



UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTE DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année : 2020

THÈSE POUR LE DIPLOME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Ophtalmologie à Domicile pour Personnes Âgées Dépendantes :
Concordance diagnostique entre l'examen ophtalmologique réalisé en
présentiel avec du matériel portatif et l'examen ophtalmologique par
télémédecine chez des patients âgés dépendants chuteurs**

Présentée et soutenue publiquement le 23 septembre 2020 à 18h
au Pôle Recherche
par **Brahim STITOU**

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Jean-François ROULAND

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Pierre LABALETTE

Monsieur le Docteur Nassir MESSAADI

Directeur de thèse :

Madame le Professeur Thi Ha Chau TRAN

Avertissement

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Liste des abréviations

ARS	Agence régionale de santé
AV	Acuité visuelle
BAV	Baisse d'acuité visuelle
EHPAD	Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes
FO	Fond d'œil
GHICL	Groupe Hospitalier de l'Institut Catholique de Lille
HAS	Haute Autorité de Santé
HPST	Hôpital, patients, santé et territoires
HTA	Hypertension artérielle
IA	Intelligence artificielle
LAF	Lampe à fente
OCP	Opacification capsulaire postérieure
OCT	Tomographie par Cohérence Optique
RD	Rétinopathie diabétique
RNM	Rétinographie non mydriatique
RNO	Renouvellement d'optique

Table des matières

RESUME.....	1
INTRODUCTION	2
I. CONTEXTE.....	2
II. LE VIEILLISSEMENT DE LA POPULATION	3
A. <i>Les aspects démographiques</i>	3
B. <i>La Dépendance</i>	3
C. <i>Le risque de chute</i>	5
1. Retentissement et complications	5
a. Morbi-mortalité.....	5
b. Coût	6
2. Les facteurs de risque de chute.....	7
a. Les facteurs prédisposants	7
b. Les facteurs précipitants	7
3. Mauvaise fonction visuelle et risque de chute.....	8
a. Les trois modes de perceptions	8
b. Les affections ophtalmologiques chez les patients chuteurs	9
D. <i>La place de l’ophtalmologiste dans la prévention des chutes</i>	11
1. Un rôle important à jouer.....	11
2. Les difficultés rencontrées en pratique.....	11
a. L’enjeu et le coût pour la structure d’accueil du patient et la société	12
b. L’enjeu pour l’ophtalmologiste	13
III. LA TELEMEDECINE, UNE SOLUTION ENVISAGEE	16
A. <i>Les bénéfices attendus</i>	17
1. Pour les patients	17
2. Pour les professionnels de santé	17
3. Pour le système de santé.....	17
B. <i>La télé-médecine sur le plan légal</i>	18
1. Définition	18
2. Les cinq actes de télé-médecine.....	18
3. Les protocoles Rottier et Muraine en ophtalmologie	21
a. Le protocole Rottier ou RNO (renouvellement d’optique)	21
b. Le protocole Muraine : réalisation d’un bilan visuel à distance	23
4. La loi « ma santé 2022 » : les nouveautés.....	24
C. <i>Le point de vue de l’Ordre des médecins</i>	25
1. Des règles déontologiques spécifiques	25
2. Le parcours de soins	26
3. Les organisations territoriales	26
4. Les obligations des plateformes de télé-médecine.....	27
D. <i>La télé-ophtalmologie en pratique</i>	27

1. La rétinopathie diabétique (RD)	27
2. La rétinopathie du prématuré	30
E. <i>La télémedecine en EHPAD</i>	31
1. Les expériences hors ophtalmologie	31
a. Le projet TéléFIGAR	31
b. Le projet Aquitain de télémedecine en EHPAD	31
2. Les expériences en ophtalmologie	32
a. L'expérience rennais	32
b. L'exemple e-Ophtalmo	32
IV. INTERET ET ORIGINALITE DE NOTRE ETUDE	33
MATERIELS ET METHODES	35
I. OBJECTIFS	35
A. <i>Principal</i>	35
B. <i>Secondaires</i>	35
C. <i>Critères de jugement</i>	36
1. Principal	36
2. Secondaires	36
II. POPULATION	36
A. <i>Critères d'inclusion</i>	36
B. <i>Critères de non-inclusion</i>	37
III. MATERIELS	37
A. <i>Acuité visuelle</i>	37
B. <i>Examen du segment antérieur</i>	37
C. <i>Examen du segment postérieur</i>	39
IV. PROTOCOLE	40
A. <i>Déroulement de l'étude</i>	40
B. <i>Données recueillies</i>	41
1. Interrogatoire	41
2. Examen clinique	41
V. PLAN D'ANALYSE STATISTIQUE	42
RESULTATS	43
I. DESCRIPTION DE LA POPULATION INCLUSE (TABLEAU 1)	43
A. <i>Effectif</i>	43
B. <i>Âge</i>	43
C. <i>Acuité visuelle</i>	43
D. <i>Suivi ophtalmologique antérieur</i>	43
E. <i>Antécédents</i>	44
1. Ophtalmologiques	44
2. Non ophtalmologiques	44
II. CARACTERISTIQUES CLINIQUES DE LA POPULATION ETABLIS LORS DE L'EXAMEN EN PRESENTIEL	45
A. <i>Segment antérieur (Figure 18)</i>	45
1. Cornée	45
2. Iris	45
3. Cristallin	45
B. <i>Segment postérieur (Figure 20)</i>	47
1. Papille optique	47

2. Macula	47
3. Vaisseaux	47
C. Action décidée	48
III. CONCORDANCES DES DIAGNOSTICS ENTRE L'EXAMEN OPHTALMOLOGIQUE EN PRESENTIEL ET L'EXAMEN PAR TELEMEDECINE	48
IV. CONCORDANCE DE L'ACTION DECIDEE A L'ISSUE DE L'EXAMEN OPHTALMOLOGIQUE	50
V. FAISABILITE : PROPORTION D'EXAMENS OPHTALMOLOGIQUES PAR TELEMEDECINE ENTIEREMENT INTERPRETABLES.....	52
A. Examen clinique	52
B. Action décidée.....	53
DISCUSSION.....	55
I. COMMENTAIRES DES RESULTATS	55
A. Concordances diagnostiques	55
B. Concordance de l'action décidée	58
C. Faisabilité.....	60
II. POINTS FORTS ET LIMITES DE L'ETUDE	60
A. Points forts.....	60
B. Limites et difficultés rencontrées	61
III. LITTERATURE (TABLEAU 8)	64
A. La télé-ophtalmologie chez les personnes âgées.....	64
B. Le matériel portatif en télé-ophtalmologie.....	66
IV. PERSPECTIVES D'AVENIR	70
CONCLUSION	73
BIBLIOGRAPHIE.....	75
ANNEXES	82
A. Annexe 1 : Détail des réponses pour la cornée	82
B. Annexe 2 : Détail des réponses pour l'iris	82
C. Annexe 3 : Détail des réponses phake ou pseudophake	83
D. Annexe 4 : Détail du cristallin toutes catégories.....	83
E. Annexe 5 : Détail des réponses pour la papille optique	85
F. Annexe 6 : Détail des réponses pour la macula	85
G. Annexe 7 : Détail des réponses pour les vaisseaux	85
H. Annexe 8 : Détail des choix de l'action décidée	86
I. Annexe 9 : Conseils pour l'interprétation.....	87

RESUME

Contexte : Les troubles visuels sont fréquents chez les personnes âgées et d'autant plus chez les chuteurs. Un bilan visuel régulier est indiqué. La télémédecine, grâce au matériel portatif, pourrait faciliter l'examen ophtalmologique du sujet âgé dépendant. Notre étude est l'une des rares qui s'est intéressée à la fiabilité d'un tel dispositif.

Méthode : Nous avons réalisé une étude prospective monocentrique d'évaluation d'une méthode diagnostique. Les patients inclus bénéficiaient d'abord d'un examen ophtalmologique en présentiel avec matériel portatif puis un examen télé-ophtalmologique asynchrone était réalisé à partir des vidéos et des images capturées. Les concordances des diagnostics et de l'action décidée à l'issue de l'examen ont été estimées par calcul du coefficient Kappa de Cohen. La faisabilité de l'examen par télémédecine a été évaluée par la proportion d'images ou vidéos complètement interprétables.

Résultats : 142 patients et 281 yeux ont été examinés. La concordance diagnostique entre les deux examens était très bonne lorsqu'il fallait déterminer le statut phake ou pseudophake du patient ($K= 0,87$ à $0,96$) . Elle était modérée pour l'examen plus détaillé du cristallin ($K= 0,51$ à $0,58$) et l'examen de la macula ($K= 0,48$ à $0,57$). La concordance était mauvaise pour le reste de l'examen ophtalmologique ($K= 0-0,02$ à $0,29$) ainsi que pour l'action décidée à l'issue de l'examen ($K= 0,15$ à $0,35$). La faisabilité de l'examen télé-ophtalmologique était excellente pour le segment antérieur (90 à 98%) et relativement bonne pour le segment postérieur (61 à 81,3%) selon l'expérience de l'examineur. Dans au moins la moitié des cas la conduite à tenir pouvait être décidée à l'issue de l'examen par télémédecine (50 à 71,9%).

Conclusion : Même si nos résultats ne permettent pas, dans l'état actuel, d'envisager l'utilisation plus large du matériel portatif pour l'examen télé-ophtalmologique de nos patients. Notre étude a permis d'identifier les difficultés rencontrées. Un matériel portatif plus performant, le développement des téléconsultations synchrones, ainsi qu'une standardisation de l'examen sont des voies d'améliorations possibles.

INTRODUCTION

I. CONTEXTE

Le vieillissement de la population française se poursuit et sera de plus en plus important ces prochaines années. Ces modifications démographiques imposent à notre système de santé de s'adapter afin d'atténuer les inégalités d'accès au soin. Les personnes âgées présentent de multiples pathologies liées à leur vieillissement. Les troubles visuels en font partie et sont fréquents dans cette population. Ils sont dominés par la cataracte, la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) et les neuropathies optiques.

Les troubles de la fonction visuelle sont des facteurs de risque prédisposants à la chute chez les séniors. Les chutes, lorsqu'elles surviennent, peuvent être responsables d'une morbi-mortalité importante avec des conséquences traumatiques, psychiques et sociales graves. Elles sont une porte d'entrée vers la dépendance.

L'ophtalmologiste a un rôle non négligeable à jouer dans la prévention primaire et secondaire de la survenue de chute chez cette population. Un bilan visuel régulier est indiqué. Toutefois, l'examen du patient âgé dépendant n'est pas aisé en consultation ophtalmologique classique et le matériel habituel est peu adapté à l'examen de tels patients polypathologiques et peu mobilisables. Il est donc important de proposer une solution alternative afin de permettre à cette population vulnérable d'accéder aux soins spécialisés dont ils ont besoin.

La télémédecine peut être une solution à apporter à cette problématique. Son développement est en plein essor depuis plusieurs années. En ophtalmologie plus particulièrement, elle est utilisée désormais de manière courante dans le dépistage de la rétinopathie diabétique (RD), le dépistage de la rétinopathie du prématuré ou encore, plus récemment, le renouvellement des corrections optiques.

En France, plusieurs projets de télémédecine existent et se développent en milieu

gériatrique. La télé-ophtalmologie est encore peu présente dans ce domaine mais commence à s'implanter progressivement. L'avancée des nouvelles technologies a permis le développement de matériel portatif dédié à l'examen ophtalmologique (lampe à fente, rétinographe...) de plus en plus performant. L'usage de ce matériel portatif combiné à la télé-ophtalmologie pourrait permettre aux personnes âgées dépendantes d'accéder à des soins ophtalmologiques mobiles sur leur lieu de résidence et ainsi faciliter la réalisation du bilan visuel en milieu gérontologique.

Il semble toutefois nécessaire de s'assurer de la fiabilité d'un tel dispositif avant son éventuel déploiement.

II. LE VIEILLISSEMENT DE LA POPULATION

A. Les aspects démographiques

Le vieillissement de la population française se poursuit et constitue un défi important dans notre société. Au 1^{er} janvier 2020, en France, les personnes âgées d'au moins 65 ans représentent 20,5% de la population, contre 20,1% un an auparavant et 19,7% deux ans auparavant. Selon les projections de l'INSEE, plus d'un habitant sur quatre aura 65 ans ou plus en 2040 (1).

Cette question du vieillissement est spécialement importante dans le département du Nord. Il s'agit du département qui compte le nombre le plus important de personnes âgées : 466 000 personnes âgées de 60 ans et plus résidaient dans le département, soit 18,2% de la population totale en 2007. A l'horizon 2025, cette part va augmenter pour atteindre près de 24,8% soit environ 170 000 séniors supplémentaires.

B. La Dépendance

Le vieillissement de la population et l'augmentation de l'espérance de vie aux âges élevés induisent un questionnement sur la qualité de vie des années gagnées à ces âges où les maladies chroniques et les problèmes de santé s'accumulent fragilisant l'individu. Ces situations de santé peuvent engendrer différents niveaux d'incapacité : altérations des fonctions motrices, sensorielles ou cognitives, qui à leur tour peuvent induire des difficultés à réaliser des activités du quotidien voire conduire à des situations de

dépendance.

La dépendance est définie par l'impossibilité partielle ou totale pour une personne d'effectuer sans aide les activités de la vie, qu'elles soient physiques, psychiques ou sociales, et de s'adapter à son environnement. Le taux de dépendance est plus marqué dans Le département qu'au niveau national.

La détermination de la dépendance d'une personne âgée est réalisée à partir de la grille AGGIR « autonomie gérontologie groupes iso-ressources » (Figure 1) : dix activités, dites « variables discriminantes », sont évaluées afin de déterminer le niveau d'autonomie de la personne (cohérence, orientation, toilette, habillage, alimentation, hygiène de l'élimination, transferts, déplacements à l'intérieur du logement ou de l'institution, déplacements à l'extérieur, communication à distance). Six groupes sont alors constitués.

Groupe GIR	Niveau de dépendance
GIR 1	Perte d'autonomie mentale, corporelle, locomotrice et sociale
GIR 2	Fonctions mentales partiellement altérées mais capacités motrices conservées
GIR 3	Autonomie mentale mais besoin d'aide pour les soins corporels
GIR 4	Autonomie mentale et capacité à se déplacer au sein du domicile, mais des difficultés sur certaines tâches quotidiennes
GIR 5	Autonomie mentale totale et aucun problème pour ses déplacements dans son logement
GIR 6	Aucun problème dans la réalisation des actes de la vie courante

Figure 1. Grille AGGIR.

Sont considérées comme dépendantes, les personnes des GIR 1, 2, 3 et 4. Il s'agit là des publics concernés par l'Allocation Personnalisée d'Autonomie versée par les départements aux personnes dépendantes de 60 ans et plus.

Le risque d'être dépendant augmente avec l'âge passant de 3% chez les

sexagénaires à plus de 40% chez les plus de 90 ans. En 2007, 10,6% des personnes âgées du département sont dépendantes soit 49 000 personnes, contre 9,2% en France métropolitaine. Et ce chiffre progresserait fortement d'ici 2025, entre +34% et +48% selon les hypothèses retenues. La part des personnes présentes en institution type EHPAD (établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes) dans la population de personnes âgées dépendantes pourrait atteindre 37% en 2040 (2).

C. Le risque de chute

Les chutes peuvent être définies comme « une perte brutale et totalement accidentelle de l'équilibre postural lors de la marche ou de la réalisation de toute autre activité et faisant tomber la personne sur le sol ou toute autre surface plus basse que celle où elle se trouvait » (3). Elles sont fréquentes chez les personnes âgées : une personne de plus de 65 ans sur trois et une personne de plus de 80 ans sur deux chutent chaque année. Les récurrences de chutes sont fréquentes, puisque près de la moitié des chuteurs font deux chutes ou plus en un an (4,5).

On estime à 450 000 par année le nombre de chutes accidentelles suivies d'un recours aux urgences hospitalières chez les personnes âgées de 65 ans et plus. Dans 37% des cas une hospitalisation en court séjour à lieu après le passage aux urgences. En France en 2009, les chutes représentent 90% des accidents de la vie courante recensés aux urgences chez les plus de 75 ans (6). Elles sont responsables d'environ 12000 décès par an et sont la première cause de décès par accident de la vie courante (7).

1. Retentissement et complications

a. Morbi-mortalité

Les chutes peuvent avoir des conséquences traumatiques graves. Entre 20 et 60% des chuteurs souffrent de traumatismes dont 10% sont sévères. L'incidence des fractures post chute varie entre 0,2% et 6%, et dans un tiers des cas elles concernent l'extrémité supérieure du fémur. On estime entre 50 000 et 80 000 par an le nombre de fractures de l'extrémité supérieure du fémur en France, en grande majorité secondaires à une chute. La fracture de l'extrémité supérieure du fémur est l'une des principales causes de

mortalité chez les plus de 65 ans. Dans l'année qui suit l'accident, la mortalité est plus élevée de 10 à 20% par rapport aux sujets de même âge et de même sexe.

Outre les conséquences traumatiques, d'autres conséquences peuvent survenir à la suite d'une chute, notamment psychiques et sociales. Cela peut passer par le syndrome de régression psychomotrice ou syndrome post chute, qui a été défini comme une sidération des automatismes moteurs entraînant une perte de réaction d'adaptation posturale, avec difficulté à se tenir en orthostatisme. Ce syndrome a une composante motrice avec des troubles de la statique avec une tendance à la rétropulsion ainsi qu'une hypertonie oppositionnelle, et une composante psychique allant de la peur de la chute avec une anxiété majeure jusqu'à la régression psychomotrice.

Ainsi Les chutes sont souvent responsables d'une diminution de la mobilité, d'une perte de la confiance en soi par la peur de chuter à nouveau, d'une perte d'autonomie, et d'une limitation des activités quotidiennes avec une dégradation de la vie sociale. Cela accélère le déclin des capacités fonctionnelles et affecte la qualité de vie.

Elles sont un marqueur fort de fragilité et une cause fréquente d'entrée en institution : 40% des sujets âgés hospitalisés pour chute sont orientés vers une institution dans les deux ans (8).

b. Coût

Bien que difficile à chiffrer, le coût des chutes est considérable, à la fois humain, hospitalier et médico-économique. Cela comprend notamment le coût des urgences, de l'hospitalisation, la médecine de ville, les soins infirmiers à domicile, les autres coûts médicaux et les coûts non médicaux. Dans les pays développés, les dépenses de santé induites par les chutes représenteraient 1,5 % de l'ensemble des dépenses de santé d'un pays (9).

En France, si l'on se base sur les seuls tarifs des séjours remboursés par l'Assurance Maladie en 2014 pour les libellés « prothèses de hanche pour traumatismes récents », le montant du séjour pour une prothèse totale de hanche après fracture est de 7 833€ pour le niveau 3 de sévérité et de 10 081€ pour le niveau 4 de sévérité. En 2009, le remboursement de l'Assurance Maladie pour le traitement de la fracture de l'extrémité supérieure du fémur était supérieur à 475 millions d'Euros, sans tenir compte du coût du

matériel implanté, ni des coûts de la rééducation en soins de suite (en 2014, sur la base de 80 000 fractures par an, cela représente 700 millions d'Euros) (7,10).

En maison de retraite particulièrement, un certain nombre de patients chutent très fréquemment. Une étude rapportait environ 1,4 chute par an et par patient avec un surcoût moyen de dépenses médicales de 950€ par chute, dont 70% liés à une fracture du col du fémur (11).

2. Les facteurs de risque de chute

Les causes d'une chute sont souvent multiples. Plusieurs facteurs de risques ont été identifiés chez les sujets âgés. On distingue les facteurs de vulnérabilité ou prédisposants et les facteurs précipitants (12,13).

a. Les facteurs prédisposants

Ils sont habituellement chroniques :

- L'âge supérieur à 80 ans
- Le sexe féminin
- Les antécédents de chutes
- Les troubles de la marche et de l'équilibre
- La iatrogénie (notamment les psychotropes, anti-hypertenseurs, antiarythmiques)
- La polymédication (plus de quatre classes médicamenteuses par jour)
- Les troubles cognitifs
- La sarcopénie et les atteintes musculaires
- Les atteintes ostéoarticulaires (en particulier des hanches et des chevilles)
- Les troubles de la vision (baisse d'acuité visuelle et/ou atteinte du champ visuel)
- Le syndrome dépressif

b. Les facteurs précipitants

Il s'agit de facteurs « stressseurs » sources de déséquilibre qui interviennent de manière ponctuelle, ils déclenchent la chute :

- Facteurs cardio-vasculaires : hypotension orthostatique, malaises cardiaques, troubles du rythme et de la conduction, infarctus du myocarde, embolie

pulmonaire, rétrécissement aortique

- Facteurs neurologiques : syndrome confusionnel, malaises neurocirculatoires, accidents vasculaires cérébraux, crises épileptiques, causes vestibulaires et cérébelleuses
- Facteurs Métaboliques : hyponatrémie, déshydratation, hypo/hyperkaliémie, hypoglycémie, hypercalcémie
- Facteurs comportementaux : consommation excessive d'alcool, précipitation lors de la marche ou du lever, entre autres
- Facteurs environnementaux : chaussage inadapté, vêtements trop longs, fauteuil ou lit ou W.-C. trop haut ou trop bas, tapis mal fixés, fils électriques mal situés, éclairage insuffisant, objets traînant au sol, animaux domestiques, sol glissant

3. Mauvaise fonction visuelle et risque de chute

a. Les trois modes de perceptions

L'équilibre et l'adaptation posturale nécessitent le fonctionnement et l'intégration de trois modes de perception : le système vestibulaire, le système proprioceptif ainsi que le système visuel (Figure 2). Un déficit du système visuel peut ainsi contribuer une instabilité posturale et des troubles de l'équilibre qui peuvent amener à la chute.

En effet, une altération de la fonction visuelle centrale ou périphérique peut être responsable d'une mauvaise reconnaissance des objets, d'une mauvaise évaluation des distances et d'une mauvaise interprétation de l'information visuelle dans la navigation spatiale (14–17).

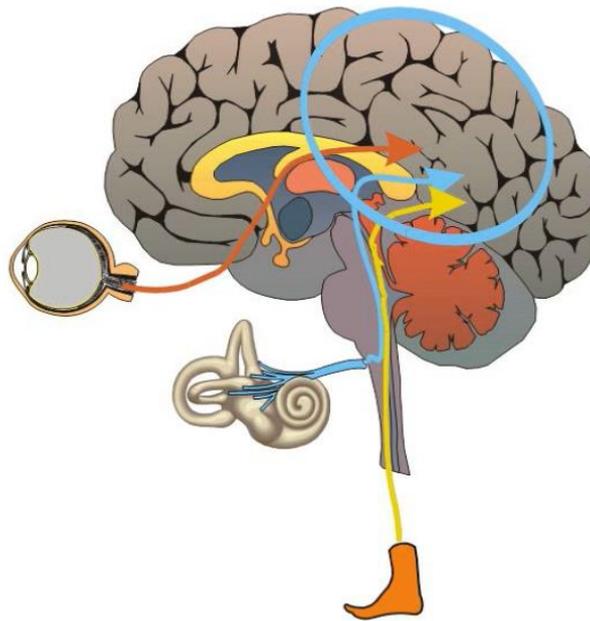


Figure 2. Illustration des trois modes de perception permettant l'équilibre et l'adaptation posturale.

D'après « L'équilibre, le tonus et la posture ». ITR 2004.

b. Les affections ophtalmologiques chez les patients chuteurs

Les troubles de la vision sont fréquents chez les sujets âgés. Une étude Toulousaine a montré que sur 1425 sujets âgés évalués, 42% avait des troubles de la vision de loin ou de près (18).

Plusieurs études ont mis en évidence le lien fort qu'il existe entre les troubles de la vision et la chute. Les patients avec une mauvaise acuité visuelle, vision binoculaire, sensibilité des contrastes et une altération du champ visuel ont un risque de fracture plus élevé (19).

Une étude, réalisée au sein du groupe hospitalier de l'institut catholique de Lille (GHICL), a permis de montrer que les patients âgés chuteurs avaient significativement une plus mauvaise acuité visuelle (AV) que les patients âgés non-chuteurs. Dans cette étude, sur 98 patients chuteurs, 49,4% des patients avaient une acuité visuelle inférieure à 5/10^e contre seulement 15,5% chez 106 patients non-chuteurs, soit trois fois moins.

La mauvaise acuité visuelle n'est pas toujours liée à la correction optique. Dans l'étude Lilloise, cette dernière était adaptée dans 95% des cas, mais d'autres études ont montré que les troubles réfractifs chez les personnes âgées ne sont pas corrigés dans 38,5% à 50% des cas (21,22).

Les autres causes de déficit visuel retrouvées chez les patients âgés chuteurs sont pathologiques et multiples, le plus souvent liées à leur âge. Les plus fréquentes sont :

- la cataracte sénile (47,4%) par opacification lente du cristallin.
- la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) (30,9%) par dégradation de la zone centrale de la rétine.
- la neuropathie optique ischémique ou glaucomateuse (6,20%) par perte en fibres optiques (20).

Dans une autre étude française, la DMLA apparaissait comme la première cause de baisse d'acuité visuelle (BAV) (23).

La cataracte et la DMLA sont responsables d'une altération de la vision centrale. Or dans la cohorte du Los Angeles Latino Eye Study Group, il a été montré que les sujets avec une atteinte de la vision centrale ont 2,36 fois plus de risque de chuter contre 1,45 fois pour ceux avec une atteinte de la vision périphérique (24).

Il est également prouvé que la cataracte, responsable d'une baisse d'acuité visuelle, de sensibilité aux contrastes et de trouble de la vision des couleurs, entraîne des déficits de la mobilité et de l'orientation lors de la marche dans des conditions de faible contraste et de basse luminance (20,25). Dans le même sens, la chirurgie de la cataracte, même sur un œil améliore la stabilité posturale et diminue significativement le risque de chute (26).

La DMLA quant à elle, est responsable d'une baisse d'acuité visuelle, de scotome central, ou encore d'une perte de sensibilité en contraste. Les patients atteints de DMLA exsudative ont deux à trois fois plus de risque de chute que les autres sujets de même âge. Ils ont une démarche plus lente, la distance entre leurs pas successifs est diminué (27–29).

Les séquelles de neuropathie optique peuvent être responsables d'une altération de la vision périphérique. Cette dernière est indépendamment liée à la chute. Les déficits du champ visuel induits surajoutés aux troubles cognitifs, réduisent la mobilité et la vitesse de marche des patients (24,30).

D. La place de l'ophtalmologiste dans la prévention des chutes

1. Un rôle important à jouer

Dans un contexte de vieillissement de la population, la prévention des chutes et la préservation de l'autonomie dans les activités quotidiennes sont primordiales et constituent des enjeux majeurs de santé publique. Cette prévention primaire et/ou secondaire doit être pluridisciplinaire.

En effet, comme nous l'avons vu, les troubles sensoriels de la vision sont des facteurs de vulnérabilité qui prédisposent à la chute. Leur prévalence est élevée dans la population des sujets âgés. De plus, les troubles cognitifs fréquents dans cette population, expliquent l'absence de plainte spontanée et les retards de diagnostics. Le dépistage des troubles visuels apparaît donc essentiel dans cette population. L'ophtalmologiste a un rôle important à jouer dans la prévention primaire et secondaire des chutes.

La prévention secondaire est d'autant plus cruciale puisqu'on sait que 50% des chuteurs vont rechuter dans l'année. Et la moitié des yeux qui présentent une déficience visuelle, peuvent être améliorés s'ils sont pris en charge de façon adaptée. Dans ce contexte, l'ophtalmologiste est sollicité afin dépister, diagnostiquer, corriger les déficits sensoriels de la vision, prévenir la récurrence de la chute et participer à l'amélioration de la qualité de vie comme le recommande l'HAS (19,31,32).

2. Les difficultés rencontrées en pratique

En pratique, organiser la prévention primaire ou secondaire des troubles visuels du sujet âgé en consultation hospitalière ou libérale est un véritable défi, aussi bien pour la structure où réside le patient âgé dépendant, la société qui finance le coût de l'opération et le médecin ophtalmologiste qui doit examiner le patient. Plusieurs raisons expliquent cela : la faible démographie des ophtalmologistes dans la région ainsi que les difficultés d'accès aux soins, la nécessité d'un transport médicalisé et souvent d'un accompagnant pour la personne dépendante, et le matériel en cabinet de consultation qui est souvent

inadapté pour le patient qui possède une aide technique tel qu'un fauteuil roulant.

a. L'enjeu et le coût pour la structure d'accueil du patient et la société

Nous l'avons vu, 40% des patients chuteurs finissent en institution dans les deux ans. Pour ces structures d'accueil qui sont souvent des EHPAD, organiser un examen ophtalmologique pour leur patient chuteur dépendant constitue un défi. D'abord à cause de la faible démographie des ophtalmologistes en France et notamment dans la région des Hauts de France. En effet, les délais de rendez-vous sont longs. En 2018, on recensait 5899 ophtalmologues en exercice en France, pour une densité moyenne de 8,8 ophtalmologistes pour 100 000 habitants. Alors que la région Nord-Pas-de-Calais n'en comptait que 6,35 pour 100 000 habitants (33). D'après la Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et de Statistiques, le délai moyen pour obtenir un rendez-vous avec un ophtalmologue était de 80 jours, et le délai médian de 52 jours en 2016-2017 alors qu'il n'était que de deux jours pour un médecin généraliste (34).

En plus des longs délais d'attente, une fois le rendez-vous obtenu avec le spécialiste, les EHPAD doivent organiser le transport et l'accompagnement du patient jusqu'au service ou cabinet de consultation. Cela implique de mobiliser des aidants qui peuvent être de la famille ou du personnel, le plus souvent un(e) aide-soignant(e) afin d'assister la personne dépendante lors de la consultation (Figure 3).



Figure 3. Personnel paramédical en train d'assister une patiente âgée en brancard pour l'installation sur la lampe à fente dans le service d'ophtalmologie de l'hôpital Saint Vincent de Paul de Lille.

Il faut également prévoir un transport jusqu'au lieu d'examen, cela se fait la plupart du temps pour l'aller et le retour en ambulance et implique un coût certain pour la société. Les frais de transport médical sont remboursés à 65% sur la base des tarifs conventionnels par l'Assurance Maladie sous conditions. En 2017, la consommation de transports sanitaires représentait 2,5% de la consommation de biens médicaux et atteignait près de 5,0 milliards d'euros. Les trajets en ambulance représentaient 23% du nombre de voyages pour 42% de la dépense remboursée (35).

b. L'enjeu pour l'ophtalmologiste

C'est un défi également pour le médecin ophtalmologiste devant examiner le patient. Il se retrouvera confronter à un patient âgé dépendant qui a déjà chuté, polypathologique et qui présente souvent plusieurs facteurs de vulnérabilité, avec notamment des troubles de la marche, des troubles cognitifs, et éventuellement un syndrome de désadaptation psychomotrice. La plupart du temps un tel patient utilise une

aide technique pour se déplacer comme un fauteuil roulant.

Or le matériel utilisé en cabinet de consultation n'est pas ou est peu adapté pour ce type de patient. Normalement, on demande aux patients qui arrivent en salle de consultation de s'installer sur l'unité de consultation (Figure 4) qui est composée d'un fauteuil, et d'une table qui par rotation ou translation fait défiler le matériel nécessaire à l'examen du patient : auto-réfractomètre, tonomètre, réfracteur automatique, lampe à fente...etc.



Figure 4. Exemple d'unité de consultation Nidek Affinity à plateau pivotant et à translation.

Pour le patient dépendant, deux cas de figures se présentent. Soit le patient peut s'installer sur l'unité de consultation : dans de rare cas, les unités sont adaptées et le patient peut rester sur son fauteuil pour l'examen. Ou alors le patient est déplaçable et peut quitter son fauteuil roulant pour se mettre sur le fauteuil de l'unité (Figure 5 et 6). Dans cette configuration l'examen peut se dérouler normalement mais l'installation du patient sur l'unité de consultation est souvent difficile et chronophage, rendant également le temps d'examen inconfortable et éprouvant aussi bien pour le patient que pour l'ophtalmologiste.



Figure 5. Unité de consultation à table pivotante Nidek OT-4200 permettant l'installation de patient en fauteuil roulant.



Figure 6. Patients en fauteuil roulant installés sur une unité de consultation à table pivotante dans le service d'ophtalmologie de l'hôpital Saint Vincent de Paul de Lille.

Soit, dans le deuxième cas de figure, l'unité de consultation n'est pas adaptée, le patient ne peut pas rester sur son fauteuil pour être examiné sur l'unité de consultation, et il n'est pas déplaçable sur le fauteuil de l'unité. Dans cette dernière configuration, l'examen ophtalmologique ne peut pas utiliser le « matériel fixe » qui compose l'unité de consultation comme à l'accoutumée. L'ophtalmologiste a dans ce cas recourt à du matériel portatif, lorsqu'il en possède (Figure 7) : auto-réfractomètre portatif, lampe à fente portative...etc.



Figure 7. Patient en fauteuil roulant en train d'être examiné à l'aide d'un auto-réfractomètre portatif.
D'après une image publicitaire pour le modèle Rétinomax de Luneau.

III. LA TELEMEDECINE, UNE SOLUTION ENVISAGEE

L'examen ophtalmologique du patient âgé dépendant et chuteur est nécessaire, mais actuellement son déroulement accumule plusieurs contraintes qui en font une véritable problématique. Si bien que d'autres solutions doivent être réfléchies. Parmi les idées évoquées, la télémédecine pourrait constituer la solution idéale.

Son développement est en plein essor depuis plusieurs années et la dernière pandémie de COVID-19 l'a remise sur le devant de la scène. Elle représente une nouvelle manière de soigner et permet, grâce aux nouvelles technologies, l'accès à distance d'un patient à un médecin ou à une équipe médicale avec les mêmes exigences de qualité et de sécurité que des actes classiques. Elle n'a pas pour objectif de remplacer les actes médicaux en présentiel mais leur est complémentaire. Elle est particulièrement adaptée au suivi de maladies chroniques et aux pathologies spécifiques liées à notre population vieillissante. Elle contribue également à résorber localement la désertification médicale.

Dans la situation qui nous intéresse, elle permettrait un gain de temps, une économie en ressources humaines et a priori matérielles, ainsi qu'un meilleur confort pour le patient et l'ophtalmologiste.

A. Les bénéfices attendus

1. Pour les patients

La télémédecine peut contribuer à une meilleure prise en charge des patients, plus rapide, au plus près de leur lieu de vie et améliore ainsi l'accès au soin. Elle peut à la fois permettre de diagnostiquer, d'assurer une surveillance ou un suivi médical, de requérir un avis spécialisé, de préparer une décision thérapeutique, de prescrire des produits de santé et de réaliser des prestations ou des actes médicaux. Les patients chuteurs pourraient ainsi être examinés directement sur leur lieu de résidence sans nécessité de se déplacer systématiquement vers un centre ophtalmologique.

2. Pour les professionnels de santé

Les avantages de la télémédecine sont multiples pour les professionnels de santé et notamment les ophtalmologues. Elle permet une prise en charge coordonnée entre la ville et l'hôpital et les différents professionnels de santé (notamment avec les orthoptistes pour la filière visuelle) et les professionnels du secteur médico-social (dont les EHPAD). Elle libère du temps médical précieux et établit de nouvelles organisations dans la permanence des soins. Par exemple, un bilan visuel de dépistage pourrait être réalisé par un/une orthoptiste en présentiel chez les patients âgés dépendants avec imagerie de l'œil et l'ensemble serait ensuite transmis via télémédecine à un ophtalmologue pour interprétation.

3. Pour le système de santé

La télémédecine peut apporter une réponse à certains défis que rencontre notre système de santé comme le vieillissement de la population, le suivi des pathologies chroniques, et la difficulté d'accès aux soins dans les déserts médicaux. Par l'innovation technologique qu'elle impose, elle participe également au progrès médical et constitue un facteur d'amélioration de l'efficacité et de l'organisation des soins. Dans le contexte qui nous intéresse d'un patient âgé dépendant, elle permettrait d'éviter de mobiliser systématiquement un accompagnant pour une simple consultation de dépistage et permettrait à coup sûr de réaliser de nombreuses économies sur les transports médicalisés.

B. La télémédecine sur le plan légal

1. Définition

L'article 78 de la loi n°2009-879 du 21 juillet 2009 « hôpital, patients, santé et territoires » (HPST) définit pour la première fois la télémédecine. Sa définition est également inscrite dans l'article L.6316-1 du code de santé publique :

- « Il s'agit d'une forme de pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information et de la communication.
- Elle met en rapport, entre eux ou avec un patient, un ou plusieurs professionnels de santé, parmi lesquels figure nécessairement un professionnel médical et, le cas échéant, d'autres professionnels apportant leurs soins au patient.
- Elle permet d'établir un diagnostic, d'assurer, pour un patient à risque, un suivi à visée préventive ou un suivi post-thérapeutique, de requérir un avis spécialisé, de préparer une décision thérapeutique, de prescrire des produits, de prescrire ou de réaliser des prestations ou des actes, ou d'effectuer une surveillance de l'état des patients.
- La définition des actes de télémédecine ainsi que leurs conditions de mise en œuvre et de prise en charge financière sont fixées par décret, en tenant compte des déficiences de l'offre de soins dues à l'insularité et l'enclavement géographique. »

La transmission des données médicales doit toujours être faite de manière sécurisée.

2. Les cinq actes de télémédecine

Le décret n°2010-1229 du 19 octobre 2010 définit cinq actes de télémédecine (Figure 8) qui sont les fondements d'une stratégie nationale de déploiement de la télémédecine (36):

- « **La téléconsultation**, qui a pour objet de permettre à un professionnel médical de donner une consultation à distance à un patient. C'est un acte médical et une

action synchrone (patient et médecin se parlent). Elle permet au professionnel de santé médical requis de réaliser une évaluation globale du patient, en vue de définir la conduite à tenir à la suite de cette téléconsultation. Un professionnel de santé peut être présent auprès du patient et, le cas échéant, assister le professionnel médical au cours de la téléconsultation.

- **La téléexpertise**, qui a pour objet de permettre à un professionnel médical de solliciter à distance l'avis d'un ou de plusieurs professionnels médicaux en raison de leurs formations ou de leurs compétences particulières, sur la base des informations médicales liées à la prise en charge d'un patient. C'est d'abord un acte médical et une action asynchrone (patient et médecin ne se parlent pas). Cela concerne deux médecins pendant ou à distance de la consultation initiale.
- **La télésurveillance** médicale, qui a pour objet de permettre à un professionnel médical d'interpréter à distance les données nécessaires au suivi médical d'un patient et, le cas échéant, de prendre des décisions relatives à la prise en charge de ce patient. L'enregistrement et la transmission des données peuvent être automatisés ou réalisés par le patient lui-même ou par un professionnel de santé.
- **La téléassistance** médicale, qui a pour objet de permettre à un professionnel médical d'assister à distance un autre professionnel de santé au cours de la réalisation d'un acte.
- **La réponse médicale** qui est apportée dans le cadre de la régulation médicale urgente (centres 15 du SAMU). » (37)



Figure 8. Cinq actes de télémédecine. D'après le ministère des solidarités et de la santé.

Ce projet de déploiement national est piloté par la direction générale de l'offre de soins. Cinq domaines ont été identifiés pour faciliter le développement de la télémédecine en France : il s'agit de la permanence des soins en imagerie médicale, de la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux, de la prise en charge des personnes détenues, de la prise en charge des maladies, des soins en structures médico-sociales ou en hospitalisation à domicile.

Depuis le 13 septembre 2018, la télémédecine est entrée dans le droit commun des pratiques médicales. La téléconsultation et la téléexpertise sont remboursées par l'Assurance Maladie à l'instar des consultations classiques. Un nouvel acte intitulé « Consultation à distance réalisée entre un patient et un médecin dit "téléconsultant" » a été inscrit par l'Union Nationale des Caisses d'Assurance Maladie à la Nomenclature Générale des Actes Professionnels, sa cotation est TCG pour les médecins généralistes et TC pour les autres médecins spécialistes (37).

3. Les protocoles Rottier et Muraine en ophtalmologie

L'article 51 de la loi HPST du 21 juillet 2009 permet la mise en place, à titre dérogatoire et à l'initiative des professionnels sur le terrain, de transferts d'actes ou d'activités de soins et de réorganisation des modes d'intervention auprès des patients.

Sur ce principe, et pour répondre aux difficultés démographiques que rencontre la filière visuelle, deux protocoles de coopération entre ophtalmologistes et orthoptistes ont été développés afin de diversifier l'offre de soin ophtalmologique.

Ils s'adressent aux patients qui font une demande explicite de renouvellement/adaptation de correction optique dans un délai très court et qui sont volontaires pour réaliser un bilan médicalisé par un orthoptiste en l'absence d'ophtalmologiste. Pour être éligibles, les patients ne doivent pas avoir de pathologie ophtalmologique connue et doivent avoir consulté un ophtalmologiste depuis moins de 5 ans pour les adultes et 2 ans pour les enfants.

Ils ont pour objectifs de réduire les délais de rendez-vous médicaux, donner une certaine autonomie pour les orthoptistes délégués et libérer du temps médical pour les ophtalmologistes délégants.

a. Le protocole Rottier ou RNO (renouvellement d'optique)

Ce protocole a été déployé depuis 2015 pour la réalisation du bilan visuel en coopération entre un ophtalmologiste et son orthoptiste salarié en unité de lieu. Il comprend :

- Un bilan visuel réalisé par un orthoptiste dans le cadre du renouvellement/adaptation des corrections optiques chez les enfants de 6 à 15 ans
- Un bilan visuel réalisé par un orthoptiste dans le cadre du renouvellement/adaptation des corrections optiques chez les adultes de 16 à 49 ans.

L'orthoptiste peut ainsi réaliser un interrogatoire, une réfraction, un bilan des déséquilibres oculomoteurs, une mesure du tonus oculaire et une prise de rétinographie non mydriatique (RNM) au cabinet, sans prescription médicale préalable et en l'absence de l'ophtalmologiste. Le protocole de coopération (Figure 9) est ainsi mis en œuvre dans un lieu unique regroupant ophtalmologistes et orthoptistes. Le bilan réalisé par l'orthoptiste peut être analysé en différé par l'ophtalmologiste dans les 8 jours, ce dernier décide l'envoi de l'ordonnance au patient ou le recontacte si nécessaire (38).

En 2018, ce protocole qui concernait initialement que les ophtalmologistes employant des orthoptistes en tant que salariés, a été élargi à toute type d'exercice pour l'orthoptiste, salarié ou libéral. Sa cotation permet une rémunération d'équipe de 28€ sans dépassement d'honoraires. Il est financé par l'Assurance Maladie depuis 2018. Lors de cette année ce sont 6000 patients qui ont été pris en charge avec ce protocole. Environ 1,5% des patients ont dû être rappelés pour une consultation présenteielle.

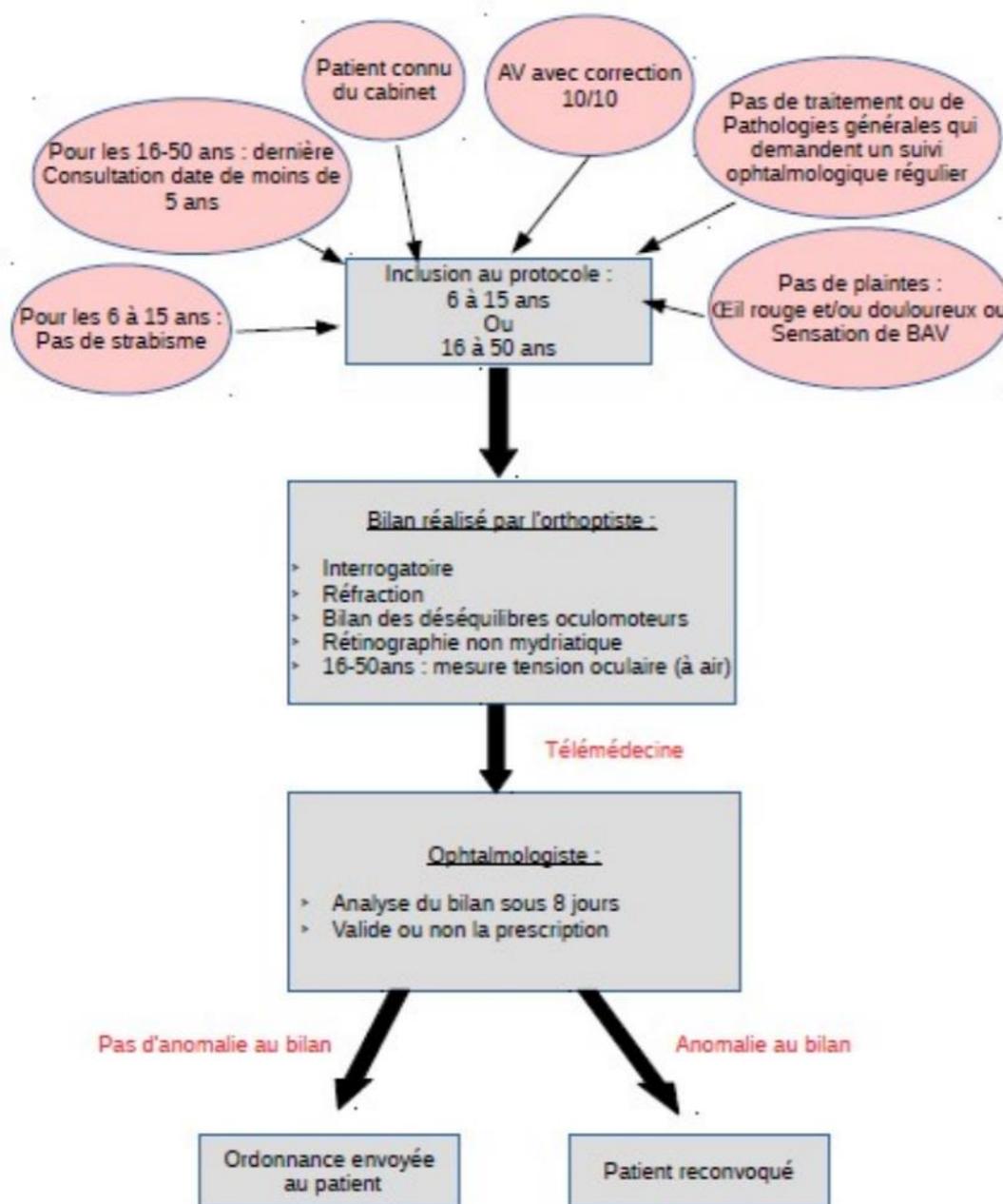


Figure 9. Schéma résumé du protocole de réalisation du bilan visuel par les orthoptistes. D'après « Coopération entre ophtalmologistes et orthoptistes en unité de lieu et protocoles de coopération. Médecine humaine et pathologie. 2017. »

b. Le protocole Muraine : réalisation d'un bilan visuel à distance

Il existe depuis 2015 mais c'est une instruction signée datant de 2018 qui lui a donné son cadre légal définitif (39). Il comprend :

- La réalisation d'un bilan visuel par un orthoptiste dans le cadre du renouvellement/adaptation des corrections optiques chez les

adultes de 16 à 49 ans et analysé via télémedecine par un ophtalmologiste.

- la réalisation d'un bilan visuel par un orthoptiste dans le cadre du renouvellement/adaptation des corrections optiques chez les enfants de 6 à 15 ans et analysé via télémedecine par un ophtalmologiste.

C'est le premier protocole de télémedecine financé mis en place en ophtalmologie au niveau national. Il est coté 28€ et est pris en charge à 100% par l'Assurance Maladie sans dépassement autorisé avec tiers payant intégral.

Ce protocole inclut les patients non suivis par un cabinet ou un service d'ophtalmologie car demeurant dans une zone géographique sous dotée en ophtalmologistes (exemple : départ à la retraite d'un ophtalmologiste non remplacé) et aussi les patients connus et suivis par le cabinet ou service d'ophtalmologie avec lequel travaillent l'orthoptiste délégué.

L'orthoptiste salarié ou libéral réalise l'ensemble du bilan visuel prévu au protocole au sein d'une structure à distance (centre d'orthoptie, maison sociale de proximité, cabinet d'ophtalmologie secondaire). Ce bilan est analysé par l'ophtalmologiste exerçant en lien avec ladite structure sans présence du patient via télémedecine.

A nouveau l'ophtalmologiste interprète les résultats et envoie la prescription au patient ou le recontacte si nécessaire dans les 8 jours (40).

4. La loi « ma santé 2022 » : les nouveautés

Depuis la loi « ma santé 2022 » publiée au Journal Officiel en juillet 2019, les orthoptistes sont désormais autorisés à adapter les corrections optiques dans le cadre d'un renouvellement dans les mêmes conditions que les opticiens, à partir d'une prescription médicale de verres correcteurs datant de :

- ✓ 1 an pour les patients âgés de moins de 16 ans
- ✓ 5 ans pour les patients âgés de 16 à 42 ans
- ✓ 3 ans pour les patients âgés de plus de 42 ans

Sauf opposition non systématique au renouvellement de la part du médecin ophtalmologiste mentionnée expressément sur l'ordonnance (41).

Cette loi prévoit également de déployer le « télé-soin ». Il s'agit d'une « pratique de soins à distance qui met en rapport un patient avec un ou plusieurs pharmaciens ou auxiliaires médicaux » (dont les orthoptistes font partie). Ces actes de télé-soin sont réalisés par vidéo-transmission et sont remboursés à 100% par l'Assurance Maladie (42). Cette dernière a encouragé le recours à ces actes pendant l'épidémie de COVID-19. Ainsi les orthoptistes ont été autorisés à réaliser les prestations suivantes à distance (43):

- ✓ Rééducation d'une déficience visuelle d'origine organique ou fonctionnelle
- ✓ Traitement de l'amblyopie
- ✓ Traitement du strabisme
- ✓ Traitement des hétérophories et des déséquilibres binoculaires

C. Le point de vue de l'Ordre des médecins

1. Des règles déontologiques spécifiques

Pour l'Ordre, la télé-médecine est une forme de pratique médicale comme les autres toutes les règles déontologiques de prise en charge d'un patient s'y appliquent, toutefois certaines règles spécifiques doivent être observées.

Le médecin doit s'assurer du consentement de son patient à la téléconsultation, après l'avoir informé de ses modalités techniques. Au regard de la confidentialité des échanges avec le patient, il devra veiller à la sécurisation des moyens utilisés pour la vidéo-transmission ainsi que pour toute communication et transmission de documents pendant et à l'issue de la téléconsultation (résultats d'examens, données d'imagerie, ordonnances antérieures, prescription médicale, etc.). Les vidéos des téléconsultations ne doivent pas être conservées. Enfin Les publicités à caractère commercial pour des offres de soins restent interdites par le code de santé publique y compris pour ce qui concerne la télé-médecine.

L'Ordre des médecins recommande que tous les échanges (conversation, interrogatoire médical, échange de documents) fassent appel à un moyen unique de connexion sur une base sécurisée qui aura les caractéristiques d'un cabinet médical virtuel. Si une prescription est réalisée à l'issue de la téléconsultation, elle pourra soit être déposée électroniquement dans un espace sécurisé où le patient la récupérera, soit lui être adressée par courrier.

2. Le parcours de soins

La téléconsultation n'est prise en charge par l'Assurance maladie obligatoire que lorsqu'elle est effectuée dans le parcours de soins défini par la loi et la convention médicale.

Le patient doit être connu du médecin téléconsultant (médecin traitant ou médecin de second recours) ce qui implique, au moins une consultation physique au cours des 12 derniers mois précédant la téléconsultation. Les exceptions au parcours de soins s'appliquent aux téléconsultations : accès direct spécifique pour certaines spécialités, patient âgé de moins de 16 ans, urgence...)

Ce principe est essentiel pour le conseil national de l'Ordre des médecins qui dénonce les risques d'«uberisation» de la pratique médicale (offres onéreuses non remboursées provenant de plateformes établies en France ou dans d'autres pays européens, offres particulières réservées aux seuls bénéficiaires d'assurances complémentaires ou de mutuelles santé...)

3. Les organisations territoriales

L'avenant n°6 à la convention médicale de 2016 pose une exception au principe de parcours de soin, notamment lorsque les patients ne disposent pas de médecin traitant désigné.

Dans ce cas, le recours aux téléconsultations est assuré dans le cadre d'organisations territoriales telles que équipes de soins primaires, maisons de santé pluri professionnelles, centres de santé, communautés professionnelles territoriales de santé, ainsi que toute organisation validée par les commissions paritaires locales pour leur

capacité à proposer aux patients un suivi médical qui ne se réduise pas à des actes ponctuels de télémédecine. Ces organisations territoriales devront être référencées par les CPAM et portées à la connaissance des patients.

4. Les obligations des plateformes de télémédecine

Lors de l'utilisation d'une plateforme de télémédecine, le médecin doit s'assurer que le prestataire, qui met à disposition cette plateforme et qui est le sous-traitant du médecin, respecte la réglementation. Le contrat de sous-traitance doit indiquer que le sous-traitant ne traite les données à caractère personnel que sur instruction du médecin. Il doit veiller à la signature d'engagements de confidentialité par le personnel, prendre toutes les mesures de sécurité requises, ne doit pas recruter d'autres sous-traitants sans autorisation écrite préalable.

Il doit coopérer avec le médecin qui est responsable du traitement, notamment lorsque des patients ont des demandes concernant leurs données. Enfin il doit supprimer ou renvoyer l'ensemble des données à caractère personnel à l'issue des prestations, et doit collaborer dans le cadre d'audits.

S'agissant des données de santé, la plateforme doit être hébergée par un hébergeur de données de santé agréé ou certifié (44).

D. La télé-ophtalmologie en pratique

1. La rétinopathie diabétique (RD)

Pour tout patient diabétique, un examen du fond d'œil annuel est recommandé afin de dépister des signes de rétinopathie diabétique. Ce dépistage peut être réalisé par l'examen biomicroscopique du fond d'œil ou par la réalisation et l'interprétation de photographies de la rétine. De nombreuses études ont démontré l'intérêt et la fiabilité des rétinographies réalisées, (avec ou sans dilatation pupillaire préalable) par un technicien, un(e) infirmier(e) ou un(e) orthoptiste et interprétées de manière différée par un ophtalmologiste formé à cet effet. Pour les rétinopathies diabétiques autres que minimales, la sensibilité de détection est supérieure ou égale à 80% et la spécificité supérieure à 90% avec un protocole comprenant au moins deux photographies qui doivent répondre

à certaines conditions d'exécution et de qualité. Une étude lilloise montrait également que la concordance inter-observateur pouvait atteindre 97% pour les rétinoographies non mydriatiques (45).

La photographie du fond d'œil est devenue l'examen de première intention pour le dépistage de la RD se basant sur plusieurs recommandations européennes qui s'appuient elles-mêmes sur l'avis d'experts (46).

En France, depuis le début des années 2000 et afin de répondre aux besoins importants de dépistage de la RD qui étaient jusqu'alors insuffisants, plusieurs réseaux ont été développés dans ce sens combinant rétinoographies non mydriatiques avec l'interprétation des images par télé-médecine (Figure 10). Ces réseaux ont pour but d'augmenter le dépistage de la RD. Ils ont été évalués par l'association nationale de la coordination des réseaux diabète. Ils respectent les conditions recommandées par l'HAS pour l'interprétation des photographies de fond d'œil (46). En cas de dépistage positif, une consultation d'ophtalmologie est organisée rapidement pour un examen complet.

Parmi eux, on peut citer :

- **Le réseau OPHDIAT en Île-de-France :**

OPHDIAT (OPHtalmologie DIabète Télé-médecine) existe depuis 2004 et comprend des centres de dépistage périphériques équipés d'un rétinographe non mydriatique, où les photographies du fond d'œil sont prises par des techniciens non-médecins, reliés par télé-médecine à un centre de lecture ophtalmologique, où les ophtalmologistes interprètent les photographies à tour de rôle (47). En 2019 il comprenait 42 sites de dépistages pour près de 16962 dépistages réalisés. Le taux global d'images interprétables était de 91,9%. Le délai de lecture des rétinoographies n'excédait pas 48 heures dans 97,2% des cas (48).

- **Les réseaux dépistage du Nord-Pas-de-Calais**

Depuis 2005, sept réseaux de santé participant au dépistage du diabète ont instauré en collaboration avec les ophtalmologistes locaux un système de dépistage de la rétinopathie diabétique par rétinographe non-mydriatique. Les patients ont ainsi un accès plus facile à une imagerie du fond d'œil qui est ensuite analysée par des ophtalmologistes volontaires. Une étude de 2007 sur 5833 sujets rapportait 89,2% de clichés interprétables, 12,3% de patients avec une RD dépistée et 2,9% de maculopathie (49).

▪ Le réseau itinérant en Bourgogne

Il s'agit d'un réseau entre ophtalmologues et médecins généralistes depuis 2004. Médecins généralistes, professionnels de santé (pharmaciens, infirmiers), médias locaux et caisses d'assurance-maladie informent les patients du dépistage de la RD. Une orthoptiste réalise les clichés au moyen d'un rétinographe non mydriatique. Chaque patient a 4 photographies du fond d'œil. L'analyse des clichés est effectuée dans le service d'ophtalmologie du CHU de Dijon.

En 2007, sur 676 patients diabétiques, 8,6% de RD ont été dépistées pour 91% de clichés interprétables (50).

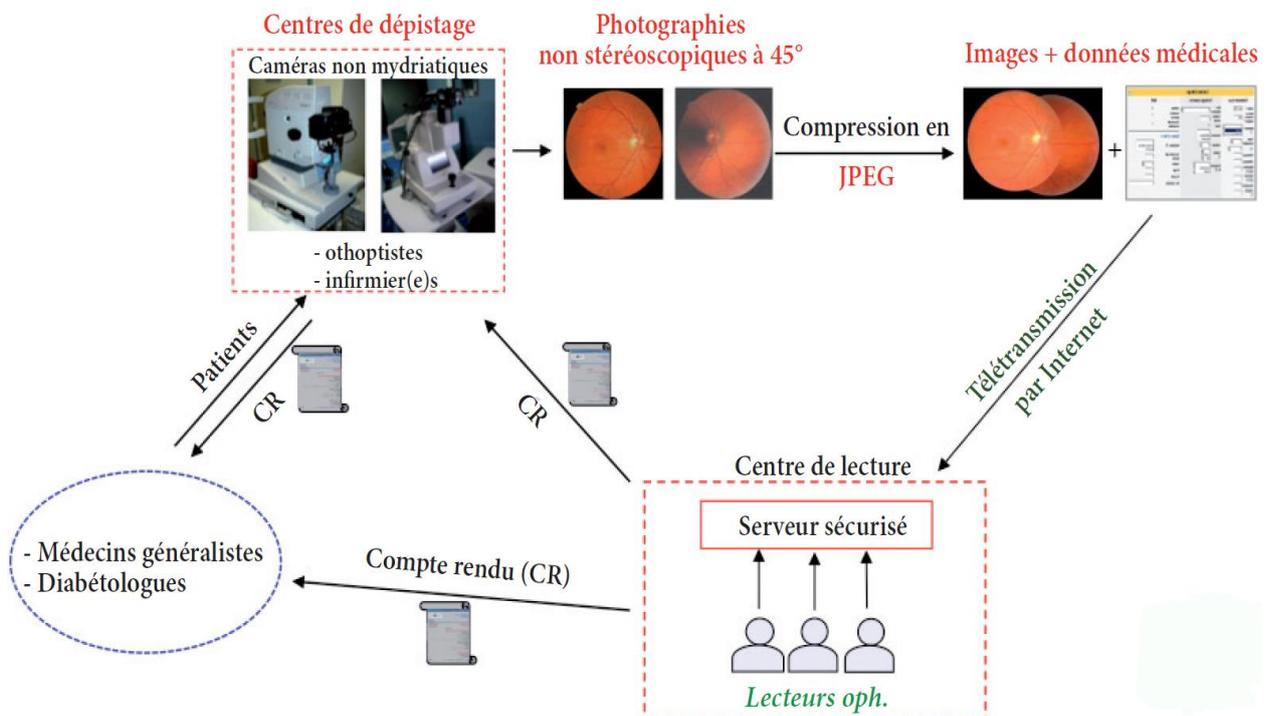


Figure 10. Schéma du circuit patient dans un réseau de dépistage RD. D'après « Comment organiser son dépistage de la rétinopathie diabétique par télémédecine ? » Ali Erginay. *Les Cahiers d'Ophtalmologie* n°189 – Avril 2015.

Ainsi, l'efficacité du dépistage de la RD par rétinographie combinée à la télémédecine a été démontrée dans de nombreuses autres études, elle est maintenant largement acceptée et constitue une alternative à la biomicroscopie en présentiel (45,51–54).

En France depuis 2014, deux actes existent dans la nomenclature générale des actes professionnels (NGAP) pour les orthoptistes (rétinographie couleur avec ou sans mydriase avec télétransmission au médecin) et un dans la classification commune des actes médicaux (CCAM) pour les ophtalmologistes (lecture différée des photographies du FO). Cela permet aux ophtalmologistes d'effectuer une lecture différée des photographies du FO préalablement réalisées par les orthoptistes, en dehors de la présence du patient, il s'agit du premier acte de télémédecine à avoir bénéficié d'un remboursement par l'Assurance Maladie (55).

2. La rétinopathie du prématuré

La télémédecine est aussi couramment utilisée dans le cadre du dépistage de la rétinopathie du prématuré. Il s'agit d'une pathologie potentiellement grave, qui peut être cécitante. Elle nécessite un dépistage et un traitement précoce. Dans les services équipés, le système d'imagerie Retcam® est utilisé pour dépister cette rétinopathie. La Retcam® permet d'obtenir des images de bonne qualité. L'examen est rapide et indolore pour le nouveau-né, il peut être réalisé par un médecin non-ophtalmologiste (tel qu'un pédiatre) ou par du personnel paramédical (infirmier) puis être interprété de manière différée par un ophtalmologue à distance.

Pour exemple, l'étude SUNDROP (Stanford University Network of Retinopathy of prematurity) a effectué une rétrospective sur 6 ans de dépistage de la rétinopathie du prématuré entre 2005 et 2011 dans six unités de soins intensifs néonataux californiennes qui utilisaient le système Retcam® et l'analyse des images par télémédecine. Durant les 6 ans, sur 2169 examens 1216 yeux ont été dépistés positifs, et 22 (3,6%) ont nécessité un traitement. L'examen par Retcam® était réalisé par les infirmières du service puis les données d'imagerie étaient interprétées à distance au Stanford Byers Eye Institute par un médecin spécialiste de la rétinopathie du prématuré.

Comparativement à l'examen ophtalmoscopique réalisé au lit du patient, l'interprétation des images par télémédecine avait une sensibilité de 100%, une spécificité de 99,8%, ainsi qu'une valeur prédictive positive de 95,5% et négative de 100%. D'après les auteurs l'utilisation de la Retcam® combinée à la télémédecine a permis d'améliorer l'accès des patients au dépistage de la rétinopathie du prématuré tout en étant un moyen diagnostique fiable et efficient (56).

E. La télémédecine en EHPAD

En 2018, 728 000 résidents se trouvaient en EHPAD. Ces patients fragiles, polyopathologiques, peu mobiles, ont un accès restreint aux soins spécialisés, notamment en ophtalmologie et pourtant cette population âgée présente une grande prévalence de troubles visuels et d'autant plus chez les patients chuteurs.

Afin d'atténuer les inégalités d'accès à ces consultations spécialisées, plusieurs expériences de télémédecine ont vu le jour dans les EHPAD (57).

1. Les expériences hors ophtalmologie

a. Le projet TéléFIGAR

Il s'agit d'un projet de télémédecine gériatrique développé en partie par le CHU de Rennes et encouragé par l'ARS Bretagne depuis 2014. L'objectif de TéléFIGAR (Télémédecine au service de la Filière Gériatrique de l'Agglomération Rennaise) est de mettre à disposition des résidents d'EHPAD des actes de téléconsultation, de téléexpertise en gériatrie, en neurologie, en dermatologie et en diabétologie. Il rassemble le CHU de Rennes, le Centre Régional de Gériatrie de Chantepie, 3 EHPAD et le réseau Diabète 35. Il permet aux équipes médicales d'être en contact direct avec le patient et le médecin traitant.

Les retours sont très positifs, 86 % des 150 téléconsultations sont des premières demandes et l'âge moyen du patient est de 85 ans. TéléFIGAR a permis d'éviter le déplacement des patients pour une consultation, dans 82 % des cas, voire même une hospitalisation (58,59).

b. Le projet Aquitain de télémédecine en EHPAD

Ce projet a démarré en 2014, avec la participation du CHU de Bordeaux, il regroupe 50 EHPAD équipés du dispositif en Gironde et en Dordogne. Le bilan d'activités après 16 mois rapportait 312 actes de télémédecine réalisés dont 120 télé-suivis, 94% de téléconsultations, 6% de téléexpertises. 24 % de demandes concernaient des troubles du comportement chez le patient dément, 15% la psychiatrie, 31% les plaies complexes, 2% les soins palliatifs et la dermatologie.

Dans 63% des cas un avis spécialisé a été évité, 14% un hôpital de jour et dans 7%

des cas une hospitalisation. Les propositions du centre expert concernaient un diagnostic (13% des cas), une adaptation thérapeutique médicamenteuse (85% des cas), une adaptation non médicamenteuse (40% des cas). Et dans 44% des cas, des prescriptions anticipées étaient réalisées (60).

2. Les expériences en ophtalmologie

A l'heure actuelle très peu d'exemples d'application de la télé-ophtalmologie en EHPAD existent.

a. L'expérience rennaise

A Rennes, une expérience a vu le jour conduite par le Dr Philipponnet et le Pr Mouriaux du CHU de Rennes avec l'EHPAD « La colline centre hospitalier » situé à Janzé une ville périphérique rennaise. L'objectif était de réaliser une téléconsultation complète en EHPAD grâce à un orthoptiste et une équipe paramédicale munie de tout le matériel ophtalmologique nécessaire (verres pour la réfraction, rétinographes, OCT, caméra). 77 patients ont pu bénéficier de cette consultation. D'après les auteurs, cela a permis une amélioration significative de l'AV des patients examinés.

Toutefois des difficultés ont été rapportées, notamment liées à l'ergonomie des appareils d'examen peu adaptés aux patients difficilement mobilisables, et le coût du transport de ce matériel (57).

b. L'exemple e-Ophtalmo

Il s'agit d'une start-up lyonnaise créée en 2016 à l'initiative d'un ophtalmologiste Chaker Nefzaoui et d'un doctorant en imagerie médicale Philippe Joos. Initialement impliquée dans le dépistage de la RD et le renouvellement de lunettes, elle propose désormais un nouveau service de visites en établissements médico-sociaux appelé «e-ophtalmo Mobilité».

Son offre s'adresse aux professionnels de santé de la filière visuelle : ophtalmologistes, orthoptistes à qui elle propose d'être contractualisés. Mais aussi aux responsables d'EHPAD afin de les aider à déployer de nouveaux services d'accès aux soins en mobilité via la télémédecine. Pour se faire, cette entreprise travaille avec le laboratoire Sanotek, qui leur fournit du matériel portable dédié à l'examen

ophtalmologique afin de constituer un kit de matériel mobile.

En 2018, e-Ophtalmo levait 700 000 euros de fonds dont la plupart provenant de professionnels de santé. En 2019, elle comptait 33 ophtalmologistes, 41 orthoptistes, 10 pilotes en EHPAD dans son réseau réparti sur tout le territoire (61).

En EHPAD le bilan visuel est réalisé par un orthoptiste avec le matériel portatif, sur prescription de l'ophtalmologiste, et comporte un interrogatoire, une AV, une réfraction, une prise de pression intra-oculaire, et la réalisation de photographies du fond d'œil. Les données de l'examen clinique sont ensuite interprétées par un ophtalmologiste de manière différée par télé-médecine via la plateforme e-ophtalmo. Selon les résultats, le résident bénéficie d'une prescription ou peut être orienté vers un centre ophtalmologique.

IV. INTERET ET ORIGINALITE DE NOTRE ETUDE

La prévention du risque de chute chez les patients âgés dépendants justifie la réalisation d'un bilan visuel régulier. Depuis 2019, et uniquement sur autorisation de l'ARS, les opticiens, et les orthoptistes, sont autorisés à intervenir en EHPAD afin de renouveler le matériel optique des résidents sous couvert d'une ordonnance en cours de validité détenue par le patient et sauf opposition du médecin ophtalmologiste.

Néanmoins, même si cela vient combler en partie les besoins en équipements optiques chez cette population âgée, cela n'apporte pas de réponse au deuxième grand besoin de ces patients qui est : le soin à apporter aux cas de pathologies visuelles. C'est en cela que l'utilisation de la télé-ophtalmologie peut apporter un élément de réponse aux problèmes démographiques, et d'inégalité d'accès aux soins médicaux spécialisés qui touchent cette population fragile.

Peu d'études évaluent la mise en place d'un tel système en France.

L'expérience rennaise de télé-ophtalmologie en EHPAD utilisait un matériel d'examen fixe directement sur le lieu de résidence des patients. Toutefois ce modèle a montré ses limites : le matériel fixe est peu ergonomique et mal adapté aux patients à mobilité réduite, le transport de ce matériel a un coût qui reste élevé.

L'entreprise e-Ophtalmo a saisi l'intérêt d'utiliser un matériel portatif combiné à la

télé médecine afin d'apporter une solution de soin de mobilité à ces patients peu mobilisables. On peut cependant se poser la question de la fiabilité d'un tel dispositif.

En effet, la prise en main du matériel portatif n'est pas toujours aisée, la qualité des images obtenues peut être variable et ce d'autant plus si les patients examinés sont peu coopérants. Cela pourrait avoir des répercussions sur l'analyse et l'interprétation des images obtenues et influencer sur le diagnostic et la prise en charge des patients. Il est nécessaire aujourd'hui de valider ce procédé avant d'envisager un déploiement d'ampleur. Il faut ainsi vérifier la faisabilité, c'est à dire que la prise de photos exploitables est possible, et la fiabilité des diagnostics réalisés sur ces photos.

C'est en cela que notre étude trouve son originalité et son intérêt. A notre connaissance, notre travail est le premier, en France, qui compare la concordance entre l'examen ophtalmologique réalisé avec du matériel portatif en présentiel et l'interprétation des images obtenues avec ce même matériel portatif par télé médecine. Nous proposons de vérifier que le diagnostic posé à distance par un ophtalmologiste n'ayant pas réalisé directement l'examen est faisable et concorde avec l'examen réalisé auprès du patient.

MATERIELS ET METHODES

Nous présentons une étude prospective monocentrique d'évaluation d'une méthode diagnostique.

Cette étude a été validée et approuvée par le comité d'éthique interne de la Direction de Recherche Clinique du GHICL.

I. OBJECTIFS

A. Principal

Comparer les diagnostics établis par l'examen ophtalmologique réalisé en présentiel avec du matériel portatif, considéré comme référence, (fait par « le médecin A de référence») versus les diagnostics établis par la télémédecine (fait par les médecins B (B1, B2, et B3) réalisant l'examen télé-médical) via l'analyse des vidéos du segment antérieur et les photographies du segment postérieur chez des patients âgés dépendants chuteurs.

B. Secondaires

- ❖ Comparer l'action décidée par le médecin A de référence à celle des médecins interprètes B (B1, B2 et B3) : soit une surveillance simple, soit une action complémentaire à l'issue de l'examen.

- ❖ Evaluer la faisabilité des consultations ophtalmologiques par télémédecine grâce au matériel portatif chez les patients âgés dépendants.

C. Critères de jugement

1. Principal

Concordance de diagnostics établis entre le médecin examinateur A et les médecins examinateurs B, estimée par le coefficient Kappa de Cohen. Le diagnostic sera résumé en 2 modalités : normal ou anormal. Il sera aussi précisé quand les données sont non interprétables.

2. Secondaires

- ❖ Concordance de l'action proposée entre le médecin A et les médecins B, estimée par le coefficient Kappa de Cohen.
- ❖ Faisabilité de l'examen télé-ophtalmologique estimée par la proportion d'images ou vidéos complètement interprétables et la proportion de décisions jugées possibles à l'issue de l'examen.

II. POPULATION

La population a été recrutée entre juillet et octobre 2019 dans les différents services gériatriques du GHICL : le service de soins de suites et réadaptations du Dr Vancompernelle, le service de court séjour gériatrique du Dr Delecluse, le service de médecine interne et maladies du vieillissement du Pr Bulckaen à l'Hôpital Saint-Philibert de Lille, et le service de médecine polyvalente du Dr Xavier Deplanque à l'Hôpital Saint Vincent de Paul de Lille.

A. Critères d'inclusion

- ✓ Patient (homme ou femme) dépendant âgé de plus de 60 ans
- ✓ Hospitalisé dans l'un des services de gériatrie du GHICL pour une chute récente

B. Critères de non-inclusion

- ✓ Refus de participation
- ✓ Patients s'opposant à l'utilisation de ses données à des fins de recherche auprès du délégué à la protection des données du GHICL
- ✓ Troubles psychiatriques ou cognitifs limitant la coopération

III. MATÉRIELS

A. Acuité visuelle

L'acuité visuelle subjective était mesurée, avec ou sans la correction optique portée, par un test d'orientation via l'échelle du « E » de Raskin. Cette échelle était projetée sur un écran de smartphone de 5,5 pouces de façon calibrée grâce à l'application Peek Acuity, le patient devant se tenir à 2 mètres de l'examineur (Figure 11).

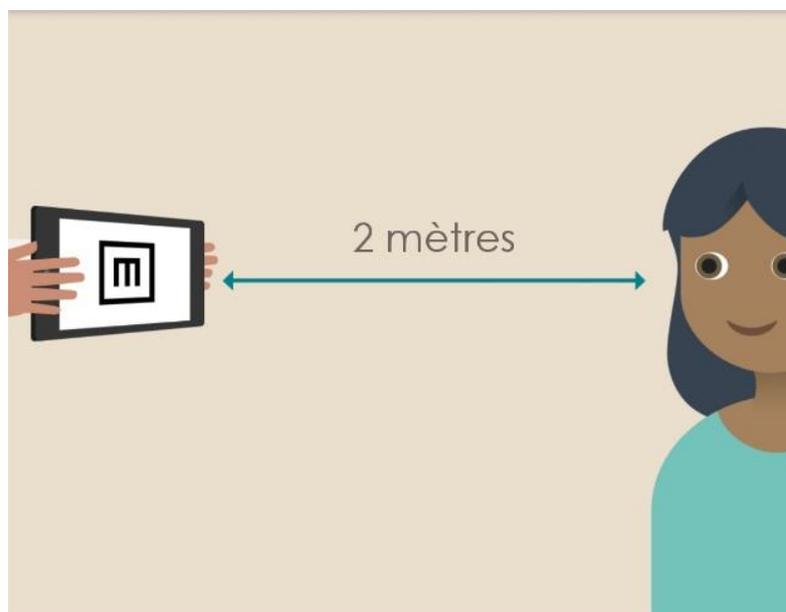


Figure 11. Test d'acuité visuelle sur smartphone proposé par l'application Peek Acuity.

B. Examen du segment antérieur

L'examen du segment antérieur en présentiel était réalisé grâce à une lampe à fente (LAF) portable Keeler PSL Classic. Pour l'examen par télémedecine, la même LAF était utilisée à laquelle nous avons ajouté un adaptateur pour smartphone fixé sur un oculaire

(Figure 12).

Le smartphone permettait d'enregistrer de courtes vidéos, d'environ 15 secondes, du segment antérieur pour chaque œil (Figure 13). Le smartphone utilisé était un Samsung Galaxy S7 équipé d'une caméra de 12 mégapixels avec une définition d'enregistrement Full HD (1920x1080).

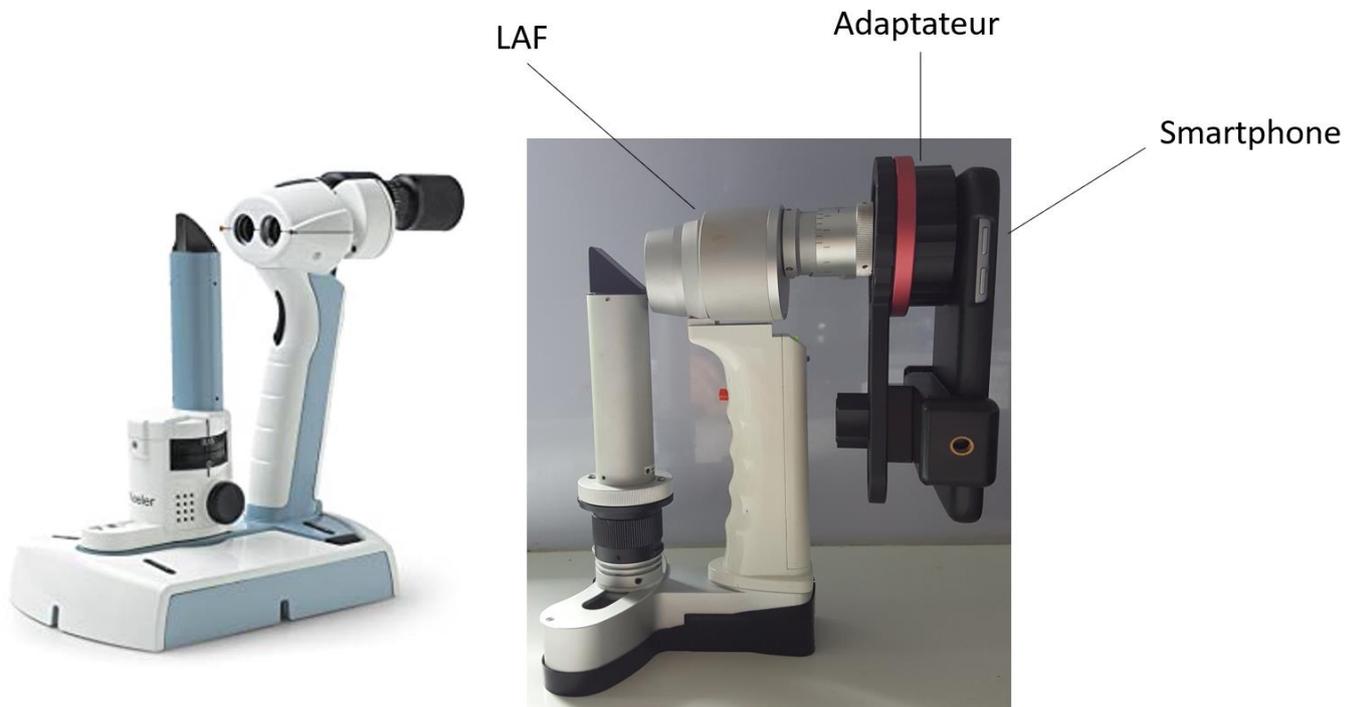


Figure 12. LAF Keeler PSL Classic à gauche. Type de système utilisé à droite : LAF, adaptateur et smartphone.

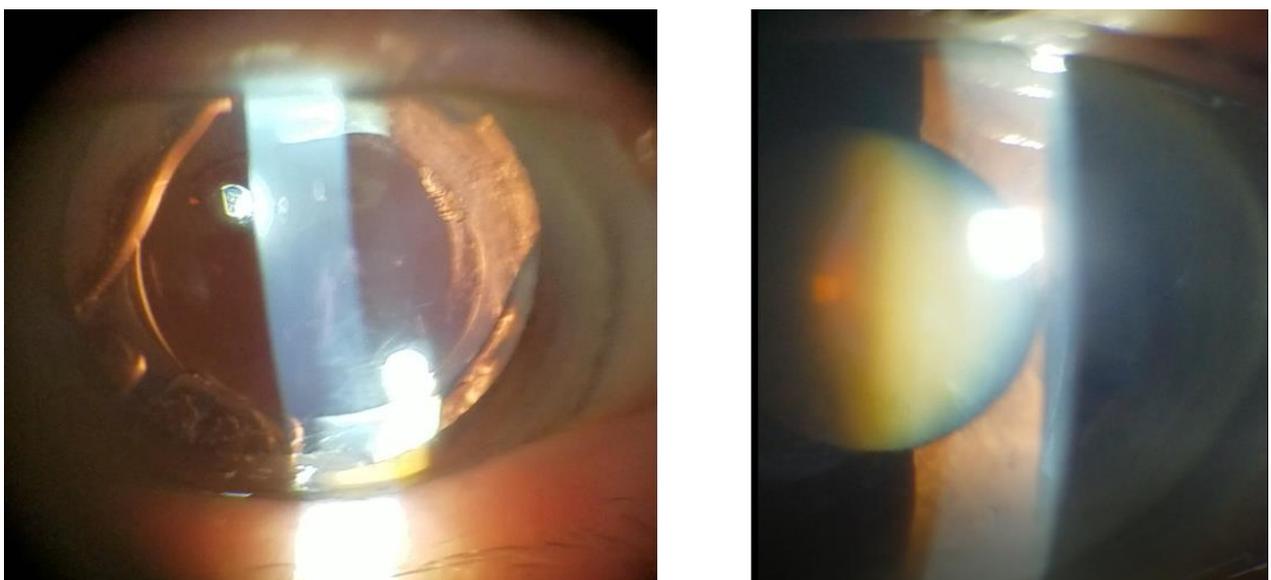


Figure 13. Exemples d'images de segments antérieurs obtenues par capture d'écran à partir des vidéos réalisées avec la lampe à fente portable couplée au smartphone. Sur la première image on observe un implant de chambre postérieure et sur la seconde, un cristallin opacifié au stade de cataracte.

C. Examen du segment postérieur

L'examen du segment postérieur en présentiel était réalisé grâce à la même LAF que pour le segment antérieur, combinée à un verre sans contact Volk Super 66 (Figure 14) qui permet un examen détaillé de la rétine centrale (macula, nerf optique, vaisseaux). L'examen par télémédecine utilisait un rétinographe portable non mydriatique Horus DEC 100 (Figure 15) de 5 mégapixels permettant l'acquisition d'image du fond d'œil en résolution Full HD (1920x1080) (Figure 16).



Figure 14. Lentille Volk Super 66.



Figure 15. Rétinographe portable non mydriatique Horus DEC 100.

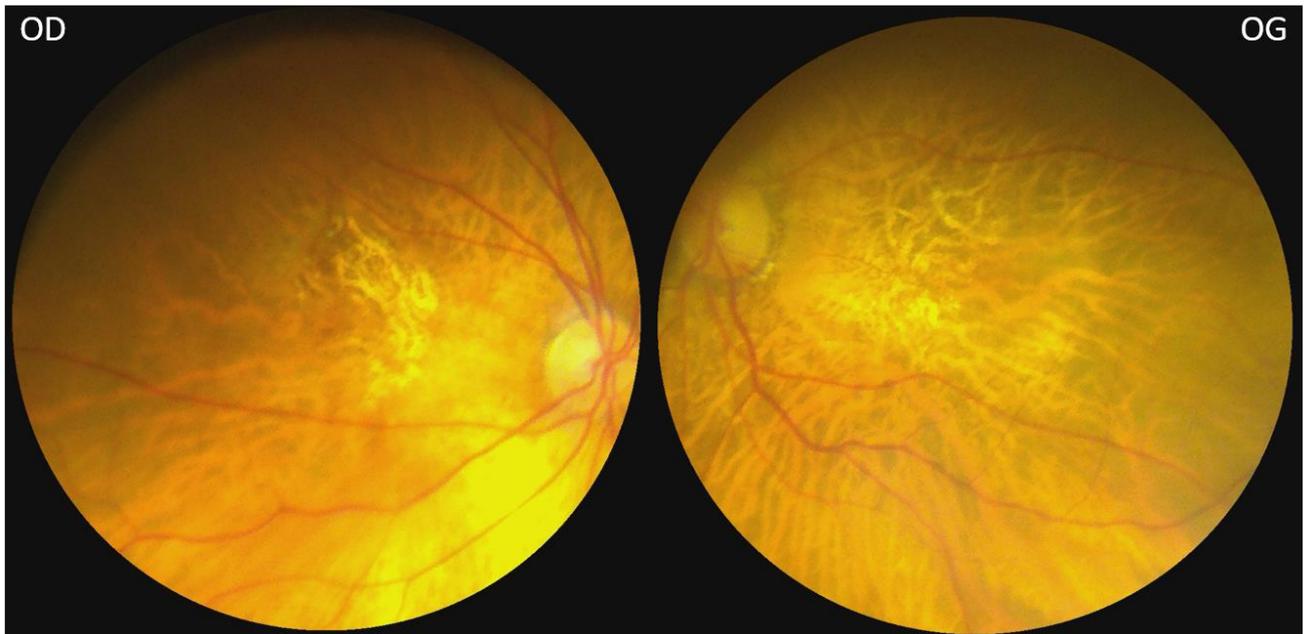


Figure 16. Exemples d'images du fond d'œil, plutôt de bonne qualité ici, obtenues grâce au rétinographe portable et montrant une zone d'atrophie maculaire bilatérale chez une patiente atteinte de DMLA.

IV. PROTOCOLE

A. Déroulement de l'étude

Les patients inclus avaient systématiquement une dilatation pupillaire pharmacologique préalable et ont bénéficié d'un examen ophtalmologique avec interrogatoire et examen clinique en présentiel par un seul médecin ophtalmologiste A. Ce dernier a également capturé les photos et les vidéos des yeux examinés. La durée de l'examen variait entre 10 à 30 minutes par patient.

Pendant l'étape d'archivage qui pouvait durer une à deux minutes par dossier-patient, l'ensemble des données nécessaires à l'examen ont été anonymisées et transcrites dans un fichier numérique sécurisé par mot de passe, et mises à disposition des trois médecins ophtalmologistes interprètes B1, B2, B3 qui étaient différents de l'ophtalmologiste A.

Les médecins interprètes restaient en aveugle des résultats de l'examen en présentiel. Les ophtalmologistes B1, B2, B3 réalisaient alors l'examen par télémedecine via la lecture différée des images sur la base des données à leur disposition. L'examen

télé-ophtalmologique consistait ainsi en un acte équivalent de télé-expertise asynchrone. Le temps d'interprétation des images était d'environ 3 minutes par patient. Les ophtalmologistes A et B disposaient des mêmes données concernant l'âge, le sexe, les antécédents, ainsi que la mesure d'acuité visuelle du patient.

B. Données recueillies

1. Interrogatoire

L'âge, le sexe, les antécédents ophtalmologiques (chirurgie de cataracte, DMLA, glaucome, ou autre) et non ophtalmologiques (diabète, hypertension artérielle (HTA), antécédents cardio-vasculaires, ou autre) ont été recueillis. Il était également demandé au patient s'il bénéficiait d'un suivi ophtalmologique antérieur régulier.

2. Examen clinique

Les variables suivantes ont été collectées :

- L'AV en décimale, réalisée avec ou sans correction optique portée
- La cornée : normale (claire) / anormale (opaque)
- L'iris : normal / anormal
- Le cristallin : patient phake (cristallin) / pseudophake (implant)
 - Si phake : phacosclérose / cataracte (\geq stade 3 LOCS III)
 - Si pseudophake : OCP (opacification capsulaire postérieure) / YAG (capsulotomie au laser YAG) / capsule claire
- La papille optique : normale / anormale
- La macula : normale / anormale
- Les vaisseaux rétiniens : normaux / anormaux
- L'action décidée à l'issue de l'examen : surveillance simple / action complémentaire (le patient doit être amené dans un centre ophtalmologique pour d'autres examens ou traitements)

Hormis pour l'AV, les ophtalmologistes interprètes B devaient en plus préciser pour toutes les autres variables, si l'examen en télé-médecine était interprétable ou non. Ils pouvaient également choisir de ne pas se prononcer sur l'action décidée s'ils jugeaient un ou plusieurs éléments comme ininterprétables.

La différenciation entre la phacosclérose et la cataracte reposait sur la

classification LOCS III (Lens Opacities Classification System III) (Figure 17) (62).

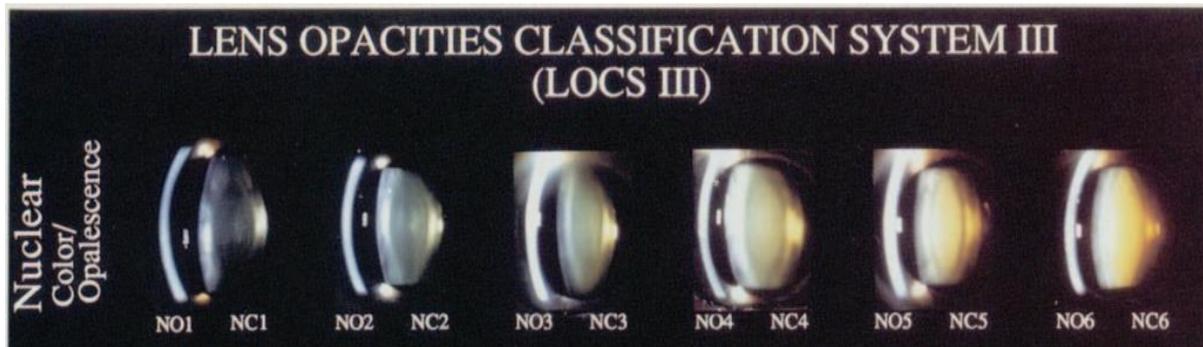


Figure 17. Lens Opacities Classification System III.

V. PLAN D'ANALYSE STATISTIQUE

Une analyse descriptive des caractéristiques de la population a d'abord été réalisée : les moyennes et écart-types ont été calculés pour les données quantitatives, les médianes et intervalles interquartiles pour les données discrètes, les effectifs et fréquences pour les variables qualitatives.

Pour répondre à l'objectif principal et au premier objectif secondaire, la concordance a été évaluée par le calcul du taux de réponses concordantes observées, le coefficient de concordance Kappa de Cohen (K), ainsi que son intervalle de confiance à 95% (IC95).

La concordance est jugée très bonne si le coefficient K est supérieur à 0,8 strictement, bonne si K est compris entre 0,61 et 0,8, modérée si K est compris entre 0,6 et 0,41, mauvaise sinon.

Pour le deuxième objectif secondaire, la proportion d'examen irréalisable en télé-médecine a été calculée, avec son intervalle de confiance à 95%.

Nous avons considéré un seuil de significativité de 5% pour toutes les analyses.

Le logiciel utilisé pour réaliser ces analyses est R (version 3.6.2).

L'analyse statistique a été réalisée par la cellule de biostatistiques de la Délégation à la Recherche Clinique et à l'Innovation du GHICL.

RESULTATS

I. DESCRIPTION DE LA POPULATION INCLUSE

(TABLEAU 1)

A. Effectif

142 patients ont été inclus dans l'étude, 109 (76,8%) femmes et 33 (23,2%) hommes. 281 yeux ont été examinés, 216 yeux féminins et 65 yeux masculins. Pour 3 patients un seul œil a été examiné.

B. Âge

L'âge moyen de la population était de 85,9 ans (+/- 7,1) pour une médiane de 87 ans.

C. Acuité visuelle

L'AV moyenne était 0,4 (+/- 0,3) pour une médiane de 0,3. L'AV n'a pas été mesurée pour 36 yeux. 107 (44,4%) yeux étaient équipés d'une correction optique lors de la mesure d'AV. Pour 40 yeux, le port ou non de la correction n'était pas précisé.

D. Suivi ophtalmologique antérieur

Sur 104 yeux, 66 (63,5%) avaient un suivi ophtalmologique antérieur dont la dernière consultation remontait parfois à plus d'un an.

E. Antécédents

1. Ophtalmologiques

Sur 203 yeux, 115 (56,7%) avaient déjà bénéficié d'une chirurgie de cataracte, 32 (15,8%) étaient suivis pour une DMLA, et 24 (11,8%) pour un glaucome. 23 (11,3%) yeux avaient d'autres antécédents ophtalmologiques.

2. Non ophtalmologiques

Sur 203 yeux de patients, 52 (25,6%) étaient suivis pour un diabète, 58 (28,6%) pour une HTA, 38 (18,7%) pour des antécédents cardio-vasculaires différents, et 29 (14,3%) avaient des antécédents non ophtalmologiques d'un autre type.

	Effectif	Moy +/- Sd	Méd [Q1 ; Q3]	Min - Max
Patients	142			
Yeux	281			
Sexe-ratio (H/F)	33 (23,2%) / 109 (76,8%)			
Âge		85,9 +/- 7,1	87 [82 ; 91]	60 - 100
AV		0,4 +/- 0,3	0,3 [0,2 ; 0,5]	0 - 1
Correction optique portée	107 (44,4%)			
Suivi antérieur	66 (63,5%)			
<u>ATCD</u>				
PKE	115 (56,7%)			
DMLA	32 (15,8%)			
Glaucome	24 (11,8%)			
Autres	23 (11,3%)			
<u>ATCD</u>				
Diabète	52 (25,6%)			
HTA	58 (28,6%)			
Cardio-vasculaires	38 (18,7%)			
Autres	29 (14,3%)			

Tableau 1. Description de la population incluse.

Moy = moyenne. Sd = dérivation standard. Méd = médiane. Q1 = premier quartile. Q3 = troisième quartile. Min = minimum. Max = maximum. ATCD = antécédents. PKE = phacoémulsification.

II. CARACTERISTIQUES CLINIQUES DE LA POPULATION ETABLIS LORS DE L'EXAMEN EN PRESENTIEL

A. Segment antérieur (Figure 18)

1. Cornée

La cornée était jugée normale pour 263 (94,9%) yeux et anormale pour 14 yeux (5,1%).

2. Iris

L'iris était jugé normal pour 269 (97,1%) yeux et anormal pour 8 (2,9%) yeux.

3. Cristallin

Le cristallin était jugé phake pour 115 (41,5%) yeux et pseudophake pour 162 (58,5%).

Parmi les yeux jugés phakes, 96 (83,5%) avaient une cataracte et 19 (16,5%) une phacosclérose.

Parmi les yeux jugés pseudophakes, 75 (46,3%) avaient une capsule claire, 26 (16,0%) avaient une OCP, et 61 (37,7%) avaient une capsulotomie au laser YAG déjà réalisée.

Sur l'ensemble des cristallins examinés, tout état confondu, les proportions étaient 34,7% pour la cataracte, 6,9% pour la phacosclérose, 27,1% pour la capsulaire claire, 9,4% pour l'OCP et 22,0% pour la capsulotomie au laser YAG (Figure 19).

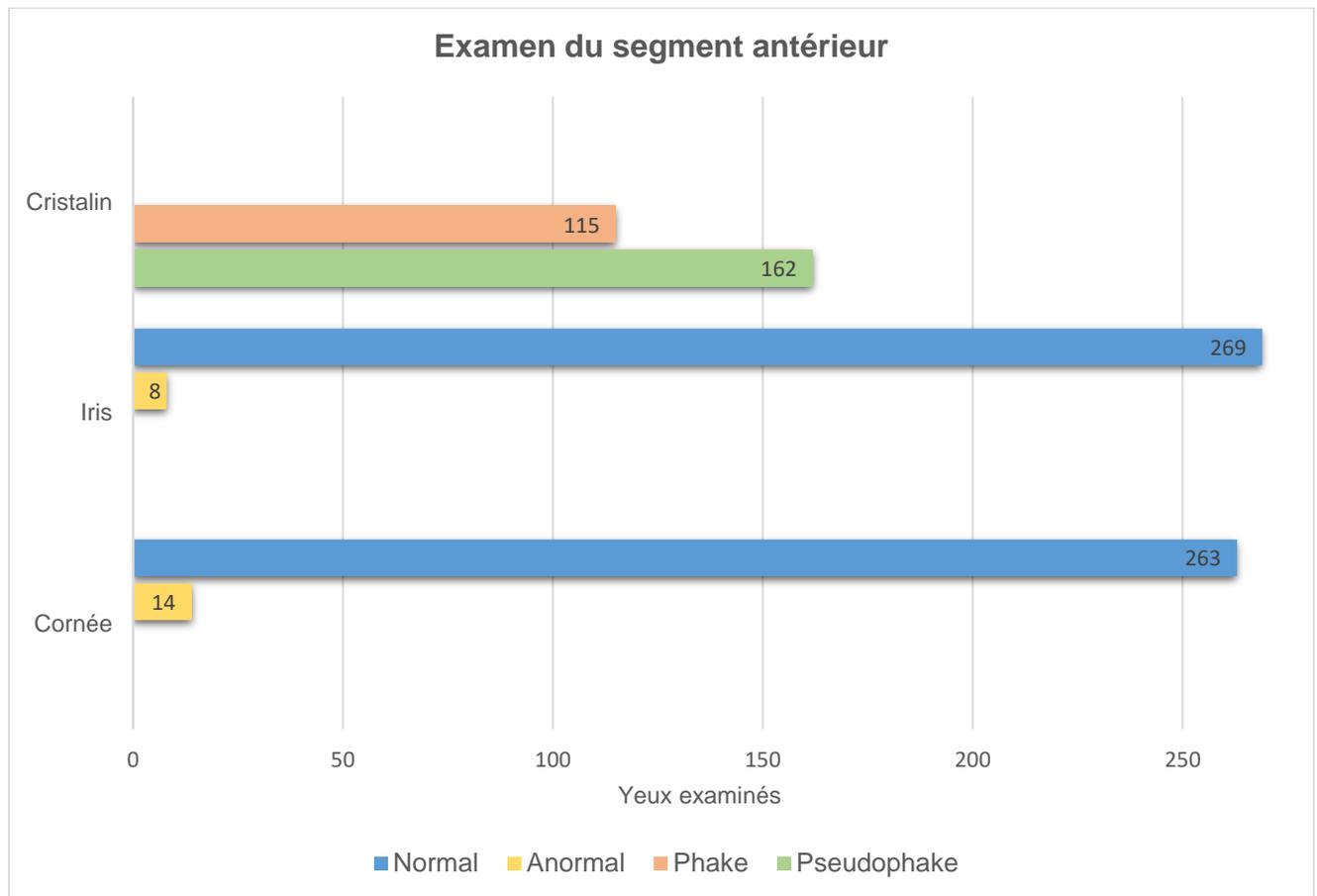


Figure 18. Proportion d'examen du segment antérieur normal ou anormal pour l'iris et la cornée et phake ou pseudophake pour le cristallin.

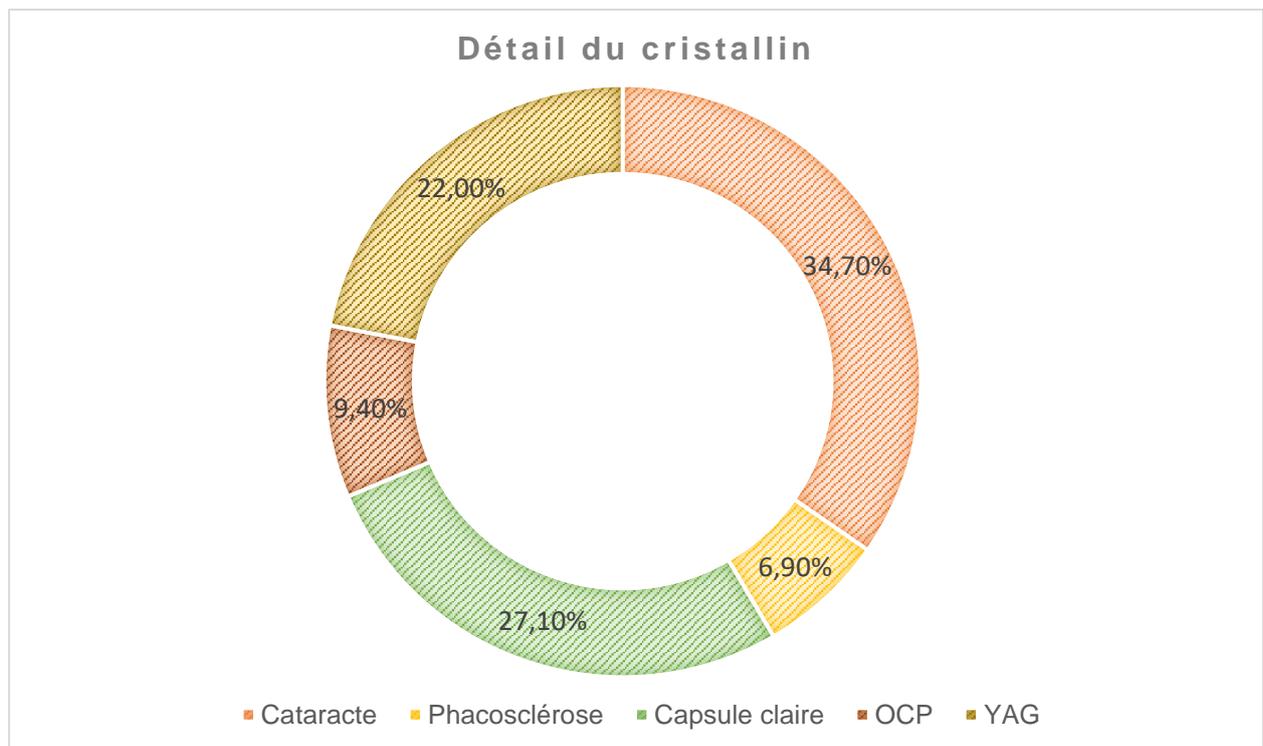


Figure 19. Détail du cristallin toute catégorie confondue en pourcentage.

B. Segment postérieur (Figure 20)

1. Papille optique

La papille optique était jugée normale pour 209 (77,7%) yeux et anormale pour 60 (22,3%) yeux.

2. Macula

La macula était jugée normale pour 126 (46,8%) yeux et anormale pour 143 (53,2%) yeux.

3. Vaisseaux

Les vaisseaux étaient jugés normaux pour 256 (95,2%) yeux et anormaux pour 13 (4,8%) yeux.

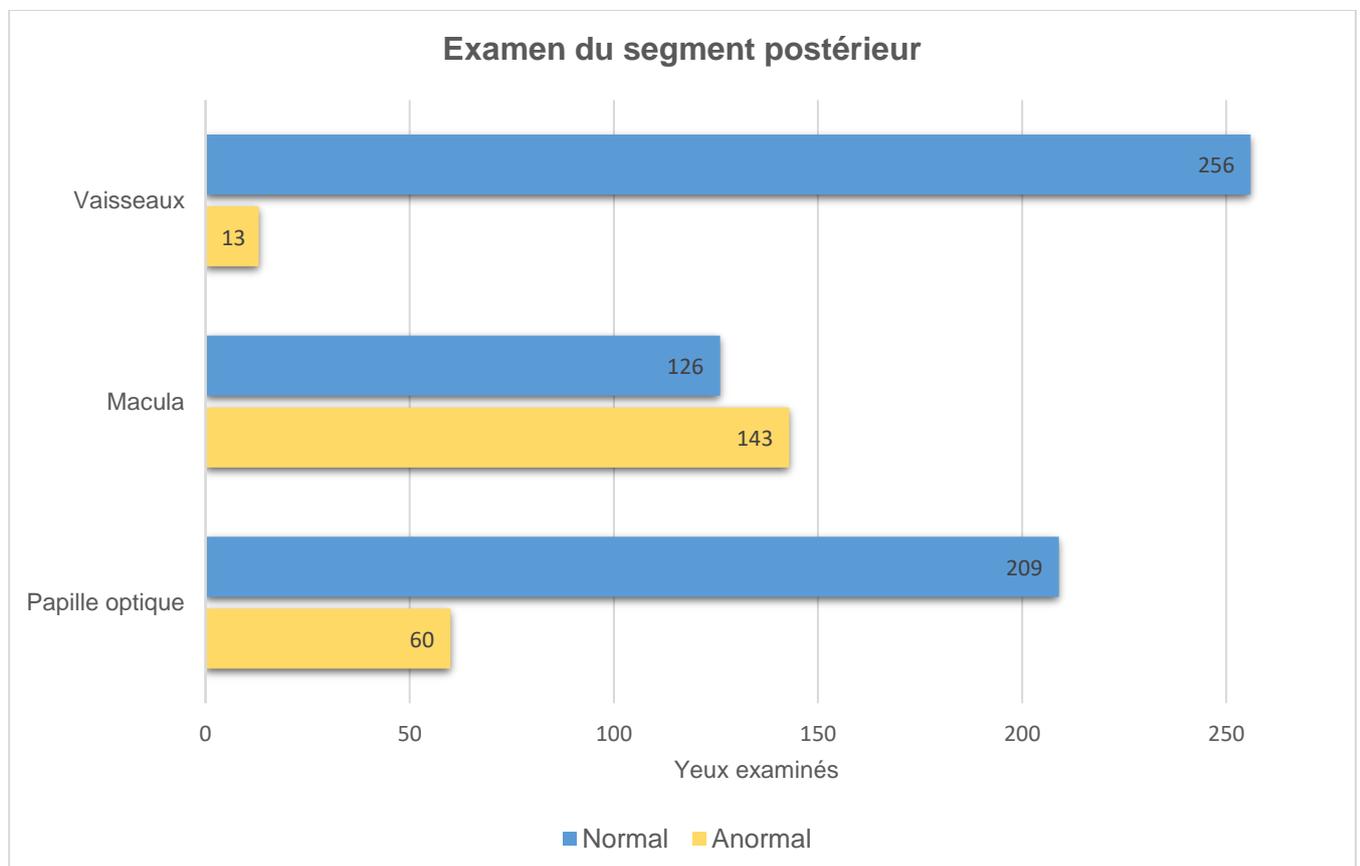


Figure 20. Proportion d'examen du segment postérieur normal ou anormal par catégorie.

C. Action décidée

Il a l'issue de l'examen en présentiel il était décidé d'effectuer une surveillance simple (patient non reconvoqué en centre ophtalmologique) pour 159 (57,2%) yeux et une action complémentaire (patient reconvoqué dans un centre ophtalmologique) pour 119 (42,8%) yeux (Figure 21).

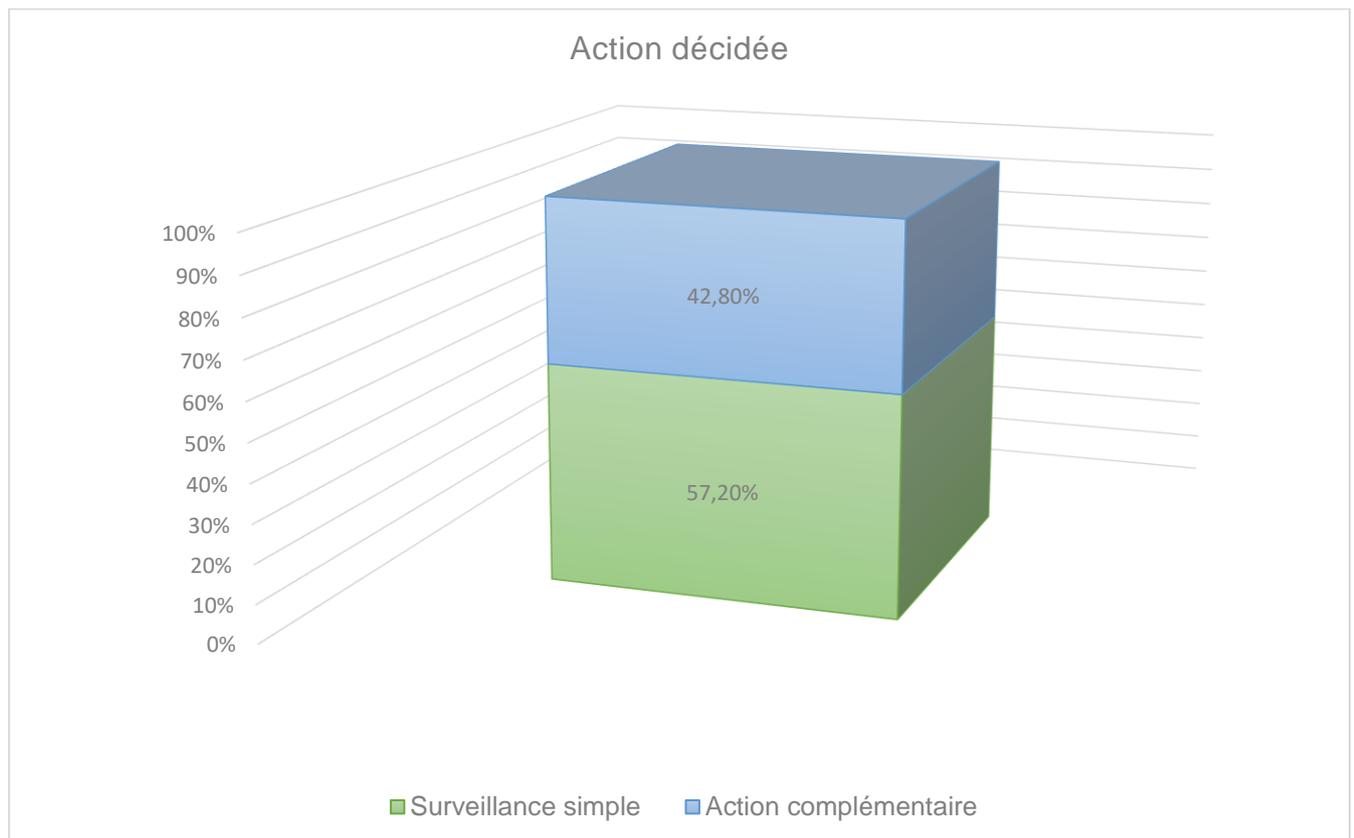


Figure 21. Représentation des proportions d'actions décidées à l'issue de l'examen ophtalmologique.

III. CONCORDANCES DES DIAGNOSTICS ENTRE L'EXAMEN OPHTALMOLOGIQUE EN PRESENTIEL ET L'EXAMEN PAR TELEMEDECINE

Les concordances des diagnostics entre les deux examens ont été calculées en excluant les images jugées non interprétables.

Les concordances diagnostiques, pour les segments antérieur et postérieur, entre

le médecin examinateur A (présentiel) et les médecins examinateurs B1, B2 et B3 (télémédecine) sont présentées dans le tableau suivant avec les coefficients K et leurs intervalles de confiance à 95% (Tableau 2).

Examineurs		B1	B2	B3
A	Cornée	0.23 [-0.05 ; 0.51]	0.28 [-0.03 ; 0.58]	0.28 [-0.03 ; 0.58]
	Iris	-0.02 [-0.04 ; -0.01]	0.19 [-0.14 ; 0.52]	0.12 [-0.14 ; 0.37]
	Phake ou pseudophake	0.94 [0.9 ; 0.98]	0.96 [0.92 ; 0.99]	0.87 [0.81 ; 0.94]
	Détail cristallin	0.51 [0.44 ; 0.59]	0.58 [0.5 ; 0.65]	0.53 [0.45 ; 0.61]
	Papille optique	0.29 [0.14 ; 0.45]	0.14 [0.02 ; 0.27]	0.5 [0.37 ; 0.64]
	Macula	0.57 [0.47 ; 0.67]	0.48 [0.38 ; 0.59]	0.55 [0.43 ; 0.66]
	Vaisseaux	0.29 [0.07 ; 0.52]	0.29 [0.02 ; 0.57]	0.18 [0.02 ; 0.33]

Tableau 2. Concordance des diagnostics pour les segments antérieur et postérieur.

La concordance diagnostique entre les deux examens était très bonne lorsqu'il fallait déterminer le statut phake ou pseudophake du patient (K = 0,87 à 0,96). Elle était modérée pour l'examen plus détaillé du cristallin (K = 0,51 à 0,58) et l'examen de la macula (K = 0,48 à 0,57).

La concordance était mauvaise pour la cornée (K = 0,23 à 0,28), l'iris (K = -0,02 à 0,19), la papille optique (K = 0,14 à 0,50) et les vaisseaux rétiens (K = 0,18 à 0,29) (Figure 22).

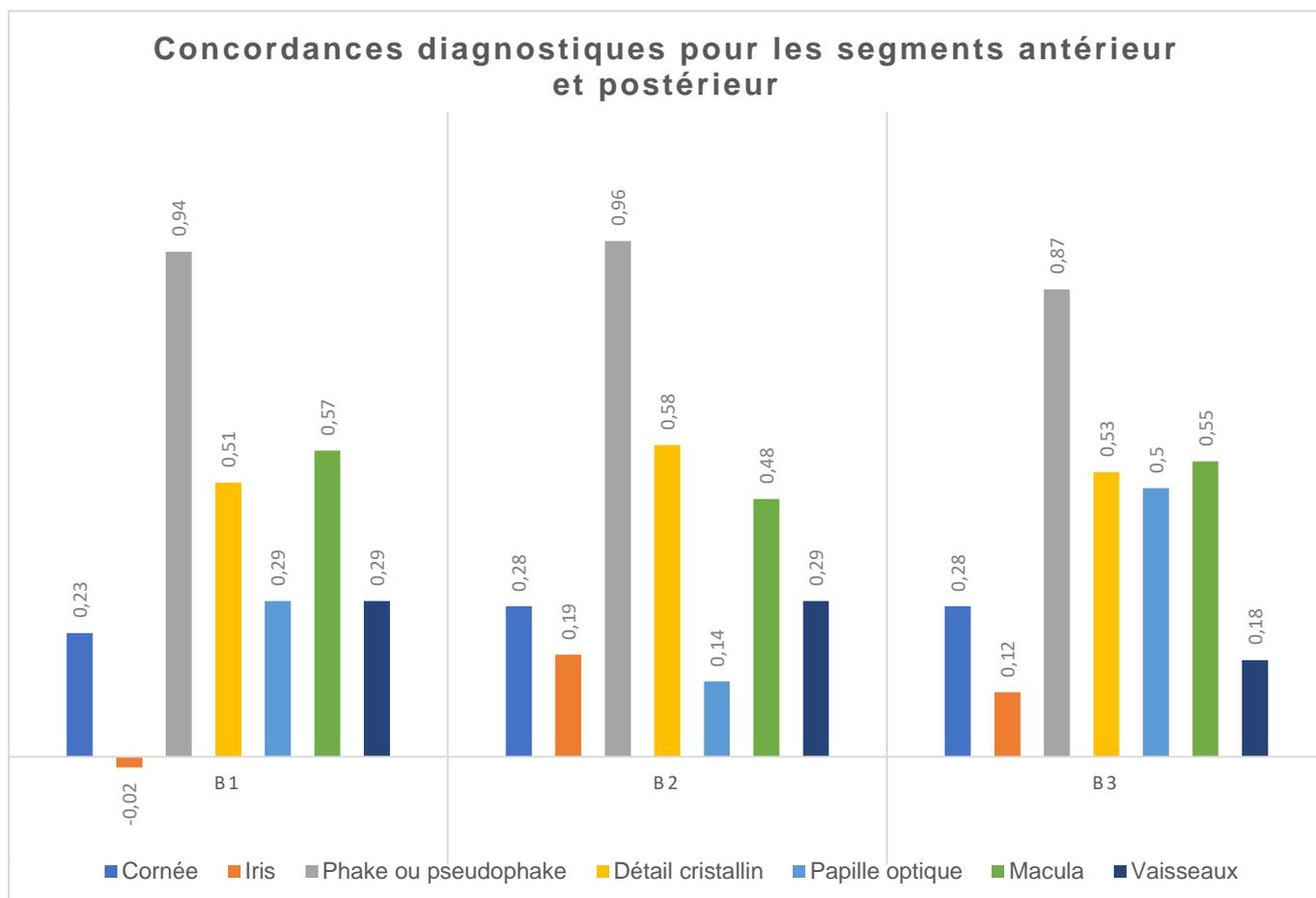


Figure 22. Concordances diagnostiques pour l'examen des segments antérieur et postérieur.

Les détails des réponses croisées, pour chaque élément des segments antérieur et postérieur, entre l'examineur A et les examinateurs B1, B2 et B3 sont présentés en annexe (1 à 7).

IV. CONCORDANCE DE L'ACTION DECIDEE A

L'ISSUE DE L'EXAMEN OPHTALMOLOGIQUE

La concordance de l'action décidée à l'issue de l'examen entre le médecin examinateur A (présentiel) et les médecins examinateurs B1, B2 et B3 (télémédecine) est présentée dans le tableau suivant avec le coefficient K et son intervalle de confiance à 95% (Tableau 3).

Examineurs	B1	B2	B3
A	0.35 [0.23 ; 0.46]	0.19 [0.08 ; 0.3]	0.15 [0.02 ; 0.27]

Tableau 3. Concordance de l'action décidée à l'issue de l'examen.

La concordance de l'action décidée à l'issue de l'examen était mauvaise ($K = 0,15$ à $0,35$) (Figure 23).

Le détail des choix croisés, pour l'action décidée à l'issue de l'examen, entre l'examineur A et les examinateurs B1, B2 et B3 est présenté en annexe 8.

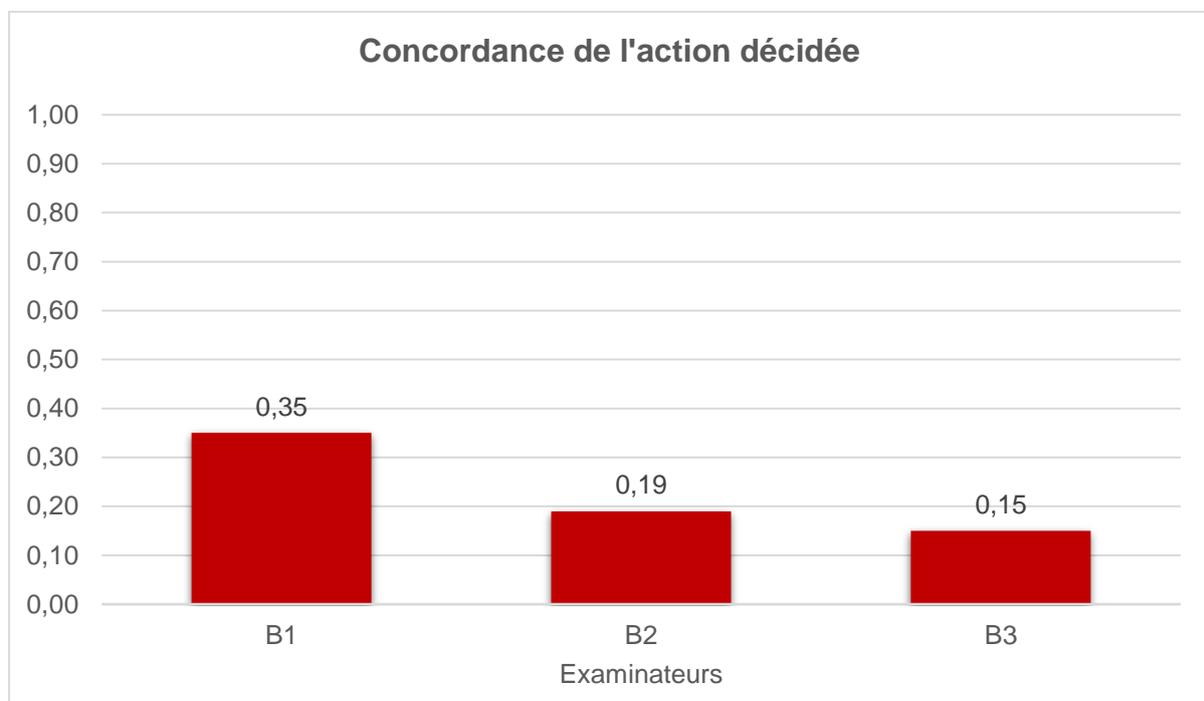


Figure 23. Concordance de l'action décidée à l'issue de l'examen.

V. FAISABILITE : PROPORTION D'EXAMENS OPHTALMOLOGIQUES PAR TELEMEDECINE ENTIEREMENT INTERPRETABLES

A. Examen clinique

Les proportions d'examens des segments antérieur et postérieur, réalisés par télé-médecine et jugés entièrement interprétables, sont présentées dans le tableau suivant pour chaque examinateur B1, B2 et B3 avec leurs intervalles de confiance à 95% (Tableau 4).

Examineurs	Segment	Pourcentage	IC95
B1	Segment antérieur	94.0	[90.1% ; 96.5%]
B2		98.4	[95.7% ; 99.5%]
B3		90.0	[85.4% ; 93.3%]
B1	Segment postérieur	71.2	[65.3% ; 76.4%]
B2		81.3	[76% ; 85.7%]
B3		61.0	[54.9% ; 66.9%]

Tableau 4. Proportion d'examens par télé-médecine entièrement interprétables. IC95 = intervalle de confiance à 95%.

La faisabilité de l'examen télé-ophtalmologique était excellente pour le segment antérieur (90 à 98%) et relativement bonne pour le segment postérieur (61 à 81,3%) (Figure 24).

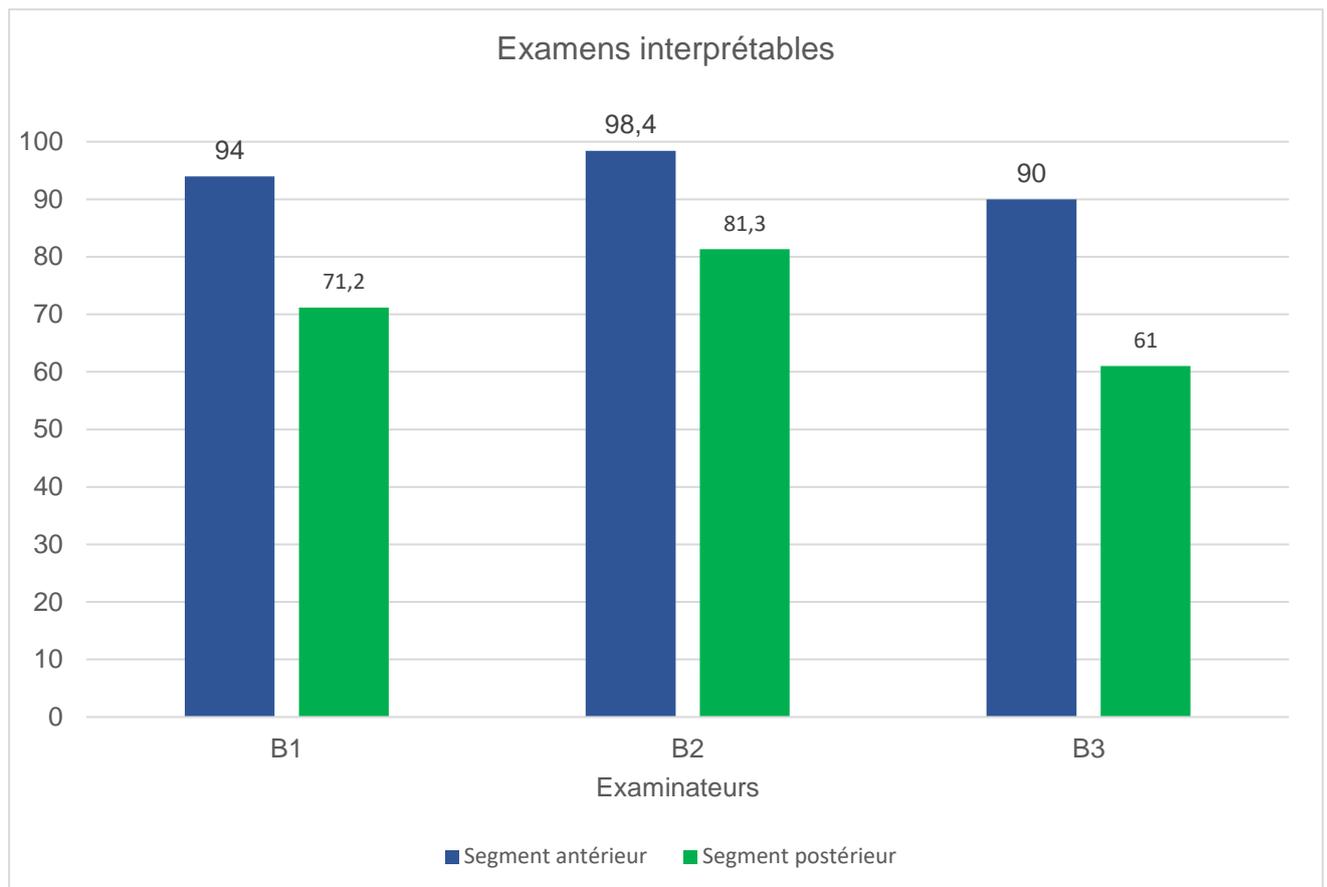


Figure 24. Examens entièrement interprétables par télémedecine en pourcentage.

B. Action décidée

Les proportions de décisions jugées possibles à l'issue de l'examen par télémedecine grâce aux images interprétables, sont présentées dans le tableau suivant pour chaque examinateur B1, B2 et B3 avec leurs intervalles de confiance à 95% (Tableau 5).

Examineurs	Pourcentage	IC95
B1	59.7	[53.9% ; 65.5%]
B2	71.9	[66.7% ; 77.2%]
B3	50.0	[44.1% ; 55.9%]

Tableau 5. Proportion de décisions jugées possibles à l'issue de l'examen télé-ophtalmologique. IC95 = intervalle de confiance à 95%.

Dans au moins la moitié des cas la conduite à tenir pouvait être décidée à l'issue de l'examen par télé-médecine (50 à 71,9%) (Figure 25).

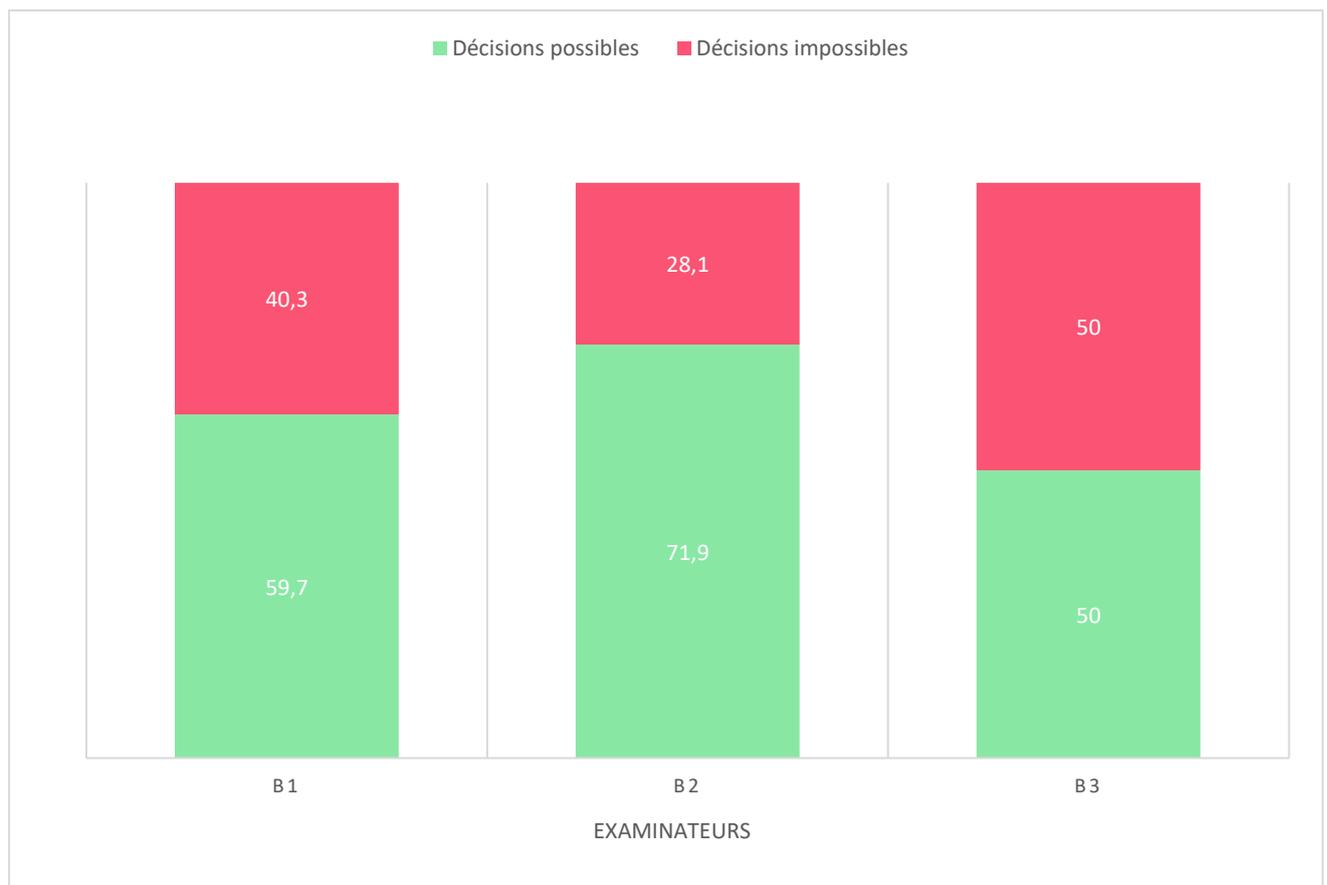


Figure 25. Décisions possibles et impossibles à l'issue de l'examen par télé-médecine en pourcentage.

DISCUSSION

I. COMMENTAIRES DES RESULTATS

Nous avons choisi d'utiliser l'examen par matériel portatif en présentiel comme examen de référence et non pas l'examen avec le matériel fixe utilisé habituellement en centre ophtalmologique spécialisé. Ce choix semblait le plus adapté à la catégorie de patients examinés. En effet pour les patients non mobilisables il est fréquent de devoir recourir à ce type de matériel même en centre spécialisé.

Ce travail prospectif a donc permis d'inclure 142 patients et 281 yeux ont pu être examinés. Toutefois, dans la partie présentation des caractéristiques de la population, on peut voir que les proportions ne sont pas toujours calculées sur la totalité des 281 yeux.

Cela s'explique par le fait que cette étude prospective a parfois évolué au cours de son déroulement. Et ce notamment en ce qui concerne les différentes variables recueillies auprès des patients, certaines n'étaient pas présentes au début de l'étude et ont été ajoutées par la suite (comme par exemple l'existence ou non d'un suivi ophtalmologique antérieur). Mais étant donné que les effectifs restaient de taille suffisante pour toutes les variables nous les avons toutes présentées, en prenant le soin de préciser à chaque fois sur quel dénominateur les proportions étaient calculées.

A. Concordances diagnostiques

Dans notre étude **les concordances diagnostiques** entre l'examen en présentiel et l'examen réalisé par télémedecine étaient calculées uniquement lorsque l'examen par télémedecine était jugé interprétable.

Elles étaient très bonnes pour le statut phake ou pseudophake du cristallin, modérées pour la macula et le détail du cristallin et mauvaises pour la cornée, l'iris, la papille optique (hormis la concordance entre le médecin A et B3 qui était modérée), et les vaisseaux réiniens.

Pour qu'une concordance diagnostique soit jugée acceptable, il est admis qu'elle doit être égale à 0,7 ou plus. Parmi nos résultats, seule la concordance sur le statut phake ou pseudophake, qui était très bonne, répond à ce critère. Il semble utile de prendre du recul par rapport à ces résultats afin de pouvoir les expliquer.

Tout d'abord, lorsqu'on observe les résultats de l'examen clinique réalisé par le médecin A en présentiel, on constate que pour certains éléments examinés, une grande part est classée comme étant normale. C'est le cas pour la cornée (94,9%), l'iris (97,1%), la papille optique (77,7%) et les vaisseaux rétiniens (95,2%). Et inversement pour ces éléments de l'examen, il existe une faible prévalence d'éléments anormaux.

Cette majorité d'éléments normaux est également retrouvée à l'issue de l'examen réalisé par les médecins B via télémedecine. Pour comprendre la concordance diagnostique finalement obtenue il est alors intéressant d'analyser la proportion des réponses concordantes entre les deux types d'examens en séparant les éléments jugés normaux des éléments jugés anormaux (Tableau 6).

Eléments examinés	Examen présentiel	Examen télémedecine			Proportion de réponses concordantes (%)		
		B1	B2	B3	B1	B2	B3
Cornée <i>Normal / Anormal</i>	238/12	244/4	246/2	248/2	94,3/0,8	95,2/0,8	95,2/0,8
Iris <i>Normal / Anormal</i>	241/8	240/4	246/2	240/6	95,0/0	96,4/0,4	94,7/0,4
Papille optique <i>Normal / Anormal</i>	205/60	155/46	219/15	145/59	65,7/10,0	73,5/3,4	64,7/16,2
Vaisseaux rétiniens <i>Normal / Anormal</i>	251/13	220/18	232/6	191/35	89,5/2,1	93,3/1,3	82,7/2,2

Tableau 6. Effectifs et proportions de réponses concordantes pour les éléments normaux et anormaux de la cornée, l'iris, la papille optique, des vaisseaux rétiniens.

On voit assez clairement que les proportions de réponses concordantes pour les éléments normaux sont plutôt bonnes voire très bonnes.

En revanche elles sont très mauvaises pour les éléments anormaux. On comprend ainsi que les discordances survenues sur les éléments anormaux, aux prévalences

faibles, ont un impact plus important sur le coefficient K et ont eu tendance à faire baisser fortement la concordance diagnostique finale obtenue.

On pourrait également analyser ces résultats en estimant la sensibilité et la spécificité de l'examen télé-ophtalmologique par rapport à l'examen en présentiel considéré comme référence (Tableau 7).

	Cornée	Iris	Papille optique	Vaisseaux rétiniens
Sensibilité	≈16%	≈11%	14 à 72%	23 à 55%
Spécificité	≈99%	≈98%	83 à 96%	86 à 98%

Tableau 7. Sensibilité et spécificité de l'examen par télé-médecine pour la cornée, l'iris, la papille optique, les vaisseaux rétiniens.

On voit globalement que les sensibilités sont faibles alors que les spécificités sont élevées.

Or dans le cadre d'un examen de dépistage des troubles visuels, il faudrait justement chercher à obtenir une sensibilité diagnostique importante afin de ne pas omettre de cas pathologiques et dépister un maximum de patients. C'est en ce sens qu'il sera nécessaire d'améliorer les performances diagnostiques de l'examen télé-ophtalmologique par matériel portatif dans les prochaines études.

Les discordances diagnostiques entre les deux examens peuvent avoir un impact différent sur la prise en charge du patient et peuvent être plus ou moins acceptables.

Pour les éléments de l'examen ophtalmologique qui ne présentaient pas de concordances diagnostiques bonnes ou très bonnes, nous allons décrire les différentes erreurs observées. Sur la totalité des yeux examinés, à peu de chose près, les mêmes discordances diagnostiques étaient retrouvées pour les examinateurs B1, B2 et B3 par rapport à l'examineur A. Nous évoquerons essentiellement les éléments jugés anormaux par le médecin A (en présentiel) mais normaux par les médecins B (par télé-médecine) afin de savoir quels diagnostics échappent à la télé-médecine.

Pour la cornée, ce sont essentiellement les taches cornéennes qui ne sont pas

diagnostiquées par l'examen via télémedecine. Pour l'iris, ce sont globalement les atrophies iriennes qui ne sont pas toujours rapportées par les médecins B. Pour le détail du cristallin les erreurs sont liées logiquement aux confusions entre cataracte ou phacosclérose d'un côté et l'état de la capsule de l'autre (capsule claire, OCP, capsulotomie YAG). En ce qui concerne la papille optique, ce sont surtout les excavations, et les pâleurs papillaires qui ne sont pas toujours rapportées par la télémedecine. Pour la macula les examinateurs B n'ont pas toujours diagnostiqué, par ordre d'importance, les drusens maculaires, les remaniements de l'épithélium pigmentaire, certaines atrophies maculaires et quelques rétinopathies diabétiques minimales. Enfin pour les vaisseaux rétiniens quelques tortuosités vasculaires n'ont pas été rapportées par la télémedecine.

Sur le plan clinique, **les erreurs diagnostiques n'ont pas les mêmes conséquences**. L'omission de certaines taies cornéennes et atrophies iriennes via l'examen par télémedecine pourrait être relativement acceptable dans la mesure où il s'agit d'une condition ancienne de l'œil probablement séquellaire, et sur laquelle l'ophtalmologiste aura peu ou pas de possibilité d'intervenir pour améliorer le patient sur le plan visuel.

Pour le détail du cristallin ce sont surtout les confusions sur l'existence ou non d'une OCP ou d'une capsulotomie YAG sont problématiques, car un traitement par laser est disponible, facilement réalisable et pourrait grandement améliorer les capacités visuelles du patient en cas d'OCP avérée responsable d'une BAV.

Pour le segment postérieur en revanche, près de 20% des macula anormales ne sont pas diagnostiquées avec la télémedecine. Il n'est pas acceptable de passer à côté des diagnostics de maculopathie ou dégénérescence maculaire liée à l'âge, d'excavation et de pâleur papillaire qui peuvent tous avoir des conséquences importantes sur la prise en charge et l'orientation du patient.

Enfin, le non-diagnostic de certaines tortuosités vasculaires quant à elles, lorsqu'elles sont isolées, est vraisemblablement moins important pour la vision du patient, même si sur le plan général elles peuvent être le reflet d'une hypertension artérielle existante.

B. Concordance de l'action décidée

Dans notre étude, la concordance de l'action à décider pour le patient à l'issue de

l'examen ophtalmologique (surveillance simple ou prise en charge complémentaire dans un centre ophtalmologique) était calculée uniquement lorsque la décision était jugée possible c'est-à-dire quand tous les éléments de l'examen clinique par télé-médecine étaient jugés interprétables.

Cette concordance était mauvaise pour les trois médecins examinateurs B1, B2 et B3 (télé-médecine) par rapport aux choix du médecin examinateur A (présentiel). Ce résultat semble logique au vu des mauvaises concordances diagnostiques décrites précédemment.

Toutefois si on s'intéresse au détail des réponses fournies dans le tableau de contingence dédié (annexe 8), on peut voir que la majorité des discordances des médecins B1 et B2 par rapport au médecin A sont surtout liées au fait qu'une action complémentaire en centre ophtalmologique est demandée à l'issue de l'examen par télé-médecine alors que l'examen en présentiel préconisait une simple surveillance.

Par exemple pour le médecin B1 pour 52 (31,3%) yeux, une action complémentaire était demandée versus une surveillance simple pour le médecin A, et la situation inverse se produisait uniquement pour 5 (3,0%) yeux. Dans ce sens, ces discordances pourraient être relativement acceptables puisque le patient est certes convoqué par excès en centre spécialisé pour une prise en charge complémentaire, mais cela n'engendre donc pas de perte de chance pour lui.

En revanche, la situation inverse pourrait être moins acceptable, lorsqu'une surveillance simple est préconisée à l'issue de l'examen par télé-médecine alors que l'examen en présentiel préconise une action complémentaire. Ce cas de figure s'est présenté avec le médecin B2 et a concerné 68 (34%) yeux. Mais il se trouve que ce médecin est aussi le plus expérimenté des quatre qui ont participé l'étude, sa plus grande expérience s'est probablement exprimée dans ses choix, et il a jugé moins nécessaire de reconvoquer certains patients par rapport à ses compairs qui auraient pu avoir tendance à demander plus d'examens complémentaires.

On peut ainsi réfléchir au fait que l'expérience et la sensibilité médicale de chacun joue forcément un rôle dans la prise de décision. Des limites peuvent ainsi exister lorsqu'on évalue la concordance sur une action de prise en charge, elle-même influencer par la subjectivité de chacun.

C. Faisabilité

La grande majorité des examens du segment antérieur via télé-médecine, entre 90 et 98,4%, ont été jugés interprétables par les différents lecteurs. Ainsi le format vidéo semble plutôt adapté à cette partie de l'examen ophtalmologique.

En ce qui concerne l'examen du segment postérieur via l'analyse des rétino-graphies par télé-médecine, les résultats sont légèrement moins bons et plus variables d'un examinateur à l'autre, entre 61% et 81,3% ont été jugés interprétables.

C'est à nouveau l'examineur le plus expérimenté (B2) qui a jugé le plus d'examens comme étant entièrement interprétables.

La proportion plus importante d'examens jugés non interprétables pour le segment postérieur est due à la qualité des images obtenues via le rétino-graphie portatif qui était souvent variable.

Nous n'avons pas réussi à réunir des conditions idéales et reproductibles permettant d'obtenir une image systématiquement de bonne qualité. Et ce à causes de différents facteurs qui seront évoqués après.

Selon l'expérience du médecin, près de 50 à 72% des conduites à tenir ont tout de même pu être décidées à l'issue de l'examen télé-ophtalmologique. Soit autant de patients qu'il n'est pas nécessaire de déplacer en centre ophtalmologique pour décider de leur prise en charge d'après les médecins qui ont réalisé le télé-examen.

II. POINTS FORTS ET LIMITES DE L'ETUDE

A. Points forts

Cette étude prospective est la première en France qui compare les diagnostics obtenus par l'examen ophtalmologique réalisé avec du matériel portatif à l'examen ophtalmologique par télé-médecine par lecture des images obtenues par ce même matériel portatif.

Elle a aussi pour avantage d'inclure un nombre important de patients et de yeux examinés. Elle répond à un besoin métrologique dans le domaine précis de la télé-

ophtalmologie chez les personnes âgées dépendantes.

Bien que plusieurs points soient voués à être améliorés, elle permet d'avoir une première approche du sujet ce qui servira de base aux études suivantes. En effet, à une époque où la télémédecine est en plein essor il semble essentiel de répéter ce type d'étude afin de valider les différents protocoles jugés prometteurs et s'assurer de leur fiabilité.

Notre travail a montré l'excellente concordance diagnostique de la télé-ophtalmologie chez les personnes âgées dépendantes pour déterminer s'ils étaient phakes ou pseudophakes. Il s'agit d'une étape importante de l'examen ophtalmologique pour l'orientation du patient et sa prise en charge. Les concordances diagnostiques étaient modérées pour la macula et diagnostic détaillé du cristallin. Nous avons conscience que ces résultats sont loin d'être suffisants mais peuvent être encourageants pour la suite si des améliorations techniques adaptées sont apportées.

Nos résultats ont montré une excellente faisabilité de la télémédecine pour l'analyse du segment antérieur chez notre catégorie de patient. Les trois examinateurs B ont jugé ces examens interprétables à plus de 90%. L'idée d'un court format vidéo pour l'analyse des structures antérieures peut ainsi être gardée pour les études à venir à condition de l'améliorer.

Pendant le déroulement de notre étude, 34,7% des yeux présentaient une cataracte et deux occlusions de veine centrale de la rétine ont été diagnostiquées de manière fortuite chez nos patients. Cela vient renforcer l'intérêt d'un dépistage des troubles visuels chez cette population fragile qui ne s'en plaint pas spontanément.

Ce travail a donc permis de mettre au jour les différentes difficultés rencontrées lors du déploiement d'un tel dispositif télé-médical ainsi que les différentes failles de fiabilité possibles.

B. Limites et difficultés rencontrées

Notre étude comporte plusieurs limites. D'abord **la mesure de l'AV** était réalisée avec la correction optique portée du patient lorsqu'il en avait une ou sans correction optique dans le cas contraire. Aucune nouvelle mesure de la réfraction était réalisée

pendant l'examen en présentiel et ce par souci de gain de temps et facilité de transport du matériel. En effet, l'examen en présentiel en plus de la prise d'images pour la télé-médecine pouvaient durer entre 15 et 30 minutes par patients.

Une nouvelle réfraction aurait allongé le temps d'examen de manière importante. L'AV moyenne mesurée dans la population était relativement basse (0,4 +/- 0,3), on peut alors se poser la question sa fiabilité d'autant plus que les consignes à respecter pour la mesure d'AV n'étaient pas toujours bien comprises par les patients.

Dans le même sens, nous avons décidé de ne pas mesurer la **pression intra-oculaire** pendant l'examen, préférant à la place se fier à l'état de la papille optique pour détecter les éventuelles neuropathies glaucomateuses.

Par ailleurs, nous l'avons vu, les **concordances diagnostiques** n'ont pas été bonnes pour plusieurs éléments et les erreurs diagnostiques commises lors de l'examen par télé-médecine par rapport à l'examen en présentiel, qui portent sur le détail du cristallin ainsi que la plupart des éléments du segment postérieur, notamment la macula, la papille optique sont peu ou pas acceptables.

Plusieurs explications sont possibles. Tout d'abord en médecine de façon générale, que ce soit lors d'un examen en présentiel ou lors d'un examen par télé-médecine, chaque médecin dispose d'une expérience et d'une sensibilité médicale qui lui est propre et cela a forcément eu un retentissement sur la prise en charge décidée à l'issue de son examen et peut avoir créé un biais de mesure.

Même si une fiche de « conseils pour l'interprétation » (annexe 9) a été réalisée et transmise aux médecins B, ils n'ont pas bénéficié d'une formation préalable à l'interprétation des images et des vidéos qu'ils avaient à interpréter. Une telle formation pourrait être envisagée pour des études futures tout comme il semble indispensable de former la personne chargée de l'acquisition des photos et des vidéos afin de se familiariser avec le matériel utilisé et en obtenir la meilleure qualité possible.

De plus, même si la grande majorité des vidéos a été jugée interprétable et a permis d'obtenir une bonne concordance diagnostique pour le statut phake ou pseudophake du cristallin, ce format a pu poser un problème lorsqu'il fallait établir un diagnostic plus précis via télé-médecine. En effet, les vidéos étaient courtes, et bien que les examinateurs B avaient la possibilité de mettre « pause » et déplacer les images une à la fois, la focalisation n'était pas toujours optimale sur les différents constituants du segment

antérieur de l'œil. Cela peut expliquer en partie les erreurs diagnostiques sur le détail du cristallin. Aussi, les OCP pouvaient avoir des densités plus ou moins importantes, laissant place à un jugement subjectif de la part des différents examinateurs.

En ce qui concerne l'examen du segment postérieur par télé-médecine, il a été jugé moins interprétable par les médecins B comparé au segment antérieur. C'est une autre limite : **la qualité des images**.

En effet, beaucoup de paramètres ont pu limiter la qualité des images rétinienne obtenues. D'abord l'installation du patient dans sa chambre, au lit ou au fauteuil pouvait rendre plus ou moins difficile la prise de rétino-graphies, il faudra réfléchir à la meilleure installation possible pour les prochaines études et peut être envisager un protocole standardisé dans ce sens. Néanmoins le but de notre travail était surtout d'adapter l'examen au patient et à son environnement et non l'inverse. Ces conditions correspondent tout simplement à la vraie vie des patients dépendants.

La coopération du patient n'était pas non plus toujours optimale, cela pouvait être secondaire à la fatigue du patient, elle-même liée au fait que le patient bénéficiait dans un premier temps de l'examen en présentiel puis tout de suite après il devait mobiliser à nouveau sa concentration pour la prise des vidéos et des photos. On pourrait imaginer qu'en cas de mise en place d'un examen par télé-médecine seul, le patient n'aura pas à endurer deux examens ophtalmologiques à la suite et cela améliorera sans doute sa concentration et sa coopération.

La présence de cataracte ou autres troubles des milieux a pu également jouer un rôle dans la mauvaise qualité de certaines images (63).

Pour finir, le modèle du rétino-graphie portable utilisé n'est pas le modèle le plus récent, il était muni d'un système de focalisation manuelle via l'utilisation d'une molette. Beaucoup de rétino-graphies avaient un problème de surexposition, surtout au niveau la papille optique (Figure 26). On peut imaginer qu'en utilisant un modèle de rétino-graphie plus avancé sur le plan technologique et muni d'un auto-focus, nous pourrions améliorer la qualité des images obtenues et donc la fiabilité de l'examen par télé-médecine.

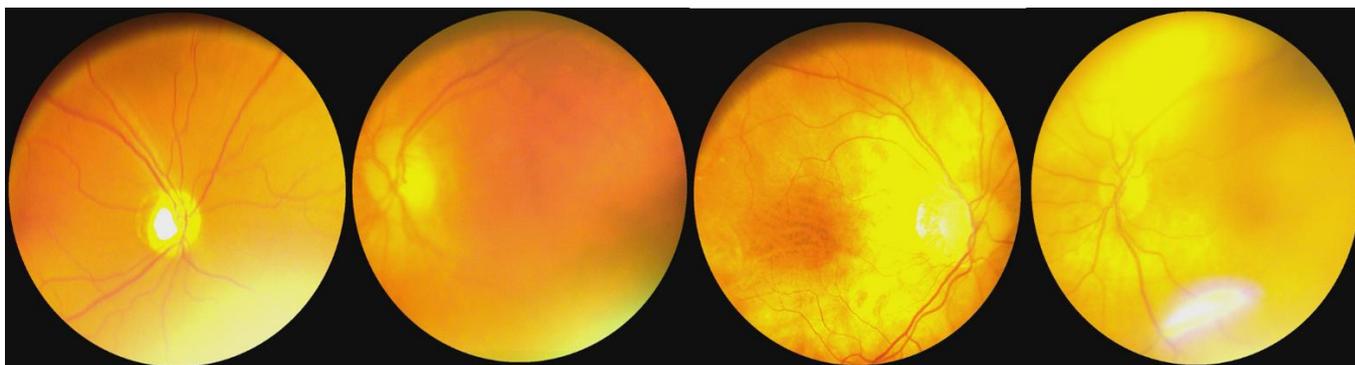


Figure 26. Exemples d'images du fond d'œil floues ou surexposées, de mauvaise qualité, parfois obtenues.

Parmi les autres pistes d'amélioration on pourrait aussi évoquer la réalisation de téléconsultations synchrones à la place de la télé-expertise. Un auxiliaire médical présent auprès du patient se chargerait de mettre en relation le patient et l'ophtalmologiste à distance et transmettre les données de l'examen clinique de manière instantanée. La qualité de l'image pourrait être ajustée en direct jusqu'à obtenir un examen interprétable. Dans notre région, cette téléconsultation peut être rendue possible par la plateforme « Prédice » développée par l'ARS.

Il existe donc plusieurs limites à cette étude et même si plusieurs voies d'améliorations sont envisageables, dans l'état actuel des choses, il semble assez clair que l'examen par télémédecine grâce au matériel portatif ne peut pas se substituer à un examen ophtalmologique en présentiel chez les patients âgés dépendants. Et d'autres évaluations sont nécessaires.

III. LITTERATURE (TABLEAU 8)

A. La télé-ophtalmologie chez les personnes âgées

Une revue de la littérature récente sur la télé-ophtalmologie réalisée en partie chez les personnes âgées a inclus 45 études sur le sujet dont 14 américaines et 10 européennes et d'autres de pays divers. Il est important de noter qu'aucune étude ne s'est intéressée exclusivement aux personnes âgées, ce que déplorait les auteurs, ils se sont donc focalisés sur les résultats qui concernaient principalement des patients âgés. Sur ces 45 études, 26 étaient des études de faisabilité et 12 comparaient la télé-

ophtalmologie aux modalités d'examens conventionnelles. La plupart des études reposaient sur l'usage d'imagerie de type photographies des segments antérieur et postérieur avec la transmission des images de manière différée. La télé-ophtalmologie était surtout évaluée à des fins de dépistage (pour 32 papiers). Ces dépistages pouvaient concerner plusieurs pathologies à la fois, mais on retrouvait par ordre d'importance : la rétinopathie diabétique (27 cas), le glaucome (19 cas), la DMLA (18 cas) et la cataracte (12 cas) (64).

Parmi les résultats significatifs, une étude singapourienne incluant 30 patients de 62 ans de moyenne d'âge et comparant la télé-ophtalmologie, comportant un examen ophtalmologique complet (AV, auto-réfraction, mesure de pression intraoculaire, périmétrie centrale, enregistrements vidéo des mouvements oculaires, cover tests, réflexes photomoteurs, photographies des segments antérieur et postérieur) réalisé avec du matériel fixe et l'envoi de photographies et d'imageries, à un examen en présentiel, a montré que l'examen par téléconsultation pouvait atteindre 100% de sensibilité et de spécificité pour les diagnostics de troubles des milieux, maculopathies, et pathologies cornéennes de tout type ainsi que 100% de sensibilité et 92% de spécificité pour les neuropathies optiques toutes étiologies confondues (65).

Une étude américaine rétrospective, citée dans cette revue, a utilisé les données d'un programme de dépistage de rétinopathie diabétique par télémédecine chez 903 patients afin d'évaluer l'habileté à détecter d'autres pathologies oculaires non diabétiques. Sur 903 patients (61,9 ans en moyenne), la valeur prédictive positive était 93% pour les neuropathies et 90% pour la DMLA. Les auteurs rapportent également un accord diagnostique dans 90% des cas avec l'examen clinique classique en présentiel pour les pathologies citées ci-dessus (66).

Dans un autre article s'intéressant au dépistage de la DMLA par télémédecine via l'utilisation d'un rétinographe non mydriatique fixe, sur 1363 rétinographies couleurs 80% étaient jugées interprétables (67).

Et dans un autre papier, la concordance inter-observateur pour l'analyse de rétinographies non mydriatiques avec signes de DMLA était bonne voire excellente ($Kappa > 0,6$) (68).

Plusieurs autres études de cette revue ont également montré que la télé-ophtalmologie permettait d'accroître significativement le dépistage et le suivi des

pathologies oculaires dans les zones rurales ou démedicalisées tout en facilitant l'orientation des patients (69).

Le protocole américain de la TECS (Technology-Based Eye Care Services) a comparé l'examen par télé-médecine (comportant l'interrogatoire, AV, réfraction, tonomètre portable, rétinographies mydriatiques avec rétinographe fixe et sans examen en lampe à fente mais avec prise de photographies externes de l'œil) à l'examen ophtalmologique en présentiel chez 256 patients de 60 ans de moyenne d'âge, sans antécédent ophtalmologique connu.

Les résultats étaient les suivants : la concordance était bonne pour le diagnostic de cataracte ($Kappa \geq 0,71$), rétinopathie diabétique ($Kappa \geq 0,61$), modérée à bonne pour le glaucome ($Kappa \geq 0,52$), mauvaise pour la DMLA ($Kappa 0,34$). La spécificité et la sensibilité était respectivement supérieure ou égale à 75% et supérieure ou égale à 55% pour les différents diagnostics établis. La concordance diagnostique inter-observateur était supérieure à 0,61 (70).

Ces études sont intéressantes et viennent renforcer l'intérêt, et même la validité pour certaines, de l'usage de la télé-ophtalmologie chez les personnes âgées. Néanmoins, elles ont toutes été réalisées avec du matériel standard fixe pour l'acquisition des images, matériel qui est forcément d'une qualité supérieure à celle du matériel portatif. Peu d'étude dans la littérature se sont intéressées à la télé-ophtalmologie avec l'usage de matériel portatif et donc peu peuvent servir de comparaison à notre étude et nos résultats.

B. Le matériel portatif en télé-ophtalmologie

L'étude australienne de Kumar et al s'est intéressée à la fiabilité des images du segment antérieur de l'œil produites grâce à une lampe à fente portable avec caméra numérique, en les comparant aux images obtenues par l'utilisation d'une lampe à fente fixe couplée à un appareil photo.

L'âge moyen des patients était de 62,5 ans (15 à 94 ans). Sur 392 yeux examinés, la concordance était modérée à bonne ($Kappa 0,43-0,65$) pour les atteintes cristalliniennes (hormis les cataractes sous capsulaires postérieures) et bonne pour les atteintes cornéennes importantes ($Kappa 0,72-0,85$). En revanche la concordance était mauvaise pour les atteintes cornéennes plus subtiles, les atteintes conjonctivales et

palpébrales.

Même si l'objectif de cette étude et la méthode ne sont pas comparables aux nôtres, il est intéressant de noter le protocole utilisé dans cette étude : une vidéo d'environ 30 à 40 secondes était réalisée grâce à la lampe à fente portable puis 3 images standardisées étaient extraites avec différents plans de focalisation (Figure 27). On imagine bien que ce type de procédé, qui n'a pas été réalisé dans notre étude, permettrait de balayer plus de structures du segment antérieur et pourrait améliorer la qualité de l'examen surtout s'il est couplé à l'analyse de clips vidéos (71).

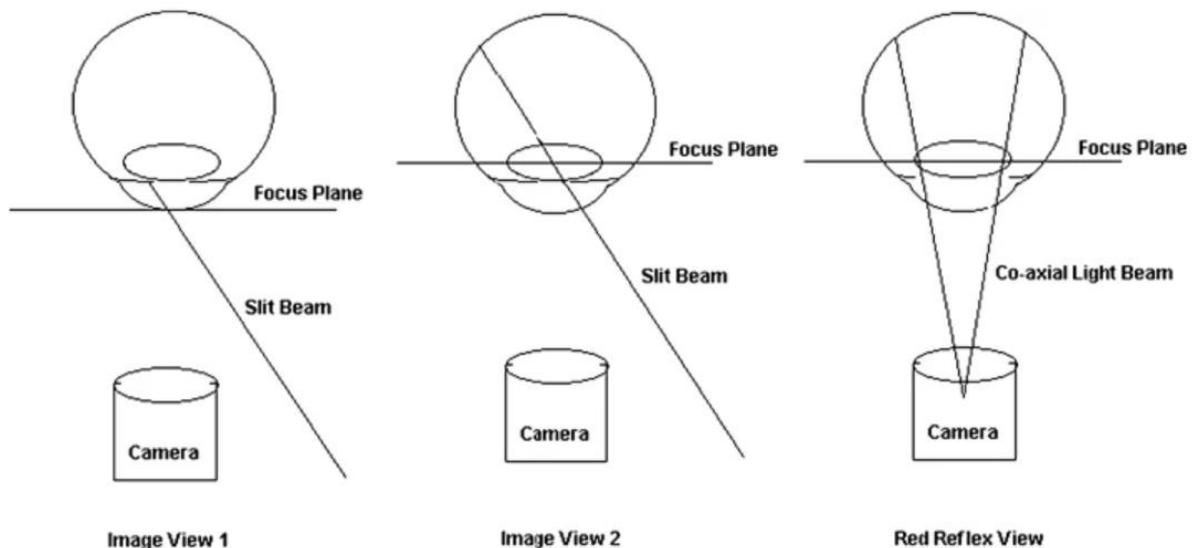


Figure 27. Les différentes positions de la lampe portable numérique et la direction de l'illumination dans l'étude de Kumar et al. (71)

L'étude de Woodward et al a aussi montré que sur 198 yeux (54,3 ans de moyenne d'âge) dont la cornée a été examinée par télé-ophtalmologie via du matériel portatif, la sensibilité de détection des pathologies (taies, ulcères, ptérygion...) était variable de 54 à 75% ce qui n'était pas assez selon les auteurs pour permettre une application à la télémédecine à plus grande échelle (72).

Yosegan et al ont quant à eux mené une étude sur le dépistage de la rétinopathie diabétique au moyen d'un rétinographe portable numérique et l'ont comparé à un rétinographe non mydriatique standard fixe. Sur 49 yeux examinés, la concordance diagnostique entre les deux méthodes d'examen était mauvaise ($Kappa \leq 0,30$) et seulement 24% des images obtenues avec le matériel portatif ont été jugé de bonne qualité, et 56% de qualité acceptable contre 93% de bonne qualité avec le rétinographe fixe.

Dans une autre étude, les mêmes auteurs ont comparé les deux méthodes

d'examen pour l'étude de la papille optique (via l'estimation du rapport cup/disc) et le dépistage du glaucome. Les concordances diagnostiques étaient modérées, respectivement Kappa 0,52, 0,49 et 0,49 pour les trois examinateurs et la spécificité et sensibilité variaient respectivement entre 68% et 79% et 67% et 87% (73,74). Il convient toutefois de noter que ces deux dernières études ont été menées au début des années 2000, le matériel utilisé n'était pas aussi performant qu'à notre époque.

Russo et al ont comparé de manière plus récente, en 2015, la concordance diagnostique d'une ophtalmoscopie directe réalisée avec un smartphone couplé avec un le dispositif D-Eye directement adapté sur l'objectif du téléphone (Figure 28) versus un examen en présentiel avec biomicroscope traditionnel chez 110 patients glaucomateux (58,8 ans de moyenne d'âge) via l'estimation du rapport cup/disc.

Le Kappa était bon ($K = 0,63$ $p < 0,001$) pour les patients avec un glaucome primitif à angle ouvert et une hypertension oculaire (75). Ils ont aussi comparé les deux méthodes chez 120 patients (240 yeux) atteints de rétinopathie diabétique. La concordance était bonne (Kappa = 0,78) avec une sensibilité et une spécificité de 81 et 98% (76).

Ce type de dispositif semble fournir de meilleures performances diagnostiques pour le segment postérieur. Il pourrait être utile de l'intégrer dans un futur protocole d'examen.



Figure 28. Dispositif D-EYE Smartphone-Based Retinal Imaging System. D'après le site du fabricant eyecare.com.

En ce qui concerne l'examen de la macula, on peut se demander si l'introduction de l'OCT portable dans notre protocole d'examen pourrait augmenter la sensibilité et la concordance diagnostique pour les maculopathies.

L'étude TECS s'est intéressée au sujet. Le résultat était que l'ajout de l'OCT dans la batterie d'examens déjà réalisés par télé-médecine ne permettait pas d'augmenter la concordance diagnostique avec l'examen en présentiel, au contraire cette concordance a même baissé (77). Ce résultat est assez surprenant et il serait tout de même intéressant de réaliser d'autres investigations sur ce sujet.

Etude	Effectif / Moy d'âge	Matériel	Type de d'examen	Pathologie	Résultats
<i>Le Tien et al., 2008</i>	352 / 74,2	Fixe	Asynchrone	DMLA	K inter/intra observateur >0,6
<i>Johnson Choon et al., 2013</i>	30 / 62	Fixe	Synchrone	Maculopathies Cornée Neuropathies	Se 100% Sp 92 à 100%
<i>Maa et al., 2016</i>	903 / 61,9	Fixe	Asynchrone	Neuropathies DMLA	VPP 90 à 93%
<i>Maa et al., 2020</i>	256 / 60	Fixe	Asynchrone	Cataracte RD Glaucome DMLA Toutes	K ≥ 0,71 K ≥ 0,61 K ≥ 0,52 K ≥ 0,34 Se ≥ 75% Sp ≥ 55%
<i>Yogesnan et al., 1999-2000</i>	49 / ?	Portable	Asynchrone	RD Glaucome	K ≤ 0,30 K ≤ 0,52
<i>Kumar et al., 2009</i>	392 / 62,5	Portable	Asynchrone	Cristallin Cornée Conjonctive Paupière PRC, Chambre antérieure	K 0,54-0,75 K 0,82 K 0,45-0,60 K 0,23 Se 0%
<i>Russo et al., 2015-2016</i>	110 / 58,8	Portable	Asynchrone	RD Glaucome	K 0,78 K 0,63
<i>Woodward et al., 2017</i>	198 / 54,3	Portable	Asynchrone	Cornée	Se 54 à 75%

Tableau 8. Récapitulatif des études de la littérature citées. Se = sensibilité. Sp = spécificité.

PRC = précipités rétro-cornéens.

Il existe ainsi de nombreuses études évaluant la fiabilité et la validité de la télé-ophtalmologie par l'acquisition d'images grâce à du matériel fixe standard, reconnu pour

sa qualité, et leur examen après télétransmission et lecture différée.

Les résultats de ces études semblent aller dans le même sens et montrent que cette méthode de télé-ophtalmologie présente de bonnes performances diagnostiques, très proches d'un examen ophtalmologique conventionnel en présentiel. Nous en avons cité quelques-unes qui concernées des patients relativement âgés (Tableau 8).

En revanche peu d'études ont évalué la pratique de la télé-ophtalmologie avec du matériel portatif. Leurs résultats sont variables que l'on s'intéresse au segment antérieur ou postérieur et selon le dispositif utilisé.

Nous n'avons pas retrouvé d'étude similaire à la nôtre comparant l'examen ophtalmologique en présentiel réalisé avec du matériel portatif à l'examen télé-ophtalmologique utilisant ce même matériel mobile. De plus, la moyenne d'âge de nos patients semble bien plus élevée par rapport aux études citées plus haut.

Au vu des résultats de notre étude, et ceux retrouvés dans la littérature traitant du sujet, il semble raisonnable de poursuivre les études et les évaluations afin d'obtenir des résultats plus probants et plus performants sur le plan diagnostique avant d'envisager une diffusion large du matériel portatif pour la réalisation d'examens télé-ophtalmologiques.

IV. PERSPECTIVES D'AVENIR

L'intérêt pour la télémédecine ne cesse de croître et cela sera encore plus importants les prochaines années. De nombreuses études existent sur l'évaluation de la télémédecine en générale comme outil diagnostique, leurs résultats ont permis de valider cette nouvelle façon d'exercer la médecine et de l'introduire dans la pratique courante de différentes spécialités médicales. Il serait également intéressant que les prochaines études analysent l'apport de la télémédecine sur le plan médico-économique par rapport à la médecine conventionnelle.

L'accueil réservé à la télémédecine par les patients est plutôt bon dans l'ensemble, même si certains craignent tout de même une déshumanisation de la relation entre le médecin et son patient, les risques de piratage des données de santé ou encore la survenue d'erreurs médicales (78,79).

Il est vrai qu'en télé-ophtalmologie la grande majorité des dispositifs sont asynchrones et associent l'acquisition d'images avec une lecture différée de ces dernières. Toutefois, épidémie de COVID 19 oblige, de plus en plus de consultations, synchrones, en temps réel se sont développées ces derniers mois. Elles reposent sur la téléconsultation vidéo et permettent entre autres d'éviter les ruptures de suivi, les retards de prise en charge, trier les urgences ou encore rassurer les patients.

Ces téléconsultations vidéo appliquées à l'ophtalmologie semblent également être appréciées par les patients. Leur fiabilité doit encore être éprouvée mais leur nombre pourrait être amené à augmenter à l'avenir (80).

Il semble par ailleurs difficile d'évoquer un sujet comme la télémédecine sans évoquer celui de l'intelligence artificiel (IA). En effet, à l'heure de l'avènement du big data et de la 5G, les technologies numériques appliquées aux sciences de la santé vont sans doute connaître une accélération fulgurante en termes d'innovation ces prochaines années.

En ophtalmologie, l'IA, notamment grâce aux technologies du machine learning et du deep learning, se trouve au cœur d'une révolution digitale. Une des applications majeures de ces technologies est la reconnaissance d'image où elles ont d'ores et déjà montré leur efficacité.

Or l'ophtalmologie est l'une des spécialités où le traitement d'images a une place prépondérante. L'IA a déjà montré des performances plus que satisfaisantes dans l'interprétation de rétinoographies ou d'OCT dans le cadre de RD, maculopathies diabétiques, DMLA, rétinopathies du prématuré, glaucome ou encore certaines pathologies du nerf optique (81).

On estime même que l'IA pourrait, dans un futur proche, prédire le risque cardiovasculaire d'un patient en se basant uniquement sur l'analyse de son fond d'œil (82).

Dans l'une des premières études prospectives publiées sur l'IA dans la détection de la RD, la machine avait même surpassé les performances diagnostiques de l'humain (83).

Dans une autre étude, un dispositif d'IA a été développé pour être capable de prédire l'AV après 12 mois de traitement par anti-VEGF chez des patients atteints de DMLA (84).

En 2018, l'US Food and Drug Administration a donné son accord pour ce qui est le premier dispositif médical intelligent de détection et de surveillance de la RD, ouvrant

ainsi la porte à d'autres applications médicales de l'IA en pratique courante (81).

On peut également parler de l'internet of things, une technologie émergente et innovante en matière de communications. Elle permettrait de déployer l'IA en transférant des informations entre objets ou machines connectés à internet automatiquement sans aucune intervention humaine. Les perspectives sont nombreuses, on pourrait prendre par exemple la création de cliniques virtuelles où les données cliniques des patients seraient traitées uniquement par des algorithmes d'IA sans aucune présence physique (85).

Ainsi, les innovations numériques au service de la santé n'ont pas fini de dévoiler tout leur potentiel. Et même si de nombreuses évaluations restent encore nécessaires, la télémédecine, l'IA, l'internet of things vont probablement bouleverser nos pratiques médicales dans les années futures.

Néanmoins, il faut savoir raison garder, ces technologies doivent répondre aux besoins cliniques et rester au service des médecins pour le bien-être des patients avant tout et non pas devenir une simple course à la prouesse technologique sans cadre défini.

CONCLUSION

La prévalence des troubles visuels est élevée chez les personnes âgées et ce d'autant plus chez les patients chuteurs. Un bilan visuel régulier est recommandé chez cette population notamment afin de prévenir le risque de chutes et leurs conséquences.

La télémédecine, grâce à l'usage du matériel portatif, pourrait grandement faciliter l'examen ophtalmologique du sujet âgé dépendant. Notre étude est l'une des rares qui s'est intéressée à la fiabilité d'un tel dispositif.

Nous avons comparé l'examen ophtalmologique en présentiel à l'examen ophtalmologique par télémédecine réalisés grâce au matériel portatif. Notre étude a montré que la concordance diagnostique entre les deux examens était excellente lorsqu'il fallait déterminer le statut phake ou pseudophake du patient. Elle était modérée pour l'examen plus détaillé du cristallin et l'examen de la macula. La concordance était en revanche mauvaise pour le reste de l'examen ophtalmologique ainsi que pour l'action décidée à l'issue de l'examen.

La faisabilité de l'examen télé-ophtalmologique a été jugée excellente pour le segment antérieur et relativement bonne pour l'examen du segment postérieur selon l'expérience de l'examineur. Et dans au moins la moitié des cas la conduite à tenir pouvait être décidée à l'issue de l'examen par télémédecine.

Même si nos résultats ne permettent pas, dans l'état actuel, d'envisager l'utilisation plus large du matériel portatif pour l'examen télé-ophtalmologique des patients âgés dépendants. Notre travail a mis en évidence les difficultés rencontrées lors de la mise en place d'un tel dispositif.

Les voies d'améliorations existent et sont multiples, elles doivent chercher à augmenter la fiabilité et la sensibilité de l'examen. Elles passeront nécessairement par un matériel portatif plus performant avec une meilleure qualité d'image, le développement

des téléconsultations synchrones, ainsi qu'une standardisation de l'examen afin d'obtenir à la fois une meilleure installation et une meilleure coopération des patients.

BIBLIOGRAPHIE

1. Insee. Population par âge – Tableaux de l'économie française [En ligne]. [cité le 18 mai 2020]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3303333?sommaire=3353488>
2. Becuwe, Betty, Capot Rémy, et Fabre Jérôme. Fragilité sociale des personnes âgées du Nord: entre vieillissement, précarité et dépendance. Insee. Février 2014. [En ligne]. [cité le 20 mai 2020]. p 5. Disponible sur: http://www.epsilon.insee.fr/jspui/bitstream/1/20849/1/reNPC_aide-sociale_2014_02.pdf
3. Hauer K, Lamb SE, Jorstad EC, Todd C, Becker C. Systematic review of definitions and methods of measuring falls in randomised controlled fall prevention trials. *Age Ageing*. 1 janv 2006;35(1):5-10.
4. Dargent-Molina P, Breart G. Épidémiologie des chutes et des traumatismes liés aux chutes chez les personnes âgées. *Rev épidémiol santé publique*. 1995;43(1):72-83.
5. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 12 sept 2012;(9):CD007146.
6. Blain H, Bloch F, Borel L, Dargent-Molina P, Gauvain JB, Hewson D, et al. Activité physique et prévention des chutes chez les personnes âgées. Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). Janvier 2015. [En ligne]. [cité 21 mai 2020]. Paris : Inserm : Éditions EDP Sciences (ISSN : 1264-1782) / 518 pages. p 6. Disponible sur: <https://www.hal.inserm.fr/inserm-02102899>
7. Gonthier R. Épidémiologie, morbidité, mortalité, coût pour la société et pour l'individu, principales causes de la chute. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*. juin 2014;198(6):1025-39.
8. Cabillic S, Dang VM, Ricard C, Picot F, Ageron F-X, Couturier P. Quality of care provided to elderly fallers in the emergency room. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillessement*. déc 2013;11(4):351-60.
9. Heinrich, Sven, Rapp, Kilian, Rissmann, Ulrich, *et al.* Cost of falls in old age: a systematic review. *Osteoporosis international*, 2010, vol. 21, no 6, p. 891-902.
10. Oberlin P, Mouquet MC. Les modalités de prise en charge des fractures du col du fémur en France de 1998 à 2009. *DREES Etudes et Résultats*. 2011;774:8 p. [En ligne]. [cité le 22 mai 2020]. Disponible sur: <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/er774.pdf>
11. Nurmi I, Lüthje P. Incidence and costs of falls and fall injuries among elderly in institutional care. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*. 1 janv 2002;20(2):118-22.
12. Beauchet O, Annweiler C. Que faire face à une personne âgée qui fait des chutes répétées ?

- Les nouvelles recommandations pour la pratique clinique de la Haute Autorité de Santé. *Annales de Gérontologie*. 1 déc 2009;2(4):213-8.
13. Haute Autorité de Santé. Évaluation et prise en charge des personnes âgées faisant des chutes répétées. 2009. [En ligne]. [cité 18 mai 2020]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_793371/fr/evaluation-et-prise-en-charge-des-personnes-agees-faisant-des-chutes-repetees
 14. Boucart M, Despretz P, Hladiuk K, Desmettre T. Does context or color improve object recognition in patients with low vision? *Visual Neuroscience*. sept 2008;25(5-6):685-91.
 15. Owsley, Cynthia and Sloane, Michael E. Contrast sensitivity, acuity, and the perception of real-world targets. *British Journal of Ophthalmology*. 1987;71.10: 791-796.
 16. Fortenbaugh FC, Hicks JC, Hao L, Turano KA. Losing sight of the bigger picture: Peripheral field loss compresses representations of space. *Vision Research*. 1 sept 2007;47(19):2506-20.
 17. Fortenbaugh FC, Hicks JC, Turano KA. The Effect of Peripheral Visual Field Loss on Representations of Space: Evidence for Distortion and Adaptation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1 juin 2008;49(6):2765-72.
 18. Soler V, Gallini A, Sitalaprasad E, Sourdet S. La vision dans l'exploration de la fragilité chez le sujet âgé. *cah année gerontol*. 1 déc 2015;7(4):152-7.
 19. Tseng VL, Yu F, Lum F, Coleman AL. Risk of Fractures Following Cataract Surgery in Medicare Beneficiaries. *JAMA*. 1 août 2012;308(5):493-501.
 20. Tran THC, Nguyen Van Nuoi D, Baiz H, Baglin G, Leduc J-J, Bulkaen H. Déficit visuel chez les sujets âgés chuteurs. *Journal Français d'Ophtalmologie*. déc 2011;34(10):723-8.
 21. Daien V, Villain M, Carriere I, Delcourt C. Déficience visuelle, correction optique et leurs impacts sur les limitations d'activités chez les personnes âgées dans l'étude « pathologies oculaires liées à l'âge » (POLA). *cah année gerontol*. 1 déc 2015;7(4):140-3.
 22. Naël V, Moreau G, Monfermé S, Cougnard-Grégoire A, Scherlen A-C, Arleo A, et al. Prevalence and Associated Factors of Uncorrected Refractive Error in Older Adults in a Population-Based Study in France. *JAMA Ophthalmol*. 1 janv 2019;137(1):3-11.
 23. Cohen, D., et al. Évaluation des handicaps visuels modérés et sévères dans une population de consultants en ophtalmologie: Etude prospective sur 1 172 patients. *Journal français d'ophtalmologie*. 2000;23.5: 437-443.
 24. Patino CM, McKean-Cowdin R, Azen SP, Allison JC, Choudhury F, Varma R. Central and Peripheral Visual Impairment and the Risk of Falls and Falls with Injury. *Ophthalmology*. 1 févr 2010;117(2):199-206.e1.
 25. Elliott DB, Bullimore MA, Patla AE, Whitaker D. Effect of a cataract simulation on clinical and real world vision. *British Journal of Ophthalmology*. 1 sept 1996;80(9):799-804.
 26. Schwartz S, Segal O, Barkana Y, Schwesig R, Avni I, Morad Y. The Effect of Cataract Surgery on Postural Control. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1 mars 2005;46(3):920-4.
 27. Soubrane G, Cruess A, Lotery A, Pauleikhoff D, Monès J, Xu X, et al. Burden and Health

- Care Resource Utilization in Neovascular Age-Related Macular Degeneration: Findings of a Multicountry Study. *Arch Ophthalmol*. 1 sept 2007;125(9):1249-54.
28. Cruess A, Zlateva G, Xu X, Rochon S. Burden of illness of neovascular age-related macular degeneration in Canada. *Canadian Journal of Ophthalmology*. 1 déc 2007;42(6):836-43.
 29. Wood JM, Lacherez PF, Black AA, Cole MH, Boon MY, Kerr GK. Postural Stability and Gait among Older Adults with Age-Related Maculopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1 janv 2009;50(1):482-7.
 30. Patel I, Turano KA, Broman AT, Bandeen-Roche K, Muñoz B, West SK. Measures of Visual Function and Percentage of Preferred Walking Speed in Older Adults: The Salisbury Eye Evaluation Project. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1 janv 2006;47(1):65-71.
 31. Haute autorité de santé. Recommandation pour la pratique clinique. Prévention des chutes accidentelles chez la personne âgée. Argumentaire, novembre 2005. [En ligne]. [cité le 29 mai 2020]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_272503/fr/prevention-des-chutes-accidentelles-chez-la-personne-agee
 32. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk Factors for Falls among Elderly Persons Living in the Community. *New England Journal of Medicine*. 29 déc 1988;319(26):1701-7.
 33. Organisation de la direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques. Effectifs des médecins par spécialité, zone d'inscription, sexe et tranche d'âge. [En ligne]. [cité le 21 juin 2020]. Disponible sur: <http://www.data.drees.sante.gouv.fr/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=3803>
 34. Ministère des Solidarités et de la Santé. L'enquête délais d'attente. Mai 2016. [En ligne]. [cité le 21 juin 2020]. Disponible sur: <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/etudes-et-statistiques/open-data/professions-de-sante-et-du-social/article/l-enquete-delaiss-d-attente>
 35. Antunez K, Bergonzoni A, Boisguérin B, Cuvilliez J, Dahmouh A, Ferretti C, et al. Les dépenses de santé en 2017. Résultats des comptes de la santé : édition 2018. Drees; 2018 [En ligne]. [cité 3 sept 2020]. Disponible sur: <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/11-9.pdf>
 36. Décret n° 2010-1229 du 19 octobre 2010 relatif à la télémédecine. 2013. [En ligne]. [cité 3 sept 2020]. Disponible sur: <https://www.snitem.fr/le-snitem-en-action/les-publications/decret-ndeg-2010-1229-du-19-octobre-2010-relatif-a-la>
 37. Ministère des Solidarités et de la Santé. DGOS. La télémédecine. 2020. [En ligne]. [cité 17 mai 2020]. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/prises-en-charge-specialisees/telemedecine/article/la-telemedecine>
 38. Jean-Bernard Rottier, Académie Française d'Ophtalmologie, SNAO, SOF. Coopérations professionnelles Ophtalmologie. [En ligne]. [cité 1 juillet 2020]. Disponible sur: https://www.ameli.fr/fileadmin/user_upload/documents/150910_PC_enfants.pdf
 39. Ministère des solidarités et de la santé. Instruction no DSS/SD1/1B/2018/100 du 9 avril 2018 relative aux modalités de mise en œuvre des protocoles de coopération entre ophtalmologiste et orthoptiste pour la réalisation du bilan visuel à distance. 2018. [En ligne]. [cité 1 juillet 2020]. Disponible sur: https://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bo/2018/18-06/ste_20180006_0000_0081.pdf

40. Snof. Quelles avancées pour résoudre les délais d'attente et améliorer le parcours de soins des patients. Conférence de presse du 22 juin 2018. [En ligne]. [cité 1 juillet 2020].
Disponible sur:
<https://www.snof.org/sites/default/files/pictures/Photos/Quelles%20avanc%C3%A9es%20pour%20r%C3%A9soudre%20les%20d%C3%A9lais%20d%27attente%20et%20am%C3%A9liorer%20le%20parcours%20de%20soins%20des%20patients.pdf>
41. Amelie. Renouvellements optiques : le point sur les mesures dérogatoires. 11 juin 2020. [En ligne]. [cité 4 juillet 2020]. Disponible sur:
<https://www.ameli.fr/orthoptiste/actualites/renouvellements-optiques-le-point-sur-les-mesures-derogatoires>
42. LegiFrance. Dossiers législatifs - LOI n° 2019-774 du 24 juillet 2019 relative à l'organisation et à la transformation du système de santé.[En ligne]. [cité 3 sept 2020].
Disponible sur:
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichLoiPreparation.do?idDocument=JORFDOLE000038124322&type=general&typeLoi=proj&legislature=15>
43. AMELI. Coronavirus COVID-19. Recours au télésoin. [Internet]. [cité 4 juillet 2020].
Disponible sur:
https://www.ameli.fr/sites/default/files/Documents/691390/document/orthoptistes_-_telesoin_-_coronavirusovid-19_-_assurance_maladie.pdf
44. Conseil National de l'Ordre des Médecins. Le point sur la téléconsultation [Internet]. 2019 [cité 6 juillet 2020]. Disponible sur: <https://www.conseil-national.medecin.fr/medecin/exercice/point-teleconsultation>
45. Dépistage de la rétinopathie diabétique par télétransmission de photographies du fond d'œil : évaluation et aspects épidémiologiques au CHU de Nantes. *Journal Français d'Ophtalmologie*. 1 mars 2019;42(3):281-7.
46. Évaluation HAS – Interprétation des photographies du fond d'œil, suite à une rétinographie avec ou sans mydriase. *Médecine des Maladies Métaboliques*. janv 2008;2(1):65-7.
47. Massin P, Chabouis A, Erginay A, Viens-Bitker C, Lecleire-Collet A, Meas T, et al. OPHDIAT©: A telemedical network screening system for diabetic retinopathy in the Île-de-France. *Diabetes & Metabolism*. 1 juin 2008;34(3):227-34.
48. Réseau Ophdiat. Statistiques. 2019. [Internet]. [cité 5 juill 2020]. Disponible sur:
<http://reseau-ophdiat.aphp.fr/statistiques/>
49. Verbeken C, Labalette P, Stichelbout P, Calmet X, Pique P, Theron JP, et al. 325 Dépistage de la rétinopathie diabétique par rétinographe non-mydriatique dans le Nord Pas-de-Calais. *Journal Français d'Ophtalmologie*. 1 avr 2007;30:2S245.
50. Soulié-Strougar M, Charles A, Métral P, Quercia P, Souchier M, Chirpaz L, et al. Dépistage de larétinopathie diabétique en Bourgogne par un rétinographe non mydriatique itinérant. *Journal Français d'Ophtalmologie*. 1 févr 2007;30(2):121-6.
51. Massin P, Aubert J, Eschwege E, Erginay A, Bourovitch J, BenMehidi A, et al. Evaluation of a screening program for diabetic retinopathy in a primary care setting Dodia (Dépistage ophtalmologique du diabète) study. *Diabetes & Metabolism*. 1 avr 2005;31(2):153-62.
52. Lenoble P, Kheliouen M, Bourderont D, Klinger V, Nasica X, Benseddik Y, et al.

- Dépistage de la rétinopathie diabétique par télédiagnostic dans le Haut-Rhin. *Journal Français d'Ophtalmologie*. 1 févr 2009;32(2):91-7.
53. Jp A, P M, G A, A BM, B B, S B, et al. [Evaluation of a screening programme for diabetic retinopathy (DODIA study)]. *Rev Prat*. 1 juin 2007;57(11):1203-9.
54. Angioi-Duprez K, Guerci B, Maalouf T, Drouin P. [Stereoscopic nonmydriatic digital-video interest for screening the diabetic retinopathy]. *Diabetes Metab*. juin 2002;28(3):242-3.
55. Legifrance. Décret n° 2014-1523 du 16 décembre 2014 autorisant la création d'un traitement de données à caractère personnel pour le dépistage de la rétinopathie diabétique. JOFR n°0292 du 18 décembre 2014. [En ligne]. [cité le 5 juillet 2020]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000029917882&categorieLien=id>
56. Wang SK, Callaway NF, Wallenstein MB, Henderson MT, Leng T, Moshfeghi DM. SUNDROP: six years of screening for retinopathy of prematurity with telemedicine. *Canadian Journal of Ophthalmology*. 1 avr 2015;50(2):101-6.
57. Lucas Bellot, Frédéric Mouriaux. Télémedecine en ophtalmologie: sommes-nous prêts? Compte-rendu du congrès "Télémedecine en ophtalmologie". *Réflexions Ophtalmologiques*. 2019;24(227):40-44.
58. Télémedecine 360. Téléfigar : le projet de télémedecine gériatrique du CHU de Rennes [En ligne]. 2015 [cité 5 juillet 2020]. Disponible sur: <https://www.telemedecine-360.com/telefigar-le-projet-de-telemedecine-geriatrique-du-chu-de-rennes/>
59. CHU de Rennes. Brochure: Projet d'établissement du CHU de Rennes 2018 > 2022. 2018. [En ligne]. [cité 5 juillet 2020]. Disponible sur: https://www.chu-rennes.fr/documents/Documents/02-Le_chu/01-mieux_connaitre_le_chu_de_rennes/04-projet_d_etablissement_2018_2022/CHURennes_BrochProjetEtablissement2018-2022_08.2018.pdf
60. Lafargue A, Barateau M, Bourdin N, Thiel E, Glénisson L, Doutre MS, et al. Télémedecine en EHPAD – le projet Aquitain : bilan d'activité à 16 mois et nouvelles perspectives. *European Research in Telemedicine / La Recherche Européenne en Télémedecine*. 1 avr 2017;6(1):41.
61. e-Ophtalmo. Newslette n°9. Janvier 2020. [En ligne]. [cité le 16 mai 2020]. Disponible sur: https://www.e-ophtalmo.com/wp-content/uploads/2020/03/Newsletter_N%C2%B09_e-ophtalmo_janvier-2020.pdf
62. Chylack LT, Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, Bailey IL, et al. The Lens Opacities Classification System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol*. juin 1993;111(6):831-6.
63. Marcus DM, Brooks SE, Ulrich LD, Bassi FH, Laird M, Johnson M, et al. Telemedicine diagnosis of eye disorders by direct ophthalmoscopy: A pilot study. *Ophthalmology*. 1 oct 1998;105(10):1907-14.
64. Fatehi F, Jahedi F, Tay-Kearney M-L, Kanagasingam Y. Teleophthalmology for the elderly population: A review of the literature. *Int J Med Inform*. 2020;136:104089.

65. Johnson Choon HT, Eugenie Wei TP, Sanjay S, Tock HT. A pilot trial of tele-ophthalmology for diagnosis of chronic blurred vision. *J Telemed Telecare*. 1 févr 2013;19(2):65-9.
66. Maa AY, Patel S, Chasan JE, Delaune W, Lynch MG. Retrospective Evaluation of a Teleretinal Screening Program in Detecting Multiple Nondiabetic Eye Diseases. *Telemedicine and e-Health*. 16 juin 2016;23(1):41-8.
67. Bats FD, Nitenberg CV, Fantino B, Denis P, Kodjikian L. Age-Related Macular Degeneration Screening Using a Nonmydriatic Digital Color Fundus Camera and Telemedicine. *OPH*. 2014;231(3):172-6.
68. Le Tien V, Strého M, d'Athis P, Taillandier-Heriché E, Paillaud E, Mahiddine H, et al. Interobserver and intraobserver reliability of detecting age-related macular degeneration using a nonmydriatic digital camera. *Am J Ophthalmol*. oct 2008;146(4):520-6.
69. Tsui I, Havunjian MA, Davis JA, Giaconi JA. Snapshot of Teleretinal Screening for Diabetic Retinopathy at the West Los Angeles Medical Center. *Telemedicine and e-Health*. 17 mars 2016;22(10):843-6.
70. Maa AY, Medert CM, Lu X, Janjua R, Howell AV, Hunt KJ, et al. Diagnostic Accuracy of Technology-based Eye Care Services: The Technology-based Eye Care Services Compare Trial Part I. *Ophthalmology*. 2020;127(1):38-44.
71. Kumar S, Yogesan K, Constable IJ. Telemedical diagnosis of anterior segment eye diseases: validation of digital slit-lamp still images. *Eye*. mars 2009;23(3):652-60.
72. Woodward MA, Musch DC, Hood CT, Greene JB, Niziol LM, Jeganathan VSE, et al. Tele-ophthalmic Approach for Detection of Corneal Diseases: Accuracy and Reliability. *Cornea*. oct 2017;36(10):1159-65.
73. Yogesan K, Constable IJ, Barry CJ, Eikelboom RH, McAllister IL, Tay-Kearney ML. Telemedicine screening of diabetic retinopathy using a hand-held fundus camera. *Telemed J*. 2000;6(2):219-23.
74. Yogesan K, Constable IJ, Barry CJ, Eikelboom RH, Morgan W, Tay-Kearney ML, et al. Evaluation of a portable fundus camera for use in the teleophthalmologic diagnosis of glaucoma. *J Glaucoma*. oct 1999;8(5):297-301.
75. Russo A, Mapham W, Turano R, Costagliola C, Morescalchi F, Scaroni N, et al. Comparison of Smartphone Ophthalmoscopy With Slit-Lamp Biomicroscopy for Grading Vertical Cup-to-Disc Ratio. *J Glaucoma*. 2016;25(9):e777-781.
76. Russo A, Morescalchi F, Costagliola C, Delcassi L, Semeraro F. Comparison of smartphone ophthalmoscopy with slit-lamp biomicroscopy for grading diabetic retinopathy. *Am J Ophthalmol*. févr 2015;159(2):360-364.e1.
77. Maa AY, McCord S, Lu X, Janjua R, Howell AV, Hunt KJ, et al. The Impact of OCT on Diagnostic Accuracy of the Technology-Based Eye Care Services Protocol: Part II of the Technology-Based Eye Care Services Compare Trial. *Ophthalmology*. 2020;127(4):544-9.
78. Maa AY, Wojciechowski B, Hunt KJ, Dismuke C, Shyu J, Janjua R, et al. Early Experience with Technology-Based Eye Care Services (TECS): A Novel Ophthalmologic Telemedicine Initiative. *Ophthalmology*. 2017;124(4):539-46.

79. Loan Tranthimy. Déshumanisation, problèmes techniques, erreurs: la télé-médecine ne fait pas carton plein. *Le quotidien du médecin*. Janvier 2020. [En ligne]. [cité le 16 mai 2020]. Disponible sur: <https://www.lequotidiendumedecin.fr/actus-medicales/politique-de-sante/deshumanisation-problemes-techniques-erreurs-la-telemedecine-ne-fait-pas-carton-plein>
80. Kalra G, Williams AM, Commiskey PW, Bowers EMR, Schempf T, Sahel J-A, et al. Incorporating Video Visits into Ophthalmology Practice: A Retrospective Analysis and Patient Survey to Assess Initial Experiences and Patient Acceptability at an Academic Eye Center. *Ophthalmol Ther*. 1 sept 2020;9(3):549-62.
81. Milea D, Najjar RP, Jiang Z, Ting D, Vasseneix C, Xu X, et al. Artificial Intelligence to Detect Papilledema from Ocular Fundus Photographs. *N Engl J Med*. 30 avr 2020;382(18):1687-95.
82. Ting DSW, Peng L, Varadarajan AV, Keane PA, Burlina PM, Chiang MF, et al. Deep learning in ophthalmology: The technical and clinical considerations. *Progress in Retinal and Eye Research*. 1 sept 2019;72:100759.
83. Gulshan V, Rajan RP, Widner K, Wu D, Wubbels P, Rhodes T, et al. Performance of a Deep-Learning Algorithm vs Manual Grading for Detecting Diabetic Retinopathy in India. *JAMA Ophthalmol*. 1 sept 2019;137(9):987-93.
84. Schmidt-Erfurth U, Bogunovic H, Sadeghipour A, Schlegl T, Langs G, Gerendas BS, et al. Machine Learning to Analyze the Prognostic Value of Current Imaging Biomarkers in Neovascular Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmology Retina*. 1 janv 2018;2(1):24-30.
85. Meinert E, Velthoven MV, Brindley D, Alturkistani A, Foley K, Rees S, et al. The Internet of Things in Health Care in Oxford: Protocol for Proof-of-Concept Projects. *JMIR Research Protocols*. 2018;7(12):e12077.

ANNEXES

A. Annexe 1 : Détail des réponses pour la cornée

Le tableau de contingence croisant les réponses, pour la cornée, de l'examineur A avec celles des examinateurs B1, B2 et B3 est présenté ci-dessous.

		B1			B2			B3		
		Normal	Anormal	NI	Normal	Anormal	NI	Normal	Anormal	NI
A	Normal	234	2	2	236	0	2	238	0	0
	Anormal	10	2	0	10	2	0	10	2	0

Annexe 1 . Réponses pour la cornée. NI = non interprétable.

B. Annexe 2 : Détail des réponses pour l'iris

Le tableau de contingence croisant les réponses, pour l'iris, de l'examineur A avec celles des examinateurs B1, B2 et B3 est présenté ci-dessous.

		B1			B2			B3		
		Normal	Anormal	NI	Normal	Anormal	NI	Normal	Anormal	NI
A	Normal	232	4	5	239	1	2	233	5	4
	Anormal	8	0	0	7	1	0	7	1	0

Annexe 2. Réponses pour l'iris. NI = non interprétable

C. Annexe 3 : Détail des réponses phake ou pseudophake

Le tableau de contingence croisant les réponses phake ou pseudophake, pour le cristallin, de l'examineur A avec celles des examinateurs B1, B2 et B3 est présenté ci-dessous.

		B1			B2			B3		
		Phake	Pseudophake	NI	Phake	Pseudophake	NI	Phake	Pseudophake	NI
A	Phake	95	2	1	96	1	1	87	9	2
	Pseudophake	2	148	2	1	149	2	3	148	1

Annexe 3. Réponses pour le cristallin phake ou pseudophake. NI = non interprétable.

D. Annexe 4 : Détail du cristallin toutes catégories

Le tableau de contingence croisant les réponses, pour le détail du cristallin toutes catégories, de l'examineur A avec celles des examinateurs B1, B2 et B3 est présenté ci-dessous.

		A				
		Phacosclérose	Cataracte	OCP	YAG	Capsule claire
B1	Phacosclérose	4	8	0	0	0
	Cataracte	5	72	0	0	2
	OCP	0	0	5	2	5
	YAG	0	0	4	15	3
	Capsule claire	0	1	13	40	57
	NI	0	7	0	1	4
B2	Phacosclérose	6	6	0	0	0
	Cataracte	3	81	0	0	1
	OCP	0	0	8	3	6
	YAG	0	0	2	18	5
	Capsule claire	0	1	11	37	57
	NI	0	1	0	1	2
B3	Phacosclérose	7	20	0	0	1
	Cataracte	2	54	0	0	1
	OCP	0	0	11	0	5
	YAG	0	0	4	37	14
	Capsule claire	0	9	6	18	37
	NI	0	6	1	3	12

Annexe 4. Réponses pour le détail du cristallin toutes catégories. NI = non interprétable.

E. Annexe 5 : Détail des réponses pour la papille optique

Le tableau de contingence croisant les réponses, pour la papille optique, de l'examineur A avec celles des examinateurs B1, B2 et B3 est présenté ci-dessous.

		B1			B2			B3		
		Normal	Anormal	NI	Normal	Anormal	NI	Normal	Anormal	NI
A	Normal	132	26	47	172	7	27	132	26	48
	Anormal	23	20	17	47	8	5	13	33	13

Annexe 5. Réponses pour la papille optique. NI = non interprétable.

F. Annexe 6 : Détail des réponses pour la macula

Le tableau de contingence croisant les réponses, pour la macula, de l'examineur A avec celles des examinateurs B1, B2 et B3 est présenté ci-dessous.

		B1			B2			B3		
		Normal	Anormal	NI	Normal	Anormal	NI	Normal	Anormal	NI
A	Normal	100	4	19	97	6	19	68	17	38
	Anormal	47	79	16	53	67	23	29	91	23

Annexe 6. Réponses pour la macula. NI = non interprétable.

G. Annexe 7 : Détail des réponses pour les vaisseaux

Le tableau de contingence croisant les réponses, pour les vaisseaux, de l'examineur A avec celles des examinateurs B1, B2 et B3 est présenté ci-dessous.

		B1			B2			B3		
		Normal	Anormal	NI	Normal	Anormal	NI	Normal	Anormal	NI
A	Normal	213	13	25	222	3	28	187	30	36
	Anormal	7	5	1	10	3	0	4	5	4

Annexe 7. Réponses pour les vaisseaux. NI = non interprétable.

H. Annexe 8 : Détail des choix de l'action décidée

Le tableau de contingence croisant les choix, pour l'action décidée à l'issue de l'examen, de l'examinateur A avec ceux des examinateurs B1, B2 et B3 est présenté ci-dessous.

		B1			B2			B3		
		SS	AC	DI	SS	AC	DI	SS	AC	DI
A	SS	40	52	67	98	9	52	22	55	82
	AC	5	69	45	68	25	26	8	54	57

Annexe 8. Réponses pour l'action décidée. SS = surveillance simple. AC = action complémentaire. DI = décision impossible.

I. Annexe 9 : Conseils pour l'interprétation

CONSEILS POUR L'INTERPRETATION

- Ouvrir le fichier « Accès par mot de passe ». Entrer le mot de passe qui vous a été fourni et appuyer sur « Entrée ». Vous avez maintenant accès au fichier « Private » avec les images à interpréter et le tableau Excel où mettre vos résultats.
- Vous êtes informé de l'âge, des antécédents et de l'AV du patient. Pour le reste c'est à vous de compléter votre interprétation de l'examen clinique des segments antérieur et postérieur d'après les images et les vidéos.
- Pour l'examen en LAF. La première vidéo dans la liste correspond systématiquement à l'œil droit et la vidéo suivante à l'œil gauche.
- Petit conseil : les vidéos sont parfois très courtes, mais vous pouvez mettre la vidéo sur « pause » et ensuite déplacer le curseur pour faire défiler les images aussi lentement que vous le souhaitez.
- Dans le tableau des résultats, les cases « Commentaires » et « Diagnostic » sont facultatives.
- La case « Action décidée » est essentielle. Dites si vous jugez qu'une simple surveillance est indiquée ou si au contraire une action complémentaire est nécessaire dans un centre ophtalmologique. Ex : examen complémentaire (OCT, Angio, Biométrie...) ou traitement (laser YAG...)
- L'action décidée doit se fonder sur une vision globale du patient, et doit prendre en compte aussi bien l'âge que l'AV*, ainsi que l'existence ou non d'un suivi ophtalmologique antérieur et bien sûr les résultats de l'examen clinique. En se remettant dans le contexte : il s'agit le plus souvent de patients grabataires, très peu mobiles ou mobilisables.
- Si une image ou une vidéo vous semble ininterprétable, précisez-le dans la case prévue à cet effet. Toutefois si un élément vous apparaît distinctement (ex : nerf optique non visible mais macula visible) interprétez ce qui est visible dans la case correspondante. En l'absence de tous les éléments interprétés, la case « action décidée » devient alors facultative.
- Parfois il n'y a pas d'image ou de vidéo pour le segment antérieur et/ou le segment postérieur, dans ce cas n'interprétez que les données disponibles. Là encore la case « action décidée » devient facultative.
- *Si l'acuité visuelle est mesurée avec la COP, elle doit pleinement entrer en compte dans votre « action décidée ». En revanche si l'acuité visuelle est mesurée sans correction, privilégiez les données de l'examen morphologique du segment antérieur et postérieur pour déterminer votre « action décidée ».
- Pour toutes autres questions n'hésitez pas à me contacter.

Annexe 9. Fiche de conseils pour l'interprétation des examens par télé-médecine remise aux médecins B1, B2, B3

AUTEUR : Nom : STITOU

Prénom : Brahim

Date de soutenance : 23 septembre 2020

Titre de la thèse : Ophtalmologie à Domicile pour Personnes Âgées Dépendantes : Concordance diagnostique entre l'examen ophtalmologique réalisé en présentiel avec du matériel portatif et l'examen ophtalmologique par télé-médecine chez des patients âgés dépendants chuteurs

Thèse - Médecine - Lille 2020

Cadre de classement : *Ophtalmologie, Gériatrie*

DES + spécialité : *Ophtalmologie*

Mots-clés : Patients âgés, dépendants, chuteurs, troubles visuels, télé-médecine, examen télé-ophtalmologique, matériel portatif, concordance diagnostique, faisabilité.

Résumé

Contexte : Les troubles visuels sont fréquents chez les personnes âgées et d'autant plus chez les chuteurs. Un bilan visuel régulier est indiqué. La télé-médecine, grâce au matériel portatif, pourrait faciliter l'examen ophtalmologique du sujet âgé dépendant. Notre étude est l'une des rares qui s'est intéressée à la fiabilité d'un tel dispositif.

Méthode : Nous avons réalisé une étude prospective monocentrique d'évaluation d'une méthode diagnostique. Les patients inclus bénéficiaient d'abord d'un examen ophtalmologique en présentiel avec matériel portatif puis un examen télé-ophtalmologique asynchrone était réalisé à partir des vidéos et des images capturées. Les concordances des diagnostics et de l'action décidée à l'issue de l'examen ont été estimées par calcul du coefficient Kappa de Cohen. La faisabilité de l'examen par télé-médecine a été évaluée par la proportion d'images ou vidéos complètement interprétables.

Résultats : 142 patients et 281 yeux ont été examinés. La concordance diagnostique entre les deux examens était très bonne lorsqu'il fallait déterminer le statut phake ou pseudophake du patient ($K= 0,87$ à $0,96$). Elle était modérée pour l'examen plus détaillé du cristallin ($K= 0,51$ à $0,58$) et l'examen de la macula ($K= 0,48$ à $0,57$). La concordance était mauvaise pour le reste de l'examen ophtalmologique ($K= 0-0,02$ à $0,29$) ainsi que pour l'action décidée à l'issue de l'examen ($K= 0,15$ à $0,35$). La faisabilité de l'examen télé-ophtalmologique était excellente pour le segment antérieur (90 à 98%) et relativement bonne pour le segment postérieur (61 à 81,3%) selon l'expérience de l'examineur. Dans au moins la moitié des cas la conduite à tenir pouvait être décidée à l'issue de l'examen par télé-médecine (50 à 71,9%).

Conclusion : Même si nos résultats ne permettent pas, dans l'état actuel, d'envisager l'utilisation plus large du matériel portatif pour l'examen télé-ophtalmologique de nos patients. Notre étude a permis d'identifier les difficultés rencontrées. Un matériel portatif plus performant, le développement des téléconsultations synchrones, ainsi qu'une standardisation de l'examen sont des voies d'améliorations possibles.

Composition du Jury :

Président : Pr Jean-François ROULAND

Assesseurs : Pr Pierre LABALETTE, Dr Nassir MESSAADI

Directeur de thèse : Pr Thi Ha Chau TRAN