.

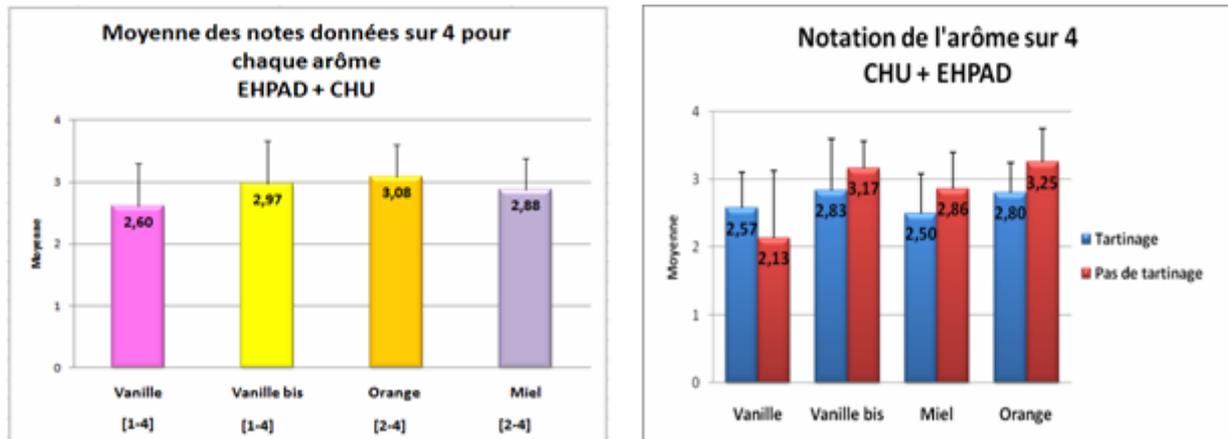
A ce moment de l'étude, un quatrième arôme est apparu suite à quelques remarques concernant l'arôme vanille qui semblait trop prononcé. Ce nouvel arôme est une combinaison aromatique moins prononcée de l'arôme vanille de départ et qui a été nommée « vanille bis ». Une évaluation, à l'aide d'échelles hédoniques a été utilisée pour noter la préférence aromatique et l'aspect général du pain enrichi (*Figure III-8 et III-9*) chez 31 personnes vivant en EHPAD et chez 6 personnes séjournant au CHU (âge moyen :  $82.2 \pm 9.4$  ans).

Les 31 résidents d'EHPAD ainsi que les 6 patients du CHU ont réalisé un total de 68 tests différents sur des pains enrichis et ont attribué une note de 0 à 4 pour chaque arôme testé au cours de la journée (lors du goûter) puis au petit déjeuner, en fonction du type de consommation, de la facilité à tartiner une matière grasse et/ou de la confiture (*Figure III-8*). Enfin chaque personne a évalué l'aspect général (texture, goût, arôme...) de chaque pain enrichi en fonction des arômes par une note de 0 à 10 au cours de la journée (lors du goûter) puis au petit déjeuner, en fonction du type de consommation, de la facilité à tartiner une matière grasse et/ou de la confiture (*Figure III-9*).

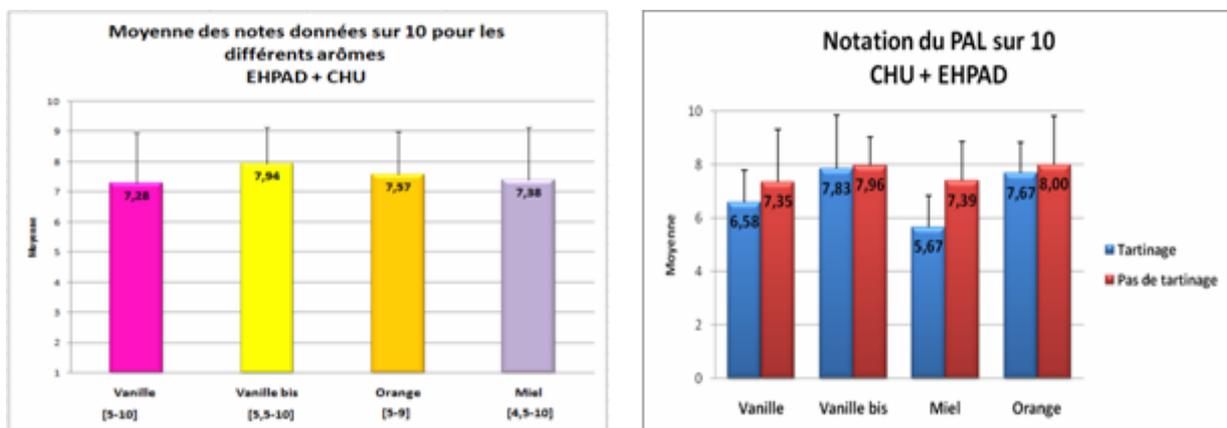
A l'issue des tests, les notes attribuées au pain enrichi ont été jugées très acceptables avec une note moyenne globale de plus de 7/10. Parmi la population testée, environ 30 % des personnes

interrogées tartinaient leur pain et 70 % ne le tartinaient pas avec des notes similaires attribuées dans les deux groupes.

**Figure III-8 :** Notes attribuées (/4) pour les arômes du pain enrichi en consommation simple au goûter puis avec ou sans application de matière grasse et/ou de confiture au petit déjeuner (n=37).



**Figure III-9:** Notes attribuées (/10) pour l'aspect général du pain enrichi après consommation simple au goûter puis avec ou sans application de matière grasse et/ou de confiture au petit déjeuner (n=37).



Ces tests ont également été réalisés chez 25 personnes au domicile (âge moyen : 84,6 ± 6,9 ans). Ces 25 personnes ont réalisé 45 tests où ils ont attribué une note de 0 à 4 pour chaque arôme testé. Puis chaque personne a évalué l'aspect général sur 10 points (texture, goût, arôme...) de chaque pain enrichi en fonction des arômes. Les résultats se sont avérés identiques et non différents des tests réalisés sur les résidents d'EHPAD et du CHU et ne sont donc pas présentés. Les tests sur les pains enrichis, qu'ils soient réalisés le matin au petit

déjeuner ou l'après-midi au goûter donne des résultats similaires ce qui montre que ce produit peut être consommé à tous moments de la journée sans être apprécié différemment.

L'ensemble de ces tests a permis de progresser dans le développement du produit souhaité, et notamment d'éliminer un arôme, vanille 1 qui, malgré des notes convenables, était associé à des commentaires plutôt négatifs de la part des personnes interrogées. Trois arômes, vanille bis, orange et miel, arômes appréciés et variés dont les notes ont été concluantes et correspondant aux objectifs fixés, ont été retenus pour la réalisation de l'étude clinique. Néanmoins, ces tests restaient des tests de consommation réalisés ponctuellement. Il a donc été nécessaire de réaliser une pré-étude clinique (étude de lassitude) afin de s'assurer d'une acceptation des produits sur le moyen terme (75 jours).

## **B. Pré étude clinique : Etude lassitude**

La finalité de cette étude était de s'assurer que le pain enrichi obtenu à l'issu des tests sensoriels était acceptable à la consommation sur le moyen terme en EHPAD (absence de lassitude). Mais aussi constaté si les trois arômes étaient consommés de façon identique ou si de nouvelles formulations devaient être nécessaires.

### **1) Matériel et méthode**

Cette étape a permis d'analyser l'acceptation du produit et a été effectuée chez 40 sujets de plus de 75 ans, recrutés dans deux établissements de l'agglomération dijonnaise.

Ils ont consommé le produit durant 75 jours (11 semaines) sans aucune autre mesure à l'exception du relevé du poids en début et fin d'étude. Les arômes des pains enrichis, au nombre de trois (vanille, orange et miel) changeaient toutes les semaines afin d'obtenir une variété et d'être au plus proche des conditions de consommation de l'étude clinique. Une évaluation hédonique des pains enrichis consommés en début d'étude a été réalisée à l'aide d'une échelle en 10 points pour deux arômes, vanille et miel ; l'arôme orange étant plébiscité par la population âgée, il n'a pas été réévalué dans cette étude car nous avons émis l'hypothèse qu'il n'y aurait pas de lassitude sur ce produit.

Le pain enrichi a été proposé en remplacement des produits céréaliers solides habituellement consommés le matin au petit déjeuner (pain blanc, biscottes...) par les résidents des EHPAD choisis. Ceux-ci n'ont pas goûté le produit avant le début de l'étude. Le pain était distribué par le personnel hôtelier de l'établissement et les résidents étaient informés qu'ils pouvaient consommer la quantité de pain dont ils avaient envie. Lors du retrait des plateaux du petit-déjeuner, le personnel hôtelier notait sur un tableau de relevé semi quantitatif la quantité de pain réellement consommée par les résidents. Aucune mesure de pesée alimentaire n'a été effectuée durant ce suivi.

## 2) Résultats

Les caractéristiques des résidents participants sont listées dans le **Tableau III-2**. Au total, 40 personnes âgées ont été recrutées (âge moyen :  $88.2 \pm 5.7$  ans) pour consommer durant 11 semaines un pain enrichi au moment du petit déjeuner.

**Tableau III-2** : Caractéristiques initiales des résidents inclus dans la pré-étude lassitude.

n	40
Hommes/Femmes	5 / 35
âge	88,2±5,7
Score MNA dépistage (/14)	7,4±2,4
Score MNA Global (/30)	18,5±3,8
Score MMSE (/30)	22,3±5,1
poids moyen à J0 (kg)	54,5±12,0
IMC moyen à J0 (kg/m <sup>2</sup> )	23,7±5,2

Sur les 40 résidents inclus, 30 ont réalisé l'étude en totalité (arrêt pour décès, aggravation pathologique ou de l'état général etc.) (**Tableau III-3**).

**Tableau III-3** : Caractéristique des 30 résidents ayant terminé la pré-étude lassitude.

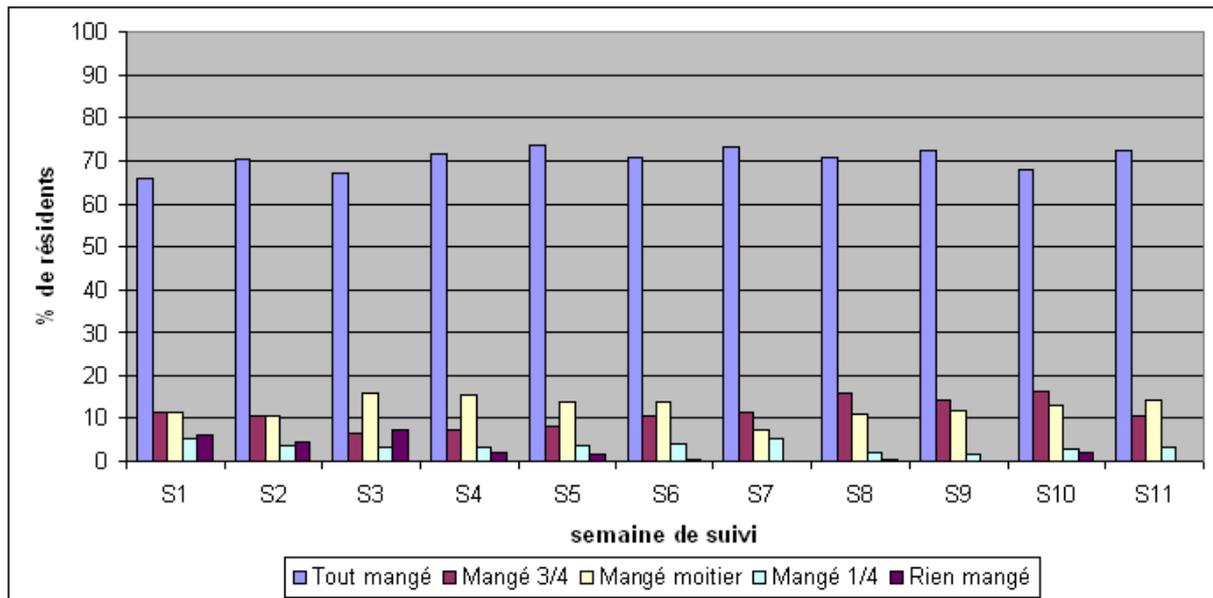
	J 1	J 75	p
n	30		
Homme/Femme	4 / 26		
Age	87,6 ± 6,2		
Poids (kg)	53,9 ± 11,9	54,4 ± 11,4	0,20
Taille (m)	1,52 ± 0,11		
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,3 ± 4,8	23,3 ± 5,0	0,28
CM (cm)	28,9 ± 4,3		
CB (cm)	25,0 ± 4,2		
Médication	7,7 ± 2,4		
Score MNA Depistage (/14)	7,3 ± 2,5		
Score MNA Global (/30)	18,2 ± 4,1		
Score MMSE (/30)	21,4 ± 5,2		

L'évolution du poids et de l'IMC durant ce suivi n'a pas été significative ( $p > .20$  pour chaque critère).

Les notes attribuées au pain enrichi ont été de  $7,6 \pm 1,9$  points pour l'arôme vanille et  $8,2 \pm 1,2$  points pour l'arôme miel sans différence entre ces valeurs ( $p > .05$ ). Cette mesure n'a pas été répétée en fin d'étude. Les quantités consommées de pain enrichi ont été représentées dans la **Figure III-10**. Il est intéressant de remarquer qu'en moyenne le produit a été consommé à plus de 50% par plus de 90% des sujets sur l'ensemble du suivi ; seul 10% de la population

étudiée a mangé moins de la moitié du produit. Les arômes n’ont donc pas été réévalués en fin d’étude.

**Figure III-10** : pourcentage de consommation du pain enrichi sur les 11 semaines de suivi, n=30.



Cette étude n’a pas mis en évidence d’effet lassitude du produit conçu. La consommation du pain enrichi a été très satisfaisante tout au long de l’étude. Nous avons rencontré quelques soucis avec le personnel de ces EHPAD pour le relevé des consommations de pain, en particulier les week-ends durant lesquels les pains étaient distribués mais où les relevés semi-quantitatifs n’étaient que rarement réalisés; la consommation a cependant été maintenue. (**Figure III-10**).

Sur le plan logistique, l’organisation générale a consisté à effectuer une livraison de pains enrichis une fois par semaine dans les EHPAD et en laissant la distribution et le relevé de consommation à la charge du personnel en place. Ceci a permis d’impliquer et de valoriser fortement le personnel hôtelier au moment du petit déjeuner. L’accompagnement en début d’étude et les rendus réguliers du personnel lors du relevé des fiches semi quantitatives ont également permis de mettre en place une formation plus adaptée, en particulier sur le relevé des quantités consommées pour l’étude clinique à venir.

Les pains enrichis étaient livrés en sachets hermétiques et refermables de huit unités ce qui permettait au produit de ne pas sécher ou se modifier durant la semaine. Il n’y a pas eu de

changement de texture par exemple sur ces produits durant leur conservation. Ils n'ont donc pas été plus mous ou plus secs que ceux distribués en début de semaine. Ils étaient également vaporisés avec de l'alcool alimentaire pour leur assurer une meilleure conservation. Les pains distribués le samedi (premier jour avec les nouveaux pains enrichis) étaient donc les mêmes que ceux distribués le vendredi matin (dernier jour de distribution avant le réapprovisionnement). Des échantillons de chaque production hebdomadaire ont été conservés par l'industriel afin de s'assurer du maintien des qualités des pains enrichis.

Une étude clinique a donc été mise en place sur un échantillon de population plus important et sur une durée de trois mois consécutifs.

## **C. Etude clinique en Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes (EHPAD)**

### ***1) Sujets***

Pour pouvoir participer à cette étude, les résidents devaient avoir plus de 70 ans, être capables de se nourrir sans aide, et présenter soit un MNA inférieur à 23.5 points (*Annexe-1*) ou une perte de poids - d'après les critères de la HAS - depuis 6 mois ou une valeur de TTR inférieure à 0.2 g/L. Afin de pouvoir valider certaines données - valeur hédonique des produits par exemple - un score minimum de 22 points au test du MMSE était requis.

Les personnes étaient exclues si elles présentaient un pronostic vital engagé dans les 6 mois ou si elles présentaient des troubles de la déglutition rendant impossible la consommation des produits distribués.

Le comité de protection des personnes Est-I a approuvé cette étude en octobre 2009 et tous les participants ont reçu une note d'information et ont donné leur consentement écrit afin de participer à cette étude.

### ***2) Conception de l'étude***

Afin de réaliser ce travail, il a été nécessaire de mener un recrutement au sein de plusieurs EHPAD de Dijon et de sa région. Au total, ce sont huit établissements qui ont accepté de participer et qui ont sollicité et sélectionné leurs résidents en fonction des critères d'inclusion. Les établissements sélectionnés se sont répartis pour quatre d'entre eux au sein même de l'agglomération dijonnaise et pour les quatre suivants dans un rayon de 30 km autour de Dijon.

Cette étude a été randomisée et contrôlée. Durant celle-ci, les personnes participantes ont été réparties en trois groupes d'étude. Chaque établissement devait fournir des résidents pour les trois groupes d'études mais si cela était impossible, les établissements devaient pourvoir des résidents dans au moins deux des trois groupes d'études afin d'assurer une homogénéité entre établissement. Les effectifs au sein des EHPAD choisis n'ont pas été similaires.

Les résidents du premier groupe, le « groupe pain » GP, avaient à leur disposition, le matin au petit déjeuner le pain enrichi développé pour l'étude. Trois aromatisations différentes, vanille, orange et miel ont été utilisées sur un cycle de trois semaines. Les résidents composant le second groupe, le « groupe supplémenté » GS, avaient à leur disposition un CNO le matin au petit-déjeuner. S'ils le souhaitaient, une tranche de 15 g de pain ou une biscotte de 7 g pouvait

leur être donnée. Trois aromatisations différentes, vanille, café, fruits des bois ont également été utilisées sur un cycle de trois semaines. Enfin, les résidents du troisième groupe ont constitué le « groupe contrôle » GC et ont gardé leur petit déjeuner habituel.

Le pain enrichi ainsi que le CNO ont été proposés chaque matin, durant trois mois, au petit déjeuner en remplacement du produit céréalier habituellement consommé (pain, biscotte etc.). Le petit déjeuner habituel était composé d'une boisson chaude, thé ou café (300 mL), servie avec ou sans lait, d'un produit céréalier (pain, biscottes), de beurre et de confiture selon le souhait des résidents. Ce type de petit déjeuner apportait en moyenne entre 350 et 400 kcal s'il était consommé intégralement. La consommation du pain enrichi à la place du produit céréalier permettait de faire évoluer en moyenne le petit déjeuner à environ 480 kcal. Enfin, la consommation du CNO en remplacement du produit céréalier faisait évoluer les apports matinaux à environ 400 kcal, soit un peu moins que les personnes du GP car l'ajout de beurre et confiture n'était pas possible dans le même ordre de grandeur pour ce groupe. En effet, les personnes composant le GS avaient la possibilité de consommer une fine tranche de pain afin d'avoir un support solide au cours de leur petit déjeuner.

Chaque produit testé a été mesuré quotidiennement grâce au personnel de chaque EHPAD qui a été formé à cette tâche. Les personnes débarrassant les plateaux de petit déjeuner relevaient les quantités restantes et appréciaient de manière semi-quantitative les quantités consommées via une échelle en 5 points (tout consommé, consommé  $\frac{3}{4}$ , consommé  $\frac{1}{2}$ , consommé  $\frac{1}{4}$ , rien consommé). En ce qui concerne le CNO, les briquettes étaient récupérées par le personnel à l'issue du petit déjeuner et étaient pesées afin de déterminer les quantités consommées par différence de poids. Pour les résidents du groupe contrôle, les aliments consommés étaient rapportés sur une fiche de relevé semi-quantitatif.

Il faut noter que le GS était essentiellement composé de résidents déjà sous CNO avant le début de l'étude. En effet, il a été plus aisé de recruter des personnes consommant ou ayant déjà consommé ce genre de produit plutôt que de le proposer à des personnes ne le connaissant pas. Nous avons également essuyé des refus lorsqu'il était évoqué le fait de remplacer le pain du petit déjeuner par un CNO liquide.

*Mesure des apports nutritionnels* : les apports énergétiques ont été relevés par quantification des ingesta à tous les repas sur une période de trois jours consécutifs au début de la consommation du pain et du CNO : commencement de l'étude (résumé sous le terme J1), après un mois (résumé sous le terme J30) et à la fin des trois mois d'étude (résumé sous le terme J90). Ces relevés ont permis de mesurer l'impact et l'évolution des consommations à

l'introduction d'un produit supplémenté. Les aliments servis étaient pesés avant et après chaque repas afin de déterminer par différence de poids la quantité consommée. Les valeurs relevées étaient ensuite codées grâce au logiciel nutritionnel Bilnut (S.C.D.A. Nutrisoft, Cerelles, France) permettant de déterminer les apports caloriques journaliers et par repas (petit-déjeuner, déjeuner, collation, dîner) ainsi que les apports journaliers glucidiques, lipidiques et protéiques. L'évaluation de la note hédonique a été obtenue pour le pain (quel que soit son aromatisation) et le CNO consommé (quel que soit son parfum également) pour chaque groupe, respectivement, à l'aide d'une note allant de 0 à 10. La personne interrogée devait indiquer la note qui correspondait au plaisir gustatif ressenti lors de la consommation des produits. Ces mesures ont été réalisées au début du suivi J1, et à la fin de l'étude J90.

*Mesures anthropométriques* : les mesures anthropométriques ont regroupé la mesure de la taille et le relevé du poids, la mesure des plis cutanés bicipitaux et tricipitaux, la mesure des circonférences du bras ainsi que du mollet et enfin la détermination de la masse maigre, de la masse grasse et de l'eau extracellulaire de chaque individu grâce à une impédancemétrie.

La mesure de la taille a été effectuée au début de l'étude à l'aide de l'équation de Chumléa (Chumléa et al, 1985). Une toise pédiatrique était utilisée pour déterminer la distance talon genou nécessaire à la détermination de la taille. Les mesures du poids ont été réalisées à l'aide d'une balance électronique (SECA, France ;  $140 \pm 0.1$  kg). L'ensemble de ces données a permis de calculer l'IMC. Les plis cutanés bicipitaux et tricipitaux ont été réalisés à trois reprises avant la consommation des produits testés (résumé sous le terme J0), à J30 et à J90 à l'aide d'une pince à pli cutané par le même observateur à chaque période. La prise de mesure des circonférences a été réalisée trois fois également (J0, J30 et J90) à l'aide d'un mètre ruban par le même observateur à chaque période. La mesure de la composition corporelle a été réalisée par impédancemétrie, technique non invasive utilisant la résistance des tissus biologiques par l'envoi d'un courant sinusoïdal de faible intensité et de haute fréquence par le même observateur à chaque période. Cela permettait de définir la répartition corporelle selon la masse grasse, la masse maigre et la masse musculaire par soustraction de l'eau extracellulaire. Cette impédancemétrie a été réalisée à J0 et à J90 à l'aide d'un impédancemètre multifréquences Nutri Plus, Data-input GmbH, Darmstadt, Allemagne.

*Statut fonctionnel* : l'évaluation de l'autonomie a été faite grâce aux questionnaires de l'ADL, de l'IADL et au SPPB juste avant le début de l'étude J0 et J90. La force de préhension a été

mesurée à l'aide d'un dynamomètre à main à J0 et J90 également par le même observateur à chaque période.

Questionnaires : la GDS a été relevée au début et au terme du suivi afin de voir si un effet sur l'état de dépression des participants était constaté. Le statut cognitif a été relevé via le MMSE au début de l'étude afin de s'assurer des capacités cognitives des résidents inclus. Enfin, le score d'évaluation de l'état nutritionnel des participants a été évalué à J0, J30 et J90 à l'aide du MNA qui a été complété par les bilans sanguins ci après.

Paramètres sanguins : afin de mesurer l'évolution du statut nutritionnel, des échantillons sanguins ont été relevés à J0 et J90 par un laboratoire indépendant dans les EHPAD participants. Ces prélèvements étaient effectués le matin avant 08h00, à jeun.

Les valeurs d'albumine, de TTR, de CRP, d'homocystéine, de vitamines B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub>, B<sub>12</sub> et D ainsi que de sélénium ont été relevés.

En plus de ces bilans, un dosage de TTR a été effectué à J30 afin de constater si un effet de renutrition précoce était détecté.

Analyses statistiques : l'évolution de tous les paramètres à l'exception du MMSE a été testée par analyses de variance pour mesures répétées (ANOVA) avec comme effets fixes le groupe, la période de mesure et les participants en effet aléatoire. L'analyse statistique a été réalisée en utilisant le logiciel SPSS 12.0.1. L'analyse statistique des scores MMSE a été réalisée avec un test t de Student avec le groupe comme effet fixe et les participants comme effet aléatoire. Seules les personnes ayant consommées plus de 50% des produits (pain enrichi ou CNO) au cours de l'étude ont été retenues pour l'analyse statistique. Ce seuil a été défini en fin d'étude afin de conserver les personnes ayant consommées le plus de produit et donc celles étant susceptibles de montrer des effets au niveau des paramètres mesurés. Toutes les données présentées sont sous forme de moyenne  $\pm$  écart-type ( $\pm$  SD). Le seuil de significativité a été établi pour  $p < .05$  suivi d'un test *post hoc* de Tukey. Les analyses de variation intragroupe ont été effectuées à l'aide de tests t de Student.

Les analyses que nous avons menées ne suivent pas une loi normale. Etant donné que notre appareil de mesure est l'homme, la distribution ne suit en général pas une loi normale. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les analyses utilisées actuellement en physiologie humaine et comportementale ne sont pas des ANOVA stricto sensu mais des modèles linéaires

généralisés. Ces derniers, appelés par « abus de langage » et au niveau scientifique largement approuvées comme des ANOVA peuvent utiliser des matrices n'étant pas distribuées « idéalement ».

### 3) Résultats

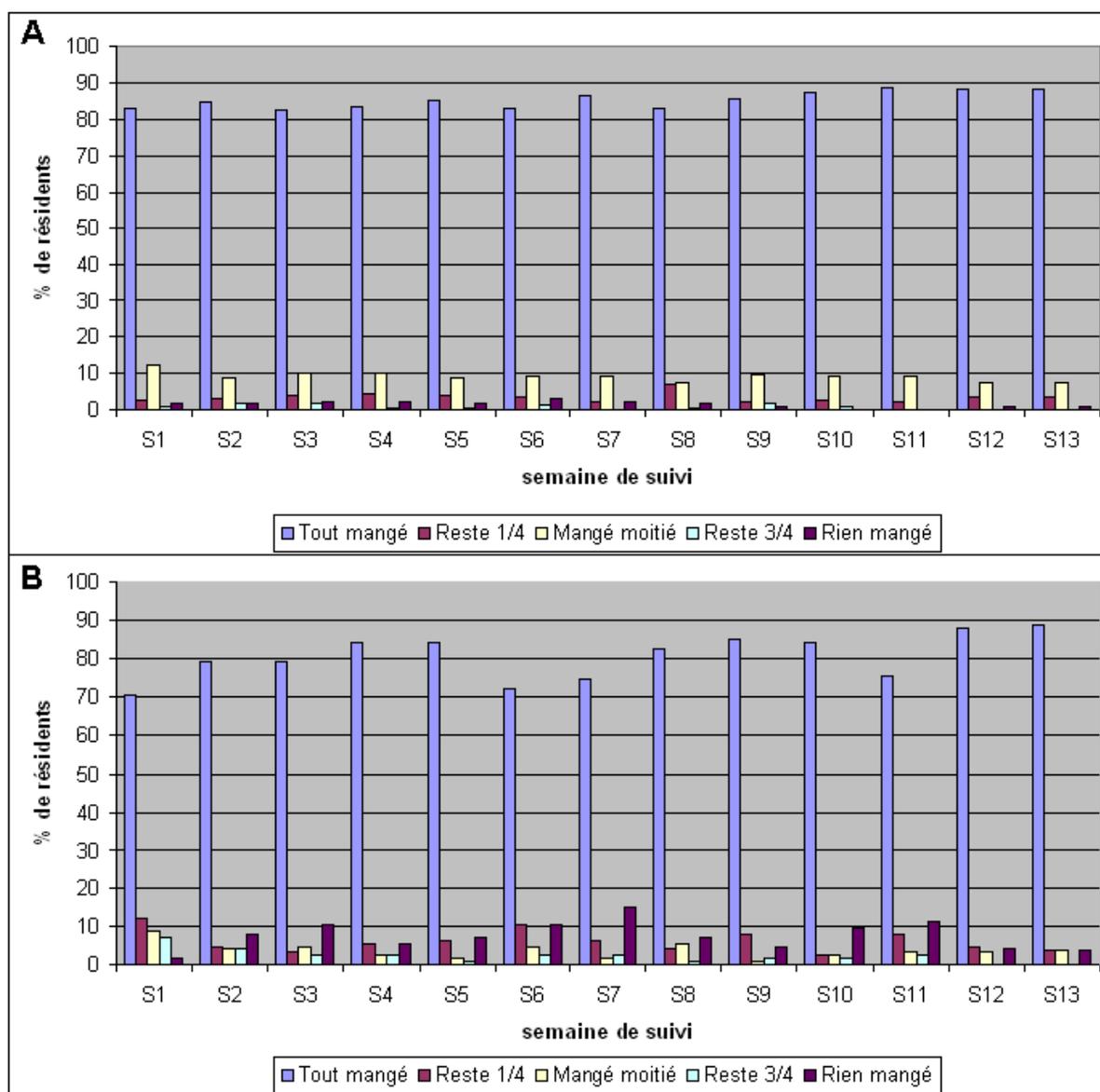
Ce sont au total cent six résidents d'EHPAD qui ont été recruté pour participer à cette étude clinique. Les données recueillies chez quatre-vingt douze d'entre eux ont été conservées à l'issue de l'étude (1 décès, 13 abandons). Au final, ce sont 86 résidents à risque de dénutrition dont les données étaient complètes et exploitables qui ont été analysés (**Tableau III-4**). Ce groupe était composé de 65 femmes et 21 hommes ayant une moyenne d'âge de 86.7±7.3 ans (de 70 à 100 ans). L'âge au début du suivi ainsi que le poids et le statut cognitif n'étaient pas différent entre les trois groupes d'étude ( $p>.05$ ). Il faut noter que le GS était essentiellement composé de résidents déjà sous CNO avant le commencement de l'étude. Ces personnes présentaient de ce fait un score MNA plus faible que les autres groupes ( $p=.007$ ), ainsi qu'une ADL plus faible que le GC ( $p=.009$ ).

**Tableau III-4** : Comparaison des trois groupes d'étude à J0.

	PAIN	CNO	TEMOIN
	n = 35 (11H / 24F)	n = 18 (1H/ 17F)	n = 33(10H / 23F)
<b>Age (année)</b>	84,3±7,4	88,7±7,7	87,4±7,2
<b>Poids (kg)</b>	68.6±17,2	58.0±20,3	64.2±13,8
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	29.03±6,94	26.04±7,62	28.09±5,51
<b>MMSE (/30)</b>	19,7±6,7	19,6±4,7	19,4±6,0
<b>MNA (/30)</b>	21.9±3,1 <b>ab</b>	19.7±3,4 <b>b</b>	23.1±2,9 <b>a</b>

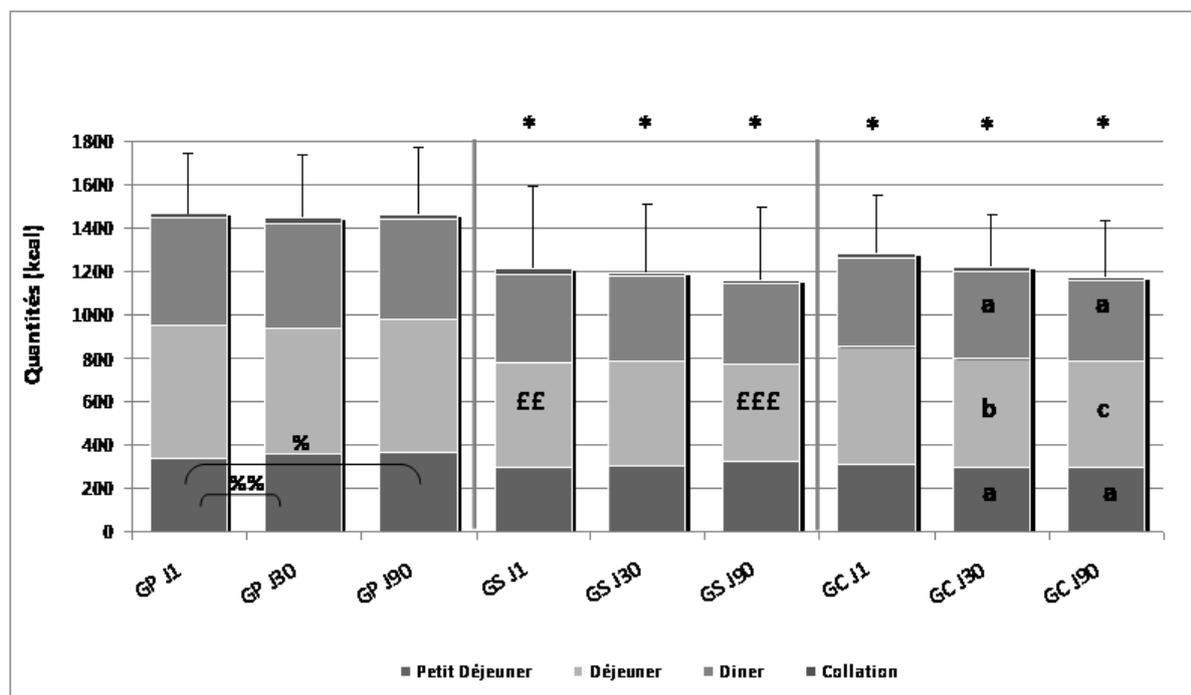
Apports nutritionnels : plus de 90% des personnes composant les groupes GP et GS ont eu une consommation supérieure à 50% des produits distribués (**Figure III-11**). Cette donnée n'était pas différente entre les groupes ( $p>.05$ ).

**Figure III-11** : Consommation du pain (A) et du CNO distribués (B) au cours de l'étude.



Durant l'étude (**Figure III-12**), les apports énergétiques journaliers des personnes du GP sont restés stables et au dessus de 1400 kcal pour chacune des trois périodes de mesure. Les apports du groupe GP étaient significativement différents des autres groupes durant ce suivi ( $p < .001$  pour chaque période de mesure). Le GP n'a pas montré d'évolution significative de ses apports énergétiques totaux après 30 jours (-3% ;  $p < .20$ ) et 90 jours de suivi (+0.3% ;  $p < .45$ ). Concernant le groupe GS, ses valeurs sont restées stables du début jusqu'à la fin de l'étude (-2.8% ;  $p < .34$ ). Les apports énergétiques journaliers de ce groupe étaient inférieurs à 1200kcal durant tout le suivi. Pour le GC, les apports énergétiques journaliers ont diminué tout au long du suivi par rapport à la valeur basale pour atteindre 1165 kcal. Cette diminution est significativement différente entre le début J1 et la fin de l'étude J90 (-8.7% ;  $p < .001$ ).

**Figure III-12** : Valeurs des apports énergétiques totaux (AET) au cours de la journée et repas par repas, moyennes  $\pm$  SD.



Nb : J1, J30 et J90 indiquent les périodes de réalisation des pesées ; GP = groupe ayant consommé le pain enrichi ; GS = groupe ayant consommé le complément nutritionnel oral ; GC = groupe ayant consommé le petit déjeuner habituel.

Différence intragroupe : % =  $p < .05$  ; %% =  $p < .01$  ; %%% =  $p < .001$ .

Différence entre période : \* =  $p < .05$  ; \*\* =  $p < .01$  ; \*\*\* =  $p < .001$ .

Différence entre GP et GC : a =  $p < .05$  ; b =  $p < .01$  ; c =  $p < .001$ .

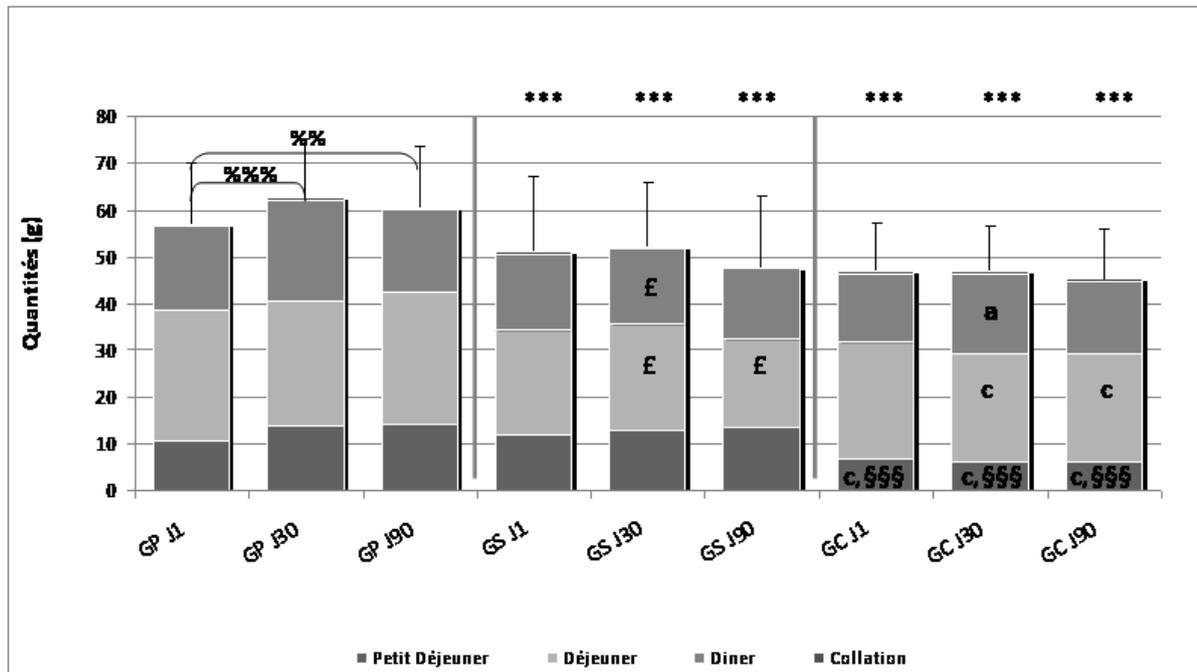
Différence entre GP et GS : £ =  $p < .05$  ; ££ =  $p < .01$  ; £££ =  $p < .001$ .

Différence entre GS et GC : § =  $p < .05$  ; §§ =  $p < .01$  ; §§§ =  $p < .001$ .

Concernant les apports énergétiques au petit-déjeuner, aucune différence des apports n'a été observée à J1. Sur les deux périodes suivantes, les apports ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport au GC ( $p < .03$  et  $p < .04$  respectivement) et sans différence pour le GS. Le GP a montré une augmentation significative de ses apports énergétiques au petit déjeuner après 30 jours (+5.6% ;  $p < .01$ ) et 90 jours de suivi (+7.2% ;  $p < .02$ ). Le GS n'a pas montré d'augmentation significative de ses apports énergétiques au petit déjeuner après 30 jours (+2.0% ;  $p < .06$ ) et 90 jours de suivi (+8.4% ;  $p < .09$ ). Enfin, Le GC n'a pas montré d'augmentation significative de ses apports énergétiques au petit déjeuner après 30 jours (-4.6% ;  $p < .09$ ) et 90 jours de suivi (-7.8% ;  $p < .11$ ). Au déjeuner, les apports à J1 ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport au GS et sans différence pour le GC ( $p < 0.009$ ). Les apports à J30 ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport au GC ( $p < .0025$ ) et sans différence avec le GS. Enfin, à J90 les apports ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport aux deux autres groupes ( $p < .001$ ). Pour le dîner, aucune

différence des apports n'a été observée à J1. Pour les deux périodes suivantes, le GP a eu des apports significativement supérieurs par rapport au GC ( $p<.05$  et  $p<.016$  respectivement) et sans différence avec le GS. Pour la collation, aucune différence pour les apports énergétiques n'a été montrée.

**Figure III-13:** Valeurs des apports protéiques au cours de la journée et repas par repas, moyennes  $\pm$  SD.



Nb : J1, J30 et J90 indiquent les périodes de réalisation des pesées ; GP = groupe ayant consommé le pain enrichi ; GS = groupe ayant consommé le complément nutritionnel oral ; GC = groupe ayant consommé le petit déjeuner habituel.

Différence intragroupe : %=  $p<.05$  ; %%= $p<.01$  ; %%%= $p<.001$ .

Différence entre période : \*= $p<.05$  ; \*\*= $p<.01$  ; \*\*\*= $p<.001$ .

Différence entre GP et GC : a= $p<.05$  ; b= $p<.01$  ; c= $p<.001$ .

Différence entre GP et GS : £= $p<.05$  ; ££= $p<.01$  ; £££= $p<.001$ .

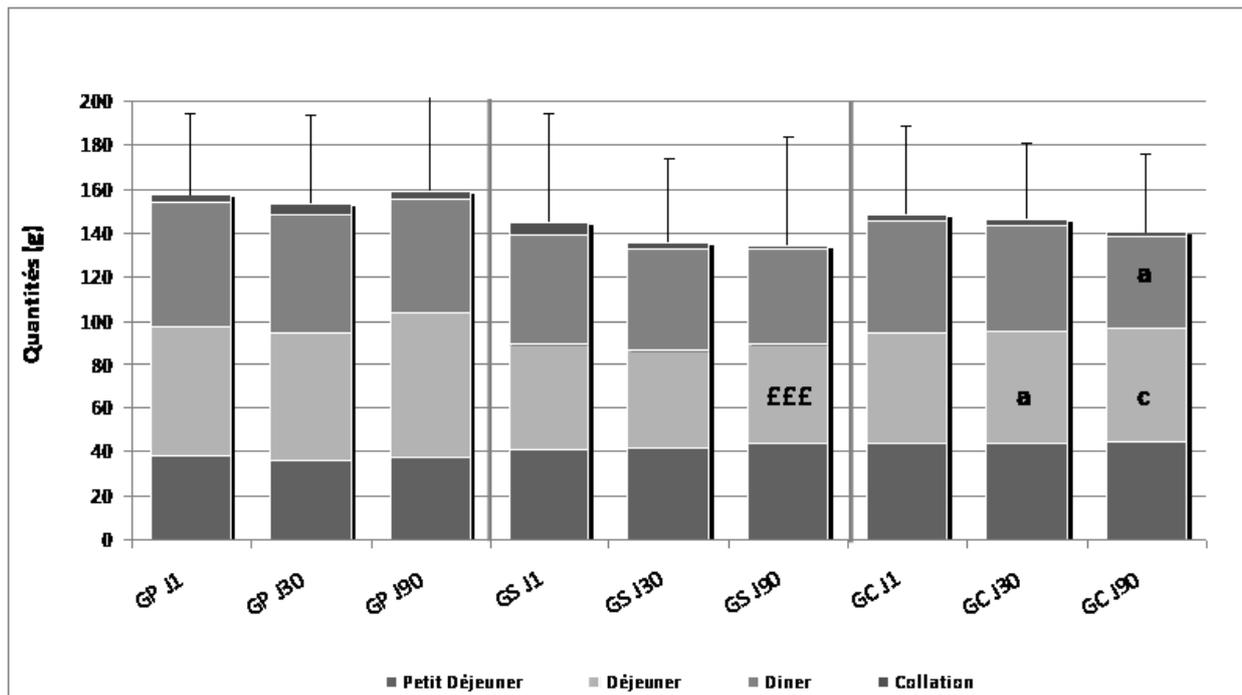
Différence entre GS et GC : §= $p<.05$  ; §§= $p<.01$  ; §§§= $p<.001$ .

Concernant les apports en protéines (**Figure III-13**), pour chaque période, les apports protéiques du GP sont significativement supérieurs à ceux du GC et du GS ( $p<0.001$  pour chaque période respectivement). Le GP a vu ses valeurs varier de +10,4% après un mois de suivi ( $p<.0001$ ) et de +6,3% après trois mois de suivi ( $p<.01$ ). Les deux autres groupes ont eu des évolutions tantôt positives, tantôt négatives mais sans différences significatives à un mois ou trois mois. Au petit déjeuner, quelle que soit la période, J1, J30 et J90, les apports protéiques du GC sont significativement inférieurs aux deux autres groupes ( $p<0.001$  respectivement pour chaque période). Pour le déjeuner, les apports à J1 n'ont pas été

différents entre les groupes ; les apports à J30 et J90 ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport aux deux autres groupes ( $p < 0.049$  et  $p < 0.001$ , respectivement). Aucun effet de compensation n'a été remarqué pour les personnes ayant consommé le pain enrichi ou le CNO le matin. Lors du dîner, aucune différence d'apports n'a été observée à J1 et J90. En revanche, à J30, les apports ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport aux deux autres groupes ( $p < 0.018$ ). Comme pour le repas du midi, il n'y a pas eu de compensation sur ce repas. Aucune différence n'a été notée pour les apports consommés au moment de la collation.

Au niveau des apports glucidiques totaux (**Figure III-14**), pour chaque période, les trois groupes d'étude ne se sont pas montrés différents entre eux.

**Figure III-14** : Valeurs des apports glucidiques au cours de la journée et repas par repas, moyennes  $\pm$  SD.



Nb : J1, J30 et J90 indiquent les périodes de réalisation des pesées ; GP = groupe ayant consommé le pain enrichi ; GS = groupe ayant consommé le complément nutritionnel oral ; GC = groupe ayant consommé le petit déjeuner habituel.

Différence intragroupe : % =  $p < 0.05$  ; %% =  $p < 0.01$  ; %%% =  $p < 0.001$ .

Différence entre période : \* =  $p < 0.05$  ; \*\* =  $p < 0.01$  ; \*\*\* =  $p < 0.001$ .

Différence entre GP et GC : a =  $p < 0.05$  ; b =  $p < 0.01$  ; c =  $p < 0.001$ .

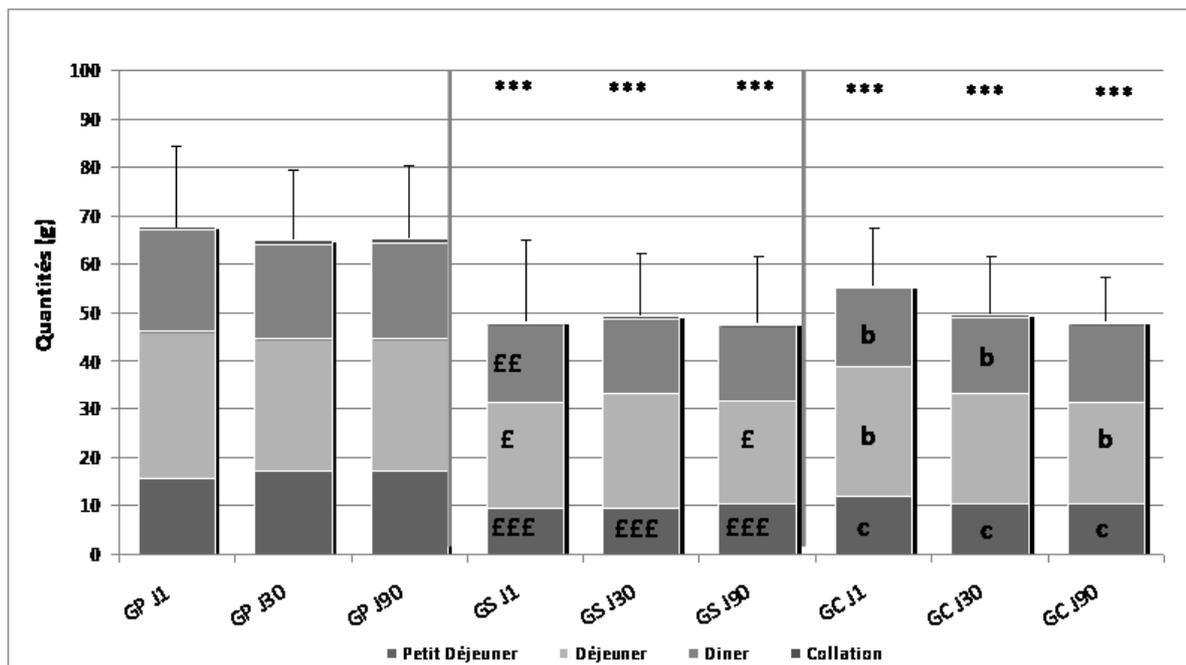
Différence entre GP et GS : £ =  $p < 0.05$  ; ££ =  $p < 0.01$  ; £££ =  $p < 0.001$ .

Différence entre GS et GC : § =  $p < 0.05$  ; §§ =  $p < 0.01$  ; §§§ =  $p < 0.001$ .

Au petit déjeuner, quelle que soit la période, J1, J30 et J90, les apports glucidiques n'ont pas été différents entre les différents groupes. Au déjeuner, les apports à J1 n'ont pas été différents entre les groupes ; les apports à J30 ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport au GS ( $p=0.017$ ) mais sans différence par rapport au GC. Les apports à J90 ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport aux deux autres groupes ( $p<0.005$ ). Aucune compensation n'a été constatée dans le GP pour ce repas. Au dîner, aucune différence des apports n'a été observée à J1 et J30. A J90, les apports ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport au GC ( $p<0.024$ ) mais sans différence par rapport au GS. Aucune différence n'a été notée pour les apports consommés au moment de la collation.

Au niveau des apports lipidiques (*Figure III-15*), pour chaque période, les apports lipidiques du GP sont significativement supérieurs au GC et au GS ( $p<0.001$  pour chaque période respectivement).

**Figure III-15** : Valeurs des apports lipidiques au cours de la journée et repas par repas, moyennes  $\pm$  SD.



Nb : J1, J30 et J90 indiquent les périodes de réalisation des pesées ; GP = groupe ayant consommé le pain enrichi ; GS = groupe ayant consommé le complément nutritionnel oral ; GC = groupe ayant consommé le petit déjeuner habituel.

Différence intragroupe : % =  $p<0.05$  ; %% =  $p<0.01$  ; %%% =  $p<0.001$ .

Différence entre période : \* =  $p<0.05$  ; \*\* =  $p<0.01$  ; \*\*\* =  $p<0.001$ .

Différence entre GP et GC : a =  $p<0.05$  ; b =  $p<0.01$  ; c =  $p<0.001$ .

Différence entre GP et GS : £ =  $p<0.05$  ; ££ =  $p<0.01$  ; £££ =  $p<0.001$ .

Différence entre GS et GC : § =  $p<0.05$  ; §§ =  $p<0.01$  ; §§§ =  $p<0.001$ .

Lors du petit déjeuner, quelque soit la période, J1, J30 et J90, les apports lipidiques ont été supérieurs pour le GP par rapport aux deux autres groupes ( $p < 0.001$ ). Au déjeuner, les apports à J30 n'ont pas été différents entre les groupes ; les apports à J1 et J90 ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport aux deux autres groupes ( $p < 0.013$  et  $p < 0.002$ , respectivement). Au dîner, aucune différence des apports n'a été observée à J90. A J1, les apports lipidiques ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport aux deux autres groupes ( $p < 0.006$ ). A J30, les apports lipidiques ont été significativement supérieurs pour le GP par rapport au GC ( $p = 0.002$ ) mais sans différence pour le GS. Aucune différence n'a été notée pour les apports consommés au moment de la collation.

Le tableau suivant (*Tableau III-5*) donne la répartition des différents éléments cités précédemment par rapport à la moyenne de poids de chaque groupe.

**Tableau III-5** : Valeurs d'énergie, de protéines, de lipides et de glucides par kilogramme de poids corporel.

	calories / kg de poids			Protéines / kg de poids		
	J1	J30	J90	J1	J30	J90
<b>GP</b>	22.05 ± 4.01	21.62 ± 4.79	22.08 ± 4.49	0.85 ± 0.18	0.95 ± 0.21	0.91 ± 0.20
<b>GS</b>	21.20 ± 7.59	20.41 ± 8.98	19.83 ± 5.59	0.95 ± 0.41	0.91 ± 0.41	0.85 ± 0.33
<b>GC</b>	20.38 ± 4.58	19.76 ± 4.72	19.00 ± 4.80	0.75 ± 0.19	0.76 ± 0.18	0.74 ± 0.18
	Lipides / kg de poids			Glucides / kg de poids		
	J1	J30	J90	J1	J30	J90
<b>GP</b>	1.03 ± 0.25	0.99 ± 0.22	0.98 ± 0.23	2.37 ± 0.56	2.34 ± 0.62	2.40 ± 0.62
<b>GS</b>	0.87 ± 0.32	0.85 ± 0.39	0.83 ± 0.27	2.58 ± 0.99	2.32 ± 1.01	2.28 ± 0.69
<b>GC</b>	0.89 ± 0.20	0.81 ± 0.20	0.79 ± 0.22	2.37 ± 0.67	2.40 ± 0.67	2.30 ± 0.62

Il est intéressant de noter que les apports énergétiques moyens par kilogramme de poids corporel sont inférieurs à 30 kcal/kg, valeur ne permettant pas de couvrir les besoins d'une personne âgée (Volkert et al, 2006).

Les apports protéiques par kilogramme de poids corporel pour les deux groupes supplémentés ont été proches de 1g/kg qui est une valeur seuil et supérieurs au GC qui reste aux alentours de 0,75 g/kg. L'apport de produits supplémentés au petit déjeuner à hauteur de 12 g par portion permet donc une augmentation protéique d'environ 0.2 g/kg de poids.

Un récapitulatif des apports est consultable en *annexe-III-5*.

Nous avons constaté au cours de cette étude clinique que dès l'ajout du pain enrichi dans le régime alimentaire de la personne âgée, les apports énergétiques et protéiques journaliers augmentaient de manière significative. Le groupe consommant le CNO n'a quant à lui pas vu la même augmentation de ses apports. De même pour le GC qui tend à voir ses apports caloriques et protéiques diminuer au cours du suivi.

Nous pouvons avancer le fait que le pain enrichi est entré directement dans l'alimentation en tant que composant du petit-déjeuner et non comme un élément supplémentaire du repas.

*Mesures anthropométriques* : pour tous les paramètres étudiés (*Tableau III-6*), aucune différence significative n'a été observée durant l'étude.

**Tableau III-6** : Valeurs anthropométriques moyennes relevées à J0 et J90 pour chaque groupe durant l'étude.

	PAIN		CNO		TEMOIN		Effet Groupe		Effet temps		groupe*temps	
	n = 35 (11H / 24F)		n = 18 (1H/17F)		n = 33(10H / 23F)		F	p	F	p	F	p
	J1	J90	J1	J90	J1	J90						
Poids (kg)	68.55± 17.19	68.68± 17.15	57.96± 20.35	59.07± 20.86	64.17± 13.79	63.76± 14.08	4.342	<b>0.015</b>	0.010	0.920	0.023	0.977
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	29.03± 6.94	29.07± 6.96	26.04± 7.62	26.53± 7.77	28.09± 5.51	27.94± 5.86	1.780	0.172	0.013	0.910	0.023	0.977
CM (cm)	32.25± 2.69	32.35± 2.72	30.98± 5.21	30.43± 4.90	32.78± 4.02	32.34± 3.63	2.889	0.059	0.233	0.063	0.124	0.883
CB (cm)	27.17± 4.37	27.27± 5.63	24.32± 5.00	24.48± 5.10	26.16± 2.85	26.43± 3.37	4.505	<b>0.013</b>	0.058	0.810	0.006	0.994
PST (mm)	13.90± 7.81	14.92± 6.66	11.63± 7.60	12.76± 7.49	13.99± 4.42	14.22± 4.38	1.270	0.284	0.523	0.471	0.076	0.927
PSB (mm)	10.20± 4.37	11.16± 6.66	8.21± 6.31	10.29± 7.42	8.45± 3.99	9.63± 4.75	1.434	0.241	2.058	0.155	0.098	0.907
Masse Maigre (kg)	44.79± 8.26	46.10± 8.57	40.05± 9.96	40.92± 10.63	42.07± 9.03	43.01± 9.03	3.125	<b>0.047</b>	0.408	0.524	0.008	0.992
Masse Grasse (kg)	24.06± 12.94	23.27± 13.02	20.98± 13.49	21.69± 14.09	21.09± 7.70	20.33± 8.36	1.062	0.348	0.180	0.892	0.044	0.957
Eau extra cellulaire (kg)	12.80± 3.83	13.42± 3.89	10.81± 5.03	11.28± 5.15	11.33± 3.87	11.72± 3.82	3.254	<b>0.042</b>	0.439	0.509	0.012	0.988

*Questionnaires* : les questionnaires soumis aux résidents durant cette étude n'ont rien montré de particulier (*Tableau III-7*). Le questionnaire de la GDS effectué aux deux extrémités de l'étude n'a pas montré de différence entre les groupes durant le suivi. Les valeurs ont été basses durant cette étude (inférieures à 6 points) et n'ont pas augmenté à l'intérieur des groupes.

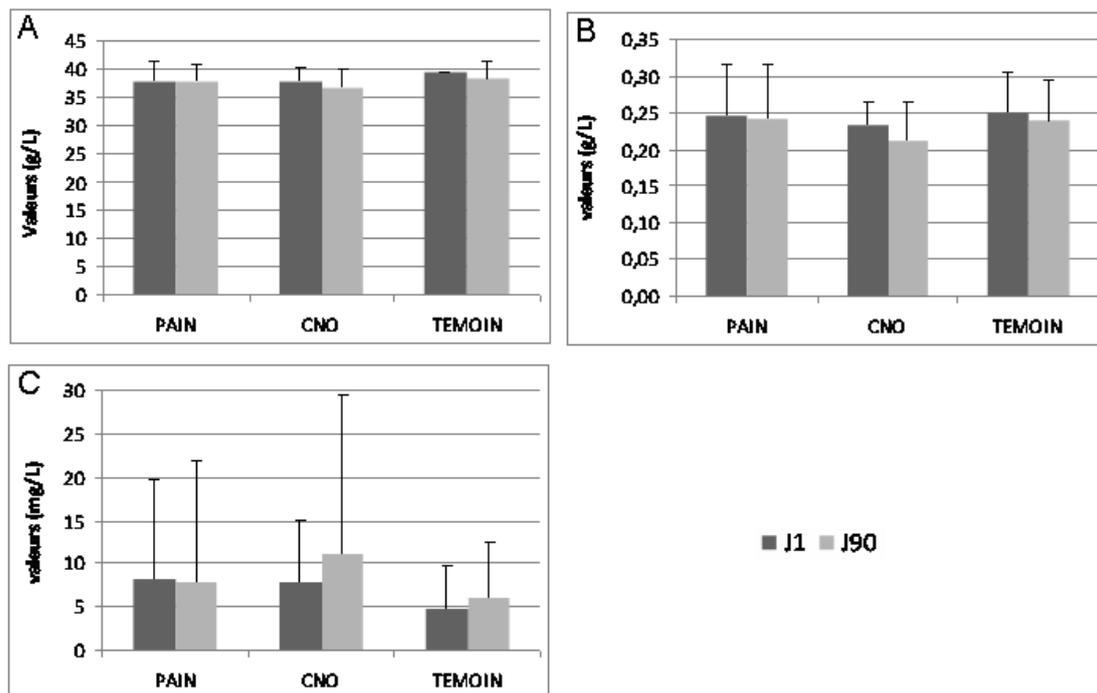
**Tableau III-7** : Valeurs moyennes des questionnaires et tests relevées à J0 et J90 pour chaque groupe durant l'étude.

	PAIN		CNO		TEMOIN		Effet Groupe		Effet temps		groupe*temps	
	n = 35 (11H / 24F)		n = 18 (1H/17F)		n = 33(10H / 23F)		F	p	F	p	F	p
	J1	J90	J1	J90	J1	J90						
Force de poigne (kg/cm <sup>2</sup> )	16.73± 8.22	15.76± 8.74	13.39± 10.55	13.99± 11.53	15.45± 7.15	13.75± 5.95	1.102	0.335	0.226	0.635	0.179	0.836
SPPB (12)	4.09± 2.58	4.05± 2.09	5.00± 5.00	4.00± 3.61	4.21± 2.45	3.87± 2.58	0.087	0.917	0.343	0.560	0.106	0.899
ADL (16)	3.46± 1.93ab	3.26± 1.84ab	2.25± 1.65b	2.00± 1.67b	4.03± 1.85a	3.82± 1.89a	10.310	<b>0.000</b>	0.534	0.466	0.002	0.998
IADL (18)	1.51± 1.70	1.31± 1.69	1.12± 0.81	1.00± 0.73	1.97± 1.21	1.79± 1.17	4.245	<b>0.016</b>	0.563	0.454	0.008	0.992
MNA (30)	21.94± 3.05ab	21.47± 2.70	19.71± 3.43b	20.37± 3.52	23.05± 2.88a	22.52± 2.72	7.799	<b>0.001</b>	0.045	0.832	0.394	0.672
GDS (15)	4.41± 2.64	4.96± 2.53	4.23± 2.65	4.08± 3.20	5.41± 2.87	4.63± 2.92	0.896	0.410	0.063	0.802	0.827	0.440

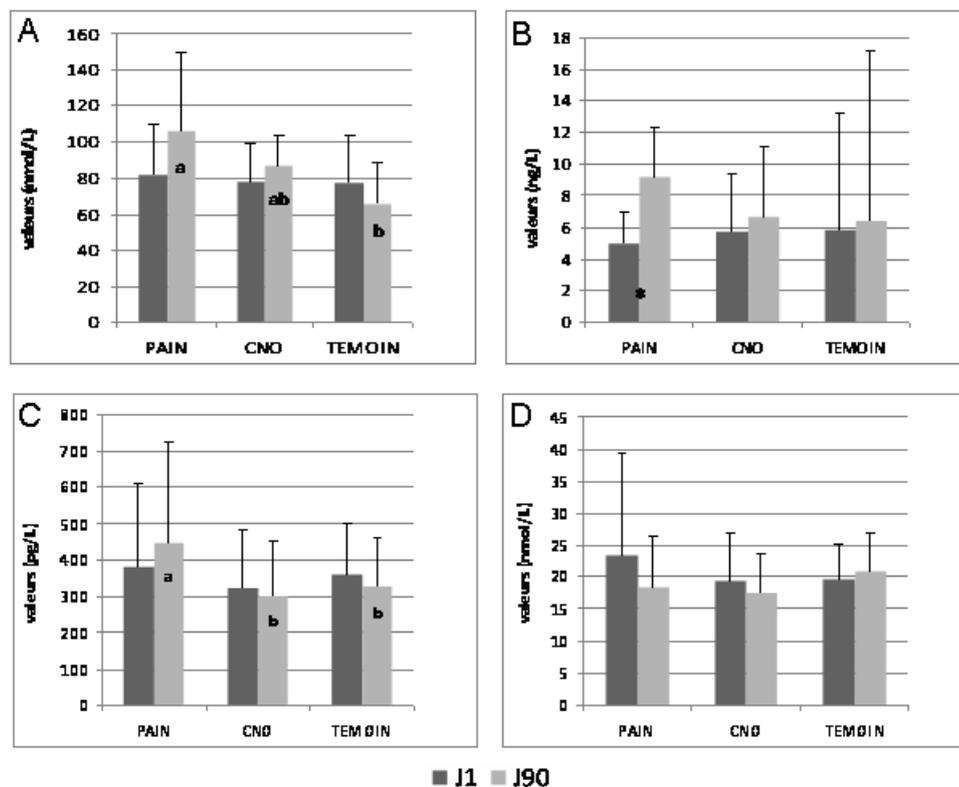
On retrouve la meilleure autonomie du groupe contrôle et l'état nutritionnel plus faible pour le groupe GS signalé en début d'étude.

Paramètres sanguins (Figures III-16-17-18) : concernant les bilans sanguins effectués au cours de cette étude, les valeurs d'albumine, de TTR et de CRP des trois groupes sont restées stables. En effet, ces valeurs étaient proches voire supérieures (pour la TTR) aux seuils validés par les autorités. Nous avons noté dans le GP une évolution significative après 30 jours pour la TTR ( $+0.013 \pm 0.011$  g/L ;  $p < .0002$ ) comparé aux évolutions dans le GS ( $+0.004 \pm 0.006$  g/L ;  $p < \text{NS}$ ) et dans le GC ( $-0.0003 \pm 0.009$  g/L ;  $p < \text{NS}$ ) (valeurs non montrées). Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les trois groupes à la fin de l'étude (Figure III-16).

**Figure III-16** : Evolution des dosages d'albumine (A), de transthyréline (B) et de protéine C réactive (C) au cours de l'étude pour chaque groupe (moyenne  $\pm$  SD).



**Figure III-17** : Evolution des taux sanguins circulant en vitamine B<sub>6</sub> (A), B<sub>9</sub> (B), B<sub>12</sub> (C) et Homocystéine (D) au cours de l'étude pour chaque groupe (moyenne±SD).



Des lettres différentes indiquent un effet significatif différent de la période. Une \* indique une différence significative entre les deux périodes d'un même groupe.

Les dosages de vitamine B<sub>1</sub> n'ont pas montré de différence significative à l'intérieur des groupes. Ces valeurs sont restées stables durant l'étude et à des niveaux très corrects. Nous pouvons noter que le GS est différent du GC en sortie d'étude (valeurs non montrées).

Les taux de vitamine B<sub>2</sub> ont augmenté de manière significative dans le GP et le GC durant l'étude mais pas dans le GS. Ces valeurs étaient situées bien au dessus des seuils critiques. A la fin du suivi, le GP était significativement différent du GC ( $p < 0.024$ ). En effet, le GP a vu une évolution de +47.6% contre +13.9% pour le GS et +28.7% dans le GC (valeurs non montrées). La vitamine B<sub>6</sub> était au départ d'environ 80 nmol/L quel que soit le groupe. Le GP a vu sa valeur moyenne en vitamine B<sub>6</sub> augmenter de plus de 25%, pour atteindre près de 106 nmol/L, ce qui lui a permis d'être significativement différent du GC ( $p < 0.001$ ) qui lui diminuait à la fin de l'étude de plus de 15% ( $\approx 66$  nmol/L) mais pas différent du groupe GS qui n'a augmenté que de 10.7% ( $\approx 87$  nmol/L). Tout au long de l'étude les taux relevés de vitamine B<sub>6</sub> ont été supérieurs au seuil établi pour cet élément (**Figure III-17-A**).

Les taux de vitamine B<sub>9</sub> relevés lors de cette étude n'ont pas montré de différence significative entre les groupes (**Figure III-17-B**). Nous avons remarqué une augmentation de ces valeurs dans tous les groupes au cours du temps mais avec un effet plus marqué pour le GP (+85.5% pour le GP ; +15.1% pour le GS ; +10.3% pour le GC). Le GP a vu son évolution entre le début et la fin du suivi être significatif ( $p < .02$ ).

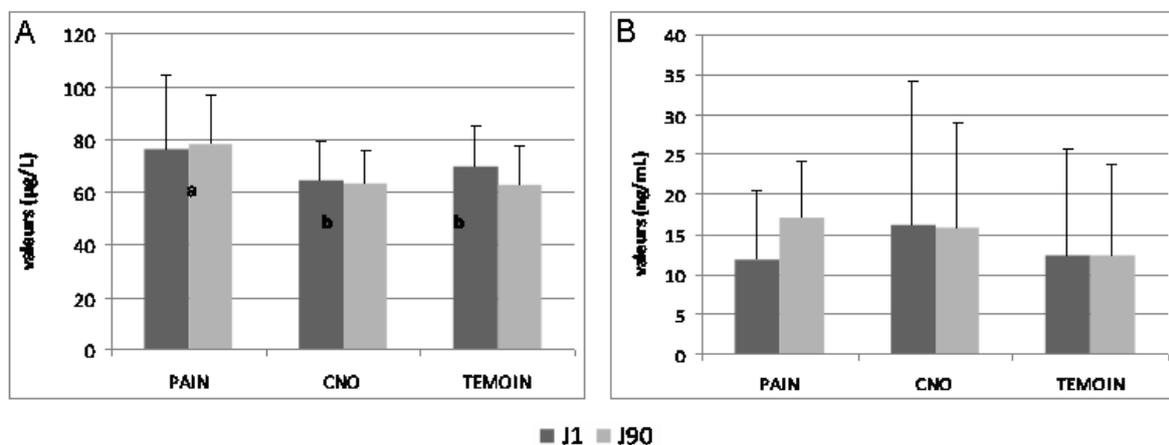
Pour la vitamine B<sub>12</sub>, seul le GP voit ses valeurs augmenter (+17.7%) alors que les autres groupes diminuent (-6.3% pour le GS et -9.0% pour le GC). Le GP est différent des autres groupes en fin d'étude ( $p < .001$ ) mais toutes les valeurs sont au dessus des seuils établis pour cette vitamine (**Figure III-17-C**).

Concernant les taux d'homocystéine, aucun effet de groupe et de la période n'a été mis en évidence pour ce dosage. A la fin de l'étude, seul le GC voyait ses valeurs augmenter (+5.9%) alors que les deux groupes supplémentés diminuaient respectivement de 21.0% pour le GP et 9.5% pour le GS (**Figure III-17-D**).

Pour ce qui est du sélénium (**Figure III-18-A**), les valeurs basales des trois groupes sont dans les normes pour ce critère. Au cours de l'étude, seuls les valeurs de GP ont augmenté (+2.1%) provoquant une différence significative en fin d'étude comparé aux autres groupes qui ont diminué ( $p < 0.011$ ) de -1.5% pour le GS et -9.5% pour le GC.

Enfin, pour la vitamine D (**Figure III-18-B**), les valeurs de base sont faibles et en dessous des recommandations pour tous les groupes. Au cours de cette étude, aucun effet de groupe et de la période n'a été mis en évidence pour ce dosage. Les valeurs du GP ont augmenté de +44.3%, celles du GS ont diminué de -1.8% et celles du GC ont augmenté de +0.5%.

**Figure III-18** : Evolution des taux sanguins circulant en sélénium (A) et Vitamine D (B) (moyenne±SD).



Des lettres différentes indiquent un effet significatif différent de la période. Une \* indique une différence significative entre les deux périodes d'un même groupe.

#### 4) *Discussion*

Le but de cette étude était d'évaluer les effets de 90 jours d'intervention nutritionnelle en comparant un pain enrichi développé pour l'occasion à un complément nutritionnel oral déjà disponible sur le marché. Cette étude voulait mettre en avant les changements induits par deux produits supplémentés au niveau nutritionnel et fonctionnel chez des résidents d'EHPAD présentant un risque de dénutrition.

Dans cette étude les résidents participants étaient âgés (plus de 85 ans en moyenne) et avaient des bilans sanguins de départ normaux - excepté pour la vitamine D - en dépit des critères de risques définis préalablement à l'étude.

L'élaboration de ce nouveau produit, le pain enrichi, ayant une composition proche de celle du CNO, a permis de donner une alternative aux nombreux CNO existants et qui possèdent des textures similaires plus ou moins proches, liquides ou crémeuses. Il apparaît que les CNO testés dans de nombreuses études sont liquides et lactés, et ajoutés en supplément de l'alimentation (Milne et al, 2009 ; Payette et al, 2002 ; Bos et al, 2001 etc.). Le pain enrichi devient ici un aliment parfaitement intégré dans le repas.

Un autre but de cette étude était de voir si un pain enrichi pouvait avoir « un effet préventif » sur une population d'EHPAD à court ou moyen termes avec son enrichissement en protéines, en vitamines et en minéraux.

Le pain enrichi était facile à mâcher et à déglutir pour les personnes âgées car il a été développé étape par étape en amont de cette étude (cf. **1. Conception des prototypes**). Au vu des résultats similaires entre compléments nutritionnels oraux disponibles sur le marché et le pain enrichi développé, un effet de la consommation de ces produits sur le maintien du statut nutritionnel peut être avancé. En effet, les paramètres sanguins des résidents consommant le pain enrichi ainsi que le CNO n'ont pas évolué de la même manière qu'à l'intérieur du groupe contrôle qui lui, a stagné tout au long de l'étude. De plus, certains éléments absents ou peu présents dans le régime habituel ont été apportés par les deux produits supplémentés (sélénium, vitamine D par exemple).

En ce qui concerne la prise énergétique, nous avons constaté que lors de cette étude, les résidents consommant le pain enrichi avaient de meilleurs apports au petit déjeuner mais également sur la journée comparée aux autres groupes. Cela souligne les bénéfices apportés par le pain enrichi sur la consommation et l'apport en éléments importants. Les consommations de départ dans ce groupe étaient immédiatement plus élevées que dans les autres groupes grâce au pain enrichi. Cela peut s'expliquer par le fait que le pain enrichi a été

intégré dans le repas comme un aliment à part entière et a été un support pour la consommation de matières caloriques telles que le beurre ou la confiture. En effet, il était aisé de tartiner le pain enrichi avant de le consommer de part sa forme solide, ce qui n'était pas réalisable avec le CNO liquide. La consommation de CNO liquide n'a pas permis ici d'augmenter les apports énergétiques. De plus, le pain est un aliment connu et apprécié par la personne âgée, donc un bon vecteur d'enrichissement.

Un autre élément important à noter était que les protéines consommées via le pain enrichi au petit déjeuner n'étaient pas compensées sur la journée et apportaient donc une plus-value sur la quantité de protéines quotidiennes. Ce résultat n'était pas retrouvé avec le CNO car le surplus de consommation en protéines du petit déjeuner était compensé sur la journée (**Figure III-13**). Ce phénomène de compensation a été décrit par l'équipe de Roberts dans les années 90 (Roberts et al, 1994).

Dans notre étude, plusieurs personnes âgées des différents groupes n'ont pas été capables d'atteindre les recommandations de 30 kcal/kg de poids et de 1 g de protéines/kg de poids par jour. Cependant on peut remarquer que la consommation des produits supplémentés, pain et CNO, a permis d'augmenter les apports protéiques d'environ 0.2g/kg de poids.

En EHPAD et établissements similaires, les suppléments à base de produits lactés sont fréquemment utilisés afin d'augmenter les apports énergétiques chez des adultes dénutris. Cela est montré dans les études de nombreuses équipes (Edington et al, 2004 ; Payette et al, 2002 ; Wilson et al, 2003 ; Turic et al, 1998). Plusieurs auteurs ont conclu aux mêmes résultats concernant l'effet bénéfique de l'utilisation de produits enrichis. L'équipe de Stratton a conclu qu'il y avait des effets positifs sur le statut nutritionnel et dans certains cas des effets bénéfiques sur le statut clinique et fonctionnel (Stratton et al, 2006).

Dans l'étude clinique que nous avons menée, les paramètres fonctionnels n'ont pas évolué de manière satisfaisante. L'équipe de Payette est allé dans le même sens avec une augmentation de la prise énergétique mais sans changement sur le plan fonctionnel ou pour les données anthropométriques (Payette et al, 2002). Dans l'ensemble, nous avons observé dans notre étude une baisse de l'état fonctionnel comme l'a observé Edington (Edington et al, 2004). Dans son étude, il a constaté une augmentation significative de la force de préhension de son groupe d'intervention après huit semaines de suivi, effet qui n'a été durable dans le temps. L'équipe de Fiatarone a montré (Fiatarone et al, 2000) que le produit enrichi utilisé était très bien consommé tout comme le pain enrichi dans notre étude mais sans amélioration des apports caloriques ou du statut fonctionnel.

Au cours de cette étude, nous avons tenté de constituer un groupe de sujets avec consommation de pain enrichi et mise en place d'activité physique adaptée (données non montrées et non analysées). Ces séances ont été dispensées par un professeur d'activité physique adapté diplômé et connaissant parfaitement cette population. Cependant, il a été très difficile d'interpréter ces résultats car les séances d'activité physique adaptée n'ont pas été réalisées par l'ensemble du groupe constitué. Moins de la moitié des participants a réalisé plus de 50% des séances et ce chiffre chutait si l'on prenait en compte uniquement les résidents ayant fait toutes les séances. L'incapacité a regroupé suffisamment de résidents pour ces séances d'activité physique nous a conduit à ne pas analyser ce groupe.

Nous avons observé dans notre étude clinique que l'enrichissement du pain n'avait pas permis de modifier les valeurs de certains paramètres sanguins comme l'albumine, la transthyrétine ou encore la CRP durant le suivi. Cependant, les valeurs de départ étaient plutôt correctes pour ce type de population. Nous avons remarqué une augmentation de la transthyrétine après un mois d'étude qui pourrait être expliquée par les apports du pain enrichi. L'effet précoce et significatif retrouvé à un mois dans cette étude pourrait être considéré comme un effet de nouveauté perçu par la personne âgée. En effet, cette augmentation des apports aurait eu un effet stimulant du métabolisme mais sur une courte période seulement car ces effets ne se sont pas conservés à la fin du suivi. Le retour aux valeurs basales qui a suivi cet effet éphémère a été montré par Rieu et son équipe sur un modèle animal, le rat âgé (Rieu et al, 2003, 2007). Des études comparant le métabolisme protéique des sujets humains jeunes et âgés ont mis en évidence des résultats contradictoires avec tantôt une augmentation de la synthèse (Katsanos et al, 2006 ; Rieu et al, 2006) alors que, pour d'autres équipes, une absence de différence était constatée (Koopman et al, 2006 ; 2008).

Concernant l'apport en vitamines via le pain enrichi, les taux contenus dans le produit ont fait augmenter les valeurs de différentes vitamines à un niveau équivalent ou meilleur que celui constaté avec le CNO liquide. Concernant le GP, l'enrichissement du pain en plusieurs vitamines était supérieur à celui retrouvé dans le CNO (3 fois plus de B<sub>6</sub>, 4.5 fois plus de B<sub>9</sub> et 9 fois plus de B<sub>12</sub> pour le pain enrichi que dans le CNO). Cela a permis de faire augmenter les taux sanguins circulant en vitamine B<sub>6</sub> et B<sub>12</sub> de façon significative par rapport au CNO ( $p < .005$  pour la vitamine B<sub>6</sub> et  $p < .001$  pour la vitamine B<sub>12</sub>). Cependant, les taux de B<sub>9</sub> ne se sont pas avérés significativement différents malgré le surplus contenu dans le pain enrichi. La supplémentation en vitamines B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> n'a pas montré d'effet favorable. Cela peut être dû au fait que les valeurs basales de ces vitamines se trouvaient au-dessus des seuils de carence dès

le début de l'étude. Une supplémentation en ces deux vitamines ne semble donc pas nécessaire au vu de ces résultats pour ce type de population.

Par ailleurs, le niveau d'homocystéine a reculé dans ce groupe mais de la même manière que dans le GS. L'enrichissement élevé en vitamines du groupe B, en protéines et en énergie a permis une diminution des niveaux d'homocystéine ce qui a un effet préventif sur ce type de population comme l'a démontré l'équipe de Manders (Manders et al, 2009).

Pour la vitamine D, la supplémentation apportée par le pain enrichi (5 fois plus importante que dans le CNO) a permis une meilleure augmentation des taux sanguins circulant chez les personnes du GP que chez les résidents du GS. Cependant, les valeurs finales sont encore insuffisantes pour atteindre le seuil recommandé pour cette vitamine et une supplémentation supérieure serait nécessaire.

Un dernier point peut être évoqué ici, il s'agit de la supplémentation calcique qui a été apportée par le pain enrichi. Le complément nutritionnel oral liquide apportait 250 mg de Ca par portion et le pain enrichi 340 mg par portion également. Nous pouvons regretter le fait que cet élément n'ait pas été dosé chez les résidents malgré la supplémentation. Le couple Ca/vitamine D étant bien représenté dans le pain enrichi (340 mg Ca / 5 µg vitamine D par portion), il aurait été intéressant de constater son évolution au sein du groupe consommant le pain enrichi.

### **5) Conclusion**

Le pain enrichi semble être bien adapté pour une population d'EHPAD, population qui est spécifique (âge, pathologie, mobilité...) au vu de la consommation du produit durant cette étude. Ce pain développé pourrait remplacer le pain habituel ou les biscottes lors du petit déjeuner des résidents d'EHPAD ou être consommé à un autre moment de la journée. Cela permettrait d'obtenir des apports alimentaires supérieurs tout en consommant un produit qui ne ressemble pas à un complément ou un médicament.

Cette étude a montré que les apports énergétiques journaliers étaient faibles dans chaque groupe et inférieurs aux recommandations. Le pain enrichi a néanmoins permis d'affecter positivement ces valeurs après 90 jours de suivi. La prise protéique a été améliorée avec le pain enrichi comme nous avons pu le constater et ce, au petit déjeuner mais également sur l'ensemble de la journée. Les paramètres sanguins ont été stabilisés ou augmentés avec la consommation du pain enrichi ou du CNO comparé au groupe contrôle conservant son petit déjeuner habituel. Cependant, aucune amélioration fonctionnelle n'a pu être observée pour les paramètres étudiés.

Un aspect visuel attirant semble être très important dans le succès d'une action de santé telle que celle mise en œuvre ici. Les produits supplémentés doivent plaire aux personnes les consommant, aussi bien de manière organoleptique que visuelle. Ces produits enrichis doivent ressembler d'aspect à ce qui est déjà connu et consommé par la personne âgée. La consommation d'un pain enrichi sera mieux perçue que la consommation d'un produit n'étant pas connu et ne ressemblant pas à un aliment courant.

Le pain enrichi, avec sa texture différente de ce qui est disponible actuellement sur le marché, pourrait être une alternative efficace à l'utilisation des CNO liquide peut être trop souvent utilisés.

## **D. En unité de moyen séjour hospitalier**

Suite à l'étude en EHPAD, nous nous sommes intéressés aux effets que pourrait avoir le pain enrichi chez des personnes âgées, dénutries, hospitalisées en unité de moyen séjour gériatrique. L'objectif de cette étude était de mesurer l'impact de la consommation de pains durant un mois sur l'état nutritionnel de personnes âgées dénutries hospitalisées.

### ***1) Sujets***

Pour pouvoir participer, les patients devaient avoir plus de 75 ans, être dans un état cognitif correct (MMSE>18), capable de se nourrir sans aide et présenter soit un MNA inférieur à 23.5 points (risque de dénutrition), soit une perte de poids depuis 6 mois, soit une valeur d'entrée de TTR inférieure à 0.2 g/L.

Les patients étaient exclus s'ils présentaient un pronostic vital engagé dans les 6 mois ou s'ils présentaient des troubles de déglutition. Ces exclusions étaient décidées par les médecins des services concernés.

Le comité de protection des personnes Est-I a approuvé cette étude en janvier 2011 et tous les participants ont reçu une note d'information et ont donné leur consentement écrit afin de participer à cette étude. Cette étude s'est déroulée de mi-février à mi-octobre 2011 au sein des services de soins de suite et réadaptation du CHU de Dijon.

### ***2) Conception de l'étude***

Les mesures réalisées dans cette étude ont été identiques à celles réalisées pour l'étude précédente à l'exception des mesures fonctionnelles, non réalisées. L'étude a été randomisée. Au total, deux groupes de personnes, séjournant en milieu hospitalier, ont été suivis durant 1 mois. Les personnes du premier groupe consommaient un pain tous les matins au petit déjeuner et un second soit au petit déjeuner également, soit au goûter. Les personnes composant le second groupe consommaient quant à elles, un CNO liquide lacté tous les matins au petit déjeuner et un second au goûter.

Pour chaque groupe, la boisson chaude habituellement consommée lors du petit déjeuner était distribuée. Le second groupe disposait d'une fine tartine de pain ou d'une biscotte afin qu'ils puissent bénéficier d'un aliment solide au cours de ce repas.

Le CNO utilisé était une boisson lactée de 220 mL prête à l'emploi, de haute densité protéique (28% de l'énergie), glucidique (47% de l'énergie) et énergétique à 1 kcal/mL (la même que

celle utilisée lors de l'étude EHPAD). Le pain utilisé pour cette étude a été le même que pour l'étude en EHPAD avec un poids de 65 g.

Mesure des apports nutritionnels : tout comme dans l'étude précédente, des relevés de prise alimentaire sur trois jours ont été effectués. Ces données ont été relevées en début ainsi qu'en fin d'étude.

Mesures anthropométriques : les mesures anthropométriques relevés ont été les mêmes que dans l'étude précédente.

Questionnaires et tests : la GDS a été relevée en début et au terme du suivi afin de voir si un effet sur l'état de dépression des participants était constaté. Le statut cognitif a été relevé via le MMSE au début de l'étude afin de s'assurer des capacités cognitives des résidents inclus. Enfin, le test du MNA a été effectué à J0 et J30.

Paramètres sanguins : les mêmes mesures que celles ayant été effectuées lors de l'étude en EHPAD ont été réalisées. Seules les mesures des niveaux de vitamines B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> n'ont pas été relevés au cours de cette étude. Ces mesures ont été effectuées au commencement de l'étude et après trente jours de suivi.

Analyse statistique : les résultats sont présentés sous la forme de moyennes  $\pm$  écart-type. L'évolution de tous les paramètres à l'exception du MMSE a été modélisée en utilisant un modèle mixte linéaire avec comme effet fixe le groupe et la période de mesure et les participants en effet aléatoire. L'analyse statistique a été réalisée en utilisant la procédure MIXED de SAS version 9.2. L'analyse statistique des scores MMSE a été réalisée avec un test t de Student avec le groupe comme effet fixe et les participants comme effet aléatoire. La procédure GLM de SAS a été utilisée.

Seules les personnes séjournant plus de 28 jours dans les services ont été retenues pour l'analyse statistique. Le seuil de significativité a été établi pour  $p < .05$ .

Cette étude a obtenu un avis favorable du comité de protection des personnes en date du 10 janvier 2011 et toutes les personnes incluses dans l'étude ont donné un consentement écrit ou par l'intermédiaire d'une tierce personne.

### 3) Résultats

Caractéristiques des groupes : les effectifs atteints n'ont pas été ceux escomptés en début d'étude car seulement 46 personnes ont composé les deux groupes d'étude. Nous avons fait face à des difficultés de recrutement à savoir que la durée de séjour était souvent jugée insuffisante par le médecin du service à l'entrée du patient, ce qui nous empêchait de recruter. De plus, l'état cognitif des patients entrant était généralement altéré, rendant impossible la participation à cette l'étude.

Sur les 60 patients escomptés, 46 ont été inclus mais seuls 31 personnes ont pu être analysées. Il faut noter que 11 patients du groupe pain enrichi ont été retiré du fait d'un temps de séjour trop faible pour 9 d'entre eux et qu'il y eu des événements indésirables graves chez 2 autres patients. En ce qui concerne le groupe CNO, 4 patients ont été retiré (3 pour séjour trop court et 1 pour événement indésirable grave). Les deux groupes ont été composés au final de 20 patients dans le groupe pain enrichi (GP) et 11 patients dans le groupe CNO (GS).

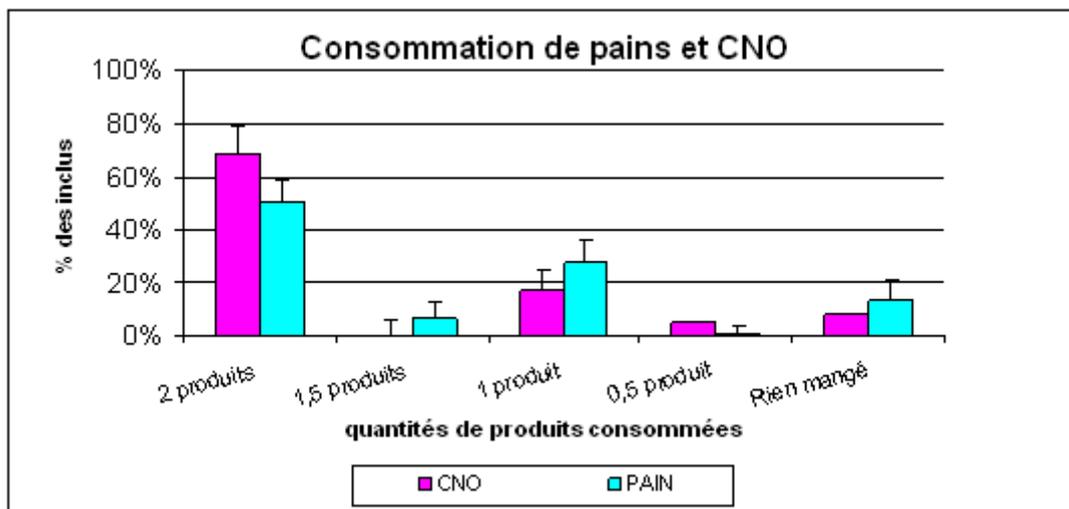
Les caractéristiques des patients inclus et analysés dans l'étude sont mentionnées dans le **tableau III-8** ci-après.

**Tableau III-8** : Effectifs et valeurs moyennes relevées pour chaque groupe.

	Groupe PAIN	Groupe CNO
n	20	11
sex ratio (♂/♀)	8 / 12	4 / 7
âge	86,7±6,6	84,3±5,4
MNA	20,4±3,3	20,6±3,9
MMSE	23,5±5,1	21,4±4,2

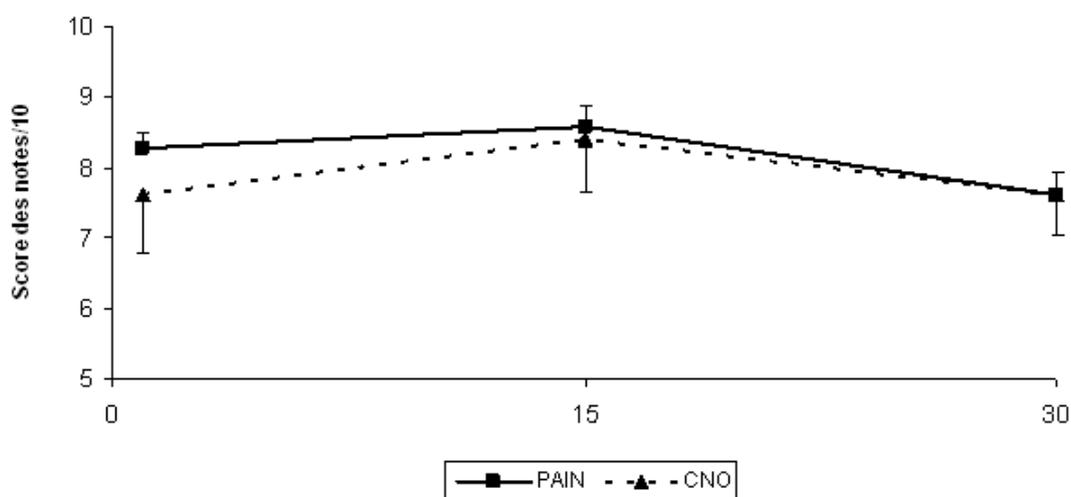
Apports nutritionnels : concernant la consommation ainsi que l'appréciation des produits, il faut noter que durant l'étude plus de 85% des patients ont consommé au moins un produit sur les deux distribués (**Figure III-19**).

**Figure III-19** : Quantité moyenne de produit consommé au cours de l'étude pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).



Pour les deux groupes, les notes hédoniques moyennes étaient supérieures à 7.5/10 tout au long de l'étude. Ces notes indiquent que les deux produits ont été appréciés par l'ensemble des patients inclus. Aucune différence n'a été observée entre les notes d'appréciation des deux produits.

**Figure III-20** : Appréciation du pain et du CNO distribués au cours de l'étude pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).



Pour les apports alimentaires, le **tableau III-9** récapitule les apports énergétiques totaux ainsi que la répartition entre glucides, lipides et protides pour chaque groupe et pour chaque

moment de la journée. Nous pouvons tout d'abord noter le fait que les apports sont supérieurs à 1500kcal dans les deux groupes. Il n'y a aucune différence sur l'évolution des apports énergétique sur la journée entre les groupes. Au niveau glucidique, lipidique et protéique, la consommation du pain ou du CNO n'influence pas ces apports.

**Tableau III-9** : Apports énergétiques totaux et répartition selon les moments de la journée pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).

	Groupe PAIN		Groupe CNO		F	p	F	p	F	p
	J1	J30	J1	J30	groupe		temps		temps*groupe	
AET	1623,26±504,2	1587,38±456,43	1694,46±418,71	1639,81±461,58	0,05	0,82	0,61	0,69	0,56	0,73
E_PD	498,85±190,25	528,4±176,83	466,67±190,82	473,86±156,66	0,76	0,39	0,61	0,69	0,31	0,91
E_De	529,69±192,36	518,51±171,46	559,81±145,12	563,43±185,09	0,22	0,64	0,12	0,99	0,83	0,53
E_Di	430,5±179,7	391,55±147,21	430,29±183,14	391,55±200,14	0,26	0,61	0,53	0,76	1,42	0,22
E_co	164,22±92,53	107,76±76,62	237,69±97,77a	210,98±60,10a	11,4	<b>0,002</b>	2,85	<b>0,017</b>	1,11	0,39
G_tot	171,63±70,25	174,05±23,89	193,47±20,90	185,22±16,24	0,6	0,45	0,69	0,63	1,03	0,4
G_PD	50,23±20,72	56,01±22,40	59,74±27,95	57,93±24,07	0,4	0,53	0,78	0,57	0,66	0,66
G_De	51,36±19,36	52,37±20,39	51,89±16,22	53,38±15,77	0	0,999	0,84	0,53	0,56	0,73
G_Di	47,1±19,95	49,18±18,17	50,28±20,41	45,75±19,01	0,02	0,88	1,59	0,17	2,3	<b>0,05</b>
G_co	22,94±10,22	16,49±8,69	31,56±13,20a	28,16±11,11a	9,85	<b>0,004</b>	1,95	0,09	0,66	0,66
L_tot	68,05±10,75	63,3±10,52	65,64±10,68	64,51±10,68	0,06	0,8	0,78	0,56	0,8	0,55
L_PD	22,77±9,36	23,04±8,90	17,59±7,50	19,43±6,61	3,01	0,09	0,57	0,72	0,37	0,87
L_De	22,99±8,37	21,24±7,49	25,14±7,31	25,38±11,13	0,91	0,35	0,4	0,85	0,98	0,43
L_Di	17,4±9,00	16,32±6,99	16,48±8,97	14,03±9,43	0,56	0,46	0,34	0,89	1,46	0,2
L_co	4,89±3,78	2,7±2,96	6,43±3,79	5,67±1,69	4,98	<b>0,03</b>	2,4	<b>0,04</b>	1,53	0,19
P_tot	81,06±12,70	80,38±12,99	82,45±11,45	79,59±11,45	0,01	0,91	0,78	0,57	0,9	0,48
P_PD	23,25±10,14	24,25±10,72	17,34±5,90	16,83±6,36	5,8	<b>0,02</b>	0,44	0,82	0,69	0,63
P_De	29,33±12,99	29,47±11,33	31,5±8,93	30,38±12,15	0,06	0,8	0,23	0,95	1,3	0,11
P_Di	21,37±9,20	22,27±7,55	20,21±7,28	20,56±12,66	0,39	0,54	0,73	0,6	0,46	0,81
P_co	7,11±5,97	4,39±5,08	13,41±3,65a	11,82±3,38a	17,54	<b>0,0002</b>	2,9	<b>0,0158</b>	0,87	0,5
%G	42,97±3,87	42,16±8,42	45,7±2,37	45,58±4,91	2,93	0,976	0,99	0,43	1,84	0,11
%L	37,12±2,89	34,82±6,99	34,44±3,14	34,59±6,31	2,22	0,15	1,25	0,3	1,8	0,11
%P	19,91±2,32	19,69±3,69	19,86±2,44	19,83±2,95	0,13	0,72	0,3	0,91	1,28	0,27

Mesures anthropométriques : le **tableau III-10** ci-après montre le relevé des données anthropométriques à J0 et J30 des patients inclus.

**Tableau III-10** : Données anthropométriques pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).

	Groupe PAIN		Groupe CNO		F	p	F	p	F	p
	J1	J30	J1	J30	groupe		temps		temps*groupe	
poinds (kg)	65.0±15.1	65,4±15,2	67.5±19.3	68.0±19.3	0,87	0,36	0,74	0,40	0,04	0,84
IMC (kg/m2)	27.4±5.3	27.5±5,1	28.7±5.9	29.0±6.7	0,95	0,34	0,87	0,36	0,19	0,67
CM (cm)	33.4± 3.4	33.3±3.5	33.8±4.7	34.7±4.2	1,34	0,26	0,81	0,38	1,92	0,18
CB (cm)	27,1± 3,9	27,0 ± 3,7	27,5 ± 4,0	27,8 ± 4,5	0,53	0,47	0,01	0,90	0,13	0,72
Plis tricipitaux (cm)	15,0 ± 7,8	15,5 ± 7,0	17,6 ± 10,6	15,0 ± 9,5	0,11	0,74	0,92	0,35	12,48	<b>0,002</b>
Plis bicipitaux (cm)	10,5 ± 5,9	11,2 ± 6,1	13,7 ± 9,3	12,4 ± 7,2	1,15	0,29	0,03	0,87	2,14	0,16

Il n'y a pas eu de différence entre les deux groupes quelle que soit les données anthropométriques relevées entre le début et la fin de l'étude. Seul un effet groupe\*temps est retrouvé pour les plis cutanés tricipitaux ( $F=12.48$  ;  $p<.0017$ ).

Questionnaires et tests : tous les questionnaires et tests réalisés n'ont pas permis de mettre en évidence de différence significative entre les groupes.

Paramètres sanguins : en ce qui concerne les paramètres sanguins, le **tableau III-11** regroupe les valeurs relevées au début et à la fin du suivi.

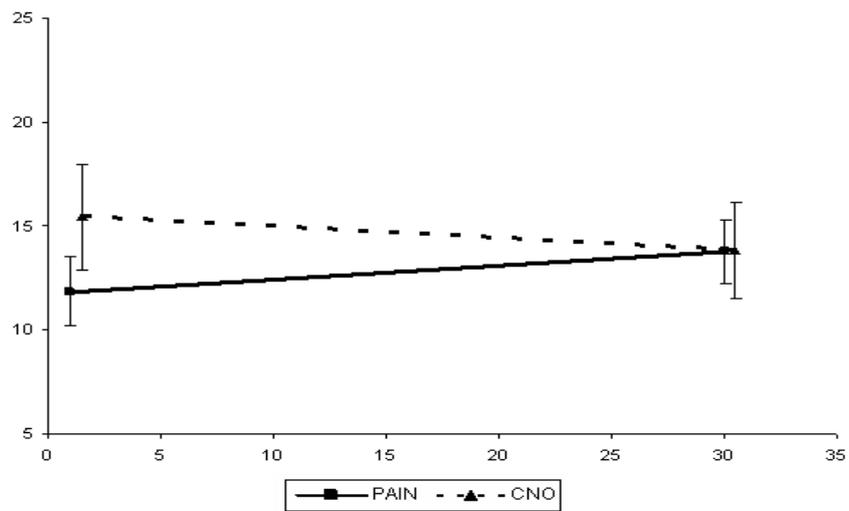
**Tableau III-11** : Paramètres sanguins pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).

	Groupe PAIN		Groupe CNO		F	p	F	p	F	p
	J1	J30	J1	J30	groupe		temps		temps*groupe	
Transthyréline g/L	0,19±0,05	0,23±0,06	0,19±0,06	0,21±0,06	0,16	0,69	10,82	<b>0,003</b>	0,68	0,42
albumine g/L	27,5±3,70	31,2±3,20	28,1±3,00	31,1±3,60	0,06	0,81	30,85	<b>&lt;.0001</b>	0,33	0,57
CRP mg/L	25,9±24,90	11,9±12,60	13,1±9,90	8±6,10	3,18	0,09	6,2	<b>0,02</b>	0,94	0,34
vitamine B6 nmol/L	25,9±23,00	39,5±28,90	38,7±35,90	41,7±34,30	0,79	0,38	2,35	0,14	0,65	0,43
vitamine B9 ng/L	11,8±7,40	13,8±6,80	15,4±8,50	13,8±7,70	0,47	0,5	0,83	0,37	5,44	<b>0,03</b>
vitamine B12 pg/mL	562,4±254,60	571,1±257,60	589,9±280,70	497,6±215,10	0,07	0,79	0,55	0,46	1,75	0,2
vitamine D ng/L	53,6±32,60	69,4±40,70	53,6±45,90	54,2±44,20	0,29	0,59	4,55	<b>0,04</b>	2,23	0,15
sélénium µg/L	55,6±13,10	58,6±22,30	52,1±15,70	61,6±19,20	0,01	0,92	2,89	0,1	0,6	0,44

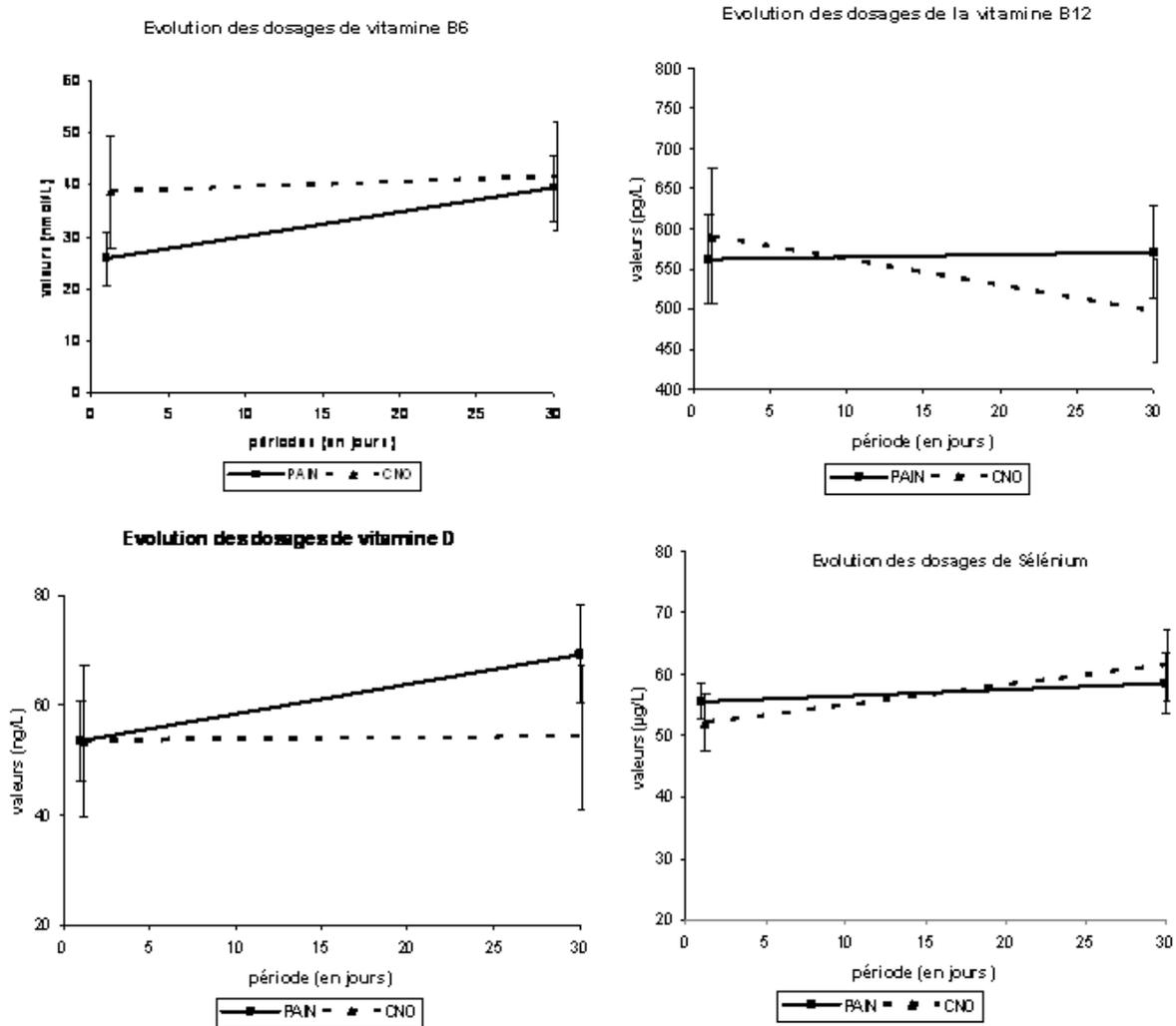
Aucune différence n'a été observée entre les groupes pour les valeurs d'albumine et de TTR. En revanche, un effet temps a été mis en évidence avec une évolution positive plus marquée de l'albumine (+3.7 vs. +3.0 g/L) et de la TTR (+0.04 vs. +0.02 g/L) pour le groupe consommant le pain enrichi par rapport à celui consommant le CNO ( $p<.003$  et  $p<.0001$  respectivement). Pour la CRP, aucune différence n'a été observée entre les groupes concernant l'évolution de ce dosage. Il est intéressant d'observer que quel que soit le groupe, les valeurs de CRP diminuent mais avec une pente significativement plus marquée pour le groupe consommant le pain (-14 mg/L) par rapport au groupe consommant le CNO (-5 mg/L) (effet temps  $p<.02$ ). Cependant, les niveaux de départ sont différents entre les deux groupes et ce résultat ne peut pas être mis en avant. Pour la vitamine B<sub>9</sub>, les valeurs relevées ne se sont pas avérées significativement différentes entre les deux groupes étudiés mais l'analyse montre un effet interaction significatif ( $p<.03$ ) traduisant une évolution différente des valeurs de cette vitamine. La **figure III-21** montre les évolutions de la vitamine B<sub>9</sub> pour chaque groupe et met en avant des évolutions inverses entre les groupes pain et CNO. La **figure III-22** ne montre

aucune différence pour les vitamines B<sub>6</sub> ou B<sub>12</sub> malgré les suppléments apportés. Pour la vitamine D, aucune différence n'a été mise en évidence entre les groupes. Un effet temps est observé (p<.04), traduction d'une évolution significativement positive des valeurs du groupe pain par rapport à celles du groupe CNO qui restent stables. Enfin, aucune différence n'a été constatée pour les dosages de sélénium.

**Figure III-21**: Evolution des dosages de vitamine B<sub>9</sub> pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).



**Figure III-22** : Evolution des dosages de différentes vitamines et du sélénium au cours de l'étude pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).



#### 4) Discussion

Cette étude menée dans un service hospitalier a permis de montrer que les produits distribués étaient bien appréciés. Le pain enrichi comme le CNO ont été consommés de façon régulière (plus de 85% des patients ont consommés plus d'un produit). Cette consommation a peut être été influencé par notre présence régulière auprès des patients, biaisant et influençant quelque peu leur jugement. De manière générale, les CNO lactés se consomment difficilement en service hospitalier s'ils ne sont pas distribués à bonne température. Dans notre étude, ils étaient distribués par nos soins, à heure constante et température correcte, ce qui ne reflète pas tout à fait ce qu'il se passe en temps normal dans ces services.

Les apports alimentaires lors de cette étude ont avoisiné les 1500 kcal, seuil minimum requis pour couvrir ses besoins en vitamines et minéraux. Nous pouvons remarquer que ces apports

sont supérieurs à ceux relevés en court séjour lors de l'étude citée dans le *chapitre I* de cette thèse ( $\approx 1200$  kcal) mais également lors de l'étude EHPAD ( $\approx 1200-1400$  kcal).

Nous n'avons pas pu mettre en avant de différences entre les deux groupes pour les apports énergétiques et protéiques. Nous pouvons seulement affirmer que le pain enrichi développé est équivalent au CNO distribué et donc qu'il apporte un élargissement de gamme dans les produits pouvant être distribué à cette population âgée.

Quelques différences ont pu être remarquées lors de cette étude au moment de la collation. Cependant, les apports alimentaires à ce moment de la journée sont très hétérogènes et varient considérablement d'un individu à un autre. Ces valeurs significatives ne peuvent donc pas être interprétées.

Au niveau des bilans sanguins, nous avons pu montrer une évolution positive plus marquée de l'albumine et de la transthyrétine dans le groupe consommant le pain par rapport au groupe consommant le CNO. Nous avons également constaté une diminution plus marquée de la CRP dans le groupe pain. Enfin, une évolution inverse des valeurs de la vitamine B<sub>9</sub> entre les groupes a été constatée. Au final, les bilans sanguins montrent des évolutions plus favorables chez les personnes ayant consommé le pain enrichi.

## **5) Conclusion**

Ces deux études ont permis de tester un tout nouveau produit alimentaire développé spécialement pour l'occasion. La volonté de l'industriel de créer un produit avec une texture solide s'est matérialisée au travers du pain enrichi destiné aux seniors qu'ils soient hospitalisés ou en institution.

Nos travaux ont montré que celui-ci était apprécié par les populations âgées testées mais également très bien consommé et qu'il répondait aux attentes formulées au départ du projet de par ses évolutions similaires CNO. En effet, aucune différence notable entre les produits n'a pu être mise en avant lors de ces deux études. Il faut noter que le pain a été testé durant ces deux études cliniques chez deux populations âgées différentes du point de vue du risque nutritionnel car nous avons tout d'abord fait consommer le produit à des résidents d'EHPAD à risque de dénutrition puis dans la seconde étude à des patients âgés plus fragiles.

Les deux études n'ont pas permis de mettre en avant de modifications des valeurs anthropométriques sur les participants malgré une dose quotidienne plus élevée de produits distribués (deux unités/jour) et de kinésithérapie pour la dernière étude en milieu hospitalier.

Les bilans sanguins relevés dans chaque étude ont montré que les personnes consommant les pains enrichis voyaient de meilleures évolutions que ceux consommant le complément nutritionnel oral ou que ceux du groupe contrôle pour certains paramètres.

Suite au feu vert de l'industriel impliqué, la phase de commercialisation de ce nouveau pain enrichi à destination des seniors devrait débuter fin 2012. Un dossier technique ainsi qu'une demande d'allégation sont en gestation du côté de l'industriel.

Ces études ont conduit à la rédaction d'articles scientifiques (en cours au moment de la rédaction de ce manuscrit), à des conférences de presse et à des communications lors de différents congrès.

## **Discussion générale**



Le travail mené au cours de cette thèse avait pour but de trouver des moyens de lutte contre la dénutrition du sujet âgé. Les études réalisées se sont plus particulièrement concentrées chez des populations vivant en institution ou séjournant en milieu hospitalier tout en gardant à l'esprit de pouvoir transposer les produits alimentaires testés au domicile. Pour répondre à cela nous avons utilisé deux types de procédés : l'un avec intervention d'une personne auprès des personnes âgées hospitalisées en se basant sur l'alimentation courante sans utilisation de suppléments (cf. *Chapitre I*) et l'autre avec l'utilisation de produits spécifiques : d'une part des crèmes enrichies (cf. *Chapitre II*) et d'autre part un pain enrichi (cf. *Chapitre III*). Ces produits ont fait l'objet tous deux de développements particuliers pour les personnes âgées.

Parmi les résultats marquants de la première étude réalisée, « *La stimulation alimentaire sans produit interventionnel en unité de court séjour gériatrique* », nous avons tout d'abord montré, par les dosages sanguins réalisés au début du séjour hospitalier que la majorité de la population entrant à l'hôpital était dénutrie à des stades différents et que la dénutrition ne représentait que 3% des motifs d'hospitalisation. Par contre, d'autres motifs, tels que la chute, l'altération de l'état général, la perte d'autonomie ou encore les infections qui résultent d'une fragilité et d'un motif indirect de dénutrition, comptabilisent au total plus de 60% des motifs d'hospitalisation. Malgré des apports protéiques inférieurs à 1 g/kg/j et des apports caloriques journaliers mesurés insuffisants ( $\approx 1200$  kcal/j) dans chacun des groupes, une autre particularité de cette étude a été de mettre en évidence une augmentation de la prise calorique dans le groupe d'intervention par rapport au groupe contrôle (effet positif de l'intervention : +130 kcal). De plus, cette augmentation énergétique de plus de 10% est accompagnée d'une valeur de la CRP inférieure dans le groupe recevant l'intervention nutritionnelle par rapport au groupe contrôle ( $p < .0004$  vs.  $p < .003$ , respectivement), tout en gardant à l'esprit que les effectifs de cette étude reste très modestes.

Les résultats obtenus dans cette étude peuvent être dus à plusieurs hypothèses : la première est le fait que les plateaux repas servis sont inadaptés pour ces personnes âgées. Bien que les calories soient présentes au moment des repas, le volume de nourriture proposé est souvent bien trop important. La seconde hypothèse est la prescription insuffisante de compléments nutritionnels oraux et le manque de suivi de leur consommation. La littérature va dans cette voie et montre que les CNO sont peu consommés mais gaspillés en l'absence de suivi (Barton et al, 2000 ; Xia & McCutcheon, 2006). En revanche, lorsque le suivi est instauré, les consommations sont bien meilleures avec des effets positifs (94% de consommation des CNO

pour Bos et al, 2001 ; 44% des patients augmentent leurs apports si distribution d'une collation entre les repas pour Simmons & Schnelle, 2004).

Si dans notre étude, seul le groupe stimulé a augmenté ses apports, le lien social a vraisemblablement eu son importance : visites répétées plusieurs fois par jour, discussions... mais cet effet est resté faible.

Il est important de noter que, lors de la conception du protocole d'étude, le choix de ne pas modifier les méthodes de prise en charge habituelles dans le service avait été préférentiellement choisi. Il aurait également été intéressant de pouvoir suivre un troisième groupe pour lequel nous aurions pu revoir la prescription et la distribution des CNO.

Les apports caloriques relevés lors de cette étude ont donc peu augmentés du fait de la faible prescription de CNO effectuée par les médecins des services, ce qui nous permet de conclure que l'alimentation seule, actuellement proposée en milieu hospitalier, ne permet pas à une population fragilisée de couvrir ses besoins énergétiques.

Face à ce constat, deux autres études ont été menées dans le but de proposer des aliments, facilement intégrés dans l'alimentation courante, des crèmes dessert et un pain enrichi, permettant d'augmenter à la fois les apports énergétiques mais également les apports protéiques pour répondre aux besoins de cette population.

Avant de revenir sur les aspects marquants de ces deux études, il est intéressant de préciser deux grands points : d'une part, que les crèmes et le pain enrichi ont été conçus à l'issue de tests sensoriels avec une population constituée de personnes âgées de plus de 65 ans soit séjournant en milieu hospitalier uniquement pour les crèmes dessert, soit dans des lieux de vie différents, (domicile, EHPAD, CHU) pour le pain enrichi. Et que d'autre part, l'appréciation des crèmes et du pain enrichi (données obtenues par évaluation hédonique), a été maintenue tout au long des études avec un faible nombre d'abandons signalés pour des raisons de lassitude suite aux aliments testés.

Concernant les crèmes dessert développées dans le second chapitre: *«La consommation de crèmes dessert enrichies en protéines et en leucine en unité de moyen séjour hospitalier»*, la substitution des CNO par des crèmes dessert au déjeuner et au moment de la collation n'a pas permis de mettre en évidence de différences sur les apports alimentaires ou les apports protéiques. Une première hypothèse à ce résultat est la présence d'effectifs faibles dans cette étude. En effet, lors du recrutement, il n'a pas été aisé de trouver suffisamment de patients.

Les services sélectionnés ne permettaient pas de fournir assez de patients pouvant être potentiellement inclus (temps de séjour en particulier). Un élargissement à d'autres services aurait pu être envisagé mais le manque de personnel ainsi que l'éloignement géographique entre les services n'ont pas permis de développer cet axe (contact du CCR au Bocage). Deuxièmement, l'apport calorique fourni par les deux crèmes -environ 300kcal- par rapport à celui fourni par les deux CNO -environ 340 kcal-, n'a apporté aucune différence en terme de calorie lors de cette étude. Nous pouvons même avancer le fait que les personnes qui ont consommé les crèmes dessert ont eu des apports légèrement plus faibles que celles consommant des CNO car une des crèmes enrichie distribuée remplaçait le dessert du midi, ce qui n'était pas le cas avec les CNO. Un écart allant jusqu'à environ 100kcal a pu être constaté entre les deux groupes d'étude. De ce fait, les crèmes ont été intégrées aux repas en remplacement du dessert et non en plus du repas comme avec les CNO. Le souhait dans cette étude était de voir l'impact d'aliments enrichis intégrés au repas et d'éviter l'ajout d'un aliment ou complément en dehors des repas dont les horaires, en milieu hospitalier, sont très rapprochées. Ceci a souvent pour effet de couper l'appétit et de diminuer la sensation de faim. Enfin, il aurait été intéressant de regarder les effets de la consommation de deux crèmes -le midi et à la collation- ajoutée à la consommation d'un CNO en plus -le matin- pour améliorer les apports énergétiques et protéiques des patients.

En revanche, un point important que cette étude a permis de mettre en avant réside dans la différence d'évaluation des crèmes entre le personnel hospitalier et les personnes hospitalisées: l'appréciation hédonique ressentie et retranscrite par les personnes âgées est complètement à l'opposé des appréciations de la population jeune comme constaté via les verbatim et les notes hédoniques données aux produits. Comme le montre la littérature (Kremer et al, 2007 ; Zandstra & de Graaf, 1998), des différences de perception et de détection sont observées également dans cette étude entre les populations jeunes et âgées. Le comportement des deux populations a été fondamentalement différent face aux produits. Le personnel hospitalier associe en effet les compléments enrichis, comme les crèmes dessert, à la maladie, la dénutrition mais aussi à la contrainte de distribution. La qualité du service peut donc être affectée par cette perception négative et le patient peut alors le ressentir. L'amabilité du personnel et le soin apporté à l'annonce d'un supplément entre les repas ou au cours des repas doivent pourtant être un élément intégré à la prise en soins d'une personne âgée comme l'a montré une étude de Dubé (Dubé et al, 2007) ou encore une revue de la littérature réalisée par l'équipe de Neuwenhuizen qui a mis en évidence que des encouragements apportés par les

soignants étaient des points particulièrement importants pour stimuler la prise alimentaire de cette population fragile (Neuwenhuizen et al 2010).

Suite à ces travaux, il est apparu important de développer un produit alimentaire répondant totalement aux attentes de la population âgée. C'est dans cette optique que le pain enrichi a été élaboré.

Le travail fourni sur le pain enrichi dans le troisième chapitre de cette thèse a permis de développer et d'obtenir un produit répondant aux attentes des personnes âgées : les tests ont été réalisés dans tous les lieux de vie des personnes âgées pouvant avoir besoin de ce type de produit enrichi (domicile, EHPAD, hôpital). Des tests complets, en amont des études cliniques, répondant à la forme, aux goûts, aux préférences...des personnes âgées ont également été menés afin de développer un produit proche, de part sa composition, à un CNO mais beaucoup plus apprécié et permettant à cette population d'augmenter ses apports caloriques et protéiques sans modifier ses habitudes alimentaires. Deux des objectifs de ce travail étaient aussi, d'une part, de développer un aliment possédant une texture différente de ce qui existait sur le marché des CNO et d'autre part, de réussir à faire consommer ce produit enrichi comme un aliment de consommation courante et de l'intégrer directement au repas. Enfin, nous voulions permettre aux personnes consommant le pain enrichi d'augmenter leurs apports journaliers, résultats similaires au CNO employé dans l'étude. Nous pouvons signaler des effets supplémentaires du pain enrichi : les apports énergétiques journaliers mesurés ont été supérieurs chez les personnes consommant ce produit par rapport à ceux consommant le CNO et ceux gardant leur petit déjeuner habituel ; nous pouvons ajouter que le surplus de protéines ingéré au moment du petit déjeuner n'a pas été compensé permettant une amélioration des quantités de protéines totales ingérées sur la journée. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées suite à ces résultats. La nouveauté du produit tout d'abord, qui a impacté immédiatement sur la prise alimentaire des personnes âgées. Le fait de proposer un nouvel aliment enrichi, proche du pain que consommaient précédemment les personnes âgées, a permis de ne pas constater de baisse de leur consommation. Ce pain, spécifiquement développé par des personnes âgées répondait totalement aux attentes de cette population. L'appétit du produit à pouvoir être tartiné de beurre et/ou de confiture a permis l'apport de calories supplémentaires non négligeables, ce qui n'a pas été le cas avec le complément nutritionnel oral liquide. Un autre résultat intéressant mais non pérenne dans le temps est l'effet de la consommation du pain enrichi sur les valeurs de la transthyrétine après 30 jours de suivi ; augmentation qui n'est pas visible dans les autres groupes, mais qui s'est estompé

avec le temps. L'aspect nouveauté apporté par le pain enrichi a pu provoquer une réponse rapide de l'organisme avec une stimulation du métabolisme des personnes âgées. Au-delà de 30 jours de consommation, l'effet n'a pas été conservé. L'organisme des personnes ayant consommé le pain enrichi a pu s'adapter à cette charge protéique et calorique. Enfin, les taux relevés de vitamine D ont montré des évolutions intéressantes chez les personnes consommant le pain enrichi. La supplémentation apportée a été 5 fois supérieure à celle présente dans le CNO. Mais malgré cet apport supplémentaire, le seuil minimum pour cette vitamine n'a pas été atteint. Cela montre bien les carences graves dont souffrent les personnes institutionnalisées pour cette vitamine.

Nous pouvons noter plusieurs points communs dans les deux dernières études réalisées dans ce travail de thèse avec le développement de produits spécifiques. Tout d'abord, les apports énergétiques fournis par les crèmes -150 à 175 kcal/100 g- et par le pain -300 kcal/100 g- ont permis d'impacter positivement les apports journaliers des personnes les consommant. De plus, l'apport important en protéines présent dans les crèmes hyperprotéinées -10 g/100 g de crème- et dans les crèmes hyperprotéinées avec leucine -10 g dont 2 g de leucine/100 g de crème- ou encore l'apport en protéines présent dans le pain enrichi -19 g/100 g- devait permettre d'augmenter les apports journaliers protéiques. Malgré des effets constatés chez les personnes consommant ces produits, les seuils -1500 kcal/j et 1 g/kg/j de protéines- ont été rarement atteints ou dépassés. Il est intéressant de constater que si l'on supprime des apports alimentaires les crèmes dessert ou le pain enrichi développés, les entrées caloriques deviennent les mêmes que celles relevées dans la première étude et donc très faible pour cette population.

Suite à ces résultats, plusieurs réflexions ont vu le jour. Une redondance est celle du volume de nourriture proposé par exemple. Il devrait être réfléchi avec l'utilisation d'une nourriture plus dense énergétiquement car les patients âgés ne sont plus en capacité d'ingérer les mêmes volumes. Leur proposer de la nourriture de manière trop abondante ne permettrait certainement pas d'augmenter les apports caloriques journaliers bien au contraire : comme nous l'a si bien dit une personne âgée: *«pourquoi ils nous mettent autant à manger, ça nous dégoûte ... ça nous écœure»*. Il faut privilégier les petits volumes contenant le maximum d'énergie ou de vitamines et minéraux importants pour la personne âgée.

Les produits développés à destination des personnes âgées doivent également avoir un « aspect praticité » bien développé et réfléchi. Nous entendons par pratique le fait qu'ils

soient faciles à prendre en main ou à tartiner par exemple. Cette adaptation n'est à notre avis pas assez prise en compte dans le développement des nouveaux produits alimentaires à destination des populations âgées.

Nous avons décelé plusieurs limites à ces études. Tout d'abord, le nombre de sujets : des effectifs supérieurs auraient pu être plus pertinents mais des contraintes (durée de séjour, sorties prématurées...) ne nous ont pas permis un recrutement suffisant. Nous nous sommes également interrogés sur les capacités d'assimilation par les personnes âgées des protéines apportées par les différents produits enrichis. En effet, les personnes âgées rencontrent souvent des difficultés dans la mastication des aliments mais elles éprouvent également des problèmes au niveau stomacal et intestinal. Cela pourrait expliquer en partie une moins bonne dégradation des protéines en amont qui conduirait à une moindre assimilation des protéines par la suite, donc qui priverait la personne âgée de cet apport. Nous pouvons déplorer le fait que dans toutes nos études, nous n'avons pas relevé l'azote urinaire, ce qui nous aurait permis de constater si les protéines apportées par les produits développés étaient réellement utilisées ou excrétées. Cette donnée devra être prise en compte pour les futures études cliniques.

Plusieurs solutions peuvent être proposées à la suite de ce travail. Tout d'abord, la stimulation alimentaire au moment du repas auprès des patients âgés hospitalisés pourrait être un moyen permettant d'améliorer le séjour d'hospitalisation -aspect social, restauration adaptée- à condition d'apporter une alimentation adaptée en énergie et en volume. De plus, la mobilisation physique doit être encouragée au sein des lieux de vie des personnes âgées pour qu'elles puissent tirer profit des éléments apportés par une alimentation adaptée et enrichie. Ce travail physique doit permettre d'éviter la chute du statut nutritionnel et de l'autonomie et permettre ainsi d'éviter ou de retarder l'arrivée de la dépendance physique chez les personnes âgées. Cependant, la mobilisation des personnes vieillissantes est faible et est un frein dans la prise en soin en institution mais également à l'hôpital. Enfin, quelle doit être la durée d'un enrichissement ? Cette question mérite d'être posée car comment justifier le fait qu'un ajout de produits supplémentés dans l'alimentation ne soit instauré que durant 10, 15 ou 30 jours ? Y a-t-il un bénéfice à consommer des aliments enrichis ou des CNO au long cours ?

Pour conclure ce manuscrit, le travail de thèse réalisé a permis de mettre en avant le fait que la population âgée est hétérogène du point de vue de son lieu de vie, de son état de santé et ne peut donc pas être vu comme un tout mais comme un ensemble d'individus bien

différents entre eux. Ces différents individus sont souvent confrontés à des problèmes pathologiques ou physiques qui impactent sur leurs besoins alimentaires. Il faut donc aider ces personnes à augmenter leurs apports qualitatifs et quantitatifs en amont afin qu'elles puissent lutter contre ces différents phénomènes. La dénutrition est un problème majeur, sous-évalué chez la population âgée et qui varie selon le lieu de vie, le type de population et bien d'autres critères encore (pathologies, médication...). Les pratiques actuelles permettant d'augmenter les apports nutritionnels chez les adultes âgés dénutris sont nombreuses et font appel ou non à des suppléments alimentaires afin de combler les déficits qui se sont créés au fil du temps. Le plus souvent, ces démarches relèvent du curatif alors que la prévention doit être la clé. C'est à chacun de trouver le meilleur vecteur pour permettre une lutte efficace contre la dénutrition car chaque personne est différente. Nous avons essayé de développer tout au long de ce travail de thèse, des méthodes ainsi que des produits alimentaires afin d'élargir la gamme de produits à destination des personnes à risque de dénutrition ou dénutries.

Nos travaux ont permis de montrer que des actions simples permettaient de ré-initier la prise alimentaire et empêchaient la chute du statut nutritionnel ou du moins ralentissaient l'évolution de celui-ci. Nous avons fait le constat que l'aspect social, au travers de nos visites répétées et de l'implication demandée aux personnes participantes, a joué un grand rôle dans la consommation des produits distribués.

La prévention doit être instaurée très en amont et personnellement je tends à penser qu'une prise de conscience dès l'approche d'un âge de 50-55 ans devrait être conduite. C'est un travail de prévention sur le long terme qu'il faut mener et cela bien avant l'apparition des premières carences nutritionnelles, afin de garder un capital nutritionnel permettant d'aborder la dernière partie de la vie dans des conditions acceptables.

Les résultats sont mitigés au terme de ce temps de recherche mais de bons espoirs sont posés sur le pain enrichi en particulier. Celui-ci a eu le développement le plus abouti et a apporté une réelle nouveauté dans la gamme des produits enrichis. Sa mise sur le marché devrait très prochainement se concrétiser par l'industriel partenaire du projet.

Nous avons travaillé sur l'amélioration et le maintien du statut nutritionnel de nos aînés en gardant néanmoins en tête que ce travail pourra nous être profitable à terme, car nous deviendrons un jour les aînés et profiterons alors du fruit de nos travaux.



## **Références bibliographiques**



- AFSSA. Groupe de travail AFSSA. « Apport en protéines: consommation, qualité, besoins et recommandations. ». Rapport 2007 ; 1-461.
- Allison DB, Gallagher D, Heo M et al. Body mass index and all-cause mortality among people age 70 and over: the Longitudinal Study of Aging. *Int Obes Relat Metab Disord*. 1997; 21:424-31.
- Amarantos E, Martinez A, Dwyer J. Nutrition and quality of life in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001; 56 Spec No 2:54-64.
- American Diabetes Association. Nutrition recommendations and interventions for diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2008; 31 Suppl 1:S61-S78.
- ANSES. Rapport d'expertise collective « Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras ». Edition scientifique. 2011 : 327 pages.
- Appel LJ, Espeland MA, Easter L et al. Effects of reduced sodium intake on hypertension control in older individuals. *Arch Intern Med*. 2001; 161:685-693.
- Appollonio I, Carabellese C, Frattola A, Trabucchi M. Influence of dental status on dietary intake and survival in community-dwelling elderly subjects. *Age & Ageing*. 1997; 26:445-55.
- Arita Y, Kihara S, Ouchi N, Takahashi M, Maeda K, Miyagawa J, Hotta K, Shimomura I, Nakamura T, Miyaoka K, Kuriyama H, Nishida M, Yamashita S, Okubo K, Matsubara K, Muraguchi M, Ohmoto Y, Funahashi T, Matsuzawa Y. Paradoxical decrease of an adipose-specific protein, adiponectin, in obesity. *Biochem Biophys Res Commun*. 1999; 257:79-83.
- Asakawa A, Inui A, Fujimiya M, Sakamari R, Shinfuku N, Ueta Y, Meguid MM, Kasuga M. Stomach regulates energy balance via acylated ghrelin and desacyl ghrelin. *Gut*. 2005; 54:18-24.
- Asayama K, Hayashibe H, Dobashi K, Uchida N, Nakane T, Kodera K. Decrease in serum adiponectin level due to obesity and visceral fat accumulation in children. *Obes Res*. 2003; 11:1072-9.
- Aussel C, Cynober L. Marqueurs biochimiques d'une dénutrition et de l'efficacité de la Renutrition. *In: L Cynober, C Aussel. Exploration de l'état nutritionnel*. Cachan, Editions Médicales Internationales. 1998:75-98.
- Avenell A, Handoll HH. Nutritional supplementation for hip fracture aftercare in older people. *Cochrane Database Syst rev*. 2006; (4):CD001880.
- Ayus JC, Arief AI. Abnormalities of water metabolism in the elderly. *Semin Nephrol* 1996; 4:277-88.
- Bailey RL, Ledikie JH, Smiciklas-Wright H, Mitchell DC, Jensen GL. Persistent oral health problems associated with comorbidity and impaired diet quality in older adults. *J Am Med Diet Assoc*. 2004; 104:1273-76.
- Barton AD, Beigg CL, Macdonald IA, Allison SP. A recipe for improving food intakes in elderly hospitalized patients. *Clin Nutr*. 2000; 19(6):451-54.
- Bastard JP, Maachi M, Lagathu C, Kim MJ, Caron M, Vidal H, Capeau J, Feve B. Recent advances in the relationship between obesity, inflammation, and insulin resistance; *Eur. Cytokine Netw*. 2006; 17:4-12.
- Bastow MD, Rawlings J, Allison SP. Benefits of supplementary tube feeding after fractured neck of femur: a randomised controlled trial. *Brit Med J Clin Research Edition*. 1983; 287:1589-92.
- Basu R, Breda E, Oberg AL et al. Mechanisms of the age-associated deterioration in glucose tolerance: contribution of alterations in insulin secretion, action, and clearance. *Diabetes*. 2003; 52:1738-48.

- Basu R, Dalla Man C, Campioni M et al. Effects of age and sex on postprandial glucose metabolism: differences in glucose turnover, insulin secretion, insulin action, and hepatic insulin extraction. *Diabetes*. 2006; 55:2001-14.
- Bergstrom N, Braden B. A prospective study of pressure sore risk among institutionalized elderly. *J Am Geriatr Soc* 1992; 40:747-58.
- Berthélemy P, Bouisson M, Vellas B, Moreau J, Nicole-Vaysse, Albarede JL, Ribet A. Postprandial cholecystokinin secretion in elderly with protein-energy undernutrition. *J Am Geriatr Soc* 1992; 40 (4):365-9.
- Bhutto A, Morley JE. The clinical significance of gastrointestinal changes with aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008; 11(5):651-60.
- Blanpain N. 15 000 centenaires en 2010 en France, 200 000 en 2060? *Insee Première*. 2010, n°1319.
- Blanton CA, Horwitz BA, Blevins JE et al. Reduced feeding response to neuropeptide Y in senescent Fischer 344 rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2001; 280:R1052-60.
- Bonnefoy M, Ayzac L, Ingenbleek Y, Kostka T, Boisson RC, Bienvenu J. Usefulness of the prognostic inflammatory and nutritional index (PINI) in hospitalized elderly patients. *Int J Vitam Nutr Res*. 1998; 68(3):189-95.
- Bonnefoy M, Constans T, Ferry M. Influence de la nutrition et de l'activité physique sur le muscle au grand âge. *Presse Médicale*. 2000; 39 :2177-82.
- Bouchiche C, Dusart F, Lesourd B. Une formation spécifique pour les cuisiniers des EHPAD. Effets à long terme sur les consommations alimentaires. *Nutr Clin Metab*. 2007; 21 :0014 :S37-S38.
- Bouillane O, Morineau G, Dupont C, Coulombel I, Vincent JP, Nicolis I, Benazeth S, Cynober L, Aussel C. Geriatric Nutritional Risk index: a new index for evaluating at risk elderly medical patients. *Am J Clin Nutr*. 2005; 82(4):777-83.
- Bos C, Benamouzig R, Bruhat A, Roux C, Valensi P, Ferriere F, Tome D. Nutritional status after short-term dietary supplementation in hospitalized malnourished geriatric patients. *Clin Nutr*. 2001; 20(3):225-33.
- Brandt L, Kosche K, Greenwald D, Berkman D. *Clostridium difficile*-associated diarrhea in the elderly. *Am J Gastroenterol*. 1999; 94:3263-6.
- Brantervik AM, Jacobsson IE, Grimby A, Wallen TC, Bosaeus IG. Older hospitalised patients at risk of malnutrition: correlation with quality of life, aid from the social welfare system and length of stay. *Age Ageing*. 2005; 34(5):444-9.
- Brescianini S, Maggi S, Farchi G et al. Low total cholesterol and increased risk of dying: are low levels clinical warning signs in the elderly? Results from the Italian Longitudinal Study on Aging. *J Am Geriatr Soc*. 2003; 51:991-6.
- Brodeur JM, Laurin D, Vallee R, Lachapelle D. Nutrient intake and gastrointestinal disorders related to masticatory performance in the edentulous elderly. *J Prosthet Dent*. 1993; 70(5):468-73.
- Brutel C. Projections de population à l'horizon 2050: un vieillissement inéluctable. *Insee Première*. 2001, n°762.
- Brutel C. La population de la France métropolitaine en 2050 : un vieillissement inéluctable. *Economie et Statistique*. 2002, n°355-356.
- Buchman AS, Wilson RS, Bienias JL, Shah RC, Evans DA, Bennett DA. Change in body mass index and risk of incident Alzheimer disease. *Neurology*. 2005; 65(6):892-7.

- Buchner A, Sonnenberg A. Epidemiology of *Clostridium difficile* infection in a large population of hospitalized US military veterans. Dig Dis Sci. 2002; 47:201-7.
- Burton-Freeman B, Davis PA, Schneeman BO. Plasma cholecystokinin is associated with subjective measures of satiety in women. Am J Clin Nutr. 2002; 76:659-667.
- Buzby GP, Knox LS, Crosby LO et al. Study protocol: a randomized clinical trial of total parenteral nutrition in malnourished surgical patients. Am J Clin Nutr. 1988; 47(suppl):366-81.
- Buzby GP, Williford WO, Petersen OL et al. A randomized clinical trial of total parenteral nutrition in malnourished surgical patients: the rationale and impact of previous clinical trials and pilot study on protocol design. Am J Clin Nutr. 1988; 47 (suppl):357-65.
- Cambois E, Lievre A. Risque de perte d'autonomie et chances de récupération chez les personnes âgées de 55 ans ou plus : une évaluation à partir de l'enquête Handicaps, incapacités, dépendance. DREES Etudes et résultats, n°349, nov 2004.
- Campfield LA, Smith FJ, Guisez Y, Devos R, Burn P. Recombinant mouse OB protein: evidence for a peripheral signal linking adiposity and central neural networks. Science. 1995; 269:546-549.
- Campbell AJ, Reinken J, Allan BC, Martinez GS. Falls in old age: a study of frequency and related clinical factors. Age Ageing. 1981; 10(4):264-70.
- Cederholm T, Wretling B, Hellström K, Anderson B, Engström L, Brismar K, Scheynius A, Forslid J, Palmblad J. Enhanced generation of interleukin 1 $\beta$  and 6 may contribute to the cachexia of chronic disease. Am J Clin Nutr. 1997; 65:876-82.
- Chandra RK. Cellular and molecular basis of nutrition-immunity interactions. Adv Exp Med Biol. 1990; 262:13-18.
- Chevaux JM, Nanfi C, Brocker P et al. Candidoses oropharyngées et prothèses amovibles chez les sujets âgés : diagnostic et traitement. Inf. Dent. 2002; 83 :673-8.
- Chiappelli F, Bauer J, Spackman S, Prolo P, Edgerton M, Armenian C, Dickmeyer J, Harper S. Dental needs of the elderly in the 21<sup>st</sup> century. Gen Dent. 2002; 50(4):358-63.
- Chima CS, Barco C, Dewitt MLA, Maeda M, Teran JC, Mullen KD. Relationship of nutritional status to length of stay, hospital costs, and discharge status of patients hospitalized in the medicine service. J Am Diet Assoc. 1997; 97:975-78.
- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR et al. Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. Hypertension. 2003; 42:1206-1252.
- Christensson L, Unosson M, Ek AC. Malnutrition in elderly people newly admitted to a community resident home. J Nutr Health Aging. 1999;3(3):133-9.
- Chumléa WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from the knee height for 60 to 90 years of age. J Am Geriatr Soc 1985; 33: 116-120.
- Clark BA, Shannon RP, Rosa RM, Epstein FH. Increased susceptibility to thiazide-induced hyponatremia in the elderly. J Am Soc Nephrol 1994; 4:1106-11.
- Clarkston WK, Pantano MM, Morley JE. Evidence for the anorexia of aging: gastrointestinal transit and hunger in healthy elderly vs. young adults. Am J Physiol 1997; 272:R243-8.
- Cohn SH, Vartsky D, Yasumura S et al. Compartmental body composition based on total-body nitrogen, potassium, and calcium. Am J Physiol 1980; 239:E524-30.

- Coleman AL, Stone K, Ewing SK, Nevitt M, Cummings S, Cauley JA, Ensrud KE, Harris EL, Hochberg MC, Mangione CM. Higher risk of multiple falls among elderly women who lose visual acuity. *Ophthalmology*. 2004; 111:857-62.
- Compan B, di Castri A, Plaze JM, Arnaud-Battandier F. Epidemiological study of malnutrition in elderly patients in acute, sub-acute and long-term care using the MNA. *J Nutr Health Aging*. 1999; 3(3):146-51.
- Conseil National de l'Alimentation (CNA). Avis sur les besoins alimentaires des personnes âgées et leurs contraintes spécifiques. Avis n°53, 15 décembre 2005.
- Cooper MK, Brock DG, McDaniel CM. Interaction between Levodopa and enteral nutrition. *Ann Pharmacother*. 2008; 42(3):439-42.
- Corazza GR, Frazzoni M, Gatto MR, Gasbarrini G. Ageing and small bowel mucosa: a morphometric study. *Gerontology*. 1986; 32(1):60-5.
- Corti MC, Guralnik JM, Salive ME, Sorkin JD. Serum albumin level and physical disability as predictors of mortality in older persons. *JAMA* 1994; 272(13):1036-42.
- Corti MC, Salive ME, Guralnik JM. Serum albumin and physical function as predictors of coronary heart disease mortality and incidence in older persons. *J Clin Epidemiol*. 1996; 49(5):519-26.
- Crogan NL, Pasvogel A. The influence of protein-calorie malnutrition on quality of life in nursing homes. *J Gerontol* 2003; 58A(2):159-64.
- Cudennec T, Teillet L. Les marqueurs de la dénutrition. 2003.
- Cynober L et al. Apports nutritionnels conseillés chez la personne âgée. *Nutr Clin Metab* 2000; (14) : 1S-64S.
- Cynober L, Alix E, Arnaud-Battandier F et al. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Personnes âgées 2001. In : Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Martin A (ed). 3<sup>e</sup> édition, Eds Tech et Doc, Paris, P.307.
- Dardevet D, Sornet C, Balage M, Grizard J. Stimulation of in vitro rat muscle protein synthesis by leucine decreases with age. *J Nutr*. 2000; 130:2630-5.
- Dardevet D, Sornet C, Bayle G, Prugnaud J, Pouyet C, Grizard J. Postprandial stimulation of muscle protein synthesis in old rats can be restored by a leucine-supplemented meal. *J Nutr*. 2002; 132:95-100.
- Davidson MB. The effect of aging on carbohydrate metabolism: a review of the English literature and a practical approach to the diagnosis of diabetes mellitus in the elderly. *Metabolism* 1979; (28): 688-705.
- Davos CH, Doehner V, Rauchhaus M et al. Body mass and survival in patient with chronic heart failure without cachexia: the importance of obesity. *J Card Fail*. 2003; 9:29-35.
- Decarli A, Ferraroni M, Palli D. A reduced questionnaire to investigate the mediterranean diet in epidemiologic studies. *Epidemiology*. 1994; 5(2):251-6.
- De Castro JM. Age-related changes in spontaneous food intake and hunger in humans. *Appetite*. 1993; 21(3):255-72.
- Degen L, Matzinger D, Drewe J, Beglinger C. The effect of cholecystokinin in controlling appetite and food intake in humans. *Peptides*. 2001; 22:1265-1269.
- De Graaf C, Blom WA, Smeets PA, Stafleu A, Hendricks HF. Biomarkers of satiation and satiety. *Am J Clin Nutr*. 2004; 79(6):946-61.

- De Groot LC, Hautvast JG, Van Staveren WA. Nutrition and health of elderly people in Europe: the EURONUT-SENECA study. *Nutr. Rev.* 1992 ; 50(7) :185-94.
- Delarue J, Constans T, Malvy D, Pradignac A, Couet C, Lamisse F. Anthropometric values in an elderly French population. *Br J Nutr.* 1994; 71(2):295-302.
- Delmi M, Rapin CH, Bengoa JM, Delmas PD, Vasey H, Bonjour JP. Dietary supplementation in elderly patients with fractured neck of the femur. *Lancet.* 1990; 335(8696):1013-6.
- Derycke B, Blonde-Cynober F, Ballanger E. Evolution des pratiques d'évaluation de l'état nutritionnel des patients en soins de suite et de réadaptation et amélioration de la prise en charge. *Revue de Gériatrie*, 2003; Suppl. B, 28, 5, 24-25.
- Dideriksen KJ, Reitelseder S, Petersen SG, Hjort M, Helmark IC, Kjaer M, Holm L. Stimulation of muscle protein synthesis by whey and caseinate ingestion after resistance exercise in elderly individuals. *Scand. J. Sci. Sports.* 2011; 21(6) :e372-83.
- Directive Européenne 90/496/CEE du 24 septembre 1990. *Journal officiel des Communautés européennes.* N°L276/40.
- Donini LM, Savina C, Cannella C. Eating habits and appetite control in the elderly: the anorexia of aging. *Int Psychogeriatr.* 2003; 15 (1):73-87.
- Drewnowski A, Evans WJ. Nutrition, physical activity, and quality of life in older adults: summary. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56 (Spec No2):89-94.
- Drewnowski A, Shultz JM. Impact of aging on eating behaviors, food choices, nutrition, and health status. *J Nutr Health Aging* 2001; 5:75-9.
- Drummond JR, Chisholm DM. A qualitative and quantitative study of the ageing human labial salivary glands. *Arch Oral Biol.* 1984; 29(2):151-5.
- Dubé L, Paquet C, Ma Z, St-Arnaud McKenzie D, Kergoat MJ, Ferland G. Nutritional implications of patient-provider interactions in hospital settings: evidence from a within-subject assessment of mealtime exchanges and food intake in elderly patients. *Eur J Clin Nutr.* 2007; 61:664-72.
- Dunne TE, Nearing SA, Cipolloni PB, Cronin-Golomb A. Visual contrast enhances food and liquid intake in advanced Alzheimer's disease. *Clin Nutr.* 2004; 23:533-8.
- Edington J, Barnes R, Bryan F et al. A prospective randomized controlled trial of nutritional supplementation in malnourished elderly in the community: clinical and health economic outcomes. *Clin Nutr.* 2004; 23:195-204.
- Elmadfa I, Meyer AL. Body composition, changing physiological functions and nutrient requirements of the elderly. *Ann Nutr Metab.* 2008; 52 (Suppl 1):2-5.
- Eneroth M, Olsson UB, Thorngren KG. Nutritional supplementation decreases hip fracture-related complications. *Clin Orthop Relat Res.* 2006; 451:212-7.
- Euller-Ziegler L, Breuil V. Prescription et surveillance de la supplémentation médicamenteuse en calcium et vitamine D. In : Programme national nutrition santé. Prévention des fractures liées à l'ostéoporose, nutrition de la personne âgée (coordinateur L. Euller-Ziegler), ministère de l'Emploi et de la Solidarité, AFLAR 1 vol p.30-34.
- EWGSOP. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report. *Age & Ageing.* 2010; 39:412-23.
- Fabian E, Bogner M, Kickingner A et al. Intake of medication and vitamin status in the elderly. *Ann Nutr Metab.* 2011; 58(2):118-25.

- Fantin F, Di Francesco V, Fontana G, Zivelonghi A, Bissoli L, Zoico E, Rossi A, Micciolo R, Bosello O, Zamboni M. Longitudinal body composition changes in old men and women: interrelationships with worsening disability. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007; 62(12):1375-81.
- Feldblum I, German L, Castel H, Harman-Bohem I, Bilenko N, Eisinger M, Fraser D, Shahar DR. Characteristics of undernourished older medical patients and the identification of predictors for undernutrition status. *Nutr J.* 2007; 2:6-37.
- Ferrara A, Barrett-Connor E, Shan J. Total, LDL, and HDL cholesterol decrease with age in older men and women. The Rancho Bernardo Study 1984-1994. *Circulation.* 1997; 96:37-43.
- Ferris AM, Duffy VB. Effect of olfactory deficits on nutritional status. Does age predict persons at risk? *Ann N Y Acad Sci.* 1989; 561:113-23.
- Ferrucci L, Guralnik JM, Studenski S et al. Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report. *J Am Geriatr Soc* 2004; 52:625-34.
- Ferry M. Vitamines et vieillissement. *Cah Nutr Diet* 1999, XXVI : 65-9.
- Ferry M, Lesourd B, Pfitzenmeyer P. Physical assessment for aging prediction. *Nestle Nutr Workshop Ser Clin Perform Programme.* 2002; 6:223-36.
- Ferry M, Alix E, Brocker P, Constans T, Lesourd B, Mischlich D, Pfitzenmeyer P, Vellas B. *Nutrition de la personne âgée.* 3<sup>e</sup> Edition, Masson 2007. 303 pages.
- Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan AD, Clements KM, Solares GR, Nelson ME. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *New England Journal of Medicine.* 1994; 330(25):1769-75.
- Fiebrich HB, Van den Berg G, Kema IP, Links TP, Kleibeuker JH, Van Beek AP, Walenkamp AM, Sluiter WJ, De Vries EG. Deficiencies in fat soluble vitamins in long term users of somatostatin analogue. *Aliment Pharmacol Ther.* 2010; 32(11-12):1398-404.
- Fink RI, Kolterman OG, Griffin J, Olefsky JM. Mechanisms of insulin resistance in aging. *J Clin Invest.* 1983; 71:1523-35.
- Firth M, Prather CM. Gastrointestinal mobility problems in the elderly patient. *Gastroenterology.* 2002; 122:1688-1700.
- Flynn MA, Nolph GB, Baker AS et al. Total body potassium in aging humans: a longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 1989 (50): 713-7.
- Folliguet M. Direction Générale de la Santé SD2B. Prévention bucco-dentaire chez les personnes âgées. Mai 2006.
- Folliguet M, Veille-Finet A, Tavernier JC et al. Dental and nutritional status of long-term care institutionalised old adults. *Age & Nutrition* 2004; 15:84-9.
- Food and Nutrition Board. National Research Council. Dietary reference intakes: folate, other B vitamins, and choline. Washington DC, National Academy Press. 2000, 567 p.
- Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. January 2001. 800 p.
- Forbes GB, Reina JC. Adult lean body mass declines with age: some longitudinal observations. *Metabolism* 1970 (19): 653-63.

- Forbes GB. Longitudinal changes in adult fat-free mass: influence of body weight. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70(6):1025-31.
- Fouque D, Laville M, Boissel JP. Low protein diets for chronic kidney disease in non diabetic adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006; (2):CD001892.
- Fredman L, Daly MP. Weight change: a measure of caregiver stress. *J Aging Health* 1997; 9:43-9.
- Freeland B, Penprase BB, Anthony M. Nursing practice patterns: timing of insulin administration and glucose monitoring at hospital. *Diabetes Educ.* 2011; 37(3):357-62.
- Frontera WR, Hugues VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45 to 78 yr old men and women. *J Appl Physiol* 1991, 2:644-50.
- Fujita S, Volpi E. Amino acids and muscle loss with aging. *J Nutr.* 2006; 136:277S-80S.
- Fukunaga A, Uematsu H, Sugimoto K. Influences of aging on taste perception and oral somatic sensation. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005; 60 (1):109-13.
- Galanos AN, Pieper CF, Cornoni-Huntley JC. Nutrition and function: is there a relationship between body mass index and the functional capabilities of community-dwelling elderly? *J Am Geriatr Soc.* 1994; 42:368-73.
- Gallagher D, Ruts E, Visser M et al. Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000; 279:E366-75.
- Gariballa S, Foster S. dietary supplementation and quality of life of older patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2007; 55(12):2030-4.
- Gerber V, Krieg MA, Cornuz J, Guigoz Y, Burckhardt P. Nutritional status using the Mini Nutritional Assessment questionnaire and its relationship with bone quality in a population of institutionalized elderly women. *J Nutr Health Aging* 2003; 7(3):140-5.
- Grassi M, Petraccia L, Mennuni G, Fontana M, Scarno A, Sabetta S, Fraioli A. Changes, functional disorders, and diseases in the gastrointestinal tract of elderly. *Nutr. Hosp.* 2011; 26(4) :659-68.
- Groupe d'Etude des Marchés de Restauration Collective et de Nutrition GEMRCN. Recommandation nutrition. Juillet 2011, 80 pages.
- Guigoz Y, Vellas B, Garry PJ. Assessing the nutritional status of the elderly: The Mini Nutritional Assessment as part of the geriatric evaluation. *Nutr Rev.* 1996; 54:S59-S65.
- Guillard JC, Lequeu B. Les vitamines. Du nutriment au médicament. EM Inter, Tec et Doc. Lavoisier, Paris 1992.
- Guillard JC, Iehl-Robert M, Richard D. Vieillesse et vitamines. *La Revue de Gériatrie* 1992 (17) : 545-54.
- Gustafson D, Rothenberg E, Blennow K, Steen B, Skoog I. An 18-year follow-up of overweight and risk of Alzheimer disease. *Arch Intern Med.* 2003; 163:1524-8.
- Guyonnet S, Nourhashemi F, Reyes-Ortega G, de Glisezinski I, Adoue D, Rivière D, Vellas B, Albaredo JL. La perte de poids chez les sujets présentant une démence de type Alzheimer. *Rev Med Int.* 1997; 18 :776-85.
- Halaas JL, Gajiwala KS, Maffei M, Cohen SL, Chait BT, Rabinowitz D, Lallone RL, Burley SK, Friedman JM. Weight-reducing effects of the plasma protein encoded by the obese gene. *Science.* 1995; 269:543-546.
- Harvard-School-of-Public-Health. (2008).

- Haute Autorité de Santé (HAS). Recommandations professionnelles. Stratégie de prise en charge en cas de dénutrition protéino-énergétique chez la personne âgée. Avril 2007.
- Häussinger D, Lang F, Gerok W. Regulation of cell function by the cellular hydration state. *Am J Physiol* 1994; 267:343-55.
- Haveman Nies A, de Groot LCPGM, Van Staveren WA. Fluid intake of elderly Europeans. *J Nutr Health Aging* 1997; 1:151-6.
- Havermans RC, Hermans J, Jansen A. Eating without a nose: olfactory dysfunction and sensory-specific satiety. *Chem. Senses*. 2010; 35:735-41.
- Hawthorne G, Richardson J, Osborne R. The assessment of quality of life (AQoL) instrument: a psychometric measure of health-related quality of life. *Qual Life Res*. 1999; 8(3):209-24.
- Hays NP, Roberts SB. The anorexia of aging in human. *Physiol & Behav*. 2006; 88:257-66.
- Herrmann FR, Safran C, Levkoff SE, Minaker KL. Serum albumin level on admission as a predictor of death, length of stay, and readmission. *Arch Intern Med* 1992; 152:125-30.
- Heymsfield SB, Williams PJ. Nutritional assessment by clinical and biochemical methods. In: ME Shils, VR Young. *Modern nutrition in health and disease*, 7<sup>th</sup> Ed. Philadelphia, Lea & Febiger. 1988:817-860.
- Hollander D. Crohn's disease: a permeability disorder of the tight junction? *Gut*. 1988; 29:1621-4.
- Holt PR, Rosenberg IH, Russel RM. Causes and consequences of hypochlorhydria in the elderly. *Dig Dis Sci*. 1989; 34(6):933-37.
- Houterman S, Boshuizen HC, Verschuren WM et al. Predicting cardiovascular risk in the elderly in different European countries. *Eur Heart J*. 2002; 23(4):294-300.
- Huc ML. La qualité de la prise en charge nutritionnelle des personnes âgées hébergées en institution. *Information Diététique* 2005; 4:21-9.
- Hughes VA, Frontera WR, Dallal GE, Lutz KJ, Fisher EC, Evans WJ. Muscle strength and body composition: associations with bone density in older subjects. *Med Sci Sports Exerc*. 1995; 27(7):967-74.
- Hughes VA, Frontera WR, Wood M, Evans WJ, Dallal GE, Roubenoff R, Fiatarone Singh MA. Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001; 56(5):B209-17.
- Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Singh MA. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr*. 2002; 76:473-81.
- Hummel T, Nordin S. Olfactory disorders and their consequences for quality of life. *Acta Otolaryngol*. 2005; 125(2):116-21.
- Imbeault P, Prins JB, Stolic M et al. Aging per se does not influence glucose homeostasis: in vivo and in vitro evidence. *Diabetes Care*. 2003; 26:480-4.
- Inui A, Asakawa A, Bowers CY, Mantovani G, Laviano A, Meguid MM, Fugimiya M. Ghrelin, appetite, and gastric motility: the emerging role of the stomach as an endocrin organ. *The Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology*. 2004; 18:439-456.
- INSEE. Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques. [www.insee.fr](http://www.insee.fr)

- INSERM. Carences nutritionnelles: étiologies et dépistage. « Expertise Collective ». Paris, INSERM. 1999, 346 pages (Chap.6:105-147).
- Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes: calcium, phosphorous, magnesium, vitamin D, and fluoride. Washington DC, National Academy Press. 2001, 432 p.
- Jackson RA, Hawa MI, Roshania RD et al. Influence of aging on hepatic and peripheral glucose metabolism in humans. *Diabetes*. 1988; 37:119-29.
- Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol* 2000; (89): 81-8.
- Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol* 2000; 89:465-71.
- Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50:889-96.
- Janssen I, Baumgartner RN, Ross R et al. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol* 2004; 159:413-21.
- Janssen I. Influence of sarcopenia on the development of physical disability: the Cardiovascular Health Study. *J Am Geriatr Soc*; 2006; 54(1):56-62.
- Johansen NN, Kondrup J, Plum LM, Bak L, Norregaard P, Bunch E, Baerthsen H, Andersen JR, Larsen IH, Martinsen A. Effect of nutritional support on clinical outcome in patients at nutritional risk. *Clin Nutr*. 2004; 23:539-550.
- Karlstrom O, Fryklund B, Tullus K et al. A prospective nationwide study of *Clostridium difficile*-associated diarrhea in Sweden. *Clin Infect Dis*. 1998; 91:460-4.
- Kasiske BL, Lakatua JD, Ma JZ, Louis TA. A meta-analysis of the effects of dietary protein restriction on the rate of decline in renal function. *Am J Kidney Dis*. 1998; 31(6):954-61.
- Katz S, Ford AB, Moskowitz RW et al. Studies of illness in the aged: The index of ADL, a standardized measure of biological and psychosocial function. *Journ Am Med Assoc*. 1963; (185): 914-919.
- Katz S, Downs TD, Cash HR et al. Progress in development of the index of ADL. *The Gerontologist* 1970 (p.I): 20-30.
- Katz S. Assessing self-maintenance: Activities of daily living, Mobility, and Instrumental activities of daily living. *Journ Am Geriatr Soc* 1983 vol 31 (12): 721-27.
- Kelly M, Steele J, Nuttall N, Bradnock G, Morris J, Nunn J, Pine C, Pitts N, Treasure E, White D. Adult dental health survey oral health in the United Kingdom. The Stationery Office, London. 2000.
- Kim JM, Maachi Mustapha, Capeau J, Bastard JP. Adiponectine et syndrome métabolique. *LigandAssay*. 2006; 11(1):67-74.
- Kinney JM. Nutritional frailty, sarcopenia and falls in the elderly. *Curr Op Clin Nutr Metab Care*. 2004; 7:15-20.
- Klein BEK, Klein R, Knudtson MD, Lee KE. Relationship of measures of frailty to visual function: the beaver dam eye study. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2003; 1:191-9.
- Knox TA, Kassarjian Z, Dawson –Hughes B, Golner BB, Dallal GE, Arora S, Russel RM. Calcium absorption in elderly subjects on high and low fiber diets: effect of gastric acidity. *Am J Clin Nutr*. 1991; 53(6):1480-6.

- Kojima M, Hosoda H, Date Y, Nakazato M, Matsuo H, Kangawa K. Ghrelin is a growth-hormone-releasing acylated peptide from stomach. *Nature*. 1999; 402:656-660.
- Komajda M, Hanon O, Aupetit JF et al. Management of heart failure in the elderly: recommendations from the French Society of Cardiology (SFC) and the French Society of Gerontology and Geriatrics (SFGG). *J Nutr Health Aging*. 2006; 10:434-44.
- Komajda M, Hanon M, Hochadel M, Follath F, Swedberg K, Gitt A, Cleland JGF. Management of octogenarians hospitalized for heart failure in Euro Heart Failure Survey I. *Eur Heart J*. 2007; 28:1310-8.
- Kondrup J, Rasmussen HH, Hamberg O et al. Nutritional Risk Screening (NRS 2002): a new method based on analysis of controlled clinical trials. *Clin Nutr* 2003; 22:321-336.
- Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M. ESPEN Guidelines for Nutrition Screening 2002. *Clin Nutr* 2003; 22(4):415-421.
- Koopman R, Verdijk LB, Manders RJF, Gijsen AP, Gorselink M, Pijpers E, Wagenmakers AJM, van Loon LJC. Co-ingestion of protein and leucine stimulates muscle protein synthesis rates to the same extent in young and elderly lean men. *Am J Clin Nutr*. 2006; 84:623-32.
- Koopman R, Verdijk LB, Beelen M, Gorselink M, Nieuwenhuijzen K, Wagenmakers AJM, Kuipers H, van Loon LJC. Co-ingestion of leucine with protein does not further augment post-exercise muscle protein synthesis rates in elderly men. *Brit J Nutr*. 2008; 99:571-80.
- Krall E, Hayes C, Garcia R. How dentition status and masticatory function affect nutrient intake. *J Am Dent Assoc* 1998; 129:1261-9.
- Krasinski SD, Russel RM, Samloff IM, Jacob RA, Dallal GE, McGandy RB, Hartz SC. Fundic atrophic gastritis in elderly population. Effect on haemoglobin and several serum nutritional indicators. *J Am Geriatr Soc*. 1986; 34(11):800-6.
- Kremer S, Bult JHF, Mojet J, Kroeze JHA. Differences in perception of sweet and savoury waffles between elderly and young subjects. *Food Quality and Preference*. 2007; 18:106-16.
- Krumholz HM, Seeman TE, Merrill SS, Mendes de Leon CF, Vaccarino V, Silverman DI, Tsukahara R, Ostfeld AM, Berkman LF. Lack of association between cholesterol and coronary heart disease mortality and morbidity and all-cause mortality in persons older than 70 years. *JAMA*. 1994; 272(17):1335-40.
- Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition*. 2001; 17:248-53.
- Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD et al. Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2004; 23:1226-43.
- Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr*. 2004; 23:1430-53.
- Kyne L, Hamel M, Polavaram R, Kelly C. Health care costs and mortality associated with nosocomial diarrhea due to *Clostridium difficile*. *Clin Infect Dis* 2002; 34:346-53.
- La Grow SJ, Robertson MC, Campbell AJ, Clarke GA, Kerse NM. Reducing hazard related falls in people 75 years and older with significant visual impairment: how did a successful program work? *Inj Prev*. 2006; 12:296-301.
- Lainscak M, von Haehling S, Doehner W, Anker SD. The obesity paradox in chronic disease: facts and numbers. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2012; 3:1-4.
- Lamy M, Mojon P, Kalykakis G, Legrand R, Budtz-Jorgensen E. Oral status and nutrition in the institutionalized elderly. *J Dent*. 1999; 27:443-448.

- Laviano A, Meguid MM, Rossi-Fanelli F. Cancer anorexia: clinical implications, pathogenesis, and therapeutic strategies. *The Lancet*. 2003; 4:686-694.
- Lavizzo-Mourey R, Johnson J, Stolley P. Risk factors for dehydration among elderly nursing home residents. *J Am Geriatr Soc* 1988; 3:213-8.
- Lawson RM, Doshi MK, Barton JR, Cobden I. The effect of unselected post-operative nutritional supplementation on nutritional status and clinical outcomes of orthopaedic patients. *Clin Nutr*. 2003; 22:39-46.
- Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist*. 1969; 9(3):179-86.
- Lecomte P. Diabetes in the elderly: considerations for clinical practice. *Diabetes Metab*. 2005; 31 spec No2:5S103-5S109.
- Leenders M, Verdijk LB, Van der Hoeven L, Van Kranenburg J, Hartgens F, Wodzig WKWH, Saris WHM, Van Loon LJC. Prolonged leucine supplementation does not augment muscle mass or affect glycemic control in elderly type 2 diabetic men. *J. Nutr*. 2011; 141:1070-76.
- Le Magnen J. Increased food intake induced in rats by changes in the satiating sensory input from food (first published in French in 1956). *Appetite*. 1999; 33:33-35.
- Lèplège A, Ecosse E, Verdier A, Perneger TV. The French SF-36 health survey: translation, cultural adaptation and preliminary psychometric evaluation. *J Clin Epidemiol*. 1998; 51(11):1013-23.
- Le Reun N. Alimenter la personne âgée atteinte de troubles de la déglutition. Communication CHU de Brest. 6 octobre 2009. (<http://www.defisantennutrition.fr/img/colloque2009/troublesdeglutition.pdf>)
- Lesourd BM, Moulias R, Favre-Berrone M et al. Nutritional influences on immune responses in elderly. In : Chandra RK, ed. *Nutrition and immunology*. St John's, Canada : ARTS Biomedical Publishers. 1992; 211-23.
- Lesourd B. Besoins nutritionnels des sujets âgés. II. Risques. *Cah Nutr Diet* 1998; 33 :125-8.
- Lesourd B. Nutrition des sujets âgés. In : Basdevant A, Laville M, Lerebours E, ed. *Traité de nutrition clinique de l'adulte*, Flammarion, Paris. 2001, pages 301-6.
- Lesourd B. Troubles nutritionnels chez le sujet âgé. *La revue du praticien* 2004; 54 :2041-45.
- Lexell J, Taylor CC, Sjöström M. What is the cause of the ageing atrophy ? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15 to 83 year old men. *J Neurol Sci*. 1988; 84(2-3):275-94.
- Lexell J. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1995; 50:11-6.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R (Eds). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books. 1988.
- Longstreth GF, Thompson WG, Chey WD, Houghton LA, Mearin F, Spiller RC. Functional bowel disorders. *Gastroenterology*. 2006; 130(5):1480-91.
- Lord SR, Dayhew J. Visual risk factor for falls in older people. *J Am Geriatr Soc*. 2001; 49(5):508-15.
- Loye P, Aussel C. Place des hôteliers dans les hôpitaux gériatriques. *Nutr Clin Metab*. 2004; 18 :231-5.

- MacIntosh CG, Andrews JM, Jones KL. Effects of age on concentrations of plasma cholecystokinin, glucagon-like peptide 1, and peptide YY and their relation to appetite and pyloric motility. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69:999-1006.
- MacIntosh C, Morley JE, Chapman IM. The anorexia of aging. *Nutrition.* 2000; 16:983-95.
- Mack F, Mojon P, Budtz-Jorgensen E, Kocher T, Splieth C, Schwahn C, Bernhardt O, Gesch D, Kordass B, John U, Biffar R. Caries and periodontal disease of the elderly in Pomerania, Germany: results of the Study of Health in Pomerania. *Gerodontology.* 2004; 21(1):27-36.
- Maeda K, Okubo K, Shimomura I, Funahashi T, Matsuzawa Y, Matsubara K. cDNA cloning and expression of a novel adipose specific collagen-like factor, apM1 (AdiPose Most abundant Gene transcript 1). *Biochem Biophys Res Commun.* 1996; 221:286-9.
- Malnutrition Advisory Group (MAG). MAG-guidelines for Detection and Management of Malnutrition. British Association for Parenteral and Enteral Nutrition. 2000, Redditch, UK.
- Marcenes W, Steele JG, Sheiham A, Walls AWG. The relationship between dental status, food selection, nutrient intake, nutritional status, and body mass index in older people. *Cad. Saude Publica.* 2003; 19(3):809-16.
- Margetts BM, Thompson RL, Elia M, Jackson AA. Prevalence of risk of undernutrition is associated with poor health status in older people in the UK. *Eur J Clin Nutr* 2003;57(1):69-74.
- Marshall P, Hogarth M, Frost G et al. Energy intake in hospitalised elderly patients. *Proc Nutr N Soc* 1994; 53:74A.
- Martin A. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Tech et Doc, Lavoisier, Paris. 605 p. 2001.
- Martinez M, Hernanz A, Gomez-Cerezo J et al. Alterations in plasma and cerebrospinal fluid levels of neuropeptides in idiopathic senile anorexia. *Regul Pept* 1993; 49:109-17.
- Massoulard A, Bonhabau H, Gindre-Pouvelarie L et al. Analysis of the food consumption of 87 elderly nursing home residents, depending on food texture. *J Nutr Health Aging.* 2011; 15(3):192-5.
- Matsuzawa Y. The metabolic syndrome and adipocytokines. *FEBS Letters.* 2006; 580:2917-21.
- Matthys P, Billiau A. Cytokines and cachexia. *Nutrition.* 1997; 13:763-770.
- Mazari L, Lesourd BM. Nutritional influences on immune responses in healthy aged persons. *Mech Age Develop* 1998; 104:25-40.
- Melanson KJ, Greenberg AS, Ludwig DS. Blood glucose and hormonal responses to small and large meals in healthy young and older women. *J Gerontol A Sci Med Sci* 1998; 53:B299-305.
- Meneilly GS, Ryan AS, Veldhuis JD, Elahi D. Increased disorderliness of basal insulin release, attenuated insulin secretory burst mass, and reduced ultradian rhythmicity of insulin secretion in older individuals. *J Clin Endocrinol Metab.* 1997; 82:4088-93.
- Meneilly GS, Ryan AS, Minaker KL, Elahi D. The effect of age and glycemic level on the response of the beta-cell to glucose-dependent insulinotropic polypeptide and peripheral tissue sensitivity to endogenously released insulin. *J Clin Endocrinol Metab.* 1998; 83:2925-32.
- Meneilly GS, Veldhuis JD, Elahi D. Disruption of the pulsatile and entropic modes of insulin release during an unvarying glucose stimulus in elderly individuals. *J Clin Endocrinol Metab.* 1999; 84:1938-43.
- Miller SL, Wolfe RR. The danger of weight loss in the elderly. *J Nutr Health Ageing.* 2008; 12(7):487-91.

- Milne AC, Avenell A, Potter J. Meta-analysis: protein and energy supplementation in older people. *Ann Intern Med.* 2006; 144:37-48.
- Milne AC, Potter J, Vivanti A, Avenell A. Protein and energy supplementation in elderly people at risk from malnutrition. Review. 2009. The Cochrane Collaboration
- Ministère de la Santé et des Solidarités, Ministère délégué à la Sécurité Sociale, aux Personnes âgées, aux Personnes handicapées et à la Famille, Ministère de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative. Plan National « Bien Vieillir » 2007-2009. 32 pages.
- Mitch WE, Remuzzi G. Diets for patients with chronic kidney disease, still worth prescribing. *J Am Soc Nephrol.* 2004; 15:234-7.
- Mojon P, Budtz-Jorgensen E, Rapin CH. Relationship between oral health and nutrition in very old people. *Age and Ageing.* 1999; 28:463-468.
- Moore JG, Tweedy C, Christian PE, Datz FL. Effect of age on gastric emptying of liquid-solid meals in man. *Dig Dis Sci* 1983; 28:340-4.
- Moore MC. Pocket guide to nutrition and diet therapy. 1993.
- Moriguti JC, Das SK, Saltzman E et al. Effects of a 6-week hypocaloric diet on changes in body composition, hunger, and subsequent weight regain in healthy young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000; 55:B580-7.
- Morley JE, Silver AJ. Anorexia in the elderly. *Neurobiol Aging.* 1988; 9(1):9-16.
- Morley JE, Thomas DR. Anorexia and aging: Pathophysiology. *Nutrition.* 1999; 15:499-503.
- Morley JE. Anorexia, sarcopenia, and aging. *Nutrition.* 2001; 17:660-663.
- Morley JE, Haren MT, Rolland Y, Kim MJ. Frailty. *Med Clin North Am.* 2006; 90:837-47.
- Morris CD. Effect of dietary sodium restriction on overall nutrient intake. *Am J Clin Nutr.* 1997; 65 (suppl):687S-91S.
- Moynihan P, Thomason M, Walls A, Gray-Donald K, Morais JA, Ghanem H, Wollin S, Ellis J, Steele J, Lund J, Feine J. Researching the impact of oral health on diet and nutritional status: Methodological issues. *J. Dent.* 2009; 37:237-49.
- Muncie HL Jr, Sobal J, Hoopes JM, Tenney JH, Warren JW. A practical method of estimating stature of bedridden female nursing home patients. *J Am Geriatr Soc.* 1987 Apr; 35(4):285-9.
- Murphy C, Schubert CR, Cruickshanks KJ et al. Prevalence of olfactory impairment in older adults. *JAMA.* 2002; 288:2307-12.
- Nagler RM. Salivary glands and the aging process: mechanistic aspects, health-status and medicinal-efficacy monitoring. *Biogerontology.* 2004; 5:223-33.
- Nair KS. Muscle protein turnover: methodological issues and the effect of aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 50 Spec No 1995: 107-12.
- Närhi TO, Meurman JH, Ainamo A. Xerostomia and hyposalivation. *Drugs & Aging* 1999; 15:103-16.
- Newman AB, Yanez D, Harris T et al. Weight change in old age and its association with mortality. *J Am Geriatr Soc.* 2001; 49(10):1309-18.
- Niederman MS, Mantovani R, Schoch P et al. Patterns and route of tracheobronchial colonization and mechanically ventilated patients. The role of nutritional status in colonization of the lower airway by *Pseudomonas* species. *Chest.* 1989; 95:155-161.

- Nieuwenhuizen WF, Weenen H, Rigby P, Hetherington MM. Older adults and patients in need of nutritional support: Review of current treatment options and factors influencing nutritional intake. *Clin Nutr.* 2010; 29:160-9.
- Nourhashemi F, Gillette-Guyonnet S, Andrieu S, Ghisolfi A, Ousset PJ, Grandjean H, Grand A, Pous J, Vellas B, Albarede JL. Alzheimer disease: protective factors. *Am J Clin Nutr.* 2000; 71:643S-9S.
- Nourhashemi F, Deschamps V, Larrieu S, Letenneur L, Dartigues JF, Barberger-Gateau P. Body mass index and incidence of dementia: the PAQUID study. *Neurology.* 2003; 60(1):117-9.
- Nordenram G, Ryd-Kjellen E, Johansson G et al. Alzheimer disease, oral function and nutritional status. *Gerodontology* 1996; 13:9-16.
- Norman JF, Kappers AM, Beers AM, Scott AK, Norman HF, Koenderink JJ. Aging and the haptic perception of 3D surface shape. *Atten Percept Psychophys.* 2011; 73:908-918.
- Nutt JG, Woodward WR, Hammerstad JP et al. The “on-off” phenomenon in Parkinson’s disease. Relation to levodopa absorption and transport. *N Engl J Med.* 1984; 310:483-8.
- Ödlund Olin A, Koochek A, Ljungqvist O, Cederholm T. Nutritional status, well-being and functional ability in frail elderly service flat residents. *Eur J Clin Nutr.* 2005; 59(2):263-70.
- Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, et al. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1994-2004. *JAMA.* 2006; 295:1549-55.
- Olichney JM, Murphy C, Hofstetter CR et al. Anosmia is very common in the Lewy body variant of Alzheimer disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005; 76:1342-47.
- Olin AO, Osterberg P, Hadell K, Armyr I, Jerström S, Ljungqvist O. Energy-enriched hospital food to improve energy intake in elderly patients. *J Parenter Enteral Nutr.* 1996; 20(2):93-7.
- Orentreich N, Brind JL, Rizer RL, Vogelmann JH. Age changes and sex differences in serum dehydroepiandrosterone sulfate concentrations throughout adulthood. *J Clin Endocrinol Metab.* 1984; 59(3):551-5.
- Osborne RH, Hawthorne G, Lew EA, Gray LC. Quality of life assessment in the community-dwelling elderly: validation of the assessment quality of life (AQoL) instrument and comparison with the SF-36. *J Clin Epidemiol.* 2003; 56:138-47.
- O’Shaughnessy IM, Kasdorf GM, Hoffmann RG, Kalkhoff RK. Does aging intensify the insulin resistance of human obesity? *J Clin Endocrinol Metab.* 1992; 74:1075-81.
- Ostchega Y, Dillon CF, Hugues JP, Carroll M, Yoon S. Trends in hypertension prevalence, and control in older U.S. adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey 1988 to 2004. *J Am Geriatr Soc.* 2007; 55(7):1056-65.
- Paddon-Jones D, Sheffield-Moore M, Urban RJ, Sanford AP, Aarsland A, Wolfe RR, Ferrando AA. Essential amino acid and carbohydrate supplementation ameliorates muscle protein loss in humans during 28 days bedrest. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004; 89(9):4351-8.
- Paddon-Jones D, Sheffield-Moore M, Katsanos CS, Zhang XJ, Wolfe RR. Differential stimulation of muscle protein synthesis in elderly human following isocaloric ingestion of amino acid or whey protein. *Exp Gerontol.* 2006; 41(2):215-9.
- Paillaud E, Herbaud S, Caillet P et al. Relations between undernutrition and nosocomial infections in elderly patients. *Age Ageing.* 2005; 34:619-25.
- Pajukoski H, Meurman JH, Halonen P et al. Prevalence of subjective dry mouth and burning mouth in hospitalized elderly patients and outpatients in relation to saliva, medication and systemic diseases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001; 92(6):641-9.

- Patterson BM, Cornell CN, Carbone B, Levine B, Chapman D. Protein depletion and metabolic stress in elderly patients who have a fracture of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1992; 74(2):251-60.
- Pauly L, Stehle P, Volkert D. Nutritional situation of elderly nursing home residents. *Z Gerontol Geriatr.* 2007; 40(1):3-12.
- Payette H, Coulombe C, Boutier V, Gray-Donald K. Nutrition risk factors for institutionalization in a free-living functionally dependent elderly population. *J Clin Epidemiol* 2000; 53:579-87.
- Payette H, Boutier V, Coulombe C, Gray-Donald K. Benefits of nutritional supplementation in free-living, frail, undernourished elderly people: a prospective randomized community trial. *J Am Diet Assoc.* 2002; 102(8):1088-95.
- PEN Group. A pocket guide to clinical nutrition: Assessment of nutritional status. British Dietetic Association. 1997.
- Peterson PE, Yamamoto T. Improving the oral health of older people: the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 2005; 33:81-92.
- Peyron MA, Gierczynski I, Hartmann C, Loret C, Dardevet D, Martin N, Woda A. Role of physical bolus properties as sensory inputs in the trigger of swallowing. *PLoS One.* 2011; 6(6):e21167.
- Piec I, Listrat A, Alliot J et al. Differential proteome analysis of aging in rat skeletal muscle. *Faseb J.* 2005; 19: 1143-5.
- Pincus JH, Barry KM. Dietary method for reducing fluctuations in Parkinson's disease. *Yale J Biol Med.* 1987; 60(2):133-7.
- Pirlich M, Schütz T, Norman K, Gastell S, Lübke HJ, Bischoff SC, Bolder U, Frieling T, Gülden-zoph H, Hahn K, Jauch KW, Schindler K, Stein J, Volkert D, Weimann A, Werner H, Wolf C, Zürcher G, Bauer P, Lochs H. The German hospital malnutrition study. *Clin Nutr.* 2006; 25(4):563-72.
- Pla A, Beaumel C. Bilan démographique 2010. La population française atteint 65 millions d'habitants. *Insee Première n°1332.* Janvier 2011.
- Poljicanin T, Sekarija M, Boras J, Canecki-Varzic S, Metelko Z, Kern J, Vuletic S. Metabolic syndrome- -community nursing evaluation and intervention : the CroHort study. *Coll Antropol.* 2012; 36 Suppl 1 :35-40.
- Ponzer S, Tidermark J, Brismar K, Soderqvist A, Cederholm T. Nutritional status, insulin growth factor-1 and quality of life in elderly women with hip fracture. *Clin Nutr* 1999; 18(4):241-6.
- Potter JF, Schafer DF, Bohi RL. In-hospital mortality as a function of body mass index: an age-dependent variable. *J Gerontol.* 1988; 43:M59-63.
- Potter J, Klipstein K, Reilly JJ, Roberts M. The nutritional status and clinical course of acute admissions to a geriatric unit. *Age Ageing* 1995; 24:131-6.
- Potter JM, Roberts MA, McColl JH, Reilly JJ. Protein energy supplements in unwell elderly patients: a randomized controlled trial. *J Parenter Enteral Nutr.* 2001; 25(6):323-9.
- Purnell JQ, Kahn SE, Albers JJ et al. Effect of weight loss with reduction of intra-abdominal fat on lipid metabolism in older men. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000; 85:977-82.
- Ranganath L, Sedgwick I, Morgan L et al. The ageing entero\_insular axis. *Diabetologia.* 1998; 41:1309-13.
- Ravasco P, Montero-Grillo I, Vidal PM, Camilo ME. Dietary counselling improves patients outcomes: a prospective, randomized, controlled trial in colorectal cancer patients undergoing radiotherapy. *J Clin Oncol.* 2005; 23(7):1431-8.

- Raynaud-Simon A, Lesourd B. Malnutrition in the elderly. Clinical consequences. *Presse Med.* 2000; 39:2183-90.
- Raynaud-Simon A, Lafont S, Beer C et al. Orosomucoid: a mortality risk factor in elderly people living in the community? *Clin Nutr.* 2002; 21(1):45-50.
- Raynaud-Simon A, Perin L, Meaume S, Lesourd B et al. IGF-I, IGF-I-binding proteins and GH-binding protein in malnourished elderly patients with inflammation receiving refeeding therapy. *Eur J Endocrinol.* 2002; 146:657-665.
- Raynaud-Simon A et al. Document d'aide à la prescription médicale nutritionnelle et diététique chez les sujets âgés. *Nutr Clin Metabol.* 2004 ; 18(2) :88-91.
- Raynaud-Simon A. Dénutrition de la personne âgée: épidémiologie et conséquences. In : *Traité de nutrition de la personne âgée.* Chapitre 19, pages 165-174. Springer. 2009.
- Reed RL, Hepburn K, Adelson R. Low serum albumin levels, confusion, and faecal incontinence: are these risk factors for pressure ulcer in mobility-impaired hospitalized adults? *Gerontology* 2003; 49:255-9.
- Reilly JJ, Hull SF, Albert N, Waller A, Bringardener S. Economic impact of malnutrition: a model system for hospitalized patients. *J Parenter Enter Nutr.* 1988; 12(4):371-6.
- Reilly JJ. Understanding chronic malnutrition in childhood and old age: role of energy balance research. *Proc Nutr Soc.* 2002; 61 (3):321-7.
- Rice T, Borecki IB, Bouchard C, Rao DC. Commingling analysis of regional fat distribution measures: the Québec family study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1992; 16(10):831-44.
- Rieu I, Balage M, Sornet C, Giraudet C, Pujos E, Grizard J, Mosoni L, Dardevet D. Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia. *J Physiol.* 2006; 575:305-15.
- Rigamonti AE, Pincelli AI, Corra B, Viarengo R, Bonomo SM, Galimberti D, Scacchi M, Scarpini E, Cavagnini F, Müller EE. Plasma ghrelin concentrations in elderly subjects: comparison with anorexic and obese patients. *J Endocrinol.* 2002; 175(1):R1-5.
- Ritz P. Validity of measuring knee-height as an estimate of height in diseased French elderly persons. *J Nutr Health Aging.* 2004; 8: 386-8.
- Riviere S, Gillette-Guyonnet S, Voisin T, Reynish E, Andrieu S, Lauque S, Salva A, Frisoni G, Nourhashemi F, Micas M, Vellas B. A nutritional education program could prevent weight loss and slow cognitive decline in Alzheimer's disease. *J Nutr Health Aging.* 2001; 5(4):295-9.
- Robert JJ, Cummins JC, Wolfe RR et al. Quantitative aspects of glucose production and metabolism in healthy elderly subjects. *Diabetes.* 1982; 31:203-11.
- Roberts SB, Fuss P, Heyman MB et al. Control of food intake in older men. *JAMA* 1994; 272: 1601-6.
- Roberts SB. Abnormalities of energy expenditure and the development of obesity. *Obes Res.* 1995; 3:155-63.
- Robinson G, Goldstein M, Levine GM. Impact of nutritional status on DRG length of stay. *J Parenter Enteral Nutr.* 1987; 11(1):49-51.
- Rocandio Pablo AM, Arroyo Izaga M, Ansoategui Alday L. Assessment of nutritional status on hospital admission: nutritional scores. *Eur J Clin Nutr.* 2003; 57(7):824-31.
- Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cournot M et al. Sarcopenia, calf circumference, and physical function of elderly women: a cross-sectional study. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51:1120-4.

- Rolls BJ, Rolls ET, Rowe EA, Sweeney K. Sensory specific satiety in man. *Physiol & Behav.* 1981; 27:137-42.
- 
- Rolls BJ. Sensory-specific satiety. *Nutr Rev.* 1986; 44:93-101.
- Rolls BJ, McDermott TM. Effects of age on sensory-specific satiety. *Am J Clin Nutr.* 1991; 54:988-96.
- Rolls BJ, Dimeo KA, Shide DJ. Age-related impairments in the regulation of food intake. *Am J Clin Nutr.* 1995; 62:923-31.
- Rolls BJ. Do chemosensory changes influence food intake in the elderly? *Physiol Behav.* 1999; 66(2):193-7.
- Rolls ET. The neurophysiology of feeding *Proc Nutr Soc.* 1981; 40(3):361-2.
- Rolls ET, Rolls JH. Olfactory sensory-specific satiety in humans. *Physiol Behav.* 1997; 61(3):461-73.
- Romanatto T, Cesquini M, Amaral ME et al. TNF- $\alpha$  acts in the hypothalamus inhibiting food intake and increasing the respiratory quotient. Effects on leptin and insulin signalling pathways. *Peptides.* 2007; 28:1050-58.
- Rothan-Tondeur M, Meaume S, Girard L et al. Risk factors for nosocomial pneumonia in a geriatric hospital: a control-case one-center study. *J Am Geriatr Soc.* 2003; 51(7):997-1001.
- Roubenoff R, Harris TB, Abad LW, Wilson PW, Dallal GE, Dinarello CA. Monocyte cytokine production in an elderly population: effect of age and inflammation. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1998; 53(1):M20-6.
- Rowe JW, Andres R, Tobin JD. Letter: Age-adjusted standards for creatinine clearance. *Ann Intern Med.* 1976; 5:567-9.
- Rowe JW, Minaker KL, Pallotta JA, Flier JS. Characterization of the insulin resistance of aging. *J Clin Invest.* 1983; 71:1581-7.
- Rubenstein LZ, Josephson KR, Robbins AM. Falls in the nursing home. *Ann Intern Med.* 1994; 121(6):442-51.
- Ruhl CE, Harris TB, Ding J et al. Body mass index and serum leptine concentration independently estimate percentage body fat in older adults. *Am J Clin Nutr* 2007; 85:1121-6.
- Russel RM. Changes in gastro-intestinal function attributed to aging. *Am J Clin Nutr* 1992; 55:1203S-1207S.
- Russel RM, Suter PM. Vitamin requirements of elderly people: an update. *Am J Clin Nutr.* 1993 (58): 4-14.
- Russel RM. The aging process as a modifier of metabolism. *Am J Clin Nutr.* 2000 (72 suppl):529S-32S.
- Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM et al, for the DASH-Sodium Collaborative Research Group. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. *N Engl J Med.* 2001; 344:3-10.
- Scheen AJ, Sturis J, Polonsky KS, Van Cauter E. Alterations in the ultradian oscillations of insulin secretion and plasma glucose in aging. *Diabetologia.* 1996; 39:564-72.
- Scheen AJ. Diabetes mellitus in the elderly: insulin resistance and/or impaired insulin secretion? *Diabetes Metab.* 2005; 31 (spec No 2):5S27-5S34.
- Schiffman SS. Taste and smell losses in normal aging and disease. *JAMA.* 1997; 278:1357-1362.

- Schiffman SS, Graham BG. Taste and smell perception affect appetite and immunity in the elderly. *Eur J Clin Nutr.* 2000; 54 Suppl 3:S54-63.
- Schiffman SS, Zervakis J. taste and smell perception in the elderly: effect of medications and disease. *Adv Food Nutr Res.* 2002; 44:247-346.
- Schiffman SS. Effects of aging on the human taste system. *Ann N Y Acad Sci.* 2009; 1170:725-9.
- Schoeller DA. Changes in total body water with age. *Am J Clin Nutr.* 1989; 5 (suppl):1176-81; discussion 1231-5. Review.
- Schroll K, Moreira-Varela O, Schlettwein-Gsell D et al. Cross-cultural variations and changes in food-group intake among elderly women in Europe: results from the Survey in Europe on Nutrition and the Elderly a Concerted Action (SENECA). *Am J Clin Nutr.* 1997; 65 (4 Suppl):1282S-1289S.
- Scott J, Flower EA, Burns J. A quantitative study of histological changes in the human parotid gland occurring with adult age. *J Oral Pathol.* 1987; 16(10):505-10.
- Séguier S, Bodineau A, Giacobbi A, Tavernier JC, Folliguet M. Pathologies bucco-dentaires du sujet âgé : répercussions sur la nutrition et la qualité de vie. Commission de santé publique. Rapport 2009.
- Serraj K, Federici L, Ciobanu E, Andrès E. Les carences vitaminiques: du symptôme au traitement. *Médecine Thérapeutique.* 2007 (13) : 411-20.
- SFNEP. Société Francophone Nutrition Clinique et Métabolique. Nourrir l'homme malade. ed. 2008 239 pages.
- Sheiham A, Steele JG, Marcenes W, Lowe C, Finch S, Bates CJ, Prentice A, Walls AW. The relationship among dental status, nutrient intake, and nutritional status in older people. *J Dent Res.* 2001; 80(2):408-13.
- Sheiham A, Steele JG. Does the condition of the mouth and teeth affect the ability to eat certain foods, nutrient and dietary intake and nutritional status amongst older people? *Public Health Nutrition.* 2001; 4(3):797-803.
- Shenkin A, Cederblad G, Elia M, Isaksson B. International Federation of Clinical Chemistry. Laboratory assessment of protein-energy status. *Clin Chim Acta.* 1996; 253:S5-S9.
- Simko V, Michael S. Absorptive capacity for dietary fat in elderly patients with debilitating disorders. *Arch Intern Med.* 1989; 149(3):557-60.
- Simmons SF, Schnelle JF. Individualized feeding assistance care for nursing home residents: staffing requirement to implement two interventions. *J Gerontol.* 2004; 59A (9):966-73.
- Smeets MA, Veldhuizen MG, Galle S et al. Sense of smell disorder and health-related quality of life. *Rehabil Psychol.* 2009; 54(4):404-12.
- Sobotka L, Schneider SM, Berner YN, Cederholm T, Krznaric Z, Shenkin A, Stanga Z, Toigo G, Vandewoude M, Volkert D. ESPEN Guidelines on parent nutrition: Geriatrics. *Clin Nutr.* 2009; 28:461-66.
- Spiekerman AM. Proteins used in nutritional assessment. *Clin Lab Med.* 1993; 13:353-69.
- Spitzer ME. Taste acuity in institutionalized and non-institutionalized elderly men. *J Gerontol.* 1988; 43:P71-4.
- Staub A, Sinn L, Behrens OK. Purification and crystallization of hyperglycemic glycogenolytic factor (HGF). *Science.* 1953; 117 (3049):628-9.

- Stefan N, Stumvoll M. Adiponectin: Its role in metabolism and beyond. *Horm Metab Res.* 2002; 34(9):469-74.
- Stevens J, Cai J, Pamuk ER et al. The effect of age on the association between body-mass index and mortality. *N Engl J Med.* 1998; 338:1-7.
- Stratton RJ. Should food or supplements be used in the community for the treatment of disease-related malnutrition? *Proc Nutr Soc.* 2006; 64(3):325-33.
- Stratton RJ, King CL, Stroud MA, Jackson AA, Elia M. 'Malnutrition Universal Screening Tool' predicts mortality and length of hospital stay in acutely ill elderly. *Br J Nutr.* 2006; 95(2):325-30.
- Succari M, Cals MJ. Influence du vieillissement normal et pathologique sur le statut vitaminique 1998. In : Le Moël G, Saverot-Dauvergne A, Gousson T, Guéant JL (ed) *Le statut vitaminique.* EM Inter, Tec et Doc, Paris, p.355.
- Sullivan RP, Badros KK. Recognize risk factors to prevent patient falls. *Nurs Manage.* 1999; 30(5):37-40.
- Suominen M, Muurinen S, Routasalo P et al. Malnutrition and associated factors among aged residents in all nursing homes in Helsinki. *Eur J Clin Nutr.* 2005; 59:578-83.
- Suzuki K, Nomura T, Sakurai M, Sugihara N, Yamanaka S, Matsukubo T. Relationship between number of present teeth and nutritional intake in institutionalized elderly. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2005; 46(4):135-143.
- Svensson ML, Rundgren A, Landhal S. Falls in 84-to85-years old people living at home. *Accid Anal Prev.* 1992; 24(5):527-37.
- Szulc P, Beck TJ, Marchand F, Delmas PD. Low skeletal muscle mass is associated with poor structural parameters of bone and impaired balance in elderly men: the MINOS study. *J Bone Miner Res.* 2005; 20:721-9.
- Takahashi N, Udagawa N, Takami M, Suda T. Cells of bone: osteoclast generation. In: Bilezikian J, *Principles of Bone Biology.* 2002. Academic Press. Second Edition, Volume 1, Chapitre 7. P.109-26.
- Tariq SH, Karcic E, Thomas DR et al. The use of a no-concentrated-sweets diet in the management of type 2 diabetes in nursing homes. *J Am Diet Assoc.* 2001; 101:1463-6.
- Thomas DR. Causes of protein-calorie malnutrition. *Z Gerontol Geriatr.* 1999; 32(1):38-44.
- Thomas DR, Zdrowski CD, Wilson MM, Conright KC, Lewis C, Tariq S, et al. Malnutrition in subacute care. *Am J Clin Nutr* 2002; 75(2):308-13.
- Tichet J, Vol S, Goxe D et al. Prevalence of sarcopenia in the French elderly population. *J Nutr Health Aging.* 2008; 12:202-6.
- Tieland M, Boronjen-Van den Berg K, van Loon LJC, de Groot LCPGM. Dietary protein intake in community-dwelling, frail, and institutionalized elderly people: scope for improvement. *Eur J Nutr.* 2012; 51(2):173-9.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Eng J Med.* 1988; 319(26):1701-7.
- Tkatch L, Rapin CH, Rizzoli R, Slosman D, Nydegger V, Vasey H, Bonjour JP. Benefits of oral protein supplementation in elderly patients with fracture of the proximal femur. *J Am Coll Nutr.* 1992; 11(5):519-25.
- *Traité de nutrition de la personne âgée. Nourrir l'Homme malade.* Springer 2009. 312 pages.

- Troen BR. Molecular mechanisms underlying osteoclast formation and activation. *Exp Gerontol.* 2003; 38:605-14.
- Tucker HN, Miguel SG. Cost containment through nutrition intervention. *Nutr Rev.* 1996; 54:111-21.
- Unger RH. Minireview: weapons of lean body mass destruction: the role of ectopic lipids in the metabolic syndrome. *Endocrinology.* 2003; 144:5159-65.
- URCAM. Synthèse de l'étude de santé bucco-dentaire des personnes âgées en maison de retraite -région PACA- Juin 2006.
- Van Hoeyweghen RJ De Leeuw IH, VandeWoude MFJ. Creatinine arm index as alternative for creatinine height index. *Am J Clin Nutr.* 1992; 56:611-15.
- Van Nes MC, Herrmann FR, Gold G et al. Does the mini nutritional assessment predict hospitalization outcomes in older people? *Age Ageing.* 2001; 30:221-6.
- Vasselle A. SENAT. Rapport d'information n°263. Session ordinaire de 2010-2011. Enregistré à la présidence du sénat le 26 janvier 2011. 235 pages.
- Vellas B, Lauque S, Andrieu S, Nourashemi F, Rolland V, Baumgartner R, Garry P. Nutrition assessment in the elderly. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2001; 4(1):5-8.
- Verhoeven S, Vanschoonbeek K, Verdijk LB, Koopman R, Wodzig WKWH, Dendale P, van Loon LJC. Long-term leucine supplementation does not increase muscle mass or strength in healthy elderly men. *Am J Clin Nutr.* 2009; 89:1468-75.
- Vetta F, Ronzoni S, Taglieri G, Bollea MR. The impact of malnutrition on the quality of life in the elderly. *Clin Nutr.* 1999; 18:259-67.
- Villareal DT, Apovian CM, Kushner RF et al. Obesity in older adults. Technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, the Obesity Society. *Obes Res.* 2005; 13:1849-63.
- Villareal DT, Miller BV, Banks M et al. Effect of lifestyle intervention on metabolic coronary heart disease risk factors in obese older adults. *Am J Clin Nutr.* 2006; 84:1317-23.
- Villareal DT, Banks M, Sinacore DR et al. Effect of weight loss and exercise on frailty and obese older adults. *Arch Intern Med.* 2006; 166:860-6.
- Volkert D, Berner YN, Beery E, Cederholm T, Coti Bertrand P, Milne A et al. ESPEN guidelines on enteral nutrition: geriatrics. *Clin Nutr.* 2006; 25:330-60.
- Volkert D, Pauly L, Stehle P, Sieber CC. Prevalence of malnutrition in orally and tube-fed elderly nursing home residents in Germany and its relation to health complaints and dietary intake. *Gastroenterol Res Pract.* 2011
- Volpi E, Mittendorfer B, Wolf SE et al. Oral amino acids stimulate muscle protein anabolism in the elderly despite higher first-pass splanchnic extraction. *Am J Physiol.* 1999 (277): E513-20.
- Wallace JI, Schwartz RS, LaCroix AZ, Uhlmann RF, Pearlman RA. Involuntary weight loss in older outpatients: incidence and clinical significance. *J Am Geriatr Soc.* 1995; 43:329-37.
- Walls AWG, Steele JG. The relationship between oral health and nutrition in older people. *Mech Ageing Dev.* 2004; 125(12):853-7.
- Warren PM, Pepperman MA, Montgomery RD. Age changes in small intestinal mucosa. *Lancet.* 1978; 14(2):849-50.

- Warren JL, Bacon RW, Harris T et al. The burden and outcomes associated with dehydration among US elderly, 1994. *Am J Public Health* 1994; 84:1265-9.
- Wakimoto P, Block G. Dietary intake, dietary patterns, and changes with age: an epidemiological perspective. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001; 56:65-80.
- Wallace JI, Schwartz RS, LaCroix AZ, Uhlmann RF, Pearlman RA. Involuntary weight loss in older outpatients: incidence and clinical significance. *J Am Geriatr Soc*. 1995; 43(4):329-37.
- Welle S, Thornton C, Jozefowicz R, Statt M. Myofibrillar protein synthesis in young and old men. *Am J Physiol*. 1993; 264(5 Pt 1):E693-8.
- Welle S, Thornton C, Statt M. Myofibrillar protein synthesis in young and old human subjects after three months of resistance training. *Am J Physiol*. 1995; 268(3 Pt 1):E422-7.
- Welle S, Brooks AL, Delehanty JM, Needler N, Thornton CA. Gene expression profile of aging in human muscle. *Physiol Genomics*. 2003; 14(2):149-59.
- Weinberg AD, Pals JK, McGlinchey-Berroth R, Minaker KL. Indices of dehydration among frail nursing home patients: highly variable but stable over time. *J Am Geriatr Soc*. 1994; 10:1070-3.
- Weverling-Rijnsburger AW, Blauw GJ, Meinders AE. Total cholesterol and risk of mortality in the oldest old. *Lancet*. 1997; 350:1119-23.
- Whelton PK, Appel LJ, Espeland MA et al. Efficacy of sodium reduction and weight loss in the treatment of hypertension in older persons: main results of the randomized, controlled trial of nonpharmacologic interventions in the Elderly (TONE). *JAMA*. 1998; 279:839-46.
- White JV, Brewer DE, Stockton MD et al. Nutrition in chronic disease management in the elderly. *Nutr Clin Pract*. 2003; 18:3-11.
- Whitehead JP, Richards AA, Hickman IJ, Macdonald GA, Prins JB. Adiponectin: a key adiponectine in the metabolic syndrome. *Diabetes Obes Metab*. 2006; 8(3):264-80.
- Whitmer RA, Gustafson DR, Barrett-Connor E, Haan MN, Gunderson EP, Yaffe K. Central obesity and increased risk factor of dementia more than three decades later. *Neurology*. 2008; 71(14):1057-64.
- WHO. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO expert committee. WHO technical report series 854. Geneva: World Health Organization, 1995.
- WHO. World Health Organization. [http://www.who.int/oral\\_health/action/groups/en/index1.html](http://www.who.int/oral_health/action/groups/en/index1.html).
- Winkler S, Garg AK, Mekayarajjananonth T, Bakaeen LG, Khan E. Depressed taste and smell in geriatric patients. *J Am Dent Assoc*. 1999; 130(12):1759-65.
- Wilson MG, Morley JE. Aging and energy balance. Invited review. *J Appl Physiol*. 2003; 95:1728-36.
- Wright L, Cotter D, Hickson M, Frost G. Comparison of energy and protein intakes of older people consuming a texture modified diet with a normal hospital diet. *J Hum Nutr Diet*. 2005; 18(3):213-9.
- Wright L, Cotter D, Hickson M. The effectiveness of targeted feeding assistance to improve the nutritional intake of elderly dysphagic patients in hospital. *J Hum Nutr Diet*. 2008; 21(6):555-62.
- Xia C, Mc Cutcheon H. Mealtimes in hospital, who does what? *J Clin Nurs*. 2006; 15:1221-7.
- Yazici HU, Poyraz F, Turfan M, Sen N, Taviş Y, Tulmac M, Vatankulu MA, Aygül N, Ozdogru I, Abaci A. The prevalence of the metabolic syndrome and its impact on the left ventricular systolic function in the patients with non-diabetic first ST elevation myocardial infarction. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2012; 16(1):90-5.

- Yeomans MR. Olfactory influences on appetite and satiety in humans. *Physiol Behav.* 2006; 89:10-14.
- Zandstra EH, de Graaf C. Sensory perception and pleasantness of orange beverages from childhood to old age. *Food Quality Preference.* 1998; 35:7-12.
- Zapf J, Froesch ER, Schmid C. Metabolic effects of IGFs. In *Contemporary Endocrinology: the IGF system.* Pages 577-616. Eds R Rosenfeld & C Roberts Jr. Totowa, NJ: Humana Press, Inc. 1999.
- Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature.* 1994; 372:425-432.

## **Liste des figures**



## **Introduction :**

**Figure 1-1** : Evolution de la population en France métropolitaine entre 1851 et 2010 (source: Insee, estimation de la population et statistique de l'état civil).

**Figure 1-2** : Pyramide des âges au 1<sup>er</sup> janvier 2011 (source: Insee, estimation de la population).

**Figure 2-1** : Mécanismes périphériques et centraux de la régulation de l'appétit (Adapté de Rolls et al, 1991 et de Hays & Roberts, 2006).

**Figure 2-2** : Représentation du tube digestif chez l'Homme. (Source: [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Digestive\\_system\\_diagram\\_fr.svg](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Digestive_system_diagram_fr.svg)).

**Figure 3-1** : Graphique des besoins en énergie en fonction de l'évolution de la dépense basale.

**Figure 3-2** : Effet de la succession des événements pathologiques sur la masse musculaire de la personne âgée.

**Figure 4-1** : Spirale de la dénutrition de Monique Ferry (Extrait de Nutrition de la personne âgée, 3<sup>e</sup> édition, Masson).

**Figure 4-2** : Image par résonance magnétique (IRM) à mi-cuisse d'un homme de 45 ans (à gauche) versus un homme de 75 ans (à droite). On observe une diminution de la surface de section du tissu musculaire ainsi qu'une infiltration graisseuse des muscles du sujet âgé.

**Figure 4-3** : Tableau de l'indice de masse corporelle.

**Figure 4-4** : Visuels des prises de circonférence du bras (a) et du mollet (b) ainsi que des mesures des plis cutanés bicipitaux (c) et tricipitaux (d).

**Figure 4-5** : Visuel de déroulement d'une DEXA.

**Figure 4-6** : Visuel impédancemétrie : appareil, positionnement du corps et disposition des électrodes sur la main et le pied.

## **Chapitre I :**

**Figure I-1** : Distribution des 478 patients inclus selon leurs taux d'albumine et de transthyrétine (TTR) à l'entrée.

**Figure I-2** : Schéma d'inclusion des patients par groupes.

**Figure I-3** : Motifs d'hospitalisation à l'entrée des patients dans les services de court séjour (en %).

**Figure I-4** : Evolution de la prise calorique des deux groupes d'étude au cours du temps.

**Figure I-5** : Evolution des différents macronutriments au sein des deux groupes d'étude durant le suivi.

**Figure I-6** : Evolution des dosages d'albumine (Alb), de transthyréline (TTR) et de protéine C-réactive (CRP) entre l'entrée et la sortie.

## **Chapitre II :**

**Figure II-1** : Bilan de la population interrogée et note sur 10 pour les six échantillons testés.

**Figure II-2** : « Laquelle des deux crèmes préférez vous ? » (en % de la population).

**Figure II-3** : Notes données en fonction de l'âge et du type de crème proposé (n=74).

## **Chapitre III :**

**Figure III-1** : Nombre de verbatim spontanés positifs et négatifs sur les pains du commerce lors de leur présentation et de leur dégustation (n = 15).

**Figure III-2** : Nombre de verbatim positifs et négatifs donnés par les personnes interrogées sur un test de trempage des produits (n=11).

**Figure III-3** : Pain enrichi développé pour l'étude.

**Figure III-4** : Qualificatifs spontanés de l'état de faim des personnes interrogées avant consommation du pain enrichi (n=16).

**Figure III-5** : Verbatim spontanément employés par les personnes âgées interrogées sur le pain enrichi (n=16).

**Figure III-6** : Evaluation de 13 résidents d'EHPAD pour la couleur extérieure, le moelleux, la facilité à mâcher (note sur 4 points) et notation des trois arômes proposés (note sur 10 points).

**Figure III-7** : Répartition des appréciations sur la couleur extérieure, le goût, le moelleux et la facilité à mâcher (n = 13).

**Figure III-8** : Notes attribuées (/4) pour les arômes du pain enrichi en consommation simple au goûter puis avec ou sans application de matière grasse et/ou de confiture au petit déjeuner (n=37).

**Figure III-9** : Notes attribuées (/10) pour l'aspect général du pain enrichi après consommation simple au goûter puis avec ou sans application de matière grasse et/ou de confiture au petit déjeuner (n=37).

**Figure III-10** : pourcentage de consommation du pain enrichi sur les 11 semaines de suivi, n=30.

**Figure III-11** : Consommation du pain (A) et du CNO distribués (B) au cours de l'étude.

**Figure III-12** : Valeurs des apports énergétiques totaux (AET) au cours de la journée et repas par repas, moyennes  $\pm$  SD.

**Figure III-13** : Valeurs des apports protéiques au cours de la journée et repas par repas, moyennes  $\pm$  SD.

**Figure III-14** : Valeurs des apports glucidiques au cours de la journée et repas par repas, moyennes  $\pm$  SD.

**Figure III-15** : Valeurs des apports lipidiques au cours de la journée et repas par repas, moyennes  $\pm$  SD.

**Figure III-16** : Evolution des dosages d'albumine (A), de transthyréline (B) et de protéine C réactive (C) au cours de l'étude pour chaque groupe (moyenne $\pm$ SD).

**Figure III-17** : Evolution des taux sanguins circulant en vitamine B<sub>6</sub> (A), B<sub>9</sub> (B), B<sub>12</sub> (C) et Homocystéine (D) au cours de l'étude pour chaque groupe (moyenne $\pm$ SD).

**Figure III-18** : Evolution des taux sanguins circulant en sélénium et Vitamine D (moyenne $\pm$ SD).

**Figure III-19** : Quantité moyenne de produit consommé au cours de l'étude pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).

**Figure III-20** : Appréciation du pain et du CNO distribués au cours de l'étude pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).

**Figure III-21** : Evolution des dosages de vitamine B<sub>9</sub> pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).

**Figure III-22** : Evolution des dosages de différentes vitamines et du sélénium au cours de l'étude pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).



## **Liste des tableaux**



## **Introduction :**

**Tableau 3-1** : Rôle, quantités quotidiennes recommandées et aliments sources de vitamines hydrosolubles et risque de carence.

**Tableau 3-2** : Rôle, quantités quotidiennes recommandées, aliments sources de vitamines liposolubles et risque de carence.

**Tableau 3-3** : Rôle, quantités quotidiennes recommandées et aliments sources de minéraux et oligoéléments.

**Tableau 4-1** : Situations à risque de dénutrition (adapté de Stratégie de prise en charge de la dénutrition protéino-énergétique chez la personne âgée. Recommandations. HAS, Avril 2007).

**Tableau 5-1** : Apports nutritionnels conseillés pour la population âgée de plus de 75 ans (adapté de Nutrition des Personnes Agées, synthèse documentaire, 2006).

**Tableau 5-2** : Apports nutritionnels conseillés de certains minéraux et oligo-éléments pour le sujet âgé en bonne santé (adapté de Nutrition des Personnes Agées, synthèse documentaire, 2006).

**Tableau 6-1** : Principaux régimes restrictifs chez la personne âgée (adapté de «Traité de nutrition de la personne âgée» Springer 2009).

## **Chapitre I :**

**Tableau I-1** : Récapitulatif des actions effectuées au cours de l'étude.

## **Chapitre II :**

**Tableau II-1** : Composition moyenne des différents crèmes dessert élaborés pour l'étude (par unité de 100 g).

**Tableau II-2** : Résultats globaux selon les groupes d'étude.

## **Chapitre III :**

**Tableau III-1** : Composition du CNO choisi pour l'étude clinique ainsi que du pain enrichi développé.

**Tableau III-2** : Caractéristiques initiales des résidents inclus dans la pré-étude lassitude.

**Tableau III-3** : Caractéristique des 30 résidents ayant terminé la pré-étude lassitude.

**Tableau III-4** : Comparaison des trois groupes d'étude à J0.

**Tableau III-5** : Valeurs d'énergie, de protéines, de lipides et de glucides par kilogramme de poids corporel.

**Tableau III-6** : Valeurs anthropométriques moyennes relevées à J0 et J90 pour chaque groupe durant l'étude.

**Tableau III-7** : Valeurs moyennes des questionnaires et tests relevées à J0 et J90 pour chaque groupe durant l'étude.

**Tableau III-8** : Effectifs et valeurs moyennes relevées pour chaque groupe.

**Tableau III-9** : Apports énergétiques totaux et répartition selon les moments de la journée pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).

**Tableau III-10** : Données anthropométriques pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).

**Tableau III-11** : Paramètres sanguins pour le groupe PAIN (n=20) et le groupe CNO (n=11).

## **Liste des abréviations**



Alb	: Albumine
$\alpha$	: Alpha, Angle de phase
ADL	: Activities of Daily Living
AJR	: Apports Journaliers Recommandés
ANC	: Apports Nutritionnels Conseillés
APA	: Activité Physique Adaptée
AQoL	: Assessment of Quality of Life
ASH	: Agent des Services Hospitaliers
AVQ	: Activité de la Vie Quotidienne
CB	: Circonférence Brachiale
CCR	: Centre de Convalescence et de Rééducation
CCK	: Cholecystokinine
CHU	: Centre Hospitalier Universitaire
cm	: Centimètre
CNO	: Complément Nutritionnel Oral
CRP	: Protéine C-Réactive
°	: Degré
DBP	: vitamin D Binding Protein
DPE	: Dénutrition protéino-Energétique
dTG	: distance Talon-Genou
EHPA	: Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées
EHPAD	: Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes
g	: Gramme
GC	: Groupe Contrôle
GDS	: Geriatric Depression Scale
GI	: Groupe d'Intervention
HP	: Hyperprotéiné
HTA	: Hypertension Artérielle
IADL	: Instrumental Activities of Daily Living
IC	: Insuffisance Cardiaque
IGF-1	: Insulin Growth Factor-1
IMC	: Indice de Masse Corporelle
IRC	: Insuffisance Rénale Chronique
kg	: kilogramme
mA	: Milliampère
MG	: Masse Grasse
mg	: milligramme
mL	: millilitre
MM	: Masse Maigre
mm	: Millimètre
MMSE	: Mini Mental State Examination
MPE	: Malnutrition Protéino-Energétique
NPY	: Neuropeptide Y
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
PA	: Personne Agée
PAL	: Pain Au Lait
PCB	: Pli Cutané Bicipital
PCT	: Pli Cutané Tricipital
R	: Résistance
RBP	: Rétinol-Binding Protein

SSR : Soin de Suite et Réadaptation  
SNG : Sonde Naso-Gastrique  
TNF- $\alpha$  : Tumor Necrosis Factor alpha  
TTR : Transthyréline  
Xc : Réactance  
Z : Impédance

# **Annexes**



### Introduction :

Annexe 1: Le Mini Nutritional Assessment (MNA)

Annexe 2: L'Evaluation Subjective Globale (SGA)

Annexe 3: Le Malnutrition Universal Screening Tool (MUST)

Annexe 4: Le Nutritional Risk Screening 2002 (NRS 2002)

Annexe 5: L'Activities of Daily Living (ADL)

Annexe 6: L'Instrumental Activities of Daily Living (IADL)

Annexe 7: Le Short Physical Performance Battery (SPPB)

### Chapitre I:

Annexe I-1: Bon F, Manckoundia P, Pfitzenmeyer P, Van Wymelbeke V. Nutritional intervention during hospitalization in malnourished patients. *Journal of Aging Research & Clinical Practice*. 2012; 1:213-8.

### Chapitre II:

Annexe II-1: Questionnaire d'évaluation hédonique

### Chapitre III:

Annexe III-1 : Questionnaire test sensoriel 1: Observation

Annexe III-2 : Questionnaire test sensoriel 1: Petit déjeuner

Annexe III-3 : Questionnaire test sensoriel 2: Pain Gustalis neutre/aromatisé

Annexe III-4 : Questionnaire test sensoriel 2: Domicile/EHPAD

Annexe III-5 : Récapitulatif des apports au cours du temps.

**Annexe 1:**

**SCORE D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT NUTRITIONNEL : MINI NUTRITIONAL ASSESSEMENT M.N.A.TM**

Nom : ..... Prénom : ..... Sexe :  F  M Date : .....  
 Age : ..... Poids (kg) : ..... Hauteur de genou (cm) : .....

**Dépistage (short MNA)**

**Evaluation globale**

- |   |  |
|---|--|
| <p>A Le patient présente-t-il une perte d'appétit ? A-t-il mangé moins ces 3 derniers mois par manque d'appétit, problèmes digestifs, difficultés de mastication ou de déglutition ?<br/>                 0 = anorexie sévère<br/>                 1 = anorexie modérée<br/>                 2 = pas d'anorexie</p> | <p>G Le patient vit-il de façon indépendante à domicile ?<br/>                 0 = non 1 = oui</p>   |
| <p>B Perte récente de poids (&lt; 3 mois)<br/>                 0 = perte de poids &gt; 3 kg<br/>                 1 = ne sait pas<br/>                 2 = perte de poids entre 1 et 3 kg<br/>                 3 = pas de perte de poids</p>   | <p>H Prend plus de 3 médicaments<br/>                 0 = oui 1 = non</p>  |
| <p>C Motricité<br/>                 0 = du lit au fauteuil<br/>                 1 = autonome à l'intérieur<br/>                 2 = sort du domicile</p>  | <p>I Escarres ou plaies cutanées ?<br/>                 0 = oui 1 = non</p>  |
| <p>D Maladie aiguë ou stress psychologique lors de ces 3 derniers mois ?<br/>                 0 = Oui<br/>                 1 = Non</p>  | <p>J Combien de véritables repas le patient prend-il par jour ?<br/>                 0 = 1 repas<br/>                 1 = 2 repas<br/>                 2 = 3 repas</p>   |
| <p>E Problèmes neuropsychologiques<br/>                 0 = démence ou dépression sévère<br/>                 1 = démence ou dépression modérée<br/>                 2 = pas de problème psychologique</p>  | <p>K Consomme-t-il ?<br/>                 Une fois par jour au moins des produits laitiers<br/>                 Une ou deux fois par semaine des œufs ou des légumineuses ?<br/>                 Chaque jour de la viande, du poisson ou de la volaille ?<br/>                 0,0 = si 0 ou 1 oui<br/>                 0,5 = si 2 oui<br/>                 1,0 = si 3 oui</p> |
| <p>F Indice de Masse Corporelle (IMC = poids/(taille)<sup>2</sup> en kg/m<sup>2</sup><br/>                 0 = IMC &lt; 19<br/>                 1 = 19 ≤ IMC ≤ 21<br/>                 2 = 21 ≤ IMC ≤ 23<br/>                 3 = IMC ≥ 23</p>  | <p>L Consomme-t-il deux fois par jour au moins des fruits ou des légumes ?<br/>                 0 = oui 1 = non</p>  |
| <p>Manière de se nourrir<br/>                 0 = nécessite une assistance<br/>                 1 = se nourrit seul avec difficulté<br/>                 2 = se nourrit seul sans difficulté</p>  | <p>M Combien de verres de boissons consomme-t-il par jour ? (eau, jus, café, thé, lait, vin, bière...)<br/>                 0,0 = moins de 3 verres<br/>                 0,5 = de 3 à 5 verres<br/>                 1,0 = plus de 5 verres</p>   |

Score de dépistage (sous-total max. 14 points) [ ] [ ]

12 points ou plus normal, pas besoin de continuer l'évaluation

11 points ou moins possibilité de malnutrition continuez l'évaluation

- |   |   |
|---|---|
| <p>O Le patient se considère-t-il bien nourri ? (problèmes nutritionnels)<br/>                 0 = malnutrition sévère<br/>                 1 = ne sait pas ou malnutrition modérée<br/>                 2 = pas de problème de nutrition</p> | <p>P Le patient se sent-il en meilleure ou en moins bonne santé que la plupart des personnes de son âge ?<br/>                 0,0 = moins bonne<br/>                 0,5 = ne sait pas<br/>                 1,0 = aussi bonne<br/>                 2,0 = meilleure</p> |
| <p>Q Circonférence brachiale (CB en cm)<br/>                 0,0 = CB &lt; 21<br/>                 0,5 = 21 ≤ CB ≤ 22<br/>                 1,0 = C &gt; 22</p>  | <p>R Circonférence du mollet (CM en cm)<br/>                 0 = CM &lt; 31 1 = CM ≥ 31 meilleure</p>   |

**Evaluation globale (max; 16 points)** [ ] [ ] [ ] [ ]

**Score de dépistage** [ ] [ ]

**Score total (max. 30 points)** [ ] [ ] [ ] [ ]

**Appréciation de l'état nutritionnel**

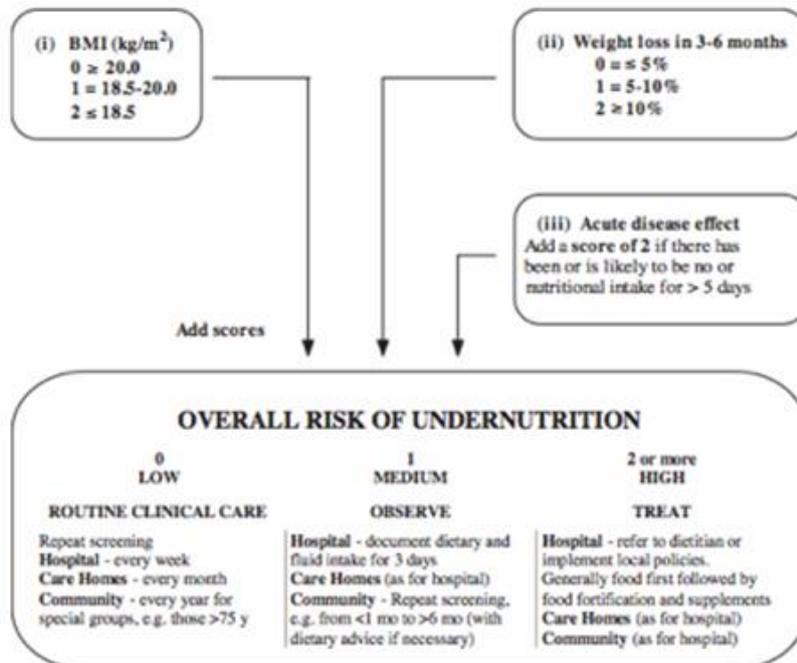
De 17 à 23,5 points risque de malnutrition

Moins de 17 points mauvais état nutritionnel



Annexe 3 :

*Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) for adults*



Can be adapted for special circumstances (e.g. when weight and height cannot be measured or when there are fluid disturbances) using specified alternative measurements including subjective criteria. It also identifies obesity (BMI > 30 kg/m<sup>2</sup>).

**Annexe 4 :**

**Nutritional Risk Screening (NRS 2002)**

<b>Table 1: Initial screening</b>		Yes	No
1	Is BMI <20?		
2	Has the patient lost weight within the last 3 months?		
3	Has the patient had a reduced dietary intake in the last week?		
4	Is the patient severely ill ? (e.g. in intensive therapy)		

**Yes:** If the answer is 'Yes' to any question, the screening in Table 2 is performed.  
**No:** If the answer is 'No' to all questions, the patient is re-screening at weekly intervals. If the patient e.g. is scheduled for a major operation, a preventive nutritional care plan is considered to avoid the associated risk status.

<b>Table 2: Final screening</b>			
<b>Impaired nutritional status</b>		<b>Severity of disease (≈ increase in requirements)</b>	
<b>Absent Score 0</b>	Normal nutritional status	<b>Absent Score 0</b>	Normal nutritional requirements
<b>Mild Score 1</b>	Wt loss >5% in 3 mths or Food intake below 50-75% of normal requirement in preceding week.	<b>Mild Score 1</b>	Hip fracture* Chronic patients, in particular with acute complications: cirrhosis*, COPD*. <i>Chronic hemodialysis, diabetes, oncology.</i>
<b>Moderate Score 2</b>	Wt loss >5% in 2 mths or BMI 18.5 - 20.5 + impaired general condition or Food intake 25-50% of normal requirement in preceding week	<b>Moderate Score 2</b>	Major abdominal surgery* Stroke* <i>Severe pneumonia, hematologic malignancy.</i>
<b>Severe Score 3</b>	Wt loss >5% in 1 mth (>15% in 3 mths) or BMI <18.5 + impaired general condition or Food intake 0-25% of normal requirement in preceding week in preceding week.	<b>Severe Score 3</b>	Head injury* Bone marrow transplantation* <i>Intensive care patients (APACHE&gt;10).</i>
<b>Score:</b>	+	<b>Score:</b>	= <b>Total score:</b>
<b>Age</b>	if ≥ 70 years: add 1 to total score above		= <b>age-adjusted total score:</b>
Score ≥3: <b>the patient is nutritionally at-risk and a nutritional care plan is initiated</b>			
Score < 3: <b>weekly rescreening of the patient. If the patient e.g. is scheduled for a major operation, a preventive nutritional care plan is considered to avoid the associated risk status.</b>			

**NRS-2002** is based on an interpretation of available randomized clinical trials.

\* indicates that a trial directly supports the categorization of patients with that diagnosis. Diagnoses shown in *italics* are based on the prototypes given below.

**Nutritional risk** is defined by the present **nutritional status** and risk of impairment of present status, due to **increased requirements** caused by stress metabolism of the clinical condition.

**A nutritional care plan** is indicated in all patients who are

- 1) severely undernourished (score =3),
- 2) severely ill (score = 3),
- 3) moderately undernourished + mildly ill (score 2 +1), or
- 4) mildly undernourished + moderately ill (score 1 + 2).

**Prototypes for severity of disease Score = 1:** a patient with chronic disease, admitted to hospital due to complications. The patient is weak but out of

bed regularly. Protein requirement is increased, but can be covered by oral diet or supplements in most cases.

**Score = 2:** a patient confined to bed due to illness, e.g. following major abdominal surgery. Protein requirement is substantially increased, but can be covered, although artificial feeding is required in many cases.

**Score = 3:** a patient in intensive care with assisted ventilation etc. Protein requirement is increased and cannot be covered even by artificial feeding. Protein breakdown and nitrogen loss can be significantly attenuated.

**Annexe 5 :**

**ADL**

<b>HYGIENE CORPORELLE (haut et/ou bas du corps)</b>	
Se lave sans aide	<b>1</b>
Se lave avec aide partielle ou totale	<b>0</b>
<b>SOINS D'APPARENCE CORPORELLE (ongles, cheveux, visage, vêtements)</b>	
Sans aide	<b>1</b>
Avec aide partielle ou totale	<b>0</b>
<b>HABILLAGES (haut et/ou bas du corps)</b>	
S'habille sans aide	<b>1</b>
S'habille avec aide partielle ou totale	<b>0</b>
<b>MICTION ET/OU DEFECATION</b>	
Aucune aide pour se déplacer et/ou l'hygiène	<b>1</b>
Aide partielle ou totale pour se déplacer et/ou l'hygiène	<b>0</b>
<b>LOCOMOTION (intérieur et/ou extérieur du domicile)</b>	
Se déplace sans aide	<b>1</b>
Se déplace avec aide	<b>0</b>
<b>ALIMENTATION :</b>	
Mange seul	<b>1</b>
Mange avec aide partielle ou totale	<b>0</b>
<b>Score total (/6)</b>	

## Annexe 6 :

### IADL

<b>UTILISER DU TELEPHONE :</b>	
Se sert normalement du téléphone.	1
Compose quelques numéros très connus.	1
Répond au téléphone mais ne compose pas les numéros.	1
Incapable d'utiliser le téléphone.	0
<b>LAVER LE LINGE :</b>	
Fait l'ensemble de sa lessive seul	1
Lave une partie de son linge seule (petits articles : chaussettes, bas...)	1
Ne fait pas la lessive	0
<b>PREPARER LES ALIMENTS :</b>	
Planifie, prépare et sert seul les aliments pour les repas	1
Prépare les repas si les aliments lui sont fournis	0
Chauffe et sert les aliments préparés	0
A besoin de repas préparés et servis	0
<b>FAIRE DES ACHATS :</b>	
Fait seul l'ensemble des achats	1
Fait seul un nombre limité d'achats	0
A besoin d'être accompagné pour faire des achats	0
Incapable de faire des achats	0
<b>FAIRE LE MENAGE :</b>	
Assure seule ou avec aide occasionnelle le ménage du domicile	1
Fait seule une partie des tâches ménagères simples telles que laver la vaisselle	1
Fait avec aide les tâches ménagères simples telles que laver la vaisselle	1
Fait de manière incorrecte les tâches ménagères	1
Ne participe à aucune tâche ménagère	0
<b>MOYEN DE TRANSPORT :</b>	
Utilise les transports publics de façon indépendante ou conduit sa propre voiture.	1
Organise ses déplacements en taxi, mais autrement n'utilise aucun transport public.	1
Utilise les transports publics avec l'aide de quelqu'un ou accompagné.	1
Déplacements limités, en taxi ou en voiture avec l'aide de quelqu'un.	0
N'utilise aucun moyen de transport	0
<b>RESPONSABILITE VIS A VIS DU TRAITEMENT :</b>	
Est responsable de la prise de ses médicaments (doses et rythmes corrects)	1
Gère la prise des médicaments si des doses séparées lui sont préparées à l'avance	0
Est incapable de prendre seul ses médicaments même s'ils lui sont préparés à l'avance en doses séparées	0
<b>CAPACITE A MANIPULER L'ARGENT :</b>	
Gère ses finances de façon autonome (rédaction de chèque, gestion du budget, opération à la banque...)	1
Se débrouille pour les achats quotidiens mais a besoin d'aide pour les opérations à la banque, les achats importants...	1
Incapable de manipuler l'argent	0
<b>Score total (/8)</b>	

## Annexe 7 :

### SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB)

---

#### **1) Levé de chaise répété**

##### Consigne :

- Faire se lever la personne 5 fois de sa chaise sans se servir de ses mains ;
- Le plus rapidement possible ;
- Sans faire d'arrêt entre les mouvements ;
- A chronométrer.

##### Notation :

- Démarrer le chronomètre quand le sujet commence son premier levé ;
- Compter à voix haute chaque tentative ;
- Arrêter le chronomètre quand le sujet s'est redressé complètement pour la 5<sup>ème</sup> fois ;
- Arrêter le chronomètre si le sujet utilise ses mains ou si le sujet n'a pas réussi l'épreuve après 1 minute ou si sa sécurité est menacée ;
- Noter le nombre de seconde et la présence de déséquilibre

**Temps: \_\_\_\_\_ sec (si 5 mouvements complets)**

Nombre de levés réussis                      1                      2                      3                      4                      5

**Score du levé de chaise: \_\_\_\_\_**

0 = incapable à réaliser

1 = >16.7 sec

2 = 16.6-13.7 sec

3 = 13.6-11.2 sec

4 = <11.1 sec

#### **2) Test d'équilibre**

Commencer avec une position semi-tandem (talon d'un pied placé à côté du gros orteil de l'autre pied).

Les personnes incapables de tenir cette position doivent essayer avec les pieds côte à côte. Ceux capables de tenir en semi-tandem doivent essayer dans la position complète du tandem. Une fois les mesures de temps complétées, effectuer la notation.

a) position semi-tandem

##### Consigne :

Maintenant je voudrais que vous essayiez de vous mettre dans la même position que moi (montrer le semi-tandem) durant 10 secondes. Vous pouvez mettre n'importe quel pied devant l'autre.

##### Notation :

Rester à côté du participant afin de l'aider. La personne peut s'aider en tenant vos bras afin de trouver l'équilibre. Démarrer le chronomètre dès que le participant a les pieds en position.

2 = tenir 10 sec

1 = moins de 10 sec (nombre de secondes tenues =.....)

0 = non réalisable

b) position pieds joints

##### Consigne :

Je voudrais que vous essayiez de tenir avec vos pieds l'un à côté de l'autre pendant 10 secondes (faire une démonstration). Vous pouvez utiliser vos bras, plier vos genoux ou bouger pour maintenir votre équilibre mais essayez de ne pas bouger les pieds. Tenez cette position jusqu'à ce que je vous dise d'arrêter.

##### Notation :

Rester à côté du participant pour l'aider. Permettre au patient de prendre appui sur vos bras pour obtenir l'équilibre. Démarrer le chronomètre lorsque la personne a les pieds joint.

2 = tenir 10 sec

1 = moins de 10 sec (nombre de secondes tenues = .....)

0 = non réalisable

c) position tandem

Consigne :

Je voudrais que vous mettiez le talon d'un pied devant votre autre pied durant 10 secondes (faire la démonstration).

Notation :

Rester à côté du participant pour l'aider. Permettre au patient de prendre appui sur vos bras pour obtenir l'équilibre. Démarrer le chronomètre lorsque la personne a les pieds joint.

2 = **tenir 10 sec**

1 = **moins de 10 sec** (nombre de secondes tenues = .....)

0 = **non réalisable**

Score d'équilibre :

0 =  **pieds joints entre 0 et 9 sec ou irréalisable**

1 =  **pieds joints tenu 10 sec ou semi tandem tenu moins de 10 sec**

2 =  **semi-tandem tenu 10 sec, tandem 0 à 2 sec**

3 =  **semi-tandem tenu 10 sec, tandem 3 à 9 sec**

4 =  **tandem tenu 10 sec**

### **3) Test de marche (≈2.5m)**

Consigne :

Si vous utilisez une canne ou un déambulateur gardez-le avec vous pour ce test. Je voudrai que vous marchiez comme à votre habitude jusqu'à cette limite (matérialisée par un trait ou une chaise par exemple). Je vais marcher à vos côtés.

Notation :

Démarrer le chronomètre quand le sujet commence à marcher. Relever le temps mis pour parcourir ≈2.5m.

**Temps :.....sec**

**Score de marche : \_\_\_\_\_**

0 = **ne peut pas**

1 = **>5.7 sec** (<0.43m/sec)

2 = **4.1 – 6.5 sec** (0.44 – 0.60m/sec)

3 = **3.2 – 4.0 sec** (0.61 – 0.77m/sec)

4 = **<3.1 sec** (>0.78m/sec)

## Score final

(0 la plus mauvaise performance/12 la meilleure performance)

## Annexe I-1:

Journal of Aging Research & Clinical Practice©  
Volume 1, Number 3, 2012

# NUTRITIONAL INTERVENTION DURING HOSPITALIZATION IN MALNOURISHED PATIENTS

F. Bon, P. Manckoundia, P. Pfitzenmeyer, V. VanWymelbeke

**Abstract:** *Background:* Malnutrition affects up to 60% of older people at hospital. *Objective:* To diagnose the nutritional status of patients admitted to a geriatric care unit and to assess the effects of specific nutritional follow-up to improve the nutritional status of hospitalised patients compared with standard care in the same care unit. *Design and intervention:* Patients were 75 years and older were able to eat normally and the malnourished status was evaluated by either a MNA short-form score < 11 points or albumin (alb) level < 35g/L or transthyretin (TTR) < 0.2 g/L. The study comprised two groups: the interventional group (IG) received specific nutritional intervention for a maximum of 20 days and the control group (CG) received no specific encouragement other than that usually provided in the care unit when malnutrition was detected. At admission, day 0, the MNA, anthropometric data, autonomy levels (ADL, IADL), cognitive and depressive status, blood parameters (Alb, TTR and C-reactive protein, CRP) and 3-day food intake were measured. At day 10, ADL and 3-day food intake were measured. Finally at day 20, blood parameters and 3-day food intake were measured. *Subjects:* The nutritional status of all patients admitted to the geriatric care unit was systematically assessed and fifty hospitalised elderly people (87.2 ± 5.9 years old) were recruited in the geriatric unit to participate in the study with specific nutritional follow-up (IG n = 22; CG n = 28). *Statistical analysis:* All data are presented as mean ± standard deviation (SD) for all patients for the interventional and control groups. Student t-test was used to determine the effect of nutritional intervention on blood samples and food intake. *Results:* 478 people were hospitalised in the acute geriatric care unit, age was 85.6 ± 6.4 years and the length of stay 20.1 ± 10.9 days. Among these, 61.5% were malnourished and 73 accepted to participate in the study. Complete results were obtained for analysis for 50 patients. On admission, the average blood parameters, in particular alb and TTR were low and CRP was high, which showed an inflammatory status. After 10d of intervention, changes in levels of alb, TTR and CRP were highly significant in the IG (p=0.005 for alb; p=0.0003 for TTR; p=0.0004 for CRP). In the CG, changes in TTR and CRP were also significant (p=0.001 for TTR and p=0.003 for CRP). An increase in TTR values occurred in only 67.8% of patients in the CG against 86.4% in the IG. An increase in calorie intake was noted for 72.7% of the IG against only 46.4% of the CG. *Conclusion:* Intervention given to patients during the first 10 days of the hospital stay can re-initiate food intake, and thus improve blood parameters. However the nutritional intervention does not lead to better outcomes compared to usual care.

**Key words:** Elderly, malnutrition, food intake, transthyretin, nutritional intervention.

## Introduction

In most countries, the proportion of people aged over 60 years is growing faster than any other age group. The World Health Organization and the United Nations announced that there are currently 650 million people aged 60 years and older. By 2050, this number is forecast to reach 2 billion (1). Maintaining good health in the older people has become a public health issue. For the older people, the main risk is protein-energy malnutrition (PEM) or undernutrition. PEM is the result of inadequate nutrient intake. It is a pathological state caused by the persistent mismatch between metabolic needs and the bioavailability of energy, protein and micronutrients. It is a dynamic process that begins when protein-energy inputs become insufficient to cover the body's needs. According to studies, this condition can affect 19 to 60% of institutionalized persons, 50% in hospital and 3 to 10% at home (2, 3). On all fronts, the consequences of PEM are dreadful, with a cascade of complications leading to an increase in morbidity and mortality (4). PEM increases the duration of hospital stays, reduces the supply of minerals and vitamins, increases immune deficiency, infections, the risk of falling and the number of fractures; it is the spiral of malnutrition (5). PEM can have a dual mechanism. On the one hand, it may be exogenous and linked to a lack of intake, or on the other hand it may be endogenous and linked to an increase in protein-energy needs in situations of hypercatabolism such as those encountered in patients with ulcers, cancers or infections (6). There are several reasons for a decrease in food intake in the elderly. On average, a 70-year-old person consumes 30% fewer calories than a young person (7, 8). Unlike young adults, the elderly are not able to replenish nutritional stores after an inflammatory syndrome, which can cause persistent malnutrition. The elderly are more likely to develop malnutrition, and reduced food intake can be triggered by various factors including impaired taste and smell (5, 9, 10), less varied food choices (sensory specific satiety) (11), and a deterioration in dental status with age (12-15). However, this is never the only cause of PEM (5). Various diseases and medications can affect food intake. Some drugs alter the perception of taste or cause a decrease in the production of saliva. Others can impair intestinal transit and cause nausea, diarrhea or constipation (16). High levels of medication can reduce food intake in elderly patients (17). Besides, a study has shown that disease, medications, weight loss, low albumin and TTR concentrations during hospitalization are risk factors of readmission (18). Several nutritional treatments, when carried out early enough, seem to have a positive effect on energy and nutrient intake in frail elderly people (19, 20). They can produce gains in or maintain weight, and are sometimes associated with increased physical activity (20-

22). Oral nutritional supplements (ONS) have usually been the first-line treatment for malnutrition (23, 24). Studies with enriched food have also had positive outcomes in the energy intake of elderly hospitalized patients (25, 26). Most supplements contain protein and/or high energy ingredients and are given in the form of a cream or milk drink during or between meals (19, 27). The effects of this type of intervention on body composition, muscle function and quality of life have been investigated (20, 28, 29). Another observational study showed that a state of malnutrition was significantly associated with dysphagia and slow food intake. Visual disturbances associated with depression can also lead to malnutrition as they often induce food refusal (14). The purpose of this study was to compare the effect of specific nutritional intervention on nutritional status in malnourished patients hospitalized in an acute care geriatric unit with usual care.

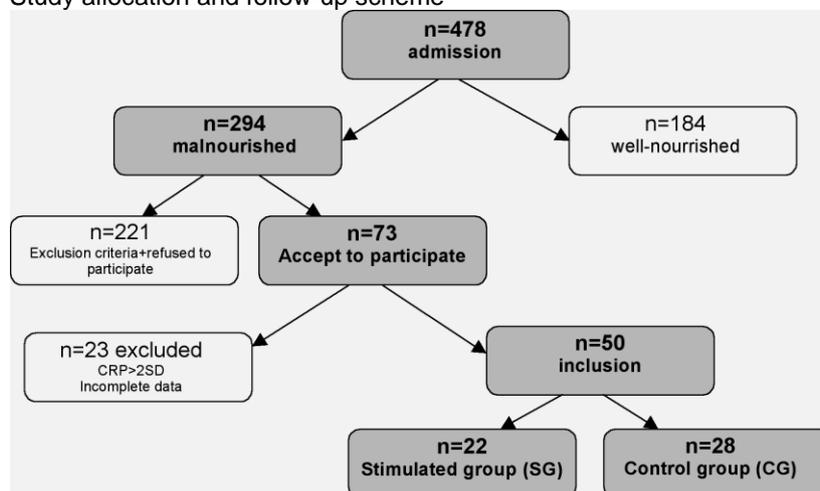
## Methods

### Subjects (Figure 1 and 2)

Before being recruited for the interventional study, the patients were screened for various nutritional parameters. Strict inclusion criteria were used. To be included patients had to be over 75, have an MNA short score < 11 or albuminemia < 35 g/L or transthyretin (TTR) < 0.2g/L. They had to have no swallowing problems and not require parental feeding. Patients were excluded if they suffered from acute heart or renal failure, or any rapidly evolving disease. This study was approved by the Burgundy Ethics Committee.

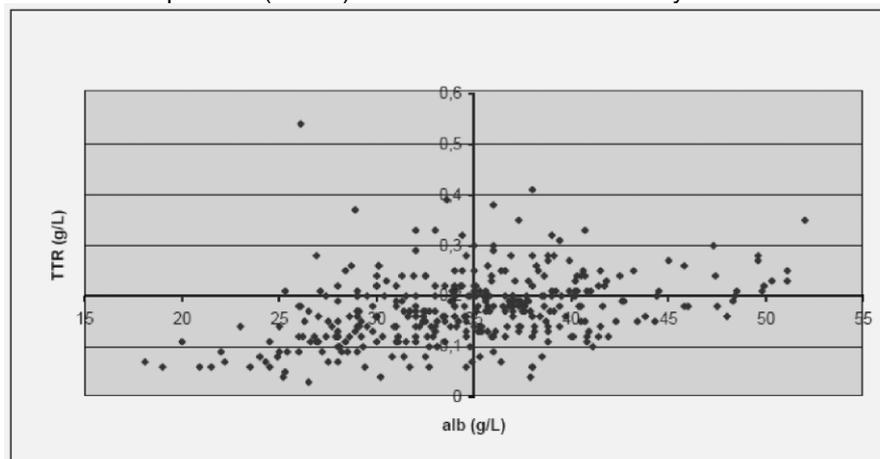
**Figure 1**

Study allocation and follow-up scheme



**Figure 2**

Distribution of patients (n=478) as their albumin and transthyretin rates



### Study design

The study was a 3-week randomized controlled trial. Daily dietary intake was the principal criterion to calculate sample size. We considered standard errors for daily dietary intake at day 10 at 300 kcal. For a situation with a 5% alpha risk, the number of subjects to be included was 18 subjects in each group for a

power of 90%. The 50/73 malnourished patients were included and were randomly assigned to either the interventional group (IG), in which patients were encouraged regularly by nutritionist and at every meal to initiate food intake and to increase the calories ingested only by food or the control group (CG), in which patients received no specific nutritional intervention other than that usually implemented in the unit when malnutrition was detected by use of supplements (Figure 1). Patients in the interventional group were allowed to modify their meals to increase the proportion of protein rich foods, such as cheese and yogurt, available in the units (oral nutritional supplements were not given except when it was prescribed by doctor).

### ***Nutritional survey***

The usual measurements, namely the nutritional status by MNA (30), weight, BMI (with the Chumlea equation (31)), anthropometric data (calf and brachial circumferences, biceps and triceps skinfolds), ADL (32) and IADL (33) were made on day 1 and at the end of study period. Mini Mental State Examination (MMSE, 34) and GDS (35) were evaluated only on day 1. Daily energy intake was calculated for each patient using a three-day diet record at day 1, 10 and between 17 and 20 days, by deducting the weighted rests of the weighted proposed food. For the last values, premature exits of the patients do not allow to have enough data for a meaningful interpretation (only 9 persons in the IG and 8 persons in the CG). Intake during breakfast was not measured, but as it is very much appreciated by elderly people, it was consumed almost entirely every morning. Dieticians estimated that the breakfast in the short stay units contributed approximately 250 kcal. Blood samples, plasma albumin, transthyretin and CRP, were determined by routine methods and were obtained on the morning of inclusion and on day 20 or automatically at the end of the hospital stay (if the length of stay < 20 days).

### ***Statistical analysis***

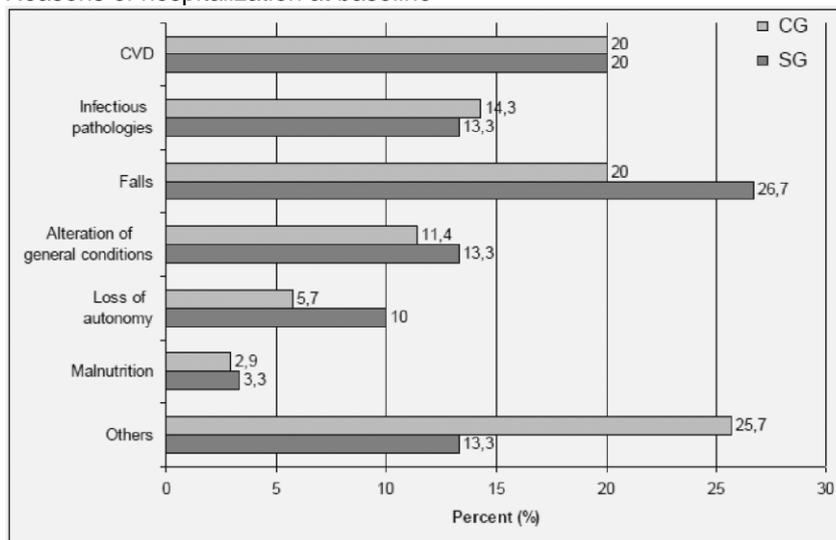
All of the data are presented as mean  $\pm$  standard deviation (SD) for all of the patients and by group. Within-group comparisons were made with the Wilcoxon rank-sum test or with a paired Student t-test and between-group comparisons were made with a paired Student t-test, as appropriate. Statistical analyses were conducted using NCSS 2000 software (Statistical System for Windows, published by Number Cruncher Statistical System, Kaysville, Utah, USA).

## **Results**

### ***Baseline nutritional status***

Four hundred and seventy-eight patients ( $85.6 \pm 6.4$  years old; mean  $\pm$  SD; range: 62-102) were hospitalised in acute care units of Champmaillot hospital, Dijon, France during the 6 months of recruitment (length of hospital stay:  $20.1 \pm 10.9$  days; range: 1-64). During the study period, 294 of the admitted patients (61.5%) were malnourished (Figures 1 and 2). Seventy-three patients (24.8% of malnourished people detected at admission) were included in the two study groups and complete analysis results were obtained for 50 at day 10 ( $n = 22$  interventional group, IG;  $n = 28$  control group, CG). There were no significant differences between the two groups for reasons for hospitalization at baseline (Figure 3). Before intervention, the patients presented criteria for malnutrition with low MNA scores. Blood levels for albumin and TTR were far below the normal values (mean values respectively less than 30 g/L and 0.2 g/L in the two groups). Insufficient calorie intake was observed in the two groups. High blood levels of CRP reflecting inflammatory processes were found in the two groups (table 1). We did not note significant differences between groups for anthropometric data, MMSE, GDS or activities level (not shown). There were no significant differences between the two groups for reasons for hospitalization at baseline (Figure 3). During the study period, 294 of the admitted patients (61.5%) were malnourished. Before intervention, the patients presented criteria for malnutrition with low MNA scores. Blood levels for albumin and TTR were far below the normal values (mean values respectively less than 30 g/L and 0.2 g/L in the two groups). Insufficient calorie intake was observed in the two groups. High blood levels of CRP reflecting inflammatory processes were found in the two groups. However, we noted normal anthropometric data for patients (body mass index, calf and brachial muscle circumference...).

**Figure 3**  
Reasons of hospitalization at baseline



### **Effect of intervention on nutritional parameters (Table 1)**

After the intervention period, no differences were found between IG and CG for several parameters including MNA and anthropometric data. Significant differences were noted for the evolution of blood criteria. Only the IG showed a significant increase in albumin levels ( $p < 0.005$ ). In both groups, TTR increased during the stay and the average values reached the 0.2 g/L threshold (respectively  $p < 0.0003$ , IG and  $p < 0.001$ , CG). A decrease in CRP level was observed in the two groups and was significant ( $p < 0.0004$ , IG and  $p < 0.003$ , CG). At the end of the follow-up, the difference between the groups for CRP levels was almost significant ( $p=0.06$ ) while initially they were identical, which shows the positive effect of intervention in the reduction of inflammation. The increase in energy intake was only significant in the IG ( $p=0.02$ ) after 10 days. In IG patients, 72.7% (16 of 22) showed an increase in their energy intake compared with only 46% in the CG (13 of 28). After 10 or 20 days, no significant difference was observed between groups. ( $p=0.17$ , not shown). During the follow-up, only 50% of patients in each group at the beginning, almost 35% in each group after 10 days had oral nutritional supplements (ONS) but without significant difference. After 20 days 2/9 subjects (22%) of the IG compared with 3/8 subjects (38%) of the CG continued to consume ONS in spite of their bad nutritional state. At baseline, protein intake was lower in the IG than in the CG ( $p=0.03$ ). After 10 days, this difference became no significant. The increase in protein intake was not significant in either group. An increase in protein intake was noted for 47% of patients in the IG vs. 52% in the CG ( $p=NS$ ). At baseline and after 10 days lipid intake was similar in the two groups. At baseline, carbohydrate intake was also similar in the two groups ( $p = 0.11$ ). The increase in carbohydrate intake from baseline was only significant for the IG ( $p = 0.001$ ). This difference between groups was almost significant ( $P=0.08$ ).

### **Discussion**

The aim of this project was to screen for and manage malnutrition and to estimate the effect of intervention on re-nutrition in old patients in a hospital environment. This study allowed us to confirm that many hospitalized patients suffer from malnutrition (61.5%) and that malnutrition only represented 3% of the reasons of hospitalization. These data confirm those of many authors (15, 20, 35, 37) for the malnutrition rate of elderly hospitalized patients and our data are higher than those cited during the studied period (malnourished = 61.5%). In malnourished patients, we have shown that with appropriate intervention, blood levels of all of the evaluated parameters positively changed but without significant difference between groups. In the CG, only two of three parameters increased significantly and to a lesser degree than in the IG. We noted that intervention might lead to a greater decrease in CRP levels than that achieved with usual care (CG). With this decrease in the inflammatory level, people could be more likely to eat because severe inflammation reduces appetite. The body is devoted to the fight against inflammation (usually due to bacteria or heart disease) to the detriment of food intake, so that caloric intake over the day is reduced. Calorie intake was low for hospitalized patients during study and did not cover baseline energy expenditure. These data were confirmed by Bos et al (39). Calorie intake increased significantly only for the IG during the follow-up. This highlights the effect of intervention on elderly hospitalized patients. However, calorie intake was low in each group, at day 1 and 10, and less of 25kcal/kgbw/d. We regret the insufficient dietary data at

the end of the follow-up, but the length of stay was too short to enable data collection (17.8±3.7 days; range 10-28). Hospital food alone was insufficient to cover needs because the meals provided about 1800 kcal if they were eaten in their entirety. Meals should be increased to at least 2000 kcal and energetically dense in order to allow patients to cover their needs or to enable them to eat it. In addition, oral nutritional supplement (ONS) should be distributed to all patients when they arrive at hospital, and the consumption of these supplements should be checked. In a study conducted by Tieland et al (40), the authors concluded that protein intake was particularly low for frail elderly people and with an intake below the current protein requirement (0.7 g/kg-bw/day). In our groups, patients had low protein intakes during the study (0.7±0.4 g/kg-bw/day for the IG vs. 0.8±0.4 g/kg-bw/day for the CG at day 0 and day 10) and their intakes should be higher than 1 g/kg-bw/day depending on their pathologies. Intervention in this study therefore failed to increase these values. We can notice that patients in both groups suffered from falls, a deterioration in general health and loss of autonomy, all of which cause problems at meal times and thus limit calorie intakes during meals. We have shown that half of the patients included had ONS at the beginning of the follow-up, but they were rarely consumed entirely. Most of the time less than 50% of the ONS were consumed because there were put on the table and not given directly to patients. A study by Kennedy et al (41) reported that ONS were rarely consumed and frequently wasted. We also found in this study that after 10 days, only 35% of patients in each group consumed ONS whereas consumption should have remained stable or increased given the daily calorie intake. Several studies (39, 42-43) showed that short-term dietary supplementation might have a positive effect on interleukin growth factor 1, fat free mass and weight or weight gain. Our study showed a significantly greater decrease in CRP values in the IG than in the CG but without significant difference between groups. To conclude, our clinical investigation demonstrated that intervention should be carried out during hospital stays but to be effective in elderly malnourished patients, it must be intensive, requiring the presence of staff to encourage patients, to distribute and to assure the consumption of ONS. Intervention appears to play an important social role for the elderly. Finally, malnutrition, with only 3%, is not yet a real motive for hospitalization with a care to be improved during the hospital stay, particularly useful of ONS.

*Acknowledgements:* The authors wish to thank all the patients and caregivers for their collaboration in this study. There is no conflict of interest and all authors have been actively involved in the research project. This work was funded by Grants from the University Hospital in Dijon, Burgundy, France. *Conflict of interest:* None of the authors had a conflict of interest in relation to this manuscript.

**Table 1**

Baseline and change measures (at day 10 and 20) of interventional and control group. Data are shown with means ± SD

		Interventional Group (n=22)	P	Control Group (n=28)	P	P (between groups)
<b>Results at 20 days</b>						
Age (years)	Baseline	85,8 ± 5,8		86,3 ± 5,8		N5
Sex (M/F)	Baseline	8 / 14		6 / 22		N5
MNA score	Baseline	18,4 ± 3,5		18,4 ± 3,1		N5
Weight (Kg)	Baseline	66,9 ± 16,8		62,9 ± 14,2		N5
	Change	-0,3 ± 16,0	N5	0,3 ± 14,2	N5	N5
BMI (Kg / m <sup>2</sup> )	Baseline	27,7 ± 5,7		28,7 ± 6,6		N5
	Change	0,0 ± 5,2	N5	0,3 ± 7,2	N5	N5
Albumin (g/L)	Baseline	29,2 ± 4,3		28,8 ± 3,4		N5
	Change	2,2 ± 4,7	0,005	0,9 ± 4,4	N5	0,1
Transferrin (mg/L)	Baseline	150,0 ± 5,0		160,0 ± 6,0		N5
	Change	5,0 ± 6,0	0,0003	4,0 ± 7,0	0,001	N5
CRP (mg/L)	Baseline	33,1 ± 49,2		33,3 ± 44,9		N5
	Change	-39,6 ± 16,2	0,0004	-27,1 ± 31,5	0,003	0,06
<b>Results at 10 days</b>						
Total energy intake (kcal/d)	Baseline	1209,2 ± 340,4		1233,4 ± 292,0		N5
	Change	129,7 ± 356,8	0,02	-34,0 ± 363,6	N5	0,09
Protein intake (g/d)	Baseline	43,0 ± 16,1		50,7 ± 12,1		0,03
	Change	2,5 ± 20,7	N5	-0,1 ± 18,3	N5	N5
Lipid intake (g/d)	Baseline	41,2 ± 17,0		47,1 ± 15,9		N5
	Change	1,4 ± 18,3	N5	-2,9 ± 14,1	N5	N5
Carbohydrate intake (g/d)	Baseline	104,0 ± 36,6		115,9 ± 30,5		0,11
	Change	26,8 ± 39,9	0,001	-1,9 ± 43,9	N5	0,08

Note: P = Probability; MNA = Mini Nutritional Assessment; BMI = Body Mass Index; CRP = C Reactive Protein.

## References

1. WHO. Health topics. Ageing. 10 facts on ageing and the life course. [www.who.int/](http://www.who.int/)
2. Compan B, di Castri A, Plaze JM, Arnaud-Battandier F. Epidemiological study of malnutrition in elderly patients in acute, sub-acute and long-term care using the MNA. *J Nutr Health Aging*. 1999;3(3):146-51.
3. Wallace JI, Schwartz RS, LaCroix AZ, Uhlmann RF, Pearlman RA. Involuntary weight loss in older outpatients : incidence and clinical significance. *J Am Geriatr Soc* 1995;43(4):329-37.
4. Payette H, Coulombe C, Boutier V, Gray-Donald K. Weight loss and the mortality among free-living frail elders : prospective study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1999 Sep;54(9):M440-5.
5. Ferry M, Alix E, Brocker P, Constans T, Lesourd B, Mischlich D, Pfitzenmeyer P, Vellas B. *Nutrition de la personne âgée ; 2è édition ; 2002 ; édition Masson.*
6. Harris DG, Davies C, Ward H Haboubi NY. An observational study of screening for malnutrition in elderly people living in sheltered accommodation. *J Human Nutr and Diet*; février 2008; vol 21; Issue 1: 3-9.
7. Lesourd B, Raynaud-Simon A, Mathey M. Comment favoriser la prise alimentaire des sujets âgés. *Nutr Clin Met* 2001; 15: 177-88.
8. Zhu K, Devine A, Suleska A et al. Adequacy and change in nutrient and food intakes with aging in a seven-year cohort study in elderly women. *J Nutr Health Aging* 2010 Nov; 14 (9):723-9.
9. Seiberling KA, Conley DB. Aging and olfactory and taste function. *Otolaryngol Clin North Am* 2004 Dec; 37 (6):1209-28, vii.
10. Schiffman SS. Effects of aging on the human taste system. *Ann N Y Acad Sci*. 2009 Jul; 1170:725-9.
11. Drenowsky A et al. Impact of aging on eating behaviors, food choices, nutritional and health status. *J Nutr, Health Aging* 2001; 5(2): 75-79.
12. Nordenram G, Ljunggren G. Oral status, cognitive and functional capacity versus oral treatment need in nursing home residents: a comparison between assessments by dental and ward staff. *Oral Dis*. 2002 Nov; 8 (6):296-302.
13. Peyron MA, Mishellany-Dutour A, Bourdiol P & Woda A. Poor mastication could result in poor nutrition: the effects of age on oral functions and consequences on nutrition. In Macleod CL (ed), *New Research on Nutrition for the middle-aged and elderly*. Nova Science Publishers, Hauppauge, USA. 2008.
14. Alix E, Berrut G, Boré M, Bouthier-Quintard F et al. Energy requirements in hospitalized elderly people. *J Am Geriatr Soc*. 2007 Jul; 55 (7):1085-9.
15. Dion N, Cotart JL, Rabilloud M. Correction of nutrition test errors for more accurate quantification of the link between dental health and malnutrition. *Nutrition* 2007 Apr; 23(4):301-7.
16. Schiffman SS, Zervakis J. Taste and smell perception in the elderly: effect of medications and disease. *Adv Food Nutr Res*. 2002; 44:247-346.
17. Ferry M, Piette F. Survey of the incidence of undesirable events in geriatric services. *Therapie*. 1993 Jan-Feb; 48 (1):55-7.
18. Feldblum I, German L, Castel H, Harman-Bohem I, Bilenko N, Eisinger M, Fraser D, Shahar DR. Characteristics of undernourished older medical patients and the identification of predictors for undernutrition status. *Nutrition Journal* 2007, 6:37.
19. Milne AC, Potter J, Vivanti A, Avenell A. Protein and energy supplementation in elderly people at risk from malnutrition. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009 Apr 15;(2):CD003288. Review.
20. Rüfenacht U, Rühlin M, Wegmann M, Imoberdorf R, Ballmer PE. Nutritional counselling improves quality of life and nutrient intake in hospitalized undernourished patients. *Nutrition* 2010; 26:53-60.
21. Morley JE. Anorexia and weight loss in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003; 58:131-7.
22. Gazzotti C, Arnaud-Battandier F, Parello M, Farine S, Seidel L, Albert A, Petermans J. Prevention of malnutrition in older people during and after hospitalisation: results from a randomised controlled clinical trial. *Age and Ageing* 2003; 32:321-325.
23. Lauque S, Arnaud-Battandier F, Gillette S, Plaze JM, Andrieu S, Cantet C, Vellas B. Improvement of weight and fat-free mass with oral nutritional supplementation in patients with Alzheimer's disease at risk of malnutrition: a prospective randomized study. *J Am Ger Soc*. 2004; 52:1702-7.
24. Young KW, Greenwood CE, van Reekum R, Binns MA. Providing nutrition supplements to institutionalized seniors with probable Alzheimer's disease is least beneficial to those with low body weight status. *J Am Ger Soc*. 2004; 52:1305-12.
25. Barton AD, Beigg CL, Macdonald IA, Allison SP. A recipe for improving food intakes in elderly hospitalized patients. *Clin Nutr*. 2000; 19:451-4.
26. Christensson L, Ek AC, Unosson M. Individually adjusted meals for older people with protein-energy malnutrition: a single-case study. *J Clin Nurs*. 2001; 10:4910502.
27. Feldblum I, German L, Castel H, Harman-Boehm I, Shahar DR. Individualized Nutritional Intervention During and After Hospitalization: The Nutrition Intervention Study Clinical Trial. *J Am Geriatr Soc*. 2011 Jan; 59(1):10-7.
28. Fjelltun AM, Henriksen N, Norberg A et al. Functional levels and nurse workload of elderly awaiting nursing home placement and nursing home residents: a comparative study. *Scand J Caring Sci*. 2009 Dec; 23 (4): 736-47.
29. Norman K, Smoliner C, Valentini L, Lochs H, Pirlich M. Is bioelectrical impedance vector analysis of value in the elderly with malnutrition and impaired functionality? *Nutrition*. 2007 Jul-Aug; 23(7-8):564-9.
30. Lauque S, Faisant C, Bourdille S, Vellas B, Albarède JL. Evaluation nutritionnelle du sujet âgé. Un test validé: le Mini Nutritional Assessment (MNA). *Soins Gérontol* 1996; (2):25-7.
31. Chumléa WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from the knee height for 60 to 90 years of age. *J Am Geriatr Soc* 1985; 33: 116-120.
32. Katz S, Ford AB, Moskowitz AW, Jackson BA, Jaffe MW. Studies of illness in the aged. The index of ADL: a standardized measure of biological and psychosocial function. *J. Am. Med. Assoc*. 1963 Sep 21; 185:914-9.
33. Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist* 1969; 9:179-86.
34. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state": A practice method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. 1975; Nov; 12(3):189-98.
35. Yesavage JA, Brink TL, Rose TL, Lum O, Huang V, Adey M, Leirer VO. Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J Psychiatr Res*. 1982-1983; 17(1):37-49.
36. Morley JE. Assessment of malnutrition in older persons: a focus on the mini nutritional assessment. *J Nutr Health Aging*. 2011; 15 (2):87-90.
37. Pirlich M, Schütz T, Norman K, Gastell S et al. The German hospital malnutrition study. *Clin. Nutr*. 2006 Aug; 25(4):563-72.
38. Rassmussen HH, Holst M, Kondrup J. Measuring nutritional risk in hospitals. *Clin Epidemiol*. 2010 Oct 21; 2:209-16.
39. Bos C, Benamouzig R, Bruhat A, Roux C, Valensi P, Ferriere F, Tome D. Nutritional status after short-term dietary supplementation in hospitalized malnourished geriatric patients. *Clin. Nutr*. 2001; 20(3):225-233.

40. Tieland M, Borgonjen-Van den Berg K, van Loon L.J.C, de Groot L.C.P.G.M. Dietary protein intake in community-dwelling, frail, and institutionalized elderly people: scope for improvement. *Eur J Nutr* 2011. Published online: 12 May 2011.
41. Kennedy O, Law C, Methven L, Mottram D, Gosney M. Investigating age-related changes in taste and affects on sensory perceptions of oral nutritional supplements. *Age Ageing*. 2010 Nov; 39(6):733-8.
42. Potter JM, Roberts MA, McColl JH, Reilly JJ. Protein energy supplements in unwell elderly patients: a randomized controlled trial. *J Parenter. Enteral Nutr*. 2001 Nov-Dec; 25(6):323-9.
43. Milne AC, Potter J, Vivanti A, Avenell A. Protein and energy supplementation in elderly people at risk from malnutrition. *Cochrane Database Syst Rev* 2009 Apr 15; (2):CD003288.



Annexe III-1 :

**Questionnaire Test sensoriel 1 : Observations**

1. Date :
2. Date entrée patient :
3. Lieu, numéro de chambre :
4. Année de naissance :
5. Sexe :
- 
6. Score de Folstein (MMS) :
7. Etat de la dentition :  
 Naturelle totale       Prothèse totale       Prothèse partielle haut  
 Prothèse partielle bas       Absence de dentition
8. Taux albumine :
9. Taux pré-albumine :
- 
10. Que mangez-vous habituellement pour le petit-déjeuner et en quelle quantité ?  
Est-ce différent de ce que vous mangez à la maison ?
11. Avez-vous l'habitude de consommer du pain, chez vous ?  
 Oui       Non  
Si oui, à quelle fréquence ?
- 
12. Dites-moi ce que vous pensez de ce pain, sans le manger :  
Aspects (+) :  
Aspects (-) :
13. A présent goûtez-le, et dites-moi ce que vous en pensez :  
Aspects (+) :  
Aspects (-) :
14. S'il était plus gros, cela vous dérangerait-il ?  
 Oui       Non
15. Qu'avez-vous le plus aimé dans ce pain:
  - au niveau visuel ?

Pourquoi ?

  - au niveau gustatif ?

Pourquoi ?
- 
16. Avez-vous l'habitude de tartiner votre brioche, pain,... au petit déjeuner ?  
 Oui       Non  
Si oui, avec quoi ?  
 Beurre       Confiture       Les deux
17. Avez-vous l'habitude de tremper vos tartines dans votre boisson au petit déjeuner ?  
 Oui       Non
18. Si oui, est-ce que vous je peux revenir, cette fois au petit déjeuner, pour vous faire goûter un pain en conditions réelles ?  
 Oui       Non  
Date :

**Annexe III-2 :**

**Questionnaire Test sensoriel 1 : Petit-déjeuner**

1. Date :
2. Identification patient (lieu, n° de chambre) :
3. Tartinage :  
 Oui  Non  
Si oui, avec quoi ?  Confiture  Les deux  
 Beurre
4. Facilité de tartinage :  
 Oui  Non  
Pourquoi ?
5. Après le tartinage :  
 Trempage  Pas de trempage  
→ (questions 7 à 9) → (question 10)
6. Que pensez-vous du goût de ce pain, avant de le tremper ?

**TREMPAGE :**

7. Trempage dans quelle boisson ?
8. Goûtez ce pain après l'avoir trempé, et dites-moi ce que vous en pensez :
9. Tenue du pain après trempage :

**PAS DE TREMPAGE :**

10. Goûtez ce pain, et dites-moi ce que vous en pensez :

**Annexe III-3 :**

**Questionnaire Test sensoriel 2 : PAIN Gustalis neutre / aromatisé**

1. Date :

2. Date entrée patient :

3. Lieu, numéro de chambre :

4. Année de naissance :

5. Sexe :

6. Résidence habituelle :

A domicile

En maison de retraite



7. Score de Folstein (MMS) :

8. Etat de la dentition :

Naturelle totale

Prothèse totale

Prothèse partielle haut

Prothèse partielle bas

Absence de dentition



9. Avez-vous l'habitude de consommer du PAIN dans votre lieu de résidence habituel ?

A quelle fréquence ?

**10. Aimez-vous le miel ?**

Pas du  
tout

Un peu

Moyennement

Bien

Beaucoup

11. Type de petit-déjeuner + lieu testé :

12. Nombre de sucres dans la boisson :

13. Tartinage :

Oui

Non

Si oui, avec quoi ?

Beurre

Confiture

Les deux

Effectué par :

ASH

Patient

14. Trempage :

Oui

Non

Si oui, dans quelle boisson ?

15. Avez-vous faim ce matin ?

Pas du  
tout

Un peu

Moyennement

Bien

Beaucoup

« Pas du tout » ou « un peu » : est-ce habituel ?



1<sup>ère</sup> partie : pas de descripteurs imposés :

16. Dites-moi ce que vous pensez de ce pain:

17. Observations :

Tartinage :

Trempage :



2<sup>ème</sup> partie : Notation des paramètres testés sur une échelle :

18. Couleur extérieure :

<input type="checkbox"/>				
Je n'aime pas du tout	J'aime un peu	J'aime moyennement	J'aime bien	J'aime beaucoup

<input type="checkbox"/>				
Je n'aime pas du tout	J'aime un peu	J'aime moyennement	J'aime bien	J'aime beaucoup

20. Facilité à mâcher :

<input type="checkbox"/>				
Je n'aime pas du tout	J'aime un peu	J'aime moyennement	J'aime bien	J'aime beaucoup

21. Si vous deviez noter ce PAIN sur 10 (de 0 « Je n'aime pas du tout » à 10 « j'aime beaucoup »), quel note lui donneriez-vous ?

22. Si le PAIN était plus petit, cela vous dérangerait-il ?

23. S'il était plus gros ?

24. La personne a-t-elle tout mangé ?

Si non, combien en a-t-elle laissé ?

25. Quels seraient selon vous les points à améliorer ?

26. Après le petit-déjeuner : avis ?

27. Souhaitez-vous continuer les tests ?

Oui

Non  
Pourquoi ?



Je n'aime pas du tout      J'aime un peu      J'aime moyennement      J'aime bien      J'aime beaucoup

Je n'aime pas du tout      J'aime un peu      J'aime moyennement      J'aime bien      J'aime beaucoup

**15. Couleur extérieure :**

Je n'aime pas du tout      J'aime un peu      J'aime moyennement      J'aime bien      J'aime beaucoup

**16. Moelleux :**

Je n'aime pas du tout      J'aime un peu      J'aime moyennement      J'aime bien      J'aime beaucoup

**17. Facilité à mâcher :**

Je n'aime pas du tout      J'aime un peu      J'aime moyennement      J'aime bien      J'aime beaucoup

18. Si vous deviez noter ce PAIN sur 10 (de 0 « Je n'aime pas du tout » à 10 « j'aime beaucoup »), quel note lui donneriez-vous ?

19. Si le PAIN était plus petit, cela vous dérangerait-il ?

20. S'il était plus gros ?

21. Quels seraient selon vous les points à améliorer ?

22. Souhaitez-vous continuer les tests ?

Oui

Non

Pourquoi ?

**Annexe III-5 :**  
**Récapitulatif des apports au cours du temps**

	Groupe PAIM			Groupe C NO			Groupe TEMOIM			Effet Groupe		Effet temps		Interaction temps*groupe	
	J1	J30	J90	J1	J30	J90	J1	J30	J90	F	p	F	p	F	p
AET(kcal)	1461,69 ± 274,71	1418,30 ± 287,35	1466,00 ± 307,33	1183,38 ± 374,52	1185,59 ± 313,49	1150,43 ± 338,11	1275,51 ± 272,23	1210,08 ± 243,31	1164,86 ± 258,31	21,653	0,000	0,522	0,594	0,426	0,790
E_PD (kcal)	337,34 ± 90,53	356,10 ± 76,24	361,54 ± 78,48	297,36 ± 135,05	303,11 ± 108,17	322,24 ± 133,30	307,85 ± 101,12	293,67 ± 110,15	297,07 ± 103,73	7,135	0,004	0,313	0,732	0,368	0,891
E_De (kcal)	620,10 ± 164,63	584,43 ± 143,91	623,93 ± 170,00	477,49 ± 164,16	481,60 ± 168,88	446,76 ± 164,37	545,06 ± 139,89	503,12 ± 125,79	488,80 ± 130,55	17,480	0,000	0,790	0,474	0,582	0,676
E_Di (kcal)	489,84 ± 138,79	479,70 ± 160,83	456,31 ± 122,69	412,28 ± 159,78	394,84 ± 138,42	377,36 ± 132,09	412,18 ± 130,10	406,35 ± 105,72	375,38 ± 111,66	10,258	0,000	1,341	0,264	0,017	0,999
E_co (kcal)	21,12 ± 45,39	31,86 ± 49,96	24,23 ± 38,51	31,11 ± 50,48	15,30 ± 36,36	13,00 ± 25,89	16,91 ± 55,45	18,66 ± 49,07	16,65 ± 48,25	0,815	0,444	0,242	0,785	0,621	0,720
G_KE (@)	157,45 ± 36,85	153,69 ± 39,69	158,98 ± 43,34	144,82 ± 49,36	135,41 ± 38,52	134,48 ± 49,32	148,35 ± 40,55	146,43 ± 34,55	140,87 ± 35,02	3,895	0,020	0,422	0,665	0,238	0,917
G_PD (@)	38,44 ± 16,30	36,24 ± 13,79	37,49 ± 14,60	41,09 ± 19,55	41,40 ± 15,29	43,60 ± 17,92	43,53 ± 17,29	43,86 ± 17,59	44,58 ± 16,85	4,079	0,016	0,130	0,879	0,090	0,985
G_De (@)	58,84 ± 17,36	58,58 ± 89,18	66,39 ± 24,31	47,73 ± 19,37	44,76 ± 15,56	45,30 ± 23,63	50,99 ± 16,80	51,71 ± 14,49	52,50 ± 19,28	12,580	0,000	0,409	0,602	0,566	0,888
G_Di (@)	56,55 ± 17,94	53,81 ± 22,05	51,65 ± 16,40	50,32 ± 19,03	46,94 ± 18,17	43,99 ± 16,27	50,85 ± 20,07	48,03 ± 15,74	41,40 ± 13,01	4,720	0,010	2,779	0,054	0,194	0,946
G_co (@)	3,62 ± 7,79	5,05 ± 7,92	3,45 ± 5,67	5,68 ± 9,34	2,31 ± 5,74	1,60 ± 3,01	2,98 ± 9,37	2,83 ± 8,04	2,40 ± 6,87	0,759	0,472	0,857	0,426	0,680	0,607
L_KE (@)	67,93 ± 16,34	65,16 ± 14,30	65,39 ± 14,89	48,29 ± 16,73	49,39 ± 12,77	47,83 ± 13,97	55,63 ± 11,83	49,80 ± 11,83	48,13 ± 9,12	39,121	0,000	1,257	0,286	0,655	0,666
L_PD (@)	15,76 ± 6,34	17,30 ± 4,98	17,24 ± 5,08	9,56 ± 5,98	9,55 ± 4,89	10,48 ± 6,08	11,84 ± 5,40	10,45 ± 5,68	10,56 ± 11,96	37,107	0,000	0,098	0,907	0,779	0,540
L_De (@)	30,15 ± 10,66	27,03 ± 7,86	27,15 ± 7,70	21,79 ± 8,48	23,60 ± 9,66	21,12 ± 9,32	26,77 ± 8,18	22,66 ± 7,22	20,70 ± 6,01	11,619	0,000	2,854	0,059	1,029	0,393
L_Di (@)	21,40 ± 6,77	19,79 ± 7,08	20,01 ± 6,34	16,18 ± 7,87	15,70 ± 5,90	15,58 ± 6,88	16,66 ± 5,89	16,09 ± 4,37	16,27 ± 6,16	19,241	0,000	0,437	0,646	0,087	0,986
L_co (@)	0,62 ± 1,51	1,04 ± 1,98	0,99 ± 1,76	0,76 ± 1,22	0,54 ± 1,19	0,65 ± 1,43	0,36 ± 1,60	0,60 ± 1,57	0,60 ± 1,92	1,204	0,302	0,231	0,794	0,226	0,923
P_KE (@)	56,81 ± 13,21	62,72 ± 12,56	60,40 ± 13,14	51,08 ± 16,04	52,18 ± 13,89	47,74 ± 15,42	46,97 ± 10,46	46,96 ± 9,83	45,31 ± 10,58	30,061	0,000	1,091	0,358	0,754	0,556
P_PD (@)	10,45 ± 5,03	13,86 ± 2,84	14,11 ± 3,14	11,73 ± 5,61	12,89 ± 6,40	13,38 ± 6,63	6,79 ± 3,21	6,04 ± 3,18	5,94 ± 2,73	7,279	0,000	2,823	0,051	3,051	0,018
P_De (@)	28,34 ± 8,35	26,70 ± 6,48	28,52 ± 7,56	22,62 ± 9,15	22,54 ± 8,10	18,88 ± 7,25	25,05 ± 7,17	23,08 ± 6,21	23,13 ± 7,05	14,937	0,000	1,174	0,311	0,814	0,518
P_Di (@)	17,75 ± 5,83	21,59 ± 8,16	17,41 ± 5,86	16,35 ± 6,97	16,44 ± 6,91	15,30 ± 6,46	14,70 ± 4,05	17,35 ± 5,31	15,83 ± 5,74	6,730	0,004	3,178	0,043	0,813	0,518
P_co (@)	0,27 ± 0,58	0,57 ± 0,79	0,37 ± 0,59	0,38 ± 0,62	0,31 ± 0,71	0,18 ± 0,38	0,43 ± 1,52	0,48 ± 1,35	0,41 ± 1,40	0,351	0,704	0,307	0,736	0,246	0,912
%Glucides	42,98 ± 6,76	42,16 ± 5,81	43,26 ± 5,52	47,14 ± 6,09	44,99 ± 3,83	46,10 ± 7,38	46,06 ± 5,50	48,11 ± 4,70	47,82 ± 4,78	16,399	0,000	0,228	0,796	0,946	0,437
%lipides	41,58 ± 6,38	40,28 ± 4,75	40,09 ± 5,16	35,65 ± 5,04	37,00 ± 2,46	37,07 ± 5,16	39,22 ± 5,57	36,47 ± 4,95	36,70 ± 4,46	14,158	0,000	0,736	0,480	1,151	0,393
%Protéines	15,44 ± 1,89	17,56 ± 2,09	16,65 ± 1,90	17,21 ± 2,95	18,01 ± 3,51	16,83 ± 4,14	14,72 ± 1,76	15,42 ± 1,53	15,48 ± 2,05	16,183	0,000	5,050	0,007	1,402	0,234

