

Année 2021/2022

N°

Thèse

Pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'État

par

Frank HU

Né le 29/10/1992 à Paris 11^e (75)

Évaluation de la rétinophotographie ultra grand champ par rapport à la rétinophotographie non mydriatique dans le dépistage de la rétinopathie diabétique

Présentée et soutenue publiquement le **11/04/2022** date devant un jury composé de :

Président du Jury : Professeur Pierre-Jean PISELLA, Ophtalmologie, Faculté de Médecine -Tours

Membres :

Professeur François MAILLOT, Médecine interne, Faculté de Médecine – Tours

Docteur Leslie GRAMMATICO-GUILLON, Epidémiologie, économie de la santé et prévention, MCU-PH, Faculté de Médecine – Tours

Docteur Marie Laure LE LEZ, Ophtalmologie, PH, CHU -Tours

Directeur de thèse : Docteur Marie Laure LE LEZ, Ophtalmologie, PH, CHU – Tours

Table des matières

LISTES DES ENSEIGNANTS.....	3
REMERCIEMENTS.....	7
SERMENT D’HIPPOCRATE.....	12
RÉSUMÉ.....	13
ABSTRACT.....	14
LISTES DES ABRÉVIATIONS.....	15
INTRODUCTION.....	14
MATÉRIEL ET MÉTHODE	19
1/ RÉTINOGRAPHE ULTRA GRAND CHAMP : OPTOS.....	19
2/ RÉTINOGRAPHE COULEUR : TRITON.....	20
3/ PROTOCOLE DE RECHERCHE.....	20
4/ ANALYSE STATISTIQUE.....	21
RÉSULTATS.....	21
DISCUSSION	28
CONCLUSION.....	33
BIBLIOGRAPHIE	34
ANNEXES.....	34

UNIVERSITE DE TOURS
FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

DOYEN

Pr Patrice DIOT

VICE-DOYEN

Pr Henri MARRET

ASSESEURS

Pr Denis ANGOULVANT, *Pédagogie*
Pr Mathias BUCHLER, *Relations internationales*
Pr Theodora BEJAN-ANGOULVANT, *Moyens – relations avec l'Université*
Pr Clarisse DIBAO-DINA, *Médecine générale*
Pr François MAILLOT, *Formation Médicale Continue*
Pr Patrick VOURC'H, *Recherche*

RESPONSABLE ADMINISTRATIVE

Mme Fanny BOBLETER

DOYENS HONORAIRES

Pr Emile ARON (†) – 1962-1966
Directeur de l'Ecole de Médecine - 1947-1962
Pr Georges DESBUQUOIS (†) – 1966-1972
Pr André GOUAZE (†) – 1972-1994
Pr Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004
Pr Dominique PERROTIN – 2004-2014

PROFESSEURS EMERITES

Pr Daniel ALISON
Pr Gilles BODY
Pr Jacques CHANDENIER
Pr Philippe COLOMBAT
Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL
Pr Pascal DUMONT
Pr Dominique GOGA
Pr Gérard LORETTE
Pr Dominique PERROTIN
Pr Roland QUENTIN

PROFESSEURS HONORAIRES

P. ANTHONIOZ – P. ARBEILLE – A. AUDURIER – A. AUTRET – P. BAGROS – P. BARDOS – C. BARTHELEMY – J.L. BAULIEU – C. BERGER – JC. BESNARD – P. BEUTTER – C. BONNARD – P. BONNET – P. BOUGNOUX – P. BURDIN – L. CASTELLANI – A. CHANTEPIE – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – T. CONSTANS – P. COSNAY – C. COUET – L. DE LA LANDE DE CALAN – J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES – A. GOUDEAU – J.L. GUILMOT – O. HAILLOT – N. HUTEN – M. JAN – J.P. LAMAGNERE – F. LAMISSE – Y. LANSON – O. LE FLOCH – Y. LEBRANCHU – E. LECA – P. LECOMTE – AM. LEHR-DRYLEWICZ – E. LEMARIE – G. LEROY – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAIN – J.P. MUH – J. MURAT – H. NIVET – L. POURCELOT – P. RAYNAUD – D. RICHARD-LENOBLE – A. ROBIER – J.C. ROLLAND – D. ROYERE – A. SAINDELLE – E. SALIBA – J.J. SANTINI – D. SAUVAGE – D. SIRINELLI – J. WEILL

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

ANDRES Christian.....	Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis	Cardiologie
APETOH Lionel	Immunologie
AUPART Michel.....	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BABUTY Dominique	Cardiologie
BAKHOS David.....	Oto-rhino-laryngologie
BALLON Nicolas.....	Psychiatrie ; addictologie
BARILLOT Isabelle.....	Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe	Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Théodora	Pharmacologie clinique
BERHOUEZ Julien.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BERNARD Anne	Cardiologie
BERNARD Louis	Maladies infectieuses et maladies tropicales
BLANCHARD-LAUMONNIER Emmanuelle	Biologie cellulaire
BLASCO Hélène.....	Biochimie et biologie moléculaire
BONNET-BRILHAULT Frédérique	Physiologie
BOURGUIGNON Thierry	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BRILHAULT Jean.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNEREAU Laurent	Radiologie et imagerie médicale
BRUYERE Franck.....	Urologie
BUCHLER Matthias.....	Néphrologie
CALAIS Gilles.....	Cancérologie, radiothérapie
CAMUS Vincent.....	Psychiatrie d'adultes
CORCIA Philippe.....	Neurologie
COTTIER Jean-Philippe	Radiologie et imagerie médicale
DEQUIN Pierre-François.....	Thérapeutique
DESOUBEAUX Guillaume.....	Parasitologie et mycologie
DESTRIEUX Christophe	Anatomie
DIOT Patrice.....	Pneumologie
DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague	Anatomie & cytologie pathologiques
DUCLUZEAU Pierre-Henri.....	Endocrinologie, diabétologie, et nutrition
EL HAGE Wissam.....	Psychiatrie adultes
EHRMANN Stephan	Médecine intensive – réanimation
FAUCHIER Laurent.....	Cardiologie
FAVARD Luc.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
FOUGERE Bertrand	Gériatrie
FOUQUET Bernard.....	Médecine physique et de réadaptation
FRANCOIS Patrick.....	Neurochirurgie
FROMONT-HANKARD Gaëlle	Anatomie & cytologie pathologiques
GATAULT Philippe.....	Néphrologie
GAUDY-GRAFFIN Catherine.....	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUPILLE Philippe	Rhumatologie
GRUEL Yves.....	Hématologie, transfusion
GUERIF Fabrice	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
GUILLON Antoine.....	Médecine intensive – réanimation
GUYETANT Serge	Anatomie et cytologie pathologiques
GYAN Emmanuel.....	Hématologie, transfusion
HALIMI Jean-Michel.....	Thérapeutique
HANKARD Régis.....	Pédiatrie
HERAULT Olivier	Hématologie, transfusion
HERBRETEAU Denis	Radiologie et imagerie médicale
HOURIOUX Christophe.....	Biologie cellulaire
IVANES Fabrice	Physiologie
LABARTHE François.....	Pédiatrie
LAFFON Marc	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LARDY Hubert.....	Chirurgie infantile
LARIBI Saïd.....	Médecine d'urgence
LARTIGUE Marie-Frédérique	Bactériologie-virologie
LAURE Boris.....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
LECOMTE Thierry.....	Gastroentérologie, hépatologie
LESCANNE Emmanuel.....	Oto-rhino-laryngologie
LINASSIER Claude	Cancérologie, radiothérapie
MACHET Laurent	Dermato-vénéréologie
MAILLOT François	Médecine interne
MARCHAND-ADAM Sylvain	Pneumologie

MARRET Henri	Gynécologie-obstétrique
MARUANI Annabel	Dermatologie-vénérologie
MEREGHETTI Laurent	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
MITANCHEZ Delphine	Pédiatrie
MORINIÈRE Sylvain	Oto-rhino-laryngologie
MOUSSATA Driffa	Gastro-entérologie
MULLEMAN Denis	Rhumatologie
ODENT Thierry	Chirurgie infantile
OUAÏSSI Mehdi	Chirurgie digestive
OULDAMER Lobna	Gynécologie-obstétrique
PAINTAUD Gilles	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PATAT Frédéric	Biophysique et médecine nucléaire
PERROTIN Franck	Gynécologie-obstétrique
PISELLA Pierre-Jean	Ophthalmologie
PLANTIER Laurent	Physiologie
REMERAND Francis	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
ROINGEARD Philippe	Biologie cellulaire
ROSSET Philippe	Chirurgie orthopédique et traumatologique
RUSCH Emmanuel	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
SAINT-MARTIN Pauline	Médecine légale et droit de la santé
SALAME Ephrem	Chirurgie digestive
SAMIMI Mahtab	Dermatologie-vénérologie
SANTIAGO-RIBEIRO Maria	Biophysique et médecine nucléaire
THOMAS-CASTELNAU Pierre	Pédiatrie
TOUTAIN Annick	Génétique
VAILLANT Loïc	Dermato-vénérologie
VELUT Stéphane	Anatomie
VOURC'H Patrick	Biochimie et biologie moléculaire
WATIER Hervé	Immunologie
ZEMMOURA Ilyess	Neurochirurgie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DIBAO-DINA Clarisse
LEBEAU Jean-Pierre

PROFESSEURS ASSOCIES

MALLET Donatien Soins palliatifs
POTIER Alain Médecine Générale
ROBERT Jean Médecine Générale

PROFESSEUR CERTIFIE DU 2ND DEGRE

MC CARTHY Catherine Anglais

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AUDEMARD-VERGER Alexandra	Médecine interne
BARBIER Louise	Chirurgie digestive
BINET Aurélien	Chirurgie infantile
BISSON Arnaud	Cardiologie (CHRO)
BRUNAUT Paul	Psychiatrie d'adultes, addictologie
CAILLE Agnès	Biostat., informatique médical et technologies de communication
CARVAJAL-ALLEGRIA Guillermo	Rhumatologie (au 01/10/2021)
CLEMENTY Nicolas	Cardiologie
DENIS Frédéric	Odontologie
DOMELIER Anne-Sophie	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane	Biophysique et médecine nucléaire
ELKRIEF Laure	Hépatologie – gastroentérologie
FAVRAIS Géraldine	Pédiatrie
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie	Anatomie et cytologie pathologiques
GOUILLEUX Valérie	Immunologie
GUILLON-GRAMMATICO Leslie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention

HOARAU Cyrille.....	Immunologie
LE GUELLEC Chantal.....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LEFORT Bruno.....	Pédiatrie
LEGRAS Antoine.....	Chirurgie thoracique
LEMAIGNEN Adrien.....	Maladies infectieuses
MACHET Marie-Christine.....	Anatomie et cytologie pathologiques
MOREL Baptiste.....	Radiologie pédiatrique
PARE Arnaud.....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
PIVER Éric.....	Biochimie et biologie moléculaire
REROLLE Camille.....	Médecine légale
ROUMY Jérôme.....	Biophysique et médecine nucléaire
SAUTENET Bénédicte.....	Thérapeutique
STANDLEY-MIQUELESTORENA Elodie.....	Anatomie et cytologie pathologiques
STEFIC Karl.....	Bactériologie
TERNANT David.....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
VUILLAUME-WINTER Marie-Laure.....	Génétique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

AGUILLON-HERNANDEZ Nadia.....	Neurosciences
NICOGLLOU Antonine.....	Philosophie – histoire des sciences et des techniques
PATIENT Romuald.....	Biologie cellulaire
RENOUX-JACQUET Cécile.....	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

BARBEAU Ludivine.....	Médecine Générale
ETTORI-AJASSE Isabelle.....	Médecine Générale
PAUTRAT Maxime.....	Médecine Générale
RUIZ Christophe.....	Médecine Générale
SAMKO Boris.....	Médecine Générale

CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRAE

BECKER Jérôme.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUAKAZ Ayache.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BRIARD Benoît.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
CHALON Sylvie.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
DE ROCQUIGNY Hugues.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
ESCOFFRE Jean-Michel.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GILOT Philippe.....	Chargé de Recherche Inrae – UMR Inrae 1282
GOUILLEUX Fabrice.....	Directeur de Recherche CNRS – EA 7501 - ERL CNRS 7001
GOMOT Marie.....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
HEUZE-VOURCH Nathalie.....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
KORKMAZ Brice.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
LATINUS Marianne.....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LAUMONNIER Frédéric.....	Chargé de Recherche Inserm - UMR Inserm 1253
LE MERREUR Julie.....	Directrice de Recherche CNRS – UMR Inserm 1253
MAMMANO Fabrizio.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
MEUNIER Jean-Christophe.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
PAGET Christophe.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
RAOUL William.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR CNRS 1069
SI TAHAR Mustapha.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SUREAU Camille.....	Directrice de Recherche émérite CNRS – UMR Inserm 1259
WARDAK Claire.....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Pour l'Ecole d'Orthophonie

DELORE Claire.....	Orthophoniste
GOUIN Jean-Marie.....	Praticien Hospitalier

Pour l'Ecole d'Orthoptie

BOULNOIS Sandrine.....	Orthoptiste
SALAME Najwa.....	Orthoptiste

Pour l'Ethique Médicale

BIRMELE Béatrice.....	Praticien Hospitalier
-----------------------	-----------------------

Remerciements

A Madame le Docteur Marie Laure Le Lez

Merci de m'avoir donné ta confiance pour réaliser ce travail. Ton sens de la pédagogie et ton investissement ne cesseront de nous inspirer.

A Monsieur le Professeur Pierre Jean Pisella

Merci de m'avoir accueilli dans le service comme vous l'avez fait, et de m'avoir soutenu pour le M2. Vos qualités d'orateur sont dignes des ténors du barreau.

A Monsieur le Professeur François Maillot

Merci d'avoir accepté de faire partie de mon jury et d'évaluer mon travail à la dernière minute.

A Madame le docteur Leslie Grammatico-Guillon

Merci d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse et pour votre réactivité.

Aux PH du service d'Ophtalmologie du CHU

Merci Sadi de m'avoir fait faire mes premiers pas dans l'oculoplastie.

Merci Manue pour ta gentillesse et ta bonne humeur. Travailler avec les enfants à Clocheville en deviendrait presque un plaisir.

Merci Guillaume pour ta disponibilité et tes avis toujours très pertinents. Il me tarde de découvrir ton futur bolide.

Merci Sophie pour ta bienveillance, tu rends le service plus chouette.

Merci Jean, tu es un fou, mais qu'est-ce qu'on rit!

Aux chefs de clinique et assistants

Merci Pierre pour ton investissement. Ta force de travail ferait envier les usines Nike.

Merci à MJL, et notre BAT de l'enfer.

Merci à JC, dit le Christ comique.

Merci à Quentin D., d'être officiellement le nouveau Sadi et mon nouveau mentor.

Merci à Marjo, ta bonne humeur est comme un rayon de soleil dans le service. Je reconnais là ton côté catalan.

Merci à Kanav, spécialiste de la diplopie binoculaire.

Merci à Ammar de m'avoir fait découvrir le CHU et le bloc détente.

Merci à Talal pour ta disponibilité et tes explications.

Merci à Heba pour tes histoires de chat.

Au Docteur Pierre Bonicel

Toutes ces matinées en DMLA et en consultation ont été d'une grande aide pour le jeune interne que j'étais. Merci pour tous ces repas remplis de rire.

Au Docteur Jean Marie Baudet

Vous êtes le père de l'ophtalmologie berrichonne et de tant d'internes passés par là. Je vous suis d'une reconnaissance éternelle.

A tous mes collègues du service d'Ophtalmologie de Tours

Aux infirmières et aides-soignantes de la consultation Eugénie, Valérie, Elisabeth, Sandra, Frédérique, Marie Laure, Mumu et Cathy.

A l'équipe de Clocheville, à Moufida la Mouf, Béa Balin la tortue ninja, et Valentine.

Aux secrétaires, Nathalie, Alexandre, Marithée, Annie, Delphine, Laetitia, Marie Christine, Josette, Luce, Fred Aster et Anais.

Aux IBODE, Val et Valoche, Vanessa, Claire, Céline, Evelyne sans oublier Julie et Renata.

Aux orthoptistes Christine Serrano, Marie M., Marie P., Béatrice, Najwa et Lucile.

Aux infirmières et aides-soignantes du service d'hospitalisation du CHU (Marie Laure, Anne-So, Christine, Anne, Djeb, et toutes celles dont je ne veux pas écorcher le nom), aux équipes paramédicales d'Orléans et de Bourges.

Merci à Carine Philippe de toujours avoir été disponible.

A tous mes co-internes

A Julien Vila, héritier de l'école Vila de Cham. Notre premier verre au Strapontin et au secteur 2 que tu connais si bien. On en aura fait du chemin depuis Bourges jusqu'ici !

A Maxime Bigoteau, CCA territorial, créateur du Berry-Dakar. Te voilà sur les traces du Dr. Baudet. Le temps de la sous-conj assassine est loin derrière nous.

A Quentin Colas, qui me prouve que dans le Loir-et-Cher, on ne fait pas de manière. C'est toujours un plaisir que de trainer ma carcasse derrière toi en course à pied.

A Adriana Ferguson, assistante partagée Loches-Bronx, danseuse de talent à Broadway. Tes talents de grimpeuse ne cesseront de m'impressionner.

A Kévin Pommier, et ton fameux pas de bourré. Ton appétit d'ogre n'a d'égal que la qualité de tes cannelés.

A Bryan, le dandy niçois.

A Geoffroy et tes histoires rocambolesques.

A Tanguy ou l'interne qui avait caressé Jean RATEAU de son index au SIF. Et oui, c'est lui le coupable. Et donc à Apo, qui a payé le prix fort à sa place.

A Lucile G., qui malgré sa petite taille, sort des punchlines d'un autre monde.

A Sophie C., future CCA de Tours, la classe.

A toutes ces nouvelles têtes, Marion G. qui a une lourde responsabilité, Delphine T., Nattie L., Estelle D., Anne C., à qui je souhaite le meilleur au CHU et au-delà.

A la confrérie du jeu de société

A Chloé, joueuse au tempérament impétueux, détentrice de record à Catan.

A Xavier l'alsacien. Et dire que je t'ai pris pour un PH la première fois qu'on s'est vu. Tu n'as pas pris une ride.

A Timothée Blin, que je remercie tout particulièrement d'avoir réalisé les statistiques de ce travail. J'espère que tu ne gardes aucune rancœur envers Willy The Kid.

A mes amis franciliens qui ne quitteront très certainement jamais la capitale

A Zak, le bulgare. Et dire que je t'ai connu sur le banc de la fac, et déjà, tu racontais des conneries à qui voulait les écouter. Ca y est, on y est. On termine enfin nos études.

A Sofiane, doublure pour Soda. A ces vacances en Inde où le danger était omniprésent et provenait même des toilettes.

A Odile, qui craquait en PACES. Bravo, te voilà assistante à Versailles.

A Safia, merci de ton accueil à Bordeaux, et pour toutes tes histoires sans fin.

A ma belle-famille, votre accueil si chaleureux me va droit au cœur.

A ma famille

A ma mère, les jours les plus difficiles sont derrière nous maintenant.

A mon frère, qui a bravé les dangers du GR20 avec un dragon sur le dos. Ta ténacité est admirable.

A mon père, qui j'en suis sûr, serait fier de tout ce chemin parcouru.

A ma tante qui m'a toujours soutenu.

A ma grand-mère qui me demande des avis à chaque fois que je la vois.

A Jo, expatrié au pays du soleil levant, je te rendrai ce que je te dois vieux frère.

Et pour finir, à ma moitié, qui me fait rire tous les jours. Notre voyage à deux ne fait que commencer.

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté,
de mes chers condisciples
et selon la tradition d'Hippocrate,
je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur
et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent,
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux
ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira
les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas
à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres,
je rendrai à leurs enfants
l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime
si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert d'opprobre
et méprisé de mes confrères
si j'y manque.

Résumé

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, la rétinopathie diabétique est la première cause de cécité dans les pays développés chez les patients âgés de moins de 50 ans. Son dépistage est un enjeu de santé publique. Des recommandations datant de 2010 ont été émises par la Haute Autorité de Santé (HAS), et réactualisées par les sociétés savantes d'ophtalmologie et de diabétologie en 2016.

Depuis une dizaine d'années, des rétinographes ultra-grand champ (RUGC) ont vu le jour et sont devenus aujourd'hui un outil précieux dans la prise en charge des patients. Cependant, sa place reste à définir dans le dépistage de la rétinopathie diabétique.

L'objectif de cette étude est de comparer l'apport de la rétinophotographie ultra-grand champ par rapport à la méthode de dépistage actuellement recommandée en France, qui est la rétinophotographie non mydriatique deux champs (RNM2).

Nous avons ainsi pu évaluer « en soin courant » l'apport de la RUGC par rapport à la RNM2 dans le dépistage de la rétinopathie diabétique. Les résultats mettent en évidence une supériorité de la RUGC tant sur l'interprétabilité des examens, que sur les résultats. Parmi les patients sans dilatation pupillaire au préalable, 45% des clichés RNM2 étaient interprétables contre 100% des clichés UGC. La dilatation pupillaire permettait d'augmenter de manière importante l'interprétabilité des clichés RNM2 puisque 78.5% des clichés devenaient interprétables.

Concernant le dépistage de la rétinopathie diabétique, nous constatons une augmentation par 4 de sa prévalence sur l'UGC. Ainsi, seules 6% des rétinopathies diabétiques, tous stades confondus, étaient retrouvées à la RNM2 contre 24.8% sur la RUGC. Parmi les rétinopathies diabétiques non dépistées à la RNM2, aucune n'était de stade supérieur ou égal à une rétinopathie diabétique pré- proliférante.

En conclusion, cette étude montre que la RUGC est un outil précieux dans le dépistage de la rétinopathie diabétique. Elle permet d'une part d'améliorer le dépistage des formes débutantes, et d'autre part d'éviter au patient une dilatation, qui peut être source de désagrément.

Mots clés : rétinophotographie 2 champs, rétinophotographie ultra grand champ, dépistage de la rétinopathie diabétique, diabète.

Abstract

According to the World Health Organization, diabetic retinopathy is the leading cause of blindness in developed countries in patients under the age of 50. Its detection is a public health issue. Recommendations dating from 2010 were issued by the Haute Autorité de Santé (HAS) and updated by learned societies of ophthalmology and diabetology in 2016. Over the past ten years, ultra-wide-field retinography (UWFR) have emerged and have now become a valuable tool in patient care. However, its place remains to be defined in the screening of diabetic retinopathy.

The objective of this study is to compare the contribution of ultra-wide field retinophotography with the screening method currently recommended in France, which is two-field non-mydratic retinophotography (RNM2). We were thus able to evaluate "in routine care" the contribution of UWFR compared to NMR in diabetic retinopathy screening. The results clearly show a superiority of UWFR both on the interpretability of the examinations and on the results themselves. UWFR has its place in the screening and diagnosis strategy for diabetic retinopathy.

We were thus able to evaluate "in routine care" the contribution of UWFR compared to NMR in the screening for diabetic retinopathy. The results highlight a superiority of the RUGC both on the interpretability of the examinations and on the results. Among the patients without prior pupillary dilation, 45% of the RNM2 images were interpretable against 100% of the UGC images. Pupillary dilation made it possible to significantly increase the interpretability of RNM2 images since 78.5% of images became interpretable.

Regarding screening for diabetic retinopathy, we observed an increase by 4 in its prevalence on UGC. Thus, only 6% of diabetic retinopathies, all stages combined, were found on the NMR2 against 24.8% on the UWFR. Among the diabetic retinopathies not detected by NMR2, none was at a stage greater than or equal to pre-proliferative diabetic retinopathy.

In conclusion, this study shows that RUGC is a valuable tool in diabetic retinopathy screening. On the one hand, it improves the detection of mild forms, but also prevents the patient from having to dilate, which can be a source of inconvenience.

Key Words : 2 Fields Non Mydratic Retinal Fundus Photography, Ultra Wide Field retinophotography, diabetic retinopathy screening, diabetes.

LISTES DES ABRÉVIATIONS

ALFEDIAM : Association de la Langue Française pour l'Etude du Diabète et des Maladies Métaboliques

AMIR : Anomalie Microvasculaire Intra-Rétinienne

CHRU : Centre hospitalier régional universitaire

DP : Diamètre Papillaire

DR : Décollement de Rétine

GNV : Glaucome Néo vasculaire

HAS : Haute Autorité de Santé

HbA1c: Hémoglobine glycosylée

HT: Hors Taxe

ICG : *Indocyanine Green* ou Vert d'indocyanine

IQR : *Interquartile Range* ou Ecart interquartile

RDNP : Rétinopathie Diabétique Non Proliférante

RDP : Rétinopathie Diabétique Proliférante

RNM : Rétinophotographie Non Mydriatique

RNM2 : Rétinophotographie Non Mydriatique 2 champs

RUGC : Rétinophotographie Ultra Grand Champ

OCT : *Optical Coherence Tomography* ou Tomographie à cohérence optique

SD : *Standard Deviation* ou écart type

SFD : Société Française de Diabétologie

SFO : Société Française d'Ophtalmologie

UGC : Ultra Grand Champ

INTRODUCTION

La rétinopathie diabétique est la première cause de cécité chez les patients âgés de moins de 50 ans, dans les pays développés (1). Les nouveaux modes de vie et la sédentarisation ont entraîné une augmentation du nombre de patients atteints de syndrome métabolique, et donc a fortiori une augmentation du risque de développer un diabète (2). Selon l'étude UKPDS, la prévalence du diabète a ainsi doublé tous les 20 ans depuis 1945 (3).

La rétinopathie diabétique fait l'objet d'une recommandation de la Haute Autorité de Santé (HAS) de 2010, sur le dépistage et sur le suivi de la maladie (4). Selon ses recommandations, un examen du fond d'œil doit être réalisé tous les deux ans, si le patient est non insulino-requérant et s'il présente une tension artérielle et un diabète équilibrés, c'est-à-dire que le chiffre d'hémoglobine glyquée doit être inférieur au seuil prédéfini. Dans le cas contraire, l'examen doit avoir lieu au moins tous les ans. Concernant les modalités du fond d'œil, cet examen peut être réalisé :

- Soit dans un cabinet sans ophtalmologiste à l'aide d'un rétinographe, véritable appareil photographique du fond d'œil (figure 1). Les études pilotes évaluant ces appareils datent des années 2000 (5) et l'interprétation peut se faire en télé-médecine par un spécialiste entraîné, dans un délai approprié.
- Soit directement chez l'ophtalmologiste, via un examen du fond d'œil à la lampe à fente, dilaté ou encore par des rétinographes.

Cependant la HAS mentionne un usage facultatif du collyre mydriatique pour la rétinographie, alors qu'en pratique, elle est le plus souvent nécessaire. Les recommandations de nos voisins britanniques par exemple (6), recommandent une dilatation systématique. En effet, certains critères de qualité sont indispensables pour interpréter les rétino-photographies, et malheureusement, sans dilatation au préalable, certains clichés sont difficilement interprétables. Les études de Rosses et al. (7) et celle de Piyasena et al. (8) montrent respectivement un nombre de clichés ininterprétables à hauteur de 37.8% et 43.4% en l'absence de dilatation, contre 25.6% et 12.8% après dilatation.

Les recommandations de la HAS sont toujours au goût du jour puisque les recommandations conjointes de la Société Française d'Ophtalmologie (SFO) et de la Société Française de Diabétologie (SFD, anciennement ALFEDIAM) de 2016 préconisent les mêmes examens avec les mêmes modalités.

Depuis la dernière décennie, des rétinographes dits « ultra grand champ » (RUGC), ont été mis à la disposition des médecins pour les aider dans leur stratégie diagnostique et aussi pour le suivi des patients. La société Optos (rachetée en 2015 par Nikon) a mis sur le marché le premier rétinographe UGC en 2012 : le *Daytona*. La technologie SLO *Scanning Laser Ophthalmoscopy* associée à celle du *Virtual Scan Point* permet de réaliser en une seule capture un cliché couvrant jusqu'à 80% de la surface rétinienne. Trois ans après, le *California* a été mis sur le marché avec un champ visuel plus large en supérieur et en inférieur. Malgré un coût d'acquisition important à l'achat (75 000€ HT), il n'en demeure pas moins un outil très intéressant, du fait de la facilité d'usage et surtout de la qualité de la photographie, même sans dilatation. Actuellement, plusieurs appareils sont disponibles sur le marché mondial. Celui utilisé à Tours, est l'Optos *California* (figure 2).

L'objectif de cette étude est de comparer l'apport de la rétinographie dite ultra grand champ (RUGC) dans le dépistage de la rétinopathie diabétique par rapport à la rétinophotographie non mydriatique deux champs (RNM2) du pôle postérieur, initialement recommandée par l'HAS.



Figure 1. Rétinographe Triton DRI OCT *Topcon*



Figure 2. California Optos et le cliché UGC.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Cette étude est une étude monocentrique, réalisée au Centre Hospitalo-Régional Universitaire (CHRU) de Tours, du mois d'Avril 2021 à Octobre 2021. Les patients étaient adressés pour fond d'œil dans le cadre du bilan des complications du diabète. La dilatation oculaire n'était pas systématique, mais quand elle avait lieu, elle était faite à l'aide d'une goutte de NEOSYNEPHRINE ® 10% *Phényléphrine Chlorhydrate* puis 1 goutte de MYDRIATICUM ® 0.5% *Tropicamide*. La dilatation pupillaire dépendait essentiellement de l'origine administrative du patient, c'est-à-dire que s'il venait d'une unité d'hospitalisation, il y avait dilatation pupillaire.

1/ RÉTINOGRAPHE ULTRA GRAND CHAMP : OPTOS

On parle de rétinophotographie ultra grand champ lorsque la visualisation du fond d'œil permet d'aller jusqu'en arrière des veines vortiqueuses, alors que la rétinographie grand champ s'y arrête (9). L'Optos (*California*, NIKON) permet d'explorer la rétine jusqu'à 200° en une seule prise, et cela, sans dilatation. Ses différents lasers (Rouge, Vert, Bleu, Infrarouge) permettent en plus de réaliser des angiographies à la fluorescéine, et à l'ICG, grâce aux différentes longueurs d'ondes disponibles (respectivement 635 nm, 532 nm, 488 nm, 802 nm). Diverses études ont déjà évalué l'Optos, que ce soit pour les lésions périphériques de la rétine ou le dépistage de la rétinopathie diabétique (10) (11).

Les rétinophotographies UGC ont été prises à l'aide de cet appareil, par un médecin ophtalmologiste entraîné.

2/ RÉTINOGRAPHE COULEUR : TRITON

La rétinographie couleur est utilisée depuis les années 2000 pour dépister la rétinopathie diabétique. Selon les recommandations de l'HAS et de la SFD/SFO, deux clichés, l'un centré sur la macula, et l'autre sur le nerf optique, suffisent au dépistage.

Les RNM ont été prises à l'aide du Triton (*Topcon Dri OCT, TOPCON*), par un médecin ophtalmologiste entraîné.

3/ PROTOCOLE DE RECHERCHE

Les patients adressés au CHRU pour dépistage de rétinopathie diabétique ont été recrutés sur la période allant du mois d'avril 2021 au mois d'octobre 2021. Les critères d'inclusion comprenaient un âge supérieur à 18 ans, et la présence d'un diabète quel que soit son type. Les critères d'exclusion comprenaient la présence d'une panphotocoagulation rétinienne (PPR), d'une chirurgie vitréo-rétinienne, ou d'injection intra-vitréenne. La dilatation pupillaire n'était pas systématique puisqu'elle dépendait de l'origine administrative des patients (seuls les patients hospitalisés avaient une dilatation pupillaire). La qualité des rétino-photographies a également été prise en compte en fonction de la dilatation pupillaire.

Le recrutement a été arrêté arbitrairement à partir de 100 patients. Il n'y avait pas d'ordre prédéfini concernant le passage entre RUGC, et RNM2. Les rétino-photographies étaient ensuite lues par un ophtalmologiste junior, puis une 2^e lecture en aveugle était faite par un ophtalmologiste spécialisé en rétine médicale.

Les RNM2 étaient d'abord évaluées sur leur qualité, à savoir un cliché de 45° centré sur la macula puis un autre centré sur la papille, permettant d'évaluer de manière précise le fond d'œil. Les clichés ne respectant pas ces critères n'ont pas été comparés au cliché UGC. Ainsi les patients étaient classés, au décours de cet examen, avec soit une rétinopathie diabétique, soit sans rétinopathie diabétique. Il n'y avait pas de classification de la

rétinopathie diabétique, puisque les classifications internationales de la rétinopathie diabétique ont été essentiellement développées pour des RNM 7 champs (12).

Les RUGC permettaient de confirmer ou d'infirmer la présence de rétinopathie diabétique, et aussi d'en faire la classification.

4/ ANALYSE STATISTIQUE

Les variables quantitatives sont exprimées en médiane (IQR1-IQR3) ou en moyenne (+/- écart type) et les variables qualitatives en effectif (pourcentage). Afin d'étudier la performance du RNM2 pour le diagnostic de rétinopathie diabétique, seules les données des examens de bonne qualité ont été conservées. Les comparaisons de pourcentages ont été réalisées à l'aide d'un test du Chi-2. Une valeur de $p < 0,05$ était considérée comme significative. L'ensemble des statistiques a été réalisé sur le logiciel R studio.

RÉSULTATS

Les caractéristiques des patients sont présentées dans le tableau 1. La moyenne d'âge était de 56 ans (SD +/- 16). Il y avait 68.4% de diabète de type 2 et 25.5% de diabète de type 1. Les diabètes classés « autre » étaient des diabètes secondaires, cortico-induit, ou par insuffisance pancréatique endocrine. Les patients étaient classés en fonction du stade de sévérité de leur rétinopathie diabétique, uniquement sur la RUGC selon la classification de la SFD (figure 1a en annexe). La classification de la SFD n'est certes pas la classification internationale de la rétinopathie diabétique, mais elle reste proche de la classification simplifiée de l'AAO (figure 1b en annexe) ; et, c'est elle qui est utilisée en pratique courante. Il était également noté la présence ou non de maculopathie diabétique au fond d'œil (présence d'exsudat ou d'hémorragie au pôle postérieur). Dans la mesure où le patient était adressé pour dépistage de RD, l'examen de référence (OCT) n'a pas été réalisé. L'équilibre glycémique défini par un seuil d'HbA1c inférieur à 7%, était mauvais puisque 71.3% des

patients dépassaient ce seuil. La moyenne d'HbA1c était à 9.43% (+/-3.07) avec une médiane à 8.60 (médiane à 25-75% : 7.05-10.80) ce qui suggère un nombre relativement important de patient avec une HbA1C très haute (maximale non mesurable mais supérieure à 20%). L'équilibre tensionnel lui était meilleur, puisque 54% des patients avaient des tensions artérielles inférieures à 130/80 mmHg. Au total, 199 clichés RNM2 ont pu être réalisés. Un patient était monophtalme ce qui explique ce nombre impair.

Le tableau 2 synthétise la qualité des images RNM2 en fonction de la dilatation. Il y avait 69 yeux non dilatés et 130 dilatés. Parmi les 69 yeux non dilatés, 45% étaient interprétables. Ce chiffre passait à 78.5% après dilatation. La dilatation permet donc d'améliorer la qualité de la RNM2 ($p < 0.001$).

Caractéristique	N = 100 ¹
Sexe	
Homme	53 (53.0%)
Femme	47 (47.0%)
Age	56 (+/-16) / 58 (46-69)
Type de diabète	
Type 1	26 (26.0%)
Type2	68 (68.0%)
Autre	6 (6.0%)
HbA1c	9.43 (+/-3.07) / 8.60 (7.05-10.80)
Equilibre glycémique	
Non	67 (71.3%)
Oui	27 (28.7%)
Equilibre tensionnel	
Non	41 (43.2%)
Oui	54 (56.8%)
Maculopathie clinique	
Non	98 (98.0%)
Oui	2 (2.0%)
Autre pathologie	
Non	95 (95.0%)
Oui	5 (5.0%)

¹n (%); Moyenne (+/-SD) / Médiane (25%-75%)

Tableau 1. Caractéristique des patients.

Caractéristique	N	Mauvaise	Bonne	p-value ²
Dilatation	199			<0.001
Non, N = 69 ¹		38 (55.0%)	31 (44,9%)	
Oui, N = 130 ¹		28 (21.5%)	102 (78.5%)	

¹n (%)

²Pearson's Chi-squared test

Tableau 2. Qualité photographique en fonction de la dilatation sur les RNM2

Le tableau 3 répertorie les différents stades de rétinopathie diabétique évalués sur la RUGC. Contre toute attente, la prévalence de la rétinopathie diabétique était relativement faible (28.1%). Parmi ces patients, 10 (5.0%) cas étaient de stade supérieur ou égal au stade de RDNP modérée. Seul 1 cas (0.5%) de RDP a été diagnostiqué nécessitant un traitement rapidement. Trois cas de RDNP (1.5%) sévères et 6 (3.0%) cas de RDNP modérées ont été diagnostiqués.

Pour ces 10 yeux, la RNM2 montrait des signes de RD dans tous les cas sauf pour :

- Une RDNP modérée car la qualité du cliché était médiocre (figure 3).
- Une autre RDNP modérée car les lésions se trouvaient en dehors du pôle postérieur (figure 4)

Caractéristique	N	Optos, N = 199 ¹	p-value ²
Rétinopathie (Stade)	199		<0.001
Normal		143 (71.8%)	
RDNP minime		46 (23.1%)	
RDNP modérée		6 (3.0%)	
RDNP sévère		3 (1.5%)	
RDP non compliquée		1 (0.5%)	
RDP compliquée		0 (0.0%)	

Tableau 3. Classification de la rétinopathie diabétique sur la RUGC

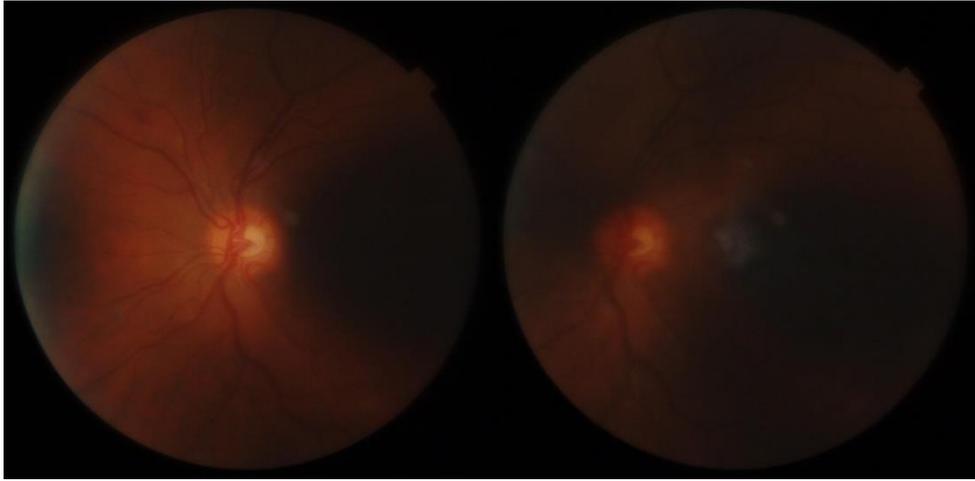


Figure 3. Cliché RNM2 non interprétable

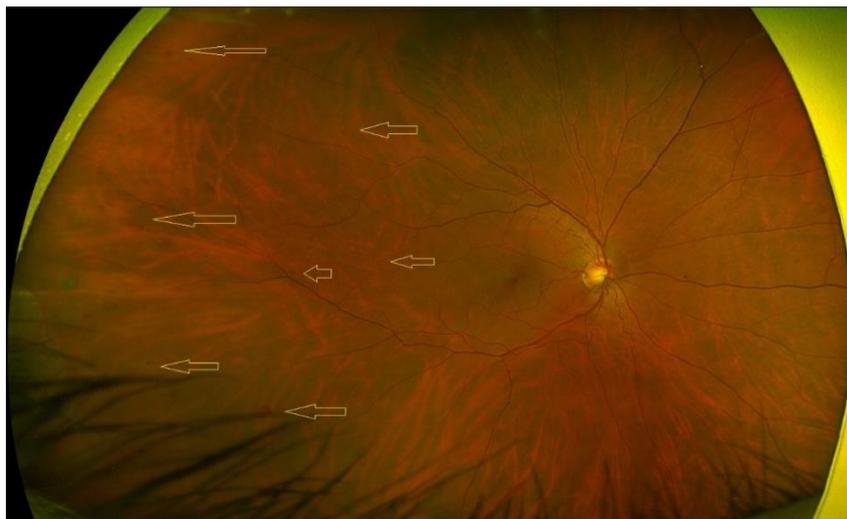
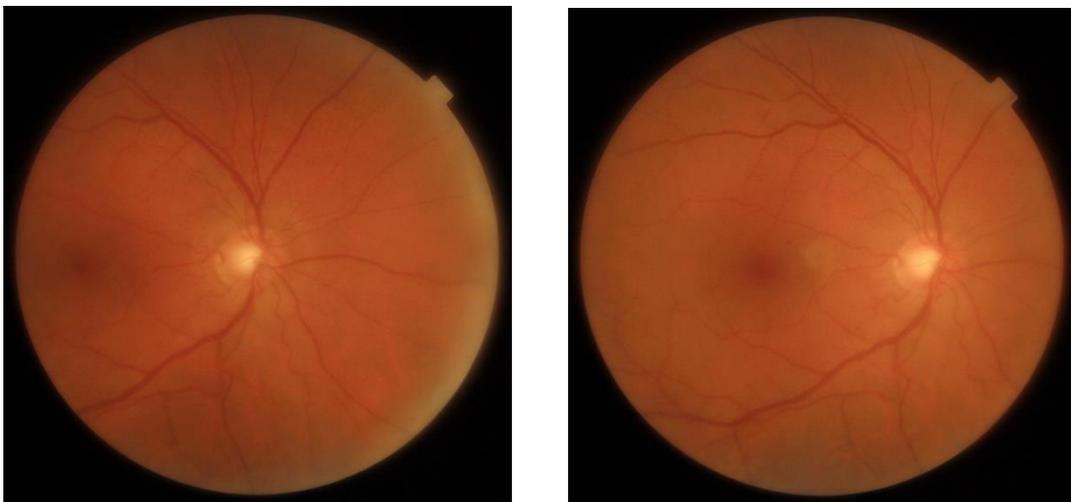


Figure 4. Exemple de RUGC montrant les lésions sur la RUGC, non vues en RNM2

Le tableau 4 compare les 133 clichés RNM2 interprétables, à la RUGC. Vingt-cinq cas de RD n’ont pas été vus sur la RNM2, soit un total de 19%. Parmi ces 25 cas, le stade le plus avancé était une RDNP modérée. La RUGC montre une meilleure performance diagnostique que la RNM2 pour le diagnostic de RD quel que soit le stade. On retrouvait une différence statistiquement significative en faveur de la RUGC pour le diagnostic de rétinopathie diabétique ($p < 0.001$).

Caractéristique	N	RNM2, N = 133 ¹	Optos, N = 133 ¹	p-value ²
Retinopathies	266			<0.001
Oui		8 (6.0%)	33 (24.8%)	
Non		125 (94.0%)	100 (75.2%)	

¹n (%)

²Pearson's Chi-squared test

Tableau 4. Comparaison des performances diagnostiques du RNM2 versus RUGC « Optos »

Le tableau 5 présente un tableau de contingence en utilisant l’Optos comme examen de référence. La sensibilité de la RNM2 pour le diagnostic de RD a été calculé à 24.8 % (IC 95 % :11—42 %) avec une spécificité de 100 % (IC 95 % :96—100 %). Sa valeur prédictive positive (VPP) était de 100 % (IC 95 % :63—100 %) pour une valeur prédictive négative (VPN) de 80% (IC 95 % :72—87%).

Caractéristique	Optos		
	Oui	Non	Total
RNM2			
Oui	8	0	8
Non	25	100	125
Total	33	100	133

Tableau 5. Performance diagnostique RNM2 par rapport à l’Optos.

La présence d'artefact sur les clichés UGC est évalué à 99.5%. Les artefacts liés à la paupière supérieure se retrouve en bas du cliché UGC et ceux de la paupière inférieure se retrouve sur la partie haute du cliché. Quasiment tous les clichés présentaient les cils de la paupière supérieure, masquant ainsi en partie l'hémi-rétine inférieure (figure 5). Quarante-vingt-dix-sept (48.7%) clichés UGC permettaient de voir l'hémi-rétine inférieure. L'hémi-rétine supérieure était elle, visualisée sur la quasi-totalité des clichés : 176 clichés, soit 88.4%. Cinquante-deux (26.1%) clichés UGC présentaient à la fois les cils de la paupière supérieure et inférieure. Certains clichés montraient également le masque chirurgical, porté en cette période de pandémie sur la partie supérieure du cliché. La dilatation pupillaire n'améliorait pas la présence des artefacts (77.5% des yeux non dilatés présentaient des artefacts contre 99% dans le groupe dilaté). On voit dès lors que la présence d'artefact n'est pas synonyme de cliché ininterprétable.

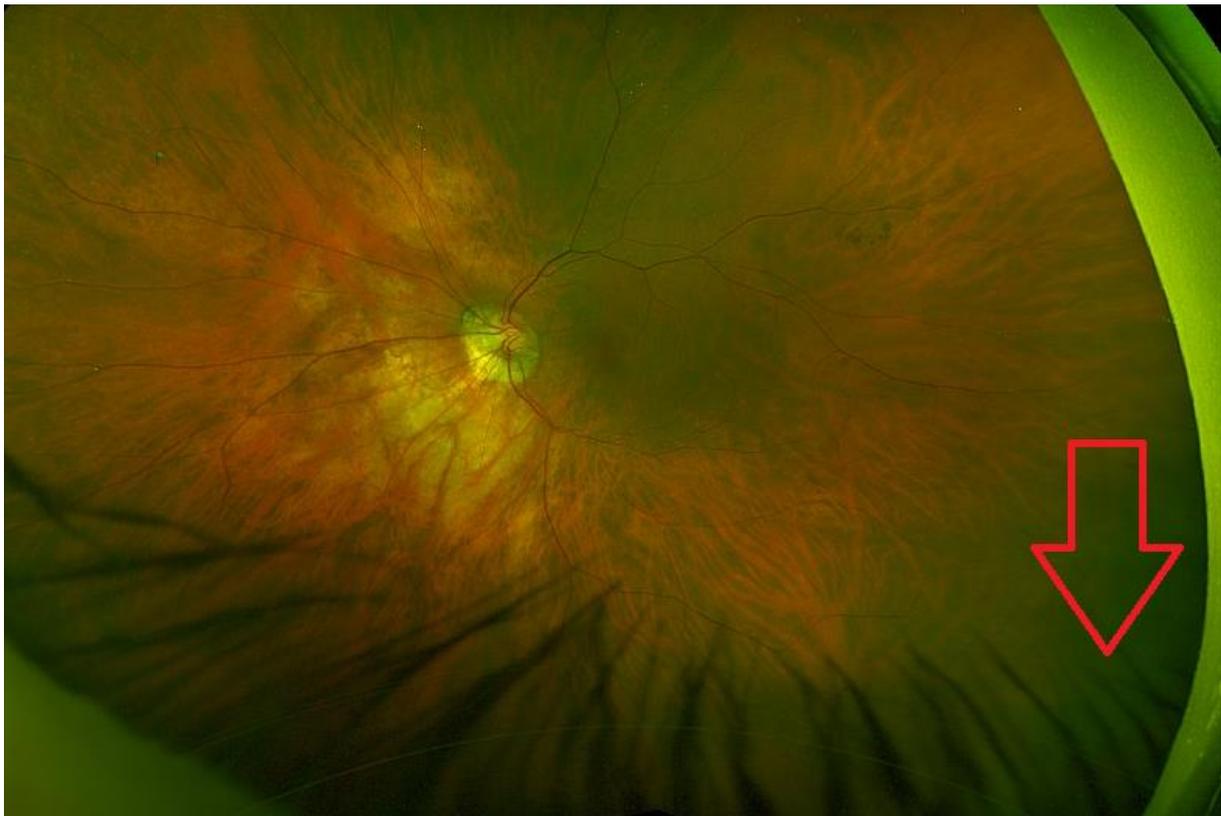


Figure 5. Artefact lié aux cils de la paupière supérieure du patient

DISCUSSION

Notre étude est la première étude, à notre connaissance, évaluant la RNM2 sans dilatation à la RUGC. Elle souligne la force de la RUGC dans le dépistage de la rétinopathie diabétique, sans usage de collyre mydriatique. Tous les clichés UGC étaient interprétables contrairement à la RNM2, où la dilatation jouait un rôle important vis-à-vis de l'interprétabilité des examens. La RUGC permettait à la fois le dépistage de la RD mais aussi sa classification. Même si la corrélation entre RNM2 et UGC est faible **(13)**, l'augmentation du nombre de clichés permet d'améliorer cette corrélation. Une étude lyonnaise comparant des RNM 9 champs (examen de référence dans leur étude) à des RUGC **(11)**, pupilles dilatées, a montré qu'il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre les deux modalités d'examen mais qu'on notait une tendance de la RUGC à surestimer le grade de la rétinopathie diabétique par rapport à l'examen de référence. L'étude a démontré également qu'il y avait un gain de temps significatif (x2.6) avec l'UGC. Une autre étude publiée dans le JAMA pour le DRCR.net (Diabetic Retinopathy Clinical Research Network) sur une cohorte de 385 patients **(14)** montrait les mêmes résultats avec, toujours cette tendance de surestimation par la RUGC. Ainsi, nos résultats, comme ceux des autres auteurs suggèrent que :

- Soit la RNM7 sous-estime la maladie
- Soit la RUGC surestime la maladie.

Les classifications des rétinopathies diabétiques connues à ce jour, ont pour la plupart été développées, et validées sur l'examen de référence : la RNM 7. La corrélation entre RNM7 et RUGC a été évaluée, et la concordance est parfois satisfaisante **(15)**, parfois discordante **(16)**. Selon les études, la RUGC retrouve jusqu'à 30% de lésions en plus par rapport à la RNM7, essentiellement en temporal **(15) (17)**. En reprenant les patients de sa cohorte initiale, Silva et al. **(18)** montrent que les lésions périphériques temporales (exemple : figure 4) sont associées à une aggravation de la rétinopathie diabétique et à un passage à la rétinopathie diabétique proliférante, respectivement par un facteur x3.2 et x4.7 à 4 ans du suivi. La classification de la rétinopathie diabétique actuellement utilisée, est ainsi remise en cause dans sa conclusion. Au vu de ces résultats, nous retenons donc dans cette étude et dans le service, la RUGC comme examen de référence de dépistage de la RD. Ce choix est discutable. La sensibilité de la RNM2 a été particulièrement mauvaise dans notre étude, mais il faut garder en perspective qu'il s'agit là, d'analyse en sous-groupe, avec de faible effectif (33 yeux atteints de rétinopathie).

Une étude rétrospective provenant de la cohorte de l'ETDRS avait validé la RNM 3 (papille, macula et excentré en temporal) avec une excellente sensibilité et spécificité pour le diagnostic des rétinopathies diabétiques **(19)**. Toutefois l'ETDRS étant une étude évaluant les traitements de la rétinopathie diabétique, il n'y avait pas de rétinopathie diabétique de stade inférieur à modéré. Une équipe française a proposé une classification simplifiée sur les RNM 3 avec une concordance satisfaisante inter-lecteur par rapport à la RNM7 **(20)**. Compte tenu du faible nombre de RD dans notre cohorte (5.0%), la classification des RD sur la RNM2 n'aurait pas été d'un grand intérêt.

En ce qui concerne l'amélioration des clichés à la RNM2 après dilatation, nos données sont légèrement en dessous de celle de la littérature (55% avant dilatation, 21% après dilatation). P. Massin **(21)** avait en 2003, évalué la RNM sans dilatation par rapport aux clichés RNM 7 après dilatation. 64% des clichés centrés sur le pôle postérieur était de qualité satisfaisante (grade allant de 1 à 5). Il faut toutefois noter qu'il y avait 5 minutes d'adaptation scotopique avant le premier cliché pour chaque patient, plus 3 minutes entre chaque cliché, pour un total de 4 clichés par œil. Ces mesures sont irréalisables dans notre pratique quotidienne (salle d'attente éclairée dans le couloir, obligation de faire patienter le moins possible les patients avec le COVID). Finalement, l'absence d'adaptation scotopique a très certainement joué un rôle en notre défaveur.

La faible prévalence de la rétinopathie diabétique est aussi un facteur limitant dans notre étude (28% dont 23% de RNDP minime). Selon une méta-analyse de 2015 **(22)**, la prévalence mondiale de la rétinopathie diabétique se situerait autour 30% avec un peu moins de 10% de RD menaçant la vision. La distribution de la RD dans notre étude se rapproche davantage de cette étude danoise de 2019 **(16)**. La question d'une meilleure prise en charge de nos patients diabétiques peut expliquer la prévalence de la RD dans notre cohorte. Duroi et al. **(23)** avaient montré que les patients diabétiques de la région Centre Val-De-Loire avaient un meilleur suivi le long de l'axe ligérien, contrairement aux patients en zone rurale, qui sont certainement sous-représentés dans notre étude. Un autre élément de réponse pourrait être apporté par la durée du diabète, mais que nous n'avons pu recueillir.

L'Optos, contrairement à d'autre appareil RUGC, ne dispose pas de « vraies couleurs ». En effet, les clichés couleurs UGC pris par cet appareil, correspondent à un dégradé entre le vert et le rouge, la lumière bleue étant uniquement utilisée pour l'angiographie à la fluorescéine. Aussi surprenant que cela puisse paraître, l'interprétation des clichés n'en est que peu impactée.

Un autre avantage de l'UGC est de révéler d'éventuelles autres pathologies de la périphérie rétinienne. Dans notre cohorte, une rétinopathie drépanocytaire stade III a été dépistée chez un patient dont l'HbA1c n'était pas mesurable (figure 6). Dans la mesure où l'HbA1c était non fiable chez ce patient, il est très probable qu'un examen de la périphérie rétinienne aurait été demandé lors du bilan de son hémoglobinopathie. Les autres lésions périphériques étaient essentiellement représentées par des lésions dégénératives ou acquises de la périphérie rétinienne (palissades, hypertrophie de l'épithélium pigmenté, drusen périphérique etc.). Le suivi des pathologies rétiniennes tel que les décollements de rétine, les tumeurs choroïdiennes, ou encore les uvéites postérieures est simplifié, notamment pour la comparaison des examens **(24)**. L'UGC joue en plus, un rôle pédagogique auprès des patients et dans la formation médicale.

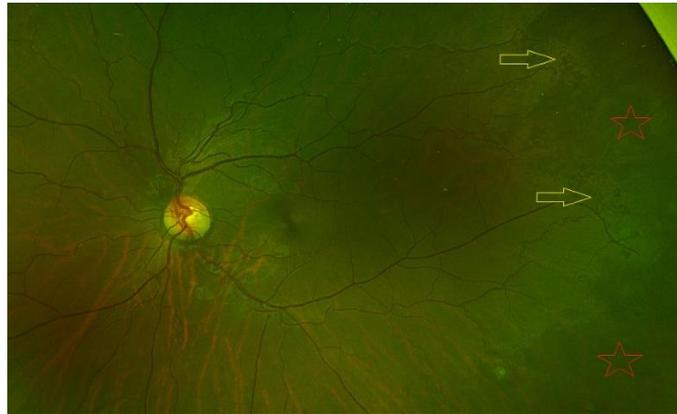


Figure 6. Rétinopathie ischémique périphérique non vue sur les clichés RNM2 en haut par rapport à au cliché UGC en bas (flèche jaune = néovaisseau rétinien ; étoile rouge = rétine ischémique)

Un dernier sujet demeure en suspens. Lorsqu'on évoque le dépistage de la rétinopathie diabétique au XXI^e siècle, l'intelligence artificielle (IA) ne peut être oubliée. En effet, le dépistage de la rétinopathie diabétique et l'IA sont particulièrement d'actualité, puisque de nombreux appareils sont aujourd'hui brevetés et ont le marquage CE ou l'accord de la FDA. Cependant, tous les algorithmes ne se valent pas **(25)**; et leurs places dans la stratégie diagnostique restent à définir **(26)**.

CONCLUSION

Le dépistage de la rétinopathie diabétique demeure un sujet préoccupant, puisque la prévalence du diabète augmente avec les années, notamment dans les populations défavorisées. Son dépistage a été jugé insuffisant au sein de population à accès restreint au soin. Bien que le coût d'achat d'un rétinographe UGC soit important, sa capacité diagnostique et sa facilité d'usage font de cet outil technologique un véritable atout. Même si la RNM 7 champs est aujourd'hui l'examen de référence, il est probable qu'avec les années, l'UGC devienne le nouveau « Gold Standard », à condition d'être plus accessible financièrement...

BIBLIOGRAPHIE

1. Delyfer MN, Delcourt C. Épidémiologie de la rétinopathie diabétique dans les données internationales et françaises. *Médecine Mal Métaboliques*. 1 nov 2018;12(7):553-8.
2. Shin J, Lee J, Lim S, Ha H, Kwon H, Park Y, et al. Metabolic syndrome as a predictor of type 2 diabetes, and its clinical interpretations and usefulness. *J Diabetes Investig*. 8 juill 2013;4(4):334-43.
3. King P, Peacock I, Donnelly R. The UK Prospective Diabetes Study (UKPDS): clinical and therapeutic implications for type 2 diabetes. *Br J Clin Pharmacol*. nov 1999;48(5):643-8.
4. Dépistage de la rétinopathie diabétique par lecture différée de photographies du fond d'œil. Synthèse et Recommandations. HAS 2010.
5. Tadayoni R, Massin P. Dépistage de la rétinopathie diabétique : la rétinographie non mydriatique. 2021;64:6.
6. Diabetic eye screening: programme overview GOV.UK.
7. Rosses APO, Ben ÂJ, Souza CF de, Skortika A, Araújo AL de, Carvalho G de, et al. Diagnostic performance of retinal digital photography for diabetic retinopathy screening in primary care. *Fam Pract*. 1 sept 2017;34(5):546-51.
8. Piyasena MMPN, Yip JLY, MacLeod D, Kim M, Gudlavalleti VSM. Diagnostic test accuracy of diabetic retinopathy screening by physician graders using a hand-held non-mydriatic retinal camera at a tertiary level medical clinic. *BMC Ophthalmol*. 8 avr 2019;19(1):89.
9. Choudhry N, Duker JS, Freund KB, Kiss S, Querques G, Rosen R, et al. Classification and Guidelines for Widefield Imaging: Recommendations from the International Widefield Imaging Study Group. *Ophthalmol Retina*. oct 2019;3(10):843-9.
10. Ultra-wide-field imaging in diabetic retinopathy; an overview | Elsevier Enhanced Reader
11. Mathis T, Lereuil T, Bruneteau L, Apoustoulo C, Vartin C, Chambard C, et al. [Performance of ultra-wide field retinophotography for screening of diabetic retinopathy]. *J Fr Ophtalmol*. juin 2019;42(6):572-8.
12. Wilkinson CP, Ferris FL, Klein RE, Lee PP, Agardh CD, Davis M, et al. Proposed international clinical diabetic retinopathy and diabetic macular edema disease severity scales. *Ophthalmology*. sept 2003;110(9):1677-82.
13. Liegl R, Liegl K, Ceklic L, Haritoglou C, Kampik A, Ulbig MW, et al. Nonmydriatic ultra-wide-field scanning laser ophthalmoscopy (Optomap) versus two-field fundus photography in diabetic retinopathy. *Ophthalmol J Int Ophtalmol Int J Ophthalmol Z Augenheilkd*. 2014;231(1):31-6.

14. Aiello LP, Odia I, Glassman AR, Melia M, Jampol LM, Bressler NM, et al. Comparison of Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Standard 7-Field Imaging With Ultrawide-Field Imaging for Determining Severity of Diabetic Retinopathy. *JAMA Ophthalmol.* janv 2019;137(1):65-73.
15. Verma A, Alagorie AR, Ramasamy K, van Hemert J, Yadav NK, Pappuru RR, et al. Distribution of peripheral lesions identified by mydriatic ultra-wide field fundus imaging in diabetic retinopathy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol.* avr 2020;258(4):725-33.
16. Byberg S, Vistisen D, Diaz L, Charles MH, Hajari JN, Valerius M, et al. Optos wide-field imaging versus conventional camera imaging in Danish patients with type 2 diabetes. *Acta Ophthalmol (Copenh).* déc 2019;97(8):815-20.
17. Silva PS, Cavallerano JD, Sun JK, Soliman AZ, Aiello LM, Aiello LP. Peripheral lesions identified by mydriatic ultrawide field imaging: distribution and potential impact on diabetic retinopathy severity. *Ophthalmology.* déc 2013;120(12):2587-95.
18. Silva PS, Cavallerano JD, Haddad NMN, Kwak H, Dyer KH, Omar AF, et al. Peripheral Lesions Identified on Ultrawide Field Imaging Predict Increased Risk of Diabetic Retinopathy Progression over 4 Years. *Ophthalmology.* 1 mai 2015;122(5):949-56.
19. A screening approach to the surveillance of patients with diabetes for the presence of vision-threatening retinopathy
20. Lecleire-Collet A, Erginay A, Angioi-Duprez K, Deb-Joardar N, Gain P, Massin P. Classification simplifiée de la rétinopathie diabétique adaptée au dépistage par photographies du fond d'œil. *J Fr Ophtalmol.* sept 2007;30(7):674-87.
21. Massin P, Erginay A, Ben Mehidi A, Vicaut E, Quentel G, Victor Z, et al. Evaluation of a new non-mydriatic digital camera for detection of diabetic retinopathy. *Diabet Med J Br Diabet Assoc.* août 2003;20(8):635-41.
22. Lee R, Wong TY, Sabanayagam C. Epidemiology of diabetic retinopathy, diabetic macular edema and related vision loss. *Eye Vis Lond Engl.* 2015;2:17.
23. Duroi Q, Leclerc C, Chardon J-F, Le Lez M-L, Khanna RK, Pisella P-J. [Screening for diabetic retinopathy in the Centre-Val de Loire region: A study based on the French national healthcare database]. *J Fr Ophtalmol.* déc 2020;43(10):1054-61.
24. Kumar V, Surve A, Kumawat D, Takkar B, Azad S, Chawla R, et al. Ultra-wide field retinal imaging: A wider clinical perspective. *Indian J Ophthalmol.* avr 2021;69(4):824-35.
25. Wang S, Zhang Y, Lei S, Zhu H, Li J, Wang Q, et al. Performance of deep neural network-based artificial intelligence method in diabetic retinopathy screening: a systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy. *Eur J Endocrinol.* 1 juin 2020;183(1):41-9.
26. Lee AY, Yanagihara RT, Lee CS, Blazes M, Jung HC, Chee YE, et al. Multicenter, Head-to-Head, Real-World Validation Study of Seven Automated Artificial Intelligence Diabetic Retinopathy Screening Systems. *Diabetes Care.* mai 2021;44(5):1168-75.

ANNEXES

RDNP Minime	Petit nombre de microanévrismes, d'hémorragies punctiformes
RDNP modérée	Microanévrismes et/ou hémorragies en flammèches ou ponctuées nombreux Et/ou nodules cotonneux, Et/ou AMIR peu nombreuses Et/ou anomalie veineuses dans moins de 2 quadrants de la périphérie rétinienne Et/ou hémorragie rétinienne en tâche dans moins de 4 quadrants de la périphérie rétinienne
RDNP sévère « 4,2,1 »	Hémorragies dans 4 quadrants de la périphérie rétinienne Et/ou anomalie veineuse moniliforme dans 2 quadrants Et/ou AMIR nombreuses dans 1 quadrant
RDP débutante	Néovaisseau pré rétinien (<1/2 DP) dans un ou plusieurs quadrants de la périphérie rétinienne
RDP modérée	Néovaisseau pré rétinien de grande taille (>1/2 DP) dans un ou plusieurs quadrants de la périphérie rétinienne Et/ou Néovaisseau pré papillaire de petite taille (<1/3 DP)
RDP sévère	Néovaisseau pré papillaire de grande taille (>1/3DP)
RDP compliquée	Hémorragie intravitréenne, pré rétinienne Et/ou DR tractionnel ou rhygmotogène Et/ou rubéose irienne GNV

Figure 1a. Classification de la rétinopathie diabétique selon l'ALFEDIAM 1996

Table 2. Diabetic Retinopathy Disease Severity Scale

Proposed Disease Severity Level	Findings Observable on Dilated Ophthalmoscopy
No apparent retinopathy	No abnormalities
Mild nonproliferative diabetic retinopathy	Microaneurysms only
Moderate nonproliferative diabetic retinopathy	More than just microaneurysms but less than severe nonproliferative diabetic retinopathy
Severe nonproliferative diabetic retinopathy	Any of the following: more than 20 intraretinal hemorrhages in each of 4 quadrants; definite venous beading in 2+ quadrants; Prominent intraretinal microvascular abnormalities in 1+ quadrant <i>And no signs of proliferative retinopathy</i>
Proliferative diabetic retinopathy	One or more of the following: neovascularization, vitreous/preretinal hemorrhage

Figure 1b. Classification simplifiée de la RD selon l'AAO 2003

Vu, le Directeur de Thèse

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized monogram followed by a long horizontal stroke.

Vu, le Doyen
De la Faculté de Médecine de Tours
Tours, le

HU Frank

39 pages – 5 tableaux – 8 figures

Résumé : Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, la rétinopathie diabétique est la première cause de cécité dans les pays développés chez les patients âgés de moins de 50 ans. Son dépistage est un enjeu de santé publique. Des recommandations datant de 2010 ont été émises par la Haute Autorité de Santé (HAS), et réactualisées par les sociétés savantes d'ophtalmologie et de diabétologie en 2016. Depuis une dizaine d'années, des rétinographes ultra-grand champ (RUGC) ont vu le jour et sont devenus aujourd'hui un outil précieux dans la prise en charge des patients. Cependant, sa place reste à définir dans le dépistage de la rétinopathie diabétique. L'objectif de cette étude est de comparer l'apport de la rétinophotographie ultra-grand champ par rapport à la méthode de dépistage actuellement recommandée en France, qui est la rétinophotographie non mydriatique deux champs (RNM2).

Nous avons ainsi pu évaluer « en soin courant » l'apport de la RUGC par rapport à la RNM2 dans le dépistage de la rétinopathie diabétique. Les résultats mettent en évidence une supériorité de la RUGC tant sur l'interprétabilité des examens, que sur les résultats. Parmi les patients sans dilatation pupillaire au préalable, 45% des clichés RNM2 étaient interprétables contre 100% des clichés UGC. La dilatation pupillaire permettait d'augmenter de manière importante l'interprétabilité des clichés RNM2 puisque 78.5% des clichés devenaient interprétables. Concernant le dépistage de la rétinopathie diabétique, nous constatons une augmentation par 4 de sa prévalence sur l'UGC. Ainsi, seules 6% des rétinopathies diabétiques, tous stades confondus, étaient retrouvées à la RNM2 contre 24.8% sur la RUGC. Parmi les rétinopathies diabétiques non dépistées à la RNM2, aucune n'était de stade supérieur ou égal à une rétinopathie diabétique pré- proliférante.

En conclusion, cette étude montre que la RUGC est un outil précieux dans le dépistage de la rétinopathie diabétique. Elle permet d'une part d'améliorer le dépistage des formes débutantes, et d'autre part d'éviter au patient une dilatation, qui peut être source de désagrément.

Mots clés : rétinophotographie 2 champs, rétinophotographie ultra grand champ, dépistage de la rétinopathie diabétique, diabète.

Jury :

Président du Jury : Professeur Pierre-Jean PISELLA
 Directeur de thèse : Docteur Marie Laure LE LEZ
 Membres du Jury : Professeur François MAILLOT
 Docteur Leslie GRAMMATICO-GUILLON

Date de soutenance : 11/04/2022