

ANNEE 2017

N°

**Evaluer le retentissement médico-économique du changement de
stratégie de dépistage de la rétinopathie diabétique par
photographies du fond d'œil chez des sujets diabétiques lors d'un
dépistage itinérant**

THESE

présentée

à l'UFR des Sciences de Santé de Dijon
Circonscription Médecine

et soutenue publiquement le 04 Octobre 2017

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par **Youssef EL ALAMI**

Né le 05 Juillet 1985

A Thionville (Moselle)

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à la disposition de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur.

Ceci implique une obligation de citation et de référencement dans la rédaction de vos travaux.

D'autre part, toutes contrefaçons, plagiat, reproductions illicites encourt une poursuite pénale.

ANNEE 2017

N°

**Evaluer le retentissement médico-économique du changement de
stratégie de dépistage de la rétinopathie diabétique par
photographies du fond d'œil chez des sujets diabétiques lors d'un
dépistage itinérant**

THESE

présentée

à l'UFR des Sciences de Santé de Dijon
Circonscription Médecine

et soutenue publiquement le 04 Octobre 2017

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par **Youssef EL ALAMI**

Né le 05 Juillet 1985

A Thionville (Moselle)

Année Universitaire 2017-2018
au 1^{er} Septembre 2017

Doyen :
Assesseurs :

M. Frédéric HUET
M. Marc MAYNADIE
M. Pablo ORTEGA-DEBALLON

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

			Discipline
M.	Marc	BARDOU	Pharmacologie clinique
M.	Jean-Noël	BASTIE	Hématologie - transfusion
M.	Emmanuel	BAULOT	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M.	Yannick	BEJOT	Neurologie
M.	Alain	BERNARD	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
Mme	Christine	BINQUET	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	Bernard	BONIN	Psychiatrie d'adultes
M.	Philippe	BONNIAUD	Pneumologie
M.	Alain	BONNIN	Parasitologie et mycologie
M.	Bernard	BONNOTTE	Immunologie
M.	Olivier	BOUCHOT	Chirurgie cardiovasculaire et thoracique
M.	Belaid	BOUHEMAD	Anesthésiologie - réanimation chirurgicale
M.	Alexis	BOZORG-GRAYELI	ORL
M.	Alain	BRON	Ophtalmologie
M.	Laurent	BRONDEL	Physiologie
Mme	Mary	CALLANAN	Hématologie type biologique
M.	Patrick	CALLIER	Génétique
M.	Jean-Marie	CASILLAS-GIL	Médecine physique et réadaptation
Mme	Catherine	CHAMARD-NEUWIRTH	Bactériologie - virologie; hygiène hospitalière
M.	Pierre-Emmanuel	CHARLES	Réanimation
M.	Pascal	CHAVANET	Maladies infectieuses
M.	Nicolas	CHEYNEL	Anatomie
M.	Alexandre	COCHET	Biophysique et médecine nucléaire
M.	Luc	CORMIER	Urologie
M.	Yves	COTTIN	Cardiologie
M.	Charles	COUTANT	Gynécologie-obstétrique
M.	Gilles	CREHANGE	Oncologie-radiothérapie
Mme	Catherine	CREUZOT-GARCHER	Ophtalmologie
M.	Frédéric	DALLE	Parasitologie et mycologie
M.	Serge	DOUVIER	Gynécologie-obstétrique
Mme	Laurence	DUVILLARD	Biochimie et biologie moléculaire
M.	Olivier	FACY	Chirurgie générale
Mme	Laurence	FAIVRE-OLIVIER	Génétique médicale
Mme	Patricia	FAUQUE	Biologie et Médecine du Développement
Mme	Irène	FRANCOIS-PURSSELL	Médecine légale et droit de la santé
M.	Pierre	FUMOLEAU	Cancérologie
M.	François	GHIRINGHELLI	Cancérologie
M.	Claude	GIRARD	Anesthésiologie – réanimation chirurgicale
M.	Vincent	GREMEAUX	Médecine physique et réadaptation
(Mise en disponibilité du 12 juin 2017 au 11 juin 2018)			
M.	Frédéric	HUET	Pédiatrie
M.	Pierre	JOUANNY	Gériatrie

M.	Sylvain	LADOIRE	Histologie
M.	Gabriel	LAURENT	Cardiologie
M.	Côme	LEPAGE	Hépatogastroentérologie
M.	Romarc	LOFFROY	Radiologie et imagerie médicale
M.	Luc	LORGIS	Cardiologie
M.	Jean-Francis	MAILLEFERT	Rhumatologie
M.	Cyriaque Patrick	MANCKOUNDIA	Gériatrie
M.	Sylvain	MANFREDI	Hépatogastroentérologie
M.	Laurent	MARTIN	Anatomie et cytologie pathologiques
M.	David	MASSON	Biochimie et biologie moléculaire
M.	Marc	MAYNADIE	Hématologie – transfusion
M.	Marco	MIDULLA	Radiologie et imagerie médicale
M.	Thibault	MOREAU	Neurologie
M.	Klaus Luc	MOURIER	Neurochirurgie
Mme	Christiane	MOUSSON	Néphrologie
M.	Paul	ORNETTI	Rhumatologie
M.	Pablo	ORTEGA-DEBALLON	Chirurgie Générale
M.	Jean-Michel	PETIT	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M.	Christophe	PHILIPPE	Génétique
M.	Lionel	PIROTH	Maladies infectieuses
Mme	Catherine	QUANTIN	Biostatistiques, informatique médicale
M.	Jean-Pierre	QUENOT	Réanimation
M.	Patrick	RAT	Chirurgie générale
M.	Jean-Michel	REBIBOU	Néphrologie
M.	Frédéric	RICOLFI	Radiologie et imagerie médicale
M.	Paul	SAGOT	Gynécologie-obstétrique
M.	Emmanuel	SAPIN	Chirurgie Infantile
M.	Henri-Jacques	SMOLIK	Médecine et santé au travail
M.	Éric	STEINMETZ	Chirurgie vasculaire
Mme	Christel	THAUVIN	Génétique
M.	Benoît	TROJAK	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
M.	Pierre	VABRES	Dermato-vénéréologie
M.	Bruno	VERGÈS	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M.	Narcisse	ZWETYENGA	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

PROFESSEURS EN SURNOMBRE

M.	Roger	BRENOT (Surnombre jusqu'au 31/08/2018)	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M.	Philippe	CAMUS (Surnombre jusqu'au 31/08/2019)	Pneumologie
Mme	Monique	DUMAS-MARION (Surnombre jusqu'au 31/08/2018)	Pharmacologie fondamentale
M.	Maurice	GIROUD (Surnombre jusqu'au 21/08/2018)	Neurologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES MEDICALES

			Discipline Universitaire
Mme	Lucie	AMOUREUX BOYER	Bactériologie
M.	Sylvain	AUDIA	Médecine interne
Mme	Shaliha	BECHOUA	Biologie et médecine du développement
M.	Benjamin	BOUILLET	Endocrinologie
Mme	Marie-Claude	BRINDISI	Nutrition
M.	Jean-Christophe	CHAUVET-GELINIER	Psychiatrie, psychologie médicale
Mme	Marie-Lorraine	CHRETIEN	Hématologie
Mme	Vanessa	COTTET	Nutrition
M.	Alexis	DE ROUGEMONT	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
M.	Hervé	DEVILLIERS	Médecine interne
Mme	Ségolène	GAMBERT-NICOT	Biochimie et biologie moléculaire
Mme	Marjolaine	GEORGES	Pneumologie
Mme	Françoise	GOIRAND	Pharmacologie fondamentale
M.	Charles	GUENANCIA	Cardiologie
Mme	Agnès	JACQUIN	Physiologie
M.	Alain	LALANDE	Biophysique et médecine nucléaire
M.	Louis	LEGRAND	Biostatistiques, informatique médicale
Mme	Stéphanie	LEMAIRE-EWING	Biochimie et biologie moléculaire
M	Maxime	SAMSON	Médecine interne
M.	Paul-Mickaël	WALKER	Biophysique et médecine nucléaire

PROFESSEURS EMERITES

M.	Laurent	BEDENNE	(01/09/2017 au 31/08/2020)
M.	Jean-François	BESANCENOT	(01/09/2017 au 31/08/2020)
M.	François	BRUNOTTE	(01/09/2017 au 31/08/2020)
M.	Jean	FAIVRE	(01/09/2015 au 31/08/2018)
M.	Patrick	HILLON	(01/09/2016 au 31/08/2019)
M.	François	MARTIN	(01/09/2015 au 31/08/2018)
M.	Pierre	POTHIER	(01/09/2015 au 31/08/2018)
M.	Pierre	TROUILLOUD	(01/09/2017 au 31/08/2020)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

M.	Jean-Noël	BEIS	Médecine Générale
----	-----------	------	-------------------

PROFESSEURS ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

M.	Didier	CANNET	Médecine Générale
M.	Gilles	MOREL	Médecine Générale
M.	François	MORLON	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

Mme	Anne	COMBERNOUX -WALDNER	Médecine Générale
M.	Clément	CHARRA	Médecine Générale
M.	Rémi	DURAND	Médecine Générale
M.	Arnaud	GOUGET	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

M.	Didier	CARNET	Anglais
M.	Jean-Pierre	CHARPY	Anglais
Mme	Catherine	LEJEUNE	Pôle Epidémiologie
M.	Gaëtan	JEGO	Biologie Cellulaire

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Marianne	ZELLER	Physiologie
-----	----------	---------------	-------------

PROFESSEURS AGREGES de L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Mme	Marceline	EVARD	Anglais
Mme	Lucie	MAILLARD	Anglais

PROFESSEURS CERTIFIES

Mme	Anaïs	CARNET	Anglais
M.	Philippe	DE LA GRANGE	Anglais
Mme	Virginie	ROUXEL	Anglais (Pharmacie)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

M.	François	GIRODON	Sciences biologiques, fondamentales et cliniques
Mme	Evelynne	KOHLI	Immunologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

M.	Mathieu	BOULIN	Pharmacie clinique
M.	Philippe	FAGNONI	Pharmacie clinique
M.	Frédéric	LIRUSSI	Toxicologie
M.	Marc	SAUTOUR	Botanique et cryptogamie
M.	Antonin	SCHMITT	Pharmacologie

L'UFR des Sciences de Santé de Dijon, Circonscription Médecine, déclare que les opinions émises dans les thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ne leur donner ni approbation, ni improbation.

COMPOSITION DU JURY

Président : Madame le Professeur Catherine CREUZOT-GARCHER

Membres : Monsieur le Professeur Alain BRON

Monsieur le Professeur Yannick BEJOT

Monsieur le Docteur Cyril MEILLON

Madame le Docteur Anne-Claire BERTAUX

A notre Présidente,

Madame le Professeur Catherine Creuzot-Garcher,

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant la présidence de notre jury de thèse.

Votre engagement pour l'ophtalmologie dijonnaise, votre détermination, votre empathie avec les patients et votre dextérité chirurgicale sont pour nous une grande source d'inspiration.

Nous mesurons la chance que nous avons de faire partie de votre service et sommes fiers d'avoir été votre élève.

Soyez assurée de notre plus grande reconnaissance et de notre plus profond respect.

A notre juge,

Monsieur le Professeur Alain Bron,

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger notre travail.

Votre travail et souci permanent de l'excellence ont permis à ce service de devenir une grande école de l'ophtalmologie Française.

Vous nous avez appris la rigueur qui sera essentielle dans notre pratique future.

Votre savoir immense et votre amour de l'ophtalmologie sont pour nous un exemple.

Nous sommes fiers d'avoir été votre élève.

Soyez assurée de notre plus grande reconnaissance et de notre plus profond respect.

A notre juge,

Monsieur le Professeur Yannick Béjot,

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger notre travail.

Notre court séjour dans le service de neurologie nous a profondément enrichis. Votre humour, joie de vivre et dynamisme font parties des nombreuses qualités humaines qui vous définissent.

Vous nous faites l'honneur de continuer à enrichir la vive collaboration entre les services du CHU de Dijon.

Soyez assurée de notre plus grande reconnaissance et de notre plus profond respect.

A notre juge,

Monsieur le Docteur Cyril Meillon,

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant d'encadrer et de juger notre travail.

Vous avez été présent à nos côtés tout de long de notre internat pour nous épauler dans le service mais aussi pour décompresser en dehors du service confirmant bien ce surnom de « carafier ».

Votre dextérité chirurgicale en toute circonstance nous épate et reste un exemple pour nous. Vous êtes devenu un véritable ami et confident. Heureux de partager encore ces prochaines années à vos côtés.

Soyez assurée de notre plus grande reconnaissance et de notre plus profond respect.

A notre juge,

Madame le Docteur Anne-Claire Bertaux,

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant d'encadrer et de juger notre travail.

Heureux d'avoir fait votre connaissance et pu faire avancer ce travail à vos côtés malgré nos emplois du temps chargés. Vous nous faites l'honneur de continuer à enrichir la vive collaboration entre les différents services du CHU de Dijon.

Soyez assurée de notre plus grande reconnaissance et de notre plus profond respect.

A ma famille,

Je profite de l'instant pour vous dire ce que je n'ai jamais pu vous dire derrière ma timidité, je vous aime.

A Papa, tu as toujours tout fait pour que notre famille ait tout ce que tu n'as pu avoir dans ta jeunesse. Toutes ces difficultés surmontées pour nous, tu resteras mon exemple de travail et courage. Je te dédie ce travail et espère que tu es fier de moi de là où tu es. Paix à ton âme.

A Maman, tu as passé des années à te soucier de ta « tribu ». Tu es une mère extraordinaire qui as toujours fait le nécessaire pour nous faciliter la vie et nous permettre d'accéder au bonheur avec tant d'amour. J'espère que tu es fière de l'éducation que tu nous as transmise.

A mon frère Moh' (#Raya), merci d'avoir été comme un deuxième père pour nous. Malgré tes coups de gueule, ça finit toujours avec une blague pour rire. Merci de ton soutien durant ces nombreux étés de galère au Luxembourg. Tu n'as pas changé après toutes ces années, on jouait à la « bagarre » quand j'étais petit et maintenant tu perpétues la tradition avec tes propres enfants. Ils ont de la chance d'avoir un si bon père.

A ma sœur Asmaa (#La-vieille, #La-folle-n°1), merci d'avoir joué aussi le rôle de deuxième maman à nous gâter à chaque fois que tu rentrais du travail. De t'occuper de nous et essayer de nous empoisonner avec tes recettes sorties de nulle part... raté ! on est toujours là.

A ma sœur Nadia (#La-folle-n°2), derrière ton image de grande gueule se cache un grand cœur et amour pour nous.

A mon frère Mous (#Le-beau-gosse), merci d'avoir été un modèle pour moi. Tout commença quand je te piquais tes fringues pour te ressembler jusqu'à l'admiration que je portais pour toi quand je te voyais repartir chaque week-end à Nancy pour la P1. C'est un peu grâce à toi que j'en suis là.

A ma sœur Fatima (#La-blindée, #La-vieille-n°2) merci pour toutes ces années de chamaillerie durant l'adolescence... pour se rendre compte qu'on n'a toujours pas grandi mentalement (#Cochon, #Blague-niveau-6^{ème})

A tous mes neveux et nièces, Sonya (#Modèle-photo-de-la-famille), Issam (#futur-Zizou), Adam (#hungry-birds, #j'ai-faim), Kiki (#Ronaldo !!), Leila et Myriam (#tic-et-tac) et le dernier récemment arrivé Nael (#on-est-fous-mais-on-mange-pas).

A mes beaux-frères et belles-sœurs, Hamid (#Mr-Bricolage, #Le-médiateur, #Toujours-le-smile), Kamilia (comment tu fais pour supporter ces 3 monstres !?!), Armelle (#Maman-gâteaux), Kévin (#Don't-speak-french, #UB40-blind-test).

A mes collègues et amis,

A mes chefs,

Till MP (#Donkey-sur-un-kart), tu m'as instauré la rigueur dijonnaise en consultation comme au bloc, je t'en suis très reconnaissant. "Je t'ai à l'œil petit bonhomme !"

Aurore, Arnaud (#Bobo) et Rodica avec qui je n'ai pas beaucoup eu l'occasion de travailler mais votre réputation de bons chirurgiens et cliniciens vous ont précédé.

Firas (#Fifi), merci pour tous ces consultations mythiques du lundi matin dans le box des orthoptistes à l'hôpital général et tous ces blocs où tes surrénales se sont déchargées.

Philip Koehrer (#PK), merci pour tout ce que tu m'as appris et d'avoir transmis ta passion pour la rétine.

Cyril (double dédicace c.. !) (#L'indien, #Le-carafier), merci à toi d'avoir été là durant ton internat et assistantat (un avis angio-rétine ? c'est un polype ! un avis Cornée ? mets des mouillants ! un avis paupière ? c'est une atteinte du Müller ! Besoin de conseil cœur... Allo Cyril ! « Euuh...désolé c'est pas mon domaine de prédilection » ;) (#c'est-youssefable ?!) Merci d'être aussi patient avec nous au bloc... un coup de gueule et ça repart.

Olivier (#La-flèche), merci à toi de m'avoir permis de m'autonomiser à Chalon et de me redonner confiance en moi. Merci pour mes premières phako entières.

Denis (#Dédé), merci pour tout ce que tu m'as appris même si je n'ai pas la fibre paupière comme toi. Plein de bonheur avec Maeva.

JC Ramel (#Cramel), une personnalité inimitable, merci pour les cours de style et de chalutier.

Yann (#l'Alsacien), merci pour tout ce que tu m'as appris avec cette rigueur du Nord Est et ton aide pour les tableurs SFO en urgence.

Charlotte (#Carlotta ou #Irongirl), merci pour tous les conseils depuis le début d'internat et tes nombreux avis aux urgences. Mais je ne sais toujours pas ce qu'est un enfant ?!? Encore félicitation pour ton/ta mini-charlotte, j'espère juste qu'il/elle ne courra pas plus vite que vous.

Arthur (#Arthuro), tu m'as transmis ta passion pour la cornée, ton humour et ton accent du sud m'ont toujours fait rire. Je te souhaite plein de bonheur avec ta Parisienne Mylène.

Jacques (#Jacky), derrière son air timide se cache toujours un petit pic bien placé et un humour cynique. J'ai eu du mal au début mais nos nuits endiablées en DIU avec Tazzer ou lors des SFO nous a bien rapproché ;)

Clémence (#Clémy), merci pour ces nombreux brouillards en neurophta, je suis devenu un as du joystick réfracto.

A mes Co-internes,

Aurélie (#Tazzer ou #Trottinette), heureux d'avoir partagé toutes ces années en ta compagnie. Allant des blocs d'urgence en CMF à 2 sans chefs (#jusqu'où ?!) au BAT en ophtalmo. Les couloirs raisonnent toujours avec son pas déterminé et sec. Je te souhaite plein de bonheur dans ta vie rêvée à la campagne avec Maxime.

Louis (#Luigi, #Milouse), du premier semestre à Macon (#dossiers), au semestre de médecine (#dossiers +++, #tamponnade), aux fous rires au laser (#hématome-frontale, #Edentation-post-YAG), aux soirées internat et SFO (#Danse-stylé, #BB-). Heureux de poursuivre ces prochaines années à tes côtés.

Pierre-Henry (#PH), derrière ses lunettes de premier de la classe se cache un grand fêtard comme peut en témoigner certains dossiers photos post SFO. Vivement les prochains congrès !

Ghislaine (#Ghizou ou #Bledarde), toujours souriante malgré les difficultés. On a su se soutenir mutuellement dans ces moments difficiles, ça a renforcé notre amitié qui j'espère durera encore longtemps. Toujours une épaule sur laquelle pleurer, une confidente, conseillère. Merci de continuer cette route à mes côtés pour ces prochaines années.

Edouard (#Doudou, #Edou ou #Thorax), une réelle tornade dans le service ! Toujours enthousiaste dès son arrivée dans le service...s'il ne pète pas un plomb avant de commencer la journée ... ou à cause d'une blépharite aux urgences. Appelé la terreur du laser ... "Oh non pas lui ?!". Continues comme tu es ! Un futur chef d'enfer.

Julie (#Juju ou #Blonde-n°1), la jumelle d'Edou en plus jolie bien sûr et moins poilue. Elle enchaîne les consultations sans que rien ne l'arrête... même pas une consultation psy blépharite. Ton sourire ravageur et ton coup de laser en a fait tomber plus d'un à tes pieds.

Elsa (#La-surfeuse ou #Blonde-n°2), on a tout de suite trouvé un de nos nombreux points communs aux IVT "Voilà, voilà...Aller", de nombreux fous rires (#smiley consult CCG), un regard suffit pour se comprendre. Triste de te voir partir à Lyon mais je ne doute pas un instant sur ton adaptation locale aux terreurs blondes.

Sophia (#Ghizou-bis ? Ou #Instagirl) derrière ce petit bout de femme montrant un caractère fort ne se trouve qu'une jeune fille en manque de confiance en soi. J'ai confiance en toi. A toi de l'avoir en toi ! Je te souhaite plein de bonheur avec Jocelyn.

Florian (#Flo ou #Picqué), encore merci pour tout, tout cela ne serai pas là sans toi. Un homme intelligent, beau, drôle et le cœur sur la main. Plein de bonheur avec ta petite famille. Les lentilles et les cornées n'ont qu'à bien se tenir.

Solenne (#mini-charlotte ou #Irongirl2), derrière ses lunettes de maitresse et son sourire ravageur, les enfants n'ont qu'à bien se tenir.

Lolita (#Lolotte), j'ai entendu parlé de toi avant de te connaître. Tu sais jouer de ton charme avec ta voix douce mais ta détermination reprend vite le dessus avec un simple poing sur la table et un "je veux opérer !". Sois patiente petit scarabée, tout vient à point.

Inès (#Nénès), derrière cette fille timide, un gros caractère se cache mais no Stress reste sa devise " J'ai le temps, Jsuis large !". On se rappellera toujours de cette phrase qui raisonne tous les jours au self "ben ! elle est ou Inès ?! " " Elle finit le dernier patient aux urg !".

Martin (#L'urgentiste-bis), après des débuts difficiles, tu as su t'intégrer à fond dans l'équipe. J'espère pouvoir t'apprendre plein de choses et notamment au bloc ;)

Mélanie (#Mel, #Radiologue, #Neurochir), cette joyeuse fêtarde au caractère fort à tout de suite su imposer sa voix rauque dans les couloirs.

Lucie (#La-Nancéene ou #No-filter), ta joie et bonne humeur reste indispensable au service.

Aux générations futures : Déa, Alicia (#SPA), Marc-Antoine, Chloé, Victoire, Malik (#meilleur-externe/interne) j'espère avoir l'occasion de vous former aussi bien que l'on m'a formé ... au travail et aux soirées dijonnaises.

Aux secrétaires : Anna, Annick, Emilie, Amandine, Audrey, Aude et Christine merci pour votre sourire malgré la pression et pour vos petits mots doux à répétition dans nos casiers.

Aux infirmières : Anne-Claude la meilleure qui me suit depuis la CMF ; Sarah toujours dans le gaz le matin jusqu'au café ; la grande Fafa qui engueule toujours ces pauvres petits patients avant de se faire pardonner avec son sourire qui raisonne dans les couloirs ; Christelle, experte pour les examens de 17h55 du lundi soir, qu'on arrive toujours à soutirer avec des yeux doux ; Pascalou, la mama du service, qui soutient tous ces petits jeunes désespérés des 100 IVT par semaine dans le confessionnal ; la petite Fafa, la nouvelle mama du service aux IVT ; à l'équipe de l'UCA où la bonne humeur règne toujours dès notre arrivée (Cindy, Pascale, Véro, Jeanne, Katy, Babeth...).

Aux Orthoptistes : Aurélie, Magalie, Clémence, Sophie et leurs élèves qui nous aident tous les jours avec les milliers d'exams que l'on demande à chaque fois.

Aux filles du bloc : Nathalie, Marie, Séverine, Sophie, Delphine, Cécile, Danielle et tic & tac, merci pour votre bonne humeur malgré la pression du chrono.

Aux ARC : Emmanuela (#Piscine ou #Snap-de-bloc), Hélène, Perrine.

Aux représentant : qui sont devenus quasi des amis depuis toutes ces années : Arnaud, Coco, Peggy, Sylvain, Fabienne, Audrey, Patoche, Aline, Nadia.

A toutes ces belles personnes que j'ai rencontré durant ces 5 années,

Aux services de médecine 2, Neurologie 1, Plastique, Maxillo-facial, merci de nous accueillir et de nous intégrer comme des vrais spécialistes au sein de votre équipe.

Au service d'ophtalmologie de Chalon, merci à tous (Florence, Anne, Jacqueline, Pauline, Léa, Lucie Brigitte et Elodie) pour votre accueil, soutien et confiance. Dr Razakarivony, toujours le sourire, la passion de l'ophtalmologie est en vous et je l'admire.

Dr Revy, ce côté humain qui m'a donné pour ambition de faire de l'humanitaire tout comme vous.

A tous ces internes que j'ai pu croiser durant ces années :

Francky (#soirée-target, #meilleur-coloc-au-monde), Khalil (#bledard2, #meilleur-coloc-au-monde-n°2), Eugénie (avec son rat borgne), Roze, Tito, Clément Guillet, Florent Thevenet, Julie Lamirel, Julie Levasseur (#La-sacoché), Maxime Lléu, Michel Duytche, Antoine (#Toon), Germain (#Mauvaise-foi), Céline Gastaldi (#La-marseillaise), Sarah Boukhemacha (#magicgirl ou #odonto), Seb El saïd (l'orthopédie ça nous gagne), Alexis Saadoun, Gilles (#Gros-bras), François (#Le-châtelain), Jocelyn (#Ptit-cœur), Nassim Zaknoun (#toujours-en-retard-en-garde-HE) et tous ceux que je n'ai pas cités.

A mes amis...

Ali O. (#1212), on ne comprendra jamais d'où vient sa folie. Son rire raisonne encore dans le Vélodrome.

Sid Ali Chenna (#Le-laveur-fou, #Sid-le-chef, #Sidus), mon ami, mon confident, qui m'a toujours soutenu dans mes baisses de moral. J'espère partager encore de nombreuses années à tes côtés.

Yacine Chenna (#petit-singe) des vacances mémorables Barcelonaises.

Le reste de l'équipe du Vélodrome : Mouss A. (#Kinder) nos virées Parisiennes, Farès, Zouhair (#Z.), Coco, Yassin, Housni, Mehdi, Mucus, Enzo, Daniel B., Shafey.

Gaétan Deghnouche (#V1D), j'attends toujours tes cours de V2Déing.

Mourad Benalia (#l'homme-invisible), vu 3 fois en 5ans alors qu'il habitait devant chez moi.

Said Ait (#Chacha-by-night) et nos soirées révision ECN nocturnes, nos virées shopping, Catherine Anthony, Julien Pacchini.

Yazan, Jean-Seb (#Soirées-privées), Oualid G. (#référent-Metz).

Mathieu (#Le-Pass !! #SBLC) j'espère pouvoir continuer de progresser dans le game à tes côtés.

Coralie (#La-chatillonnaise) rencontrée au détour d'un verre, j'aime énormément ta joie de vivre et nos virées nocturnes.

Leslie Frontier, un petit bout de femme fort avec qui je partage un point commun ;)

Elodie Caringi, heureux d'avoir connue une femme avec autant de joie de vivre et d'enthousiasme. Au plaisir de te recroiser.

... et bien plus,

Vanessa Caringi (#Moncoeur, #La-lyonnaise ou #Hobbi), après la première rencontre, tu n'aurais jamais imaginé qu'on irait si loin tous les deux. Je n'ai jamais douté de notre compatibilité, je ne vais pas m'étendre sur tous les sentiments que tu procures en moi à chaque fois que je te vois et j' imagine qu'ils sont aussi forts pour toi. Laissons-nous guider par ce destin qui nous a réunis sur une simple ressemblance de numéro de téléphone... jusqu'à cette famille de petits roux aux yeux bleus tant rêvée.

SERMENT D'HIPPOCRATE

"Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque."

Table des matières

LISTE DES ABREVIATIONS.....	20
INTRODUCTION.....	21
ARTICLE.....	23
Abstract.....	25
Introduction.....	26
Methods.....	27
Results.....	30
Discussion.....	33
References.....	36
Tables.....	38
CONCLUSIONS.....	42

Table des tableaux

Table 1. Demographic and ocular characteristics of study participants during the screening.....	39
Table 2. Anomalies found during the screening programme.....	40
Table 3. Factors influencing the risk to develop diabetic retinopathy.....	40
Table 4. Costs for diabetic retinopathy screening per group.....	41

Liste des abréviations

AMD: Age-Related Macular Degeneration

ARIAS: Automated diabetic Retinopathy Image Assessment System

ARS: Agence Régional de la Santé

DR: Diabetic Retinopathy

GP: General Practitioners

HAS: Haute Autorité en Santé

HbA1c: Glycated Hemoglobin

ICC: Intraclass Correlation

ICER: Incremental Cost-Effectiveness Ratio

IQR: Interquartile Range

IOP: Intraocular Pressure

NPDR: Non-Proliferative Diabetic Retinopathy

OR: Odds Ratio

PDR: Proliferative Diabetic Retinopathy

QALY'S: Quality-Adjusted Life Years Saved

SD: Standard Deviation

URPS: Union Régionale des Professionnels de Santé

INTRODUCTION

La rétinopathie diabétique (RD) est la principale cause de malvoyance chez les sujets de moins de 50 ans dans les pays développés. En 2013, on estimait qu'il y avait environ 382 millions de patients diabétiques dans le monde. En raison de l'augmentation de la sédentarité et de l'obésité, la prévalence du diabète dans le monde sera estimée à 592 millions de personnes d'ici 2035. La rétinopathie diabétique se caractérise par une longue période d'évolution asymptomatique aux cours des premiers stades. On estime que 50% des patients atteints de RD proliférante et qui ne reçoivent pas à temps un traitement par laser auront une cécité en moins de 5 ans. En 2007, la sécurité sociale a dépensé plus de 12,5 milliards d'euros pour les soins des sujets diabétiques. La RD est donc non seulement une priorité de Santé Publique mais aussi une priorité économique. La RD se prête parfaitement au dépistage en raison de sa fréquence, du délai retardé avant l'apparition de la symptomatologie et de l'existence d'un traitement efficace. Les obstacles au dépistage sont nombreux notamment le manque d'information des patients, la non observance du suivi ainsi que le problème de l'accessibilité aux soins.

En 2013, 3 millions de personnes étaient diabétiques en France, parmi elles 91192 vivaient en Bourgogne. On décomptait à cette même période 93 ophtalmologistes pour 1,64 million de personnes (soit 1 ophtalmologue pour 17600 personnes) dans cette région. Avec ce nombre croissant de sujets diabétiques et un nombre d'ophtalmologistes en déclin, le dépistage traditionnel de la RD en Bourgogne reste difficile notamment en zone rurale. Afin de pallier aux difficultés d'accès au dépistage traditionnel effectué par les ophtalmologistes en cabinet, un dépistage basé sur un rétinographe non mydriatique portable a été implémenté depuis 2005 en Bourgogne. L'objectif de la campagne était d'examiner les patients diabétiques dans les zones rurales sans suivi ophtalmologique. Le critère de dépistage chez les sujets diabétiques était de n'avoir aucun examen de fond depuis au moins un an. Ce critère a évolué en février 2015 en passant à des patients sans consultation ophtalmologique depuis plus de deux ans. Notre étude visait à évaluer les conséquences médico-économiques de la modification de ce critère de dépistage au sein de la population rurale de Bourgogne.

ARTICLE

Cost effectiveness comparison of two diabetic's retinopathy strategy screening with a mobile non-mydriatic camera in Burgundy's rural areas.

Y. El Alami^a, A.C. Bertaux^b, F. Baudin^a, C. Meillon^a, L. Jonval^b, A.M. Bron^{a, c}, C. Creuzot-Garcher C^{a, c}.

^a Department of Ophthalmology, Dijon University Hospital, 21000, Dijon, France.

^b Department of Clinical Research and Epidemiology, Dijon University Hospital, 21000, Dijon, France.

^c Eye and Nutrition Research Group, CSGA, UMR1324 INRA, 6265 CNRS, Burgundy University, 21000, Dijon, France.

None of the authors have any financial / conflicting interests to disclose.

Correspondence

Catherine Creuzot-Garcher, MD, PhD, Department of Ophthalmology, University Hospital
14 rue Paul Gaffarel, F-21000 Dijon, France

Phone number: 0033 380295173

Fax number: 0033 380293589

E-mail: catherine.creuzot-garcher@chu-dijon.fr

Key Words: Diabetic retinopathy, mobile non-mydriatic camera, cost effectiveness, screening intervals, rural areas

Abstract

Aim. – To assess the medico-economic consequence of the modification in the selected population screened for diabetic retinopathy (DR) in Burgundy between patients without ocular examination since at least one year and patients without ocular examinations since at least two years.

Methods. – The screening program for DR was conducted in a population living in the rural lowest medicalised areas of Burgundy (France) with a non-mydriatic camera. Interpretations were done by ophthalmologists of the Dijon University Hospital looking for DR stages and other abnormalities. Two groups were compared, the group 1 included diabetics patients from September 2011 to February 2015 who did not have dilated eye examination since at least one year and beyond compared to the group 2 of patients included from February 2015 to May 2017 who didn't have fundus examination since at least two years. The costs were studied from the societal point of view and included the organization costs.

Results. – Finally, 3468 and 1976 Diabetics were included in group 1 and 2 respectively with no significant difference between the two groups for DR screened and severity. The DR mobile screening mean cost per patient was estimated to 123.98 euros in group 1 and to 145.75 euros in group 2. We found an incremental cost-effectiveness ratio of 51.9 euros per supplementary cases of DR screened between the two strategies.

Conclusion. – A screening based on patients without ocular examination since at least 2 years is an interesting strategy for patient with no DR screened and for others ocular pathology screening.

1. Introduction

Diabetes is a major public health priority with long term cardiovascular, renal and ocular complications. In 2013, there were an estimated 382 million of diabetic's patients in the world. Prevalence of diabetes worldwide is predicted to increase to 592 million people by 2035 [1] because of the sedentary lifestyle and obesity increase.

Diabetic retinopathy (DR) is characterized by long absence of symptoms in early stages. DR is the leading cause of preventable blindness in working age populations [2]. It is estimated that up to 50% of people with proliferative DR who do not receive timely laser treatment will become blind within 5 years [3]. Up to 98% of visual loss due to DR can be prevented with early detection and treatment [4-6]. Therein lays the importance of screening which detects people with risk to develop proliferating DR before symptoms occur and when treatment is still optimal. Fundus photography obtained with a non-mydriatic camera has been recognized as the method of choice for DR screening by the Haute Autorité de Santé (HAS) [7-10].

In 2007, The French national health care agency spent more than 12.5 billion euros for diabetes care [11].

In 2013, 3 million people were diabetics in France [12]. Among them, 91192 were living in Burgundy. In Burgundy in 2013, there were 93 ophthalmologists for 1.64 million people (1 ophthalmologist for 17600 people). With this increasing number of diabetics and the predictive decreasing number of ophthalmologists, the need for diabetic's screening exceed the capacity of ophthalmologists in practice. A screening based on a mobile non-mydriatic camera has been implemented since 2005 in Burgundy. The campaign objective was to screen diabetic patients in rural areas who could not have ophthalmological follow-up. Patients were first invited to participate in screening if they had diabetes and no fundus examination since at least one year. These criteria evolved in February 2015 for patients who did not have ophthalmologic consultation since at least two years.

This study aimed to assess the medico-economic consequence of this modification in the selected population screened for DR in Burgundy.

2. Methods

2.1. General organisation

The screening program for DR was conducted in a population living in rural districts of four areas of Burgundy (France) : Côte d'Or, Saône et Loire, Yonne and Nièvre. Areas of priority were determined using the following indicators: local diabetes prevalence, density of general practitioners, distance to ophthalmologist and medically "disadvantaged" areas (based on the Regional Health Observatory criteria). Two weeks before each screening initiative in the area, a media campaign was conducted in regionals newspapers, a letter was sent to the general practitioners (GP) and the identified population was invited by mail to participate to the mobile screening on planned dates. The population invited to participate to the screening was identified from database of the Regional Health Agency of Burgundy (the Agence Régional de la Santé named ARS). From 2011 to February 2015, eligible individuals were patients with a diagnosis of diabetes who did not respect the recommended annual ocular examination. Thus, until February 2015, diabetics patients without ocular examination since two years were invited to participate in the screening. This modification aimed to improve the targeting of the population invited to participate in screening.

2.2. Study protocol

Personal and medical data were collected as diabetes duration and treatment, last measurement of glycated hemoglobin (HbA1c), blood pressure and the last ophthalmologic examination. A trained orthoptist was responsible for all technical aspects with intra-ocular pressure (IOP) measurement three times in each eye with an air puff tonometer (Topcon CT 80A, Topcon, Tokyo, Japan) and fundus photographs with a non-mydratic camera (Topcon TRC-NW6S, Topcon, Tokyo, Japan). Two non-stereoscopic images of 2 fields were taken for each eye: one image was centered on the macula and one nasal from the optic disc. Pictures were compressed in format Joint Photograph Experts Group (JPEG) and sent by internet to the reading center (department of Ophthalmology in University Hospital, Dijon, France). All images were evaluated by trained ophthalmologists and according to the ALFEDIAM classification [13]. When one eye was unreadable, the other eye was used to graduate the

DR. When the grade was different on the two eyes, the worse eye was used to determinate the severity of the DR. After the screening, a report was sent by mail to the GP and to the patient which contain the diagnosis of DR, if detected with the severity of DR. An advice to consult an ophthalmologist for further eye fundus examination was done in following cases: moderate non-proliferative DR (NPDR) or worse, diagnosis of macular oedema, ocular hypertension, retinal vein occlusion, age-related macular degeneration (AMD), optic disc abnormalities or unreadable photographs. The time period recommended for the eye examination was according to the ALFEDIAM classification [13].

The Burgundy's ophthalmologists were invited to provide examinations without delay if requested by the screening. We asked the patients to inform about the date of their visit and the ophthalmologist to send the report of this consultation. If the patient did not see his ophthalmologist within 2 months after the diagnosis, he received a reminder letter explaining the importance of consulting. When no abnormalities were detected, patients were informed of the importance of annual screening by letter. The organization of the screening was supported by the Union Régionale des Professionnels de Santé (URPS).

2.3. Study population

A retrospective comparative study was done with patients participating to a free mobile DR screening programme. Two groups of diabetic's patients screened for DR were compared, the first group included diabetics patients from September 2011 to February 2015 (group 1) without ocular examination since at least one year which was compared to the second group of patients included from February 2015 to May 2017 (group 2) without ocular examination since at least two years.

2.4. Economic data

The cost-effectiveness analysis was performed from the societal point of view. The screening was financed by the French Health Insurance System. The costs of organization for the mobile screening strategy were included in the cost-effectiveness analysis. This included expenses for the initial acquisition (the truck, the non-mydratic camera and the air-puff tonometer), equipment and annual

expenditures, such as human resources (a secretary and an orthoptist), device maintenance and overhead costs.

2.5. *Cost-effectiveness analysis*

The number of DR screened was used as final effectiveness criteria. A strategy could be recommended if it was less costly and at least as effective as the alternative. If a strategy was both more effective and costlier or both less effective and less costly than the alternative, an incremental analysis was conducted by calculating the Incremental Cost-Effectiveness Ratio (ICER). The ICER was expressed in terms of cost per added case of supplementary RD screened, according to the following formula:

$$\text{ICER} = \frac{\text{Costs}_{\text{group 2}} - \text{Costs}_{\text{group 1}}}{\text{Cases of DR}_{\text{group2}} - \text{Cases of DR}_{\text{group1}}}$$

2.6. *Statistical analysis*

Descriptive statistics are given as mean $\pm$ standard deviation (SD) or median [interquartile range (IQR)] for continuous variables according to their distribution and number (%) for categorical variables. The chi square test was performed to compare percentages and student t-test was used to compare means. Multivariate analyses were performed using multiples regression logistic models. The correlation between screening test and consultation assessment was tested using intraclass correlations (ICC). Cutoffs for ICC values as defined by Cicchetti [14] were poor for ICC values less than 0.40, fair for values between 0.40 and 0.59, good for values between 0.60 and 0.74, and excellent for values between 0.75 and 1.0. A p-value below 0.05 was considered significant for all analyses. Data analyses were performed using SAS (version 9.4; SAS institute INC; Cary, NC).

3. Results

3.1. Demographics

A total of 3468 diabetic patients were screened in the group 1 and 1976 patients in the group 2. The mean age was 68.3 ± 10.9 years for the first group and 68.4 ± 10.7 years for the second group. The gender ratio (M/F) was 1.46 and 1.64 respectively. Fifty-three patients (1.6%) with a diagnosis of glaucoma were in group 1 vs 27 (1.4%) in the group 2. The population characteristics are presented in table 1.

3.2. Diabetes Characteristics

A total of 3279 patients (94.6%) had type 2 diabetes in the group 1 and 1798 patients (91.0%) in group 2. The average diabetes duration for diabetes type 2 was 10.0 ± 8.7 years for the first group and 10.1 ± 9.2 years for the second group. HbA1c was available for 96.4% and 91.6% of the patients respectively in the two groups with a mean rate of $7.1 \pm 1.3\%$ for the group 1 vs $7.0 \pm 1.2\%$ for group 2.

Most frequent medication was oral antidiabetics in both groups with 78.1% of the patients in group 1 and 76.9% in group 2, while insulin treatment was used by 6.7% and 5.0% and the two treatment were associated for 11.2% and 14.1% of the patients respectively. The diabetes characteristics are presented in table 1. Statistical analysis showed that 3 factors (duration of diabetes, HbA1c >7% and insulin therapy) were significantly associated with the occurrence of a DR. Their Odds Ratio (OR) were 1.03 ($p < 0.001$), 1.47 ($p < 0.001$), 2.66 ($p < 0.001$) respectively.

3.3. Characteristics of the patients with DR

Bilateral retinal photographs were unreadable for 274 patients in the group 1 vs 2 patient in group 2. DR was detected for 433 patients (12.5%) in group 1 and 253 (12.8%) in group 2. Among them, 267 patients (7.7%) in group 1 vs 153 (7.8%) in group 2 presented mild NPDR, 131 (3.8%) vs 68 (3.5%) moderate NPDR, 30 (0.9%) vs 24 (1.2%) severe NPDR and 5 (0.1%) vs 8 (0.4%) proliferative DR

(PDR) respectively. There was no statistically difference between the two groups for DR screening ($p = 0.530$). After adjusting for confounding factors, we found a lower risk to find a DR in group 1 with an OR at 0.76 ($p = 0.009$). Regarding the severity of the DR, we did not found more RDP in group 2 than in group 1 ($p = 0.086$). When we compare the combination of RDP, RDNP severe and RDNP moderate in one hand to RDNP mild associated to No RD in the other hand, we found no significant difference between group 1 and group 2 ($p = 0.533$). Among all the patients screened, we received 807 results from the ophthalmic examination. The concordance between the results of the photographs analysis and the fundus examination found a good agreement with an ICC at 0.69. Baseline characteristics of the DR stages are presented in table 1.

3.4. *Other abnormalities*

We found a significant difference between the two groups for ocular hypertension, optic disc abnormalities, choroidal naevi and AMD. These anomalies were more detected in the group 2. There was no statistical difference for macular oedema and retinal vein occlusions. After photographs examination, 65 patients (1.9%) in group 1 and 49 patients (2.5%) in group 2 were suspected to have macular oedema. Among these 65 patients and 49 patients, 34 and 7 had an ophthalmic visit which confirms 7 and 4 macular oedema respectively. All the results are presented in table 2.

3.5. *Cost-effectiveness analysis*

The total cost of DR mobile screening was 429972.7 euros on average in group 1 from September 2011 to February 2015 with an annual cost mean of 119436.9 euros (123.98 euros mean cost per). From March 2015 to May 2017, the total screening cost in group 2 was 288018.5 euros with an annual cost mean of 120007.7 euros (145.76 euros mean cost per patient). The total number of DR screened in group 1 was 433/3468 (12.5%) and 253/1976 (12.8%) in group 2. We adjusted the group 2 on the same basis than the group 1, leading to a ratio of 444/3468 (12.8%) DR screened in group 2. The supplementary cost for screening patients without ocular examination since at least 2 years was estimated to be 570.9 euros and the supplementary effectiveness was estimated to be 11 RD

compared with a screening based on patients without ocular examination since at least 1 year. Thus, the incremental cost-effectiveness ratio was estimated to be 51.9 euros per supplementary DR screened. The results of the cost-effectiveness analysis are presented in table 4.

4. Discussion

This study was designed to assess the medico-economic consequence of the modification in the selected population screened for DR in Burgundy between patients without ocular examination since at least one year and patients without ocular examination since at least two years.

We found no clinical difference for DR severity with non-mydratic retinal imaging between the two groups but after adjusting for confounding factors, we found a lower risk to find a DR in group 1. In 2010, HAS recommended a fundus examination for diabetic's patients every 2 years when diabetes and arterial pressure were equilibrated but an annual examination when they were not [9]. Lund et al. [15] validated a mathematical algorithm which calculated the risk of diabetic retinopathy progression and showed that a great majority of DR had less than 3.4% risk of progression between stages in 1 year. Nathan DM. et al. [16] calculated the probability for a diabetic patient to have a DR progression to PDR or to develop a significant macular oedema depending on their initial DR stage. They found a probability of progression to PDR estimated to 5% between two screenings at 4 years if the patient had no retinopathy initially. Others studies showed that biennial examination was sufficient for diabetic's patients without retinopathy [17, 18]. However, if the intervals between two examinations were too long, some patients might be more prone to disregard the ophthalmic examinations and would be less compliant.

In our study, duration of diabetes, HbA1c > 7% and insulin therapy were significantly associated with the occurrence of DR. Others studies showed that these factors and some others were associated with a higher risk to develop DR like old age, systolic blood pressure, male gender and diabetes therapy other than diet [19, 20]. Weltermann et al. [21] compared 6 countries (English, Australian, American, Swedish, Canadian and German) for diabetic's retinopathy screening guidelines. Canada and Sweden recommended a screening interval of up to 2 or 3 years for diabetic's patients without retinopathy [18]. The American Diabetes Association concluded in 2016 [22] that if there were no DR in one or more ophthalmic examination, a control every 2 years can be considered adequate. If DR was present subsequent examination should be repeated annually by an ophthalmologist. It could be interesting to propose an individualized retinopathy screening based on the patient's risk factor profile. It would achieve the best possible health outcomes and to facilitate access to medical care.

We did not find a significant difference between the non-mydriatic digital retinal imaging screening and the results of the retinal specialist examination for the DR grades. Chow S. et al. [23] and others studies [24, 25] showed that non-mydriatic digital retinal imaging demonstrated excellent agreement with dilated ophthalmic examination by retinal specialists in determining DR severity. Retinal imaging was confirmed to have a good sensitivity and specificity of detection DR [25].

During the DR screening, other eye pathologies are often detected. Levin S. et al. [26] found 1.9% patients with a cupped optic disc during the English national screening program for diabetic retinopathy. They concluded that optic discs imaging during the DR screening can be useful as part of a glaucoma screening strategy in a diabetic population. Chow SP et al. [23] demonstrated an excellent agreement between non-mydriatic digital imaging and dilated fundus examination for detection of other ocular disease than DR which highlighted the extent of the screening for other ocular abnormalities in diabetic's patients. Although screening for AMD is contentious and the cost effectiveness was not demonstrated [27, 28], Gangwani R. et al [29] showed that diabetics patients screening for AMD was reliable despite the presence of DR. We can explain that we found less DR and AMD in our study than Gangwani R. et al. [29] because they used pharmacological dilatation of pupils for all patients before retinal fundus photographs which can provide a higher picture quality. Christina KW. Et al [30] showed that AMD screening during DR screening campaign could be cost effectiveness. We found more optic disc anomalies, ocular hypertension, AMD and choroidal naevi in group 2. It could be explained because patients who had fundus examination older than 2 years are patients who are more negligent with their health.

We acknowledge several limitations to this study. First due to the lack of consultations results which limited the interpretation of the concordance between retinal photographs and fundus examination. Secondly, some data collected were reported directly by the patient. We can suspect that some reporting biases might have influenced the results.

Relating to the screening costs, we found a little additional cost for the group 2. We can explain that because the selection criterion was more restrictive, then there were fewer patients screened in this group but the organization costs did not change. The advantage of the second strategy is that it targets a portion of rural population with diabetes who do not have otherwise eye examination and who are less compliant. It gets an ICER lower than 100 euros per supplementary

case of RD screened which can be considered as a highly interesting alternative. Screening based on two years without ocular examination could be considered as a cost-effective strategy.

The other advantage of restrictive selection criterion is to discharge the screening and to target patients with a higher risk to have DR progression. Kirkizlar E. et al. [31] explored the cost effectiveness of telemedicine by using a Markov decision model which estimated the progression of DR. They determined the average quality-adjusted life years saved (QALYs) and the average additional cost incurred by telemedicine screening program. They showed that this screening strategy is cost effective for patients younger than 80 years and for a population larger than 3500 patients. This is in agreement with our results which showed that DR progression is not correlated with age and screening is cost effective with a large population screened.

Romero-Aroca P. et al. [32] showed that a screening program of 2.5 years by telemedicine is cost effective. The cost of screening could be reduced by better selection of time lapse tailored to each patient based on their personal risk factors.

In order to decrease the screening costs and to ease access to care for isolated patients, new methods are tested like automated diabetic retinopathy image assessment system (ARIAS) [33] or smartphone fundus photography. Ryan ME. Et al. [34] reported a prospective comparative study between smartphone fundus photography, non-mydratic fundus photography and 7-field mydratic fundus photography to detect and grade DR. Smartphone is able to detect DR but have a lower sensitivity compared to non-mydratic fundus photography. The economic and clinical feasibility of these new technologies need further investigation. DR screening with a smartphone would be interesting for DR screening in developing countries because it is relatively inexpensive, can easily be transported and can screen a large sample with little equipment.

As a conclusion, the mobile DR screening alleviate barriers of accessibility. It targets a portion of rural diabetic population that has not otherwise eyes examinations. A cost effective strategy may be improved by decreasing screening frequency for diabetic's patients with low risk of progression. If diabetic's patients have individual's risks factors for DR progression or a DR already known, it would be safely to shorten the screening interval. That's the reason why an individual screening strategy adapted to each patient would be interesting.

References

- [1] Guariguata L, Whiting DR, Hambleton I, Beagley J, Linnenkamp U, Shaw JE. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. *Diabetes Res Clin Pract* 2014;103:137-49.
- [2] Muller A, Lamoureux E, Bullen C, Keeffe JE. Factors associated with regular eye examinations in people with diabetes: results from the Victorian Population Health Survey. *Optom Vis Sci* 2006;83:96-101.
- [3] Shaw JE, Sicree RA, Zimmet PZ. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract* 2010;87:4-14.
- [4] Taylor HR, Keeffe JE. World blindness: a 21st century perspective. *Br J Ophthalmol* 2001;85:261-6.
- [5] Kollias AN, Ulbig MW. Diabetic retinopathy: Early diagnosis and effective treatment. *Dtsch Arztebl Int* 2010;107:75-83; quiz 4.
- [6] Hazin R, Barazi MK, Summerfield M. Challenges to establishing nationwide diabetic retinopathy screening programs. *Curr Opin Ophthalmol* 2011;22:174-9.
- [7] Shi L, Wu H, Dong J, Jiang K, Lu X, Shi J. Telemedicine for detecting diabetic retinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Br J Ophthalmol* 2015;99:823-31.
- [8] Deb N, Thuret G, Estour B, Massin P, Gain P. Screening for diabetic retinopathy in France. *Diabetes Metab* 2004;30:140-5.
- [9] Haute Autorité de Santé. Dépistage de la rétinopathie diabétique par lecture différée de photographies du fond d'oeil. 2010.
- [10] Haute Autorité de Santé. Fundus photograph reading after mydriatic and nonmydriatic retinography. 2007.
- [11] Haute Autorité de Santé. Stratégie médicamenteuse du contrôle glycémique du diabète de type 2. 2013.
- [12] Bringer J. Complications sévères du diabète et suivi des examens recommandés en France. *Bulletin Epidemiologique Hebdomadaire* 2015.
- [13] Massin P, Angioi-Duprez K, Bacin F, Cathelineau B, Cathelineau G, Chaine G, et al. [Recommendations of the ALFEDIAM (French Association for the Study of Diabetes and Metabolic Diseases) for the screening and surveillance of diabetic retinopathy]. *J Fr Ophtalmol* 1997;20:302-10.
- [14] Cicchetti DV. Guidelines, criteria and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment* 1994;284-90.
- [15] Lund SH, Aspelund T, Kirby P, Russell G, Einarsson S, Palsson O, et al. Individualised risk assessment for diabetic retinopathy and optimisation of screening intervals: a scientific approach to reducing healthcare costs. *Br J Ophthalmol* 2016;100:683-7.
- [16] Group DER, Nathan DM, Bebu I, Hainsworth D, Klein R, Tamborlane W, et al. Frequency of Evidence-Based Screening for Retinopathy in Type 1 Diabetes. *N Engl J Med* 2017;376:1507-16.
- [17] Kristinsson JK, Gudmundsson JR, Stefansson E, Jonasson F, Gislason I, Thorsson AV. Screening for diabetic retinopathy. Initiation and frequency. *Acta Ophthalmol Scand* 1995;73(6):525-8.
- [18] Agardh E, Tababat-Khani P. Adopting 3-year screening intervals for sight-threatening retinal vascular lesions in type 2 diabetic subjects without retinopathy. *Diabetes Care* 2011;34:1318-9.
- [19] Semeraro F, Parrinello G, Cancarini A, Pasquini L, Zarra E, Cimino A, et al. Predicting the risk of diabetic retinopathy in type 2 diabetic patients. *J Diabetes Complications* 2011;25:292-7.
- [20] Paksin-Hall A, Dent ML, Dong F, Ablah E. Factors contributing to diabetes patients not receiving annual dilated eye examinations. *Ophthalmic Epidemiol* 2013;20:281-7.
- [21] Weltermann B, Reinders S, Bettin M, Gesenhues S, Hermann M. [Screening for diabetic retinopathy in type 2 diabetes: a critical review of an annual routine]. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitsw* 2013;107:403-9.
- [22] American Diabetes A. 9. Microvascular Complications and Foot Care. *Diabetes Care* 2016;39 Suppl 1:S72-80.

- [23] Chow SP, Aiello LM, Cavallerano JD, Katalinic P, Hock K, Tolson A, et al. Comparison of nonmydriatic digital retinal imaging versus dilated ophthalmic examination for nondiabetic eye disease in persons with diabetes. *Ophthalmology* 2006;113:833-40.
- [24] Silva PS, Cavallerano JD, Sun JK, Noble J, Aiello LM, Aiello LP. Nonmydriatic ultrawide field retinal imaging compared with dilated standard 7-field 35-mm photography and retinal specialist examination for evaluation of diabetic retinopathy. *Am J Ophthalmol* 2012;154:549-59 e2.
- [25] Lopez-Bastida J, Cabrera-Lopez F, Serrano-Aguilar P. Sensitivity and specificity of digital retinal imaging for screening diabetic retinopathy. *Diabet Med* 2007;24:403-7.
- [26] Ong HS, Levin S, Vafidis G. Glaucoma detection using optic disc images from the English national screening programme for diabetic retinopathy. *J Glaucoma* 2013;22:496-500.
- [27] Karnon J, Czoski-Murray C, Smith K, Brand C, Chakravarthy U, Davis S, et al. A preliminary model-based assessment of the cost-utility of a screening programme for early age-related macular degeneration. *Health Technol Assess* 2008;12:iii-iv, ix-124.
- [28] Tamura H, Goto R, Akune Y, Hiratsuka Y, Hiragi S, Yamada M. The Clinical Effectiveness and Cost-Effectiveness of Screening for Age-Related Macular Degeneration in Japan: A Markov Modeling Study. *PLoS One* 2015;10:e0133628.
- [29] Gangwani R, Lai WW, Sum R, McGhee SM, Chan CW, Hedley AJ, et al. The incidental findings of age-related macular degeneration during diabetic retinopathy screening. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2014;252:723-9.
- [30] Chan CK, Gangwani RA, McGhee SM, Lian J, Wong DS. Cost-Effectiveness of Screening for Intermediate Age-Related Macular Degeneration during Diabetic Retinopathy Screening. *Ophthalmology* 2015;122:2278-85.
- [31] Kirkizlar E, Serban N, Sisson JA, Swann JL, Barnes CS, Williams MD. Evaluation of telemedicine for screening of diabetic retinopathy in the Veterans Health Administration. *Ophthalmology* 2013;120:2604-10.
- [32] Romero-Aroca P, de la Riva-Fernandez S, Valls-Mateu A, Sagarra-Alamo R, Moreno-Ribas A, Soler N, et al. Cost of diabetic retinopathy and macular oedema in a population, an eight year follow up. *BMC Ophthalmol* 2016;16:136.
- [33] Tufail A, Rudisill C, Egan C, Kapetanakis VV, Salas-Vega S, Owen CG, et al. Automated Diabetic Retinopathy Image Assessment Software: Diagnostic Accuracy and Cost-Effectiveness Compared with Human Graders. *Ophthalmology* 2017;124:343-51.
- [34] Ryan ME, Rajalakshmi R, Prathiba V, Anjana RM, Ranjani H, Narayan KM, et al. Comparison Among Methods of Retinopathy Assessment (CAMRA) Study: Smartphone, Nonmydriatic, and Mydriatic Photography. *Ophthalmology* 2015;122:2038-43.

TABLES

Table 1

Demographic and ocular characteristics of study participants during the screening.

Main characteristics	Group 1 n = 3468	Group 2 n = 1976	P-value
Age (years)	68.3 ± 10.9	68.4 ± 10.7	0.529
Gender			0.047
Men	2058 (59.3)	1227 (62.1)	
Women	1410(40.7)	749 (37.9)	
Diabetes			0.080
Type 1	111 (3.2)	79 (4.0)	
Type 2	3279 (94.6)	1798 (91.0)	
Type unknown	79 (2.3)	99 (5.0)	
Mean duration diabetes (years)			
Type 1	15.8 ± 13,4	13.7 ± 11,4	0.255
Type 2	10.0 ± 8.7	10.1 ± 9.2	0.556
Blood pressure (mmHg)			
Systolic blood pressure	132.9 ± 12.2	132.5 ± 12.2	0.302
Diastolic blood pressure	74.1 ± 9.3	73.1 ± 14.4	0.006
Glaucoma antecedent	53 (1.6)	27 (1.4)	0.640
HbA1c rate (%)			
Type 1	7,6 ± 1,3	7,6 ± 1,6	0.979
Type 2	7.1 ± 1.3	7.0 ± 1.2	0.015
Diabetes medication			0.002
No medication	139 (4.0)	79 (4,0)	
Oral antidiabetics	2709 (78.1)	1520 (76.9)	
Insulin	232 (6.7)	99 (5.0)	
Oral antidiabetics + insulin	388 (11.2)	278 (14.1)	
Intra-ocular pressure (mmHg)			
Right eye	16.1 ± 3.4	16.1 ± 3.4	0.704
Left eye	16.4 ± 3.4	16.2 ± 3.3	0.046
DR stages			0.783
No DR	2761 (79.6)	1721 (87.1)	
Mild NPDR	267 (7.7)	153 (7.8)	
Moderate NPDR	131 (3.8)	68 (3.5)	
Severe NPDR	30 (0.9)	24 (1.2)	
Proliferative DR	5 (0.1)	8 (0.4)	
Unreadable photographs	274 (7.9)	2 (0.1)	
Total DR	433(12.5)	253 (12.8)	0.795

P-values < 0.05 are displayed in bold.

The values are presented as n (%) for categorical variables and mean ± SD for continuous variables.

DR, diabetic retinopathy; NPDR, non-proliferative diabetic retinopathy.

Table 2

Anomalies found during the screening programme.

	Group 1 n =3468	Group 2 n = 1976	<i>P</i> -value
Other abnormalities			
Macular Oedema	65 (1.9)	49 (2,5)	0.140
Ocular hypertony	178 (5.1)	152 (7.7)	< 0.001
Optic disc abnormalities	125 (3,6)	94 (4,8)	0.044
Retinal vein occlusion	7 (0,2)	7 (0,4)	0.282
Age related macular degeneration	135 (3.9)	102 (5,2)	0.032
Choroidal nevus	76 (2,2)	84 (4,3)	< 0.001

P values < 0.05 are displayed in bold.

The values are presented as n (%) for categorical variables.

Table 3

Factors influencing the risk to develop diabetic retinopathy.

	Odds ratio (confidence interval)	<i>P</i> -value
Gender (female)	1.12 (0.95 - 1.33)	0.172
Age	1.00 (0.99 - 1.01)	0.989
Duration of diabetes	1.03 (1.02 - 1.04)	< 0.001
Diabetes equilibration (HbA1c > 7%)	1.48 (1.19 - 1.84)	< 0.001
Insulin	2.63 (2.08 - 3.32)	< 0.001
Group 1	0.76 (0.61 - 0.93)	0.009

P values < 0.05 are displayed in bold.

Table 4

Costs for diabetic retinopathy screening per group.

	Group 1 ^a n = 3468	Group 2 ^b n = 1976
Average screening costs		
Maintenance	30836.1	31373.5
Human resources	83565.7	83599.2
Equipment annual cost	5035	5035
Total screening cost	429972.7	288018.5
Average annual screening cost	119436.8	120007.7
Average cost per patient	123.98	145.76

All the values are expressed in euros.

^a From September 2011 to February 2015.

^b From February 2015 to May 2017.

CONCLUSIONS

UNIVERSITE DE BOURGOGNE

THESE SOUTENUE PAR Mr EL ALAMI Youssef

CONCLUSIONS

Le diabète est un enjeu majeur de santé publique avec des complications cardiovasculaires, rénales et oculaires à long terme. La rétinopathie diabétique (RD) se caractérise par une longue absence de symptômes dans les stades débutants. La RD est la principale cause de cécité évitable chez les sujets âgés de moins de 50 ans. Le taux de dépistage de la RD reste actuellement insuffisant en France avec moins de 50% de patients bénéficiant d'un dépistage annuel. L'objectif de cette étude était d'évaluer le retentissement médico-économique lié au changement du critère « date du dernier examen ophtalmologique » en faisant passer ce délai de 1 à 2 ans.

Le dépistage itinérant de la RD a été réalisé dans les zones rurales les moins médicalisées de Bourgogne (France) à l'aide d'un rétinographe non mydriatique. Les clichés visent à détecter une RD ou d'autres anomalies oculaires dépistables (hypertonie oculaire, anomalies de la papille, maculopathie liée à l'âge, nœvi choroïdiens). Les patients étaient invités à se rendre au dépistage par l'intermédiaire de leurs relevés d'assurance maladie. Le critère utilisé pour sélectionner les patients entre Septembre 2011 et Février 2015 était l'absence d'examen ophtalmologique depuis plus d'un an (groupe 1). La stratégie adoptée entre Février 2015 et Mai 2017 a fait passer ce délai à 2 ans (groupe 2). Au niveau économique, nous avons pris en compte le coût pour la société en tenant compte du prix de l'organisation générale. Au final, 3468 et 1976 patients diabétiques ont été inclus respectivement dans les groupes 1 et 2 avec un taux de RD de 12,5% et 12,8% respectivement. Une différence significative a été retrouvée concernant l'hypertonie oculaire, les anomalies papillaires, les nœvi choroïdiens ainsi que la maculopathie liée à l'âge avec plus de cas dans le groupe 2. Le taux d'affections hors RD était de 16,9% et 24,7% respectivement. Nous avons mis en évidence 3 facteurs de risques de dépister une RD (le diabète déséquilibré, l'insulinothérapie et l'ancienneté du diabète). Le coût moyen par patient était de 123,98 et 145,76 euros respectivement pour les groupes 1 et 2. Nous avons constaté un ratio coût-efficacité supplémentaire de 51,9 euros par cas supplémentaires de RD dépisté entre les deux stratégies.

Le dépistage de la RD par un système itinérant permet de compenser la difficulté d'accès aux soins dans les zones peu médicalisées. Les coûts peuvent être améliorés en diminuant la fréquence de dépistage chez les patients diabétiques à faible risque de progression.

Le Président du jury,



Pr C. CREUZOT-GARCHER

Vu et permis d'imprimer

Dijon, le 12 Septembre 2017
Le Doyen



Pr. F. HUET

TITRE DE LA THESE :

Evaluer le retentissement médico-économique du changement de stratégie de dépistage de la rétinopathie diabétique par photographies du fond d'œil chez des sujets diabétiques lors d'un dépistage itinérant.

AUTEUR : EL ALAMI Youssef

RESUME :

Objectifs : Evaluer le retentissement médico-économique lié à au changement d'un critère d'éligibilité pour le dépistage de la rétinopathie diabétique (RD) en Bourgogne.

Méthodes : Le dépistage itinérant de la RD a été réalisé dans les zones rurales les moins médicalisées de Bourgogne (France) à l'aide d'un rétinographe non mydriatique. Les clichés visent à détecter une RD ou d'autres anomalies (hypertonie oculaire, anomalies de la papille, maculopathie liée à l'âge, nævi choroïdiens). Les patients étaient invités au dépistage par l'intermédiaire de leurs relevés d'assurance maladie. Le critère utilisé pour sélectionner les patients entre Septembre 2011 et Février 2015 était l'absence d'examen ophtalmologique depuis plus d'un an (groupe 1). La stratégie adoptée entre Février 2015 et Mai 2017 a fait passer ce délai à 2 ans (groupe 2). Au niveau économique, nous avons pris en compte le coût d'organisation générale (équipement, maintenance et personnel).

Résultats : Trois milles quatre cent soixante-huit et 1976 patients diabétiques ont été inclus dans les groupes 1 et 2 avec respectivement un taux de RD de 12,5% et 12,8% (NS). Le coût moyen par patient était de 123,98 et 145,76 euros pour les groupes 1 et 2. Le taux d'affections hors RD était de 16,9% et 24,7% respectivement. Nous avons constaté un ratio coût-efficacité supplémentaire de 51,9 euros par cas supplémentaire de RD dépisté pour la deuxième stratégie.

Conclusion : Une stratégie de dépistage de patients diabétiques n'ayant pas eu d'examen ophtalmologique depuis au minimum 2 ans serait plus intéressante au niveau médical et économique. L'intégration de ce critère pour sélectionner les patients candidats au dépistage de la RD devrait permettre d'améliorer le rapport cout/efficacité du dépistage en France.

MOTS CLES :

Rétinopathie diabétique, rétinographie non mydriatique, analyse médico-économique, milieu rural, dépistage itinérant