



UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2021

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Étude de la reconnaissance des expressions faciales chez les
patients atteints de glaucome primitif à angle ouvert**

Présentée et soutenue publiquement le 17/09/2021 à 16 heures
au Pôle Recherche
par **Rémi MATHIEU**

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Jean-François ROULAND

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Pierre LABALETTE

Monsieur le Docteur Quentin LENOBLE

Monsieur le Docteur Valentin BACHET

Directeur de thèse :

Madame le Docteur Muriel BOUCART

Avertissement

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

Liste des abréviations

AAO	American Academy of Ophtalmology
AIC	Angle irido-cornéen
ANR	Anneau neuro-rétinien
ANOVA	Analyse of variance
BFS	Basse fréquence spatiale
CBP	Cellules bipolaires
CGL	Corps géniculés latéraux
CGR	Cellules ganglionnaires rétiniennes
CV	Champ visuel
Db	Décibel
ET	Ecart type
F	Test exact de Fischer
FNR	Fibres nerveuses rétiniennes
GCC	Complexe des cellules ganglionnaires
GCIPL	Complexe des cellules ganglionnaires
GPAO	Glaucome primitif à angle ouvert
HFS	Haute fréquence spatiale
HPA	Hodapp Parrish et Anderson
IRM	Imagerie par résonance magnétique
MD	Déficit moyen
MMSE	Mini Mental State Examination
OCT	Tomographie par cohérence optique
OD	Œil droit

OG	Œil gauche
PIO	Pression intra-oculaire
PSD	Pattern standard déviation
R	Coefficient de corrélation « r » de Spearman
RNFL	Retinal nerves fibers layer
SFO	Société Française d'Ophtalmologie
SITA	Swedish interactive thresholding algorithm
T	Test de student
VA	Acuité visuelle
VFI	Visual field index

Table des matières

RÉSUMÉ.....	1		
INTRODUCTION.....	2		
RAPPELS.....	3		
I La voie visuelle :.....	3		
A Les 3 voies fonctionnelles de la voie rétino-géniculo-strié	3		
1 Le canal parvocellulaire	4		
2 Le canal magnocellulaire	5		
3 Le canal koniocellulaire.....	6		
II Perception des fréquences spatiales.....	7		
III La reconnaissance des expressions faciales	11		
A Base anatomophysiologique de la reconnaissance des expressions faciales	11		
B Fréquences spatiales et reconnaissance des expressions faciales	12		
C Méthode d'exploration des fréquences spatiales pour la reconnaissance des	expressions faciales.....	13	
D Expressions faciales et cognition sociale	14		
IV Glaucome:.....	15		
A Définition	15		
B Épidémiologie et facteurs de risque	15		
C Physiopathologie.....	16		
D Diagnostic	17		
1 Signes fonctionnels	17		
2 Examen clinique.....	17		
3 Examen paraclinique	19		
V Hypothèse concernant l'impact des bandes de fréquences spatiales	préférentielles dans la perception des expressions faciales chez le patient	glaucomateux.....	23
METHODE	25		
I Population	25		
II Stimuli.....	29		
III Déroulement du test	30		
RESULTATS	33		
I Analyse statistique.....	33		
II Patients et témoins appariés en âge : Effet de la pathologie.....	34		
A Visages filtrés non hybrides	34		
B Visages hybrides.....	37		

III	Contrôles jeunes versus contrôles appariés en âges : effet du vieillissement	40
A	Visages filtrés non hybrides	40
B	Visages hybrides.....	40
	DISCUSSION	42
	CONCLUSION	48
	BIBLIOGRAPHIE	49
	ANNEXE : Article en anglais	54

RÉSUMÉ

Objectif : étudier l'influence de la perception des fréquences spatiales dans la reconnaissance des expressions faciales en vision centrale chez les patients glaucomateux.

Méthodes : 19 patients atteints de glaucome, 16 témoins appariés en âge et 14 jeunes témoins ont participé à l'étude. Des photographies des visages en nuances de gris ont été présentées en vision centrale pendant 150 ms. Les participants devaient catégoriser les expressions faciales selon 3 choix prédéfinis joie, colère ou neutre. Deux versions avec des expressions faciales différentes ont été testées : (1) visages filtrés en fréquences spatiales basses ou hautes et (2) visages hybrides construits à partir d'un visage filtré en basse fréquence spatiale (BFS) (<8 cycles par image) superposé sur un visage filtré en haute fréquence spatiale (HFS) (> 24 cycles par image).

Résultats : Par rapport aux témoins appariés en âge, un déficit de la performance de perception des visages a été observé pour les visages filtrés à la fois sur les HFS (déficit de 34,1% de performance par rapport aux témoins $F(1, 34) = 21,7, p < .001$) et sur les BFS (déficit de 27,5% $F(1, 34) = 34,9, p < .001$). Aucune différence significative sur les HFS et les BFS n'a été observée entre les contrôles jeunes et âgés. Les contrôles étaient biaisés en faveur de la composante HFS des visages hybrides (de 52,7% ($F(1, 13) = 44,5, p < .001$) pour les plus jeunes et de 17,6% ($F(1, 15) = 3,3, p < .08$) pour les plus âgés. Les témoins de même âge ont plus sélectionné le composant en HFS du visage hybride que les patients (de 17,4% $F(1,33) = 9, p < .005$). Les performances pour la reconnaissance des HFS étaient corrélées avec la sensibilité au contraste, l'acuité visuelle et l'âge des patients.

Conclusions : La reconnaissance des expressions faciales est altérée chez les patients atteints de glaucome, notre étude suggère que cela pourrait résulter d'une mauvaise perception des fréquences spatiales basses et hautes.

INTRODUCTION

Le glaucome est une neuropathie optique progressive. Traditionnellement, il a été considéré comme affectant d'abord la vision périphérique, avec une vision centrale relativement préservée jusqu'aux stades tardifs de la maladie. Cependant, plus récemment, il a été reconnu que la vision centrale, peut être affectée à tous les stades de la maladie. ^{1,2}

Les atteintes visuelles centrales dans le glaucome impliquent des processus de bas niveau tels que la reconnaissance des formes, le contraste, ³ ainsi que des défauts de perception du mouvement ⁴ et les saccades oculaires.⁵

Il existe également des preuves de l'impact de la perte du champ visuel sur des fonctions plus complexes comme la reconnaissance faciale, ⁶⁻⁹ la recherche d'objets, ^{10,11} et la lecture. ¹²⁻¹⁴

Bien que la perception du visage n'ait pas fait l'objet de nombreuses études dans le glaucome, les études réalisées en laboratoire ⁶⁻⁹ convergent pour montrer un traitement anormal des visages chez les patients atteints de glaucome par rapport aux témoins du même âge.

Pourtant, les mécanismes qui sous-tendent le déficit de perception du visage et son impact sur la cognition sociale ne sont pas encore élucidés.

L'objectif de notre étude était de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents au déficit de perception du visage dans le glaucome, nous avons ici étudié l'hypothèse d'une altération du traitement des bandes de fréquences spatiales pertinentes pour la reconnaissance des expressions faciales.

RAPPELS

I La voie visuelle :

A Les 3 voies fonctionnelles de la voie rétino-géniculo-strié¹⁵

La voie rétino-géniculo-strié est la **voie visuelle principale**, elle transmet l'information visuelle au cortex visuel primaire via : les photorécepteurs (cônes et bâtonnets), les cellules bipolaires puis les cellules ganglionnaires rétiniennes au niveau de la rétine neurosensorielle.

Ces dernières se dirigent vers le corps géniculé latéral (CGL) via le nerf optique, le chiasma optique puis le tractus optique.

Les neurones du CGL, via les bandelettes optiques, se dirigent vers le cortex visuel qui intégrera les informations visuelles.

Cette voie visuelle principale est **divisée en trois canaux** magnocellulaire, parvocellulaire et koniocellulaire qui sont établis au niveau des 6 couches du corps géniculé latéral (CGL) du thalamus (Figure 1)

Ces canaux sont formés de couches distinctes de cellules morphologiquement différentes qui reçoivent l'information de différents types de cellules ganglionnaires (CGR) et se projettent dans le cortex visuel primaire (Figure 2).

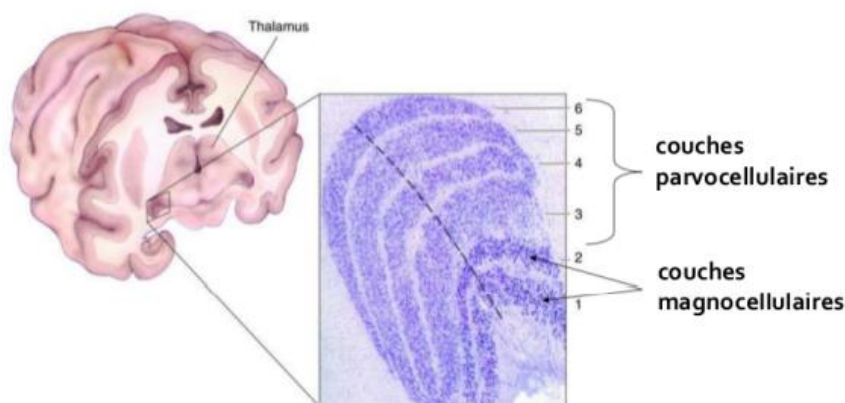


Figure 1 : Schéma de l'organisation du CGL du Thalamus

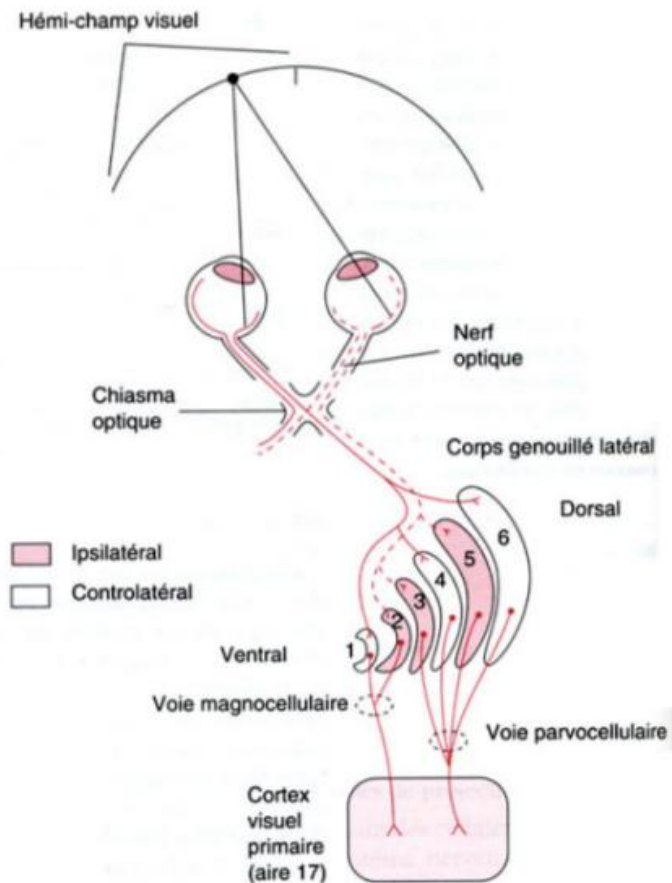


Figure 2 : Schéma des canaux Magno- et Parvocellulaire de la voie visuelle principale

1 Le canal parvocellulaire¹⁵

Les **CGR naines** qui représentent 50% des CGR de la rétine composent ce canal visuel, leur distribution est superposable à celle des cônes, plus dense au centre qu'en périphérie, avec un cône pour une cellule bistratifiées pour une CGR naine au niveau de la fovéa, ce petit champ récepteur permet une acuité visuelle fine. Elles reçoivent des informations des **cônes M et L** uniquement, via les cellules bistratifiées permettant la vision colorée.

Pour rappel, les cônes sont repartis en trois sous-groupes en fonction du photopigment qu'ils contiennent : les cônes S absorbent la partie bleue du spectre

(longueur d'onde maximale 420 nm), les cônes M la partie verte (longueur d'onde maximale 530 nm) et les cônes L la partie rouge (longueur d'onde maximale 560 nm).

Les cellules P qui reçoivent les afférences des CGR naines au niveau des couches 4 à 6 du CGL, émettent des potentiels d'action de manière continue tant que le stimulus est présenté, du fait d'axones plus fin, elles sont les plus lentes à transmettre l'information au cortex visuel.

Le canal parvocellulaire participe principalement à **reconnaissance des formes et des couleurs**.

Il est également impliqué dans l'**acuité visuelle fine** et la perception des textures via la vision des **hautes fréquences spatiales** et des basses fréquence temporelles.

2 Le canal magnocellulaire¹⁵

Les **CGR parasols**, qui représentent 10 à 16% des CGR de la rétine, composent ce canal. Les cellules M qui reçoivent les afférences des CGR parasols au niveau des couches 1 et 2 du CGL émettent des potentiels d'action courts lors d'un changement de stimulus, le tronc de leurs axones est gros et permet une transmission rapide de l'information au cortex visuel.

Les CGR parasols ont également une distribution parallèle à celle des cônes avec une densité plus importante au centre, elles possèdent un grand champ récepteur et se connectent à un plus grand nombre de cônes que les CGR naines quel que soit l'excentricité, au vu du grand nombre de cônes connectés ce grand champ récepteur permet de percevoir le mouvement.

Ce canal participe à l'analyse des **rapports dans l'espace et du mouvement** ainsi qu'à la vision **des hautes fréquences temporelles** (par exemple changement rapide d'intensité lumineuse) et des **basses fréquences spatiales**.

3 Le canal koniocellulaire¹⁵

Les **CGR bistratifiées** qui le composent, représentent environ 6% des CGR. Elles possèdent un grand champ récepteur et reçoivent des informations des **cônes S**, ceci leur permettant de participer à la vision colorée via l'opposition bleu/jaune. Le diamètre des axones de ce canal est d'une taille intermédiaire entre les canaux parvo- et magnocellulaire, entraînant une vitesse de conduction intermédiaire. Les propriétés fonctionnelles de ce canal sont moins connues mais il participerait à la **vision colorée**.

II Perception des fréquences spatiales¹⁶

On peut décomposer la lumière perçue par l'œil humain selon deux organisations :

- Energétique : la couleur, en longueur d'onde, le spectre visible par l'œil humain s'étendant d'une longueur d'onde de 380 à 780 nanomètres.
- Spatiale et temporelle : les contrastes.

La voie visuelle permet de décoder ces informations pour engendrer la cognition dans le cortex visuel.

La perception des détails des objets et des scènes est permise via la vision des contrastes, elle permet de discriminer selon l'équation de Michelson les différences de luminance :

$$C = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}}.$$

L_{\max} =Luminance maximale ; L_{\min} = Luminance minimale.

Une **fréquence spatiale** peut être représentée par un motif élémentaire composé alternativement de bandes claires et sombres qui se reproduit identiquement à des positions régulièrement espacées, un cycle sera défini, en contraste maximal, par **l'alternance entre une bande claire et une bande sombre**.

L'angle visuel intègre dans une même grandeur taille et distance de l'objet, il peut être exprimé en unités diverses, classiquement en degrés pour les grands angles, en secondes ou minutes d'arc pour de petits angles.

L'unité utilisée pour exprimer la fréquence spatiale est le **nombre de cycles compris dans un degré d'angle visuel** (Figure 3) (chaque cycle est défini par l'alternance entre une bande sombre et une bande lumineuse).

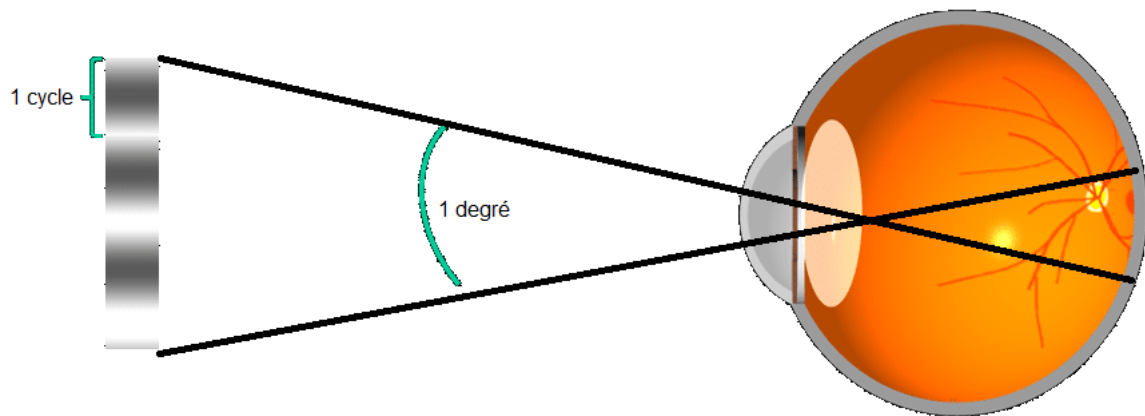


Figure 3 : Schéma montrant une image avec une résolution spatiale de 3 cycles par degré, modifié d'après gatinel.com

Le seuil de contraste est la plus petite différence de luminance qui permet de distinguer un cycle.

La sensibilité au contraste est l'inverse du seuil de contraste, elle est souvent exprimée en pourcentage.

La courbe de sensibilité au contraste en fonction de la fréquence spatiale (en cycles par degrés d'angle visuel) correspond à la fonction de la sensibilité au contraste, en condition photopique chez l'homme, elle présente une distribution spécifique (Figure 4).

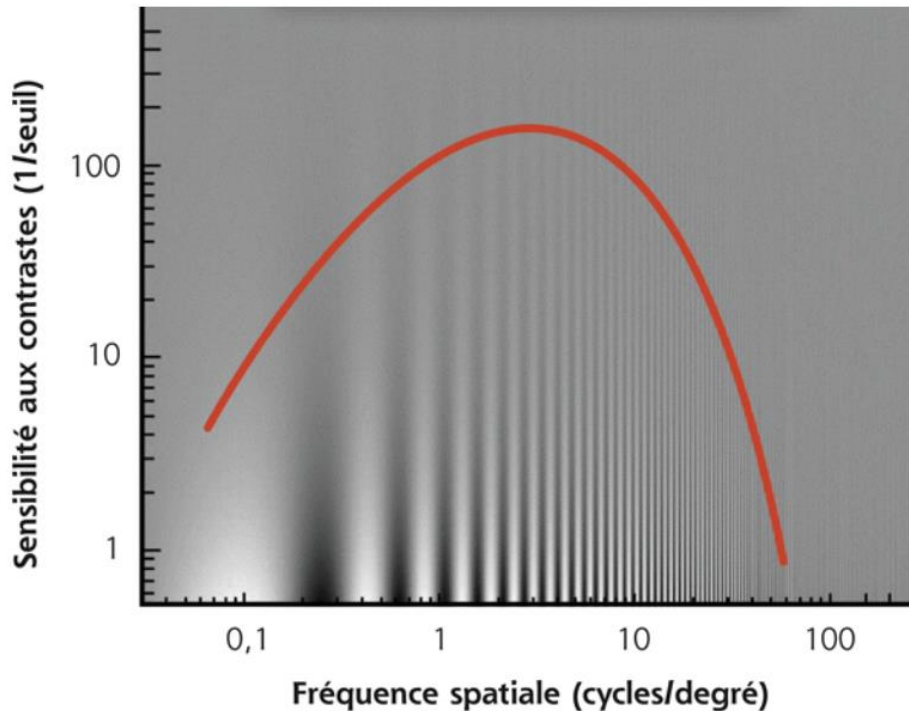


Figure 4 : Courbe théorique de sensibilité au contraste en fonction de la fréquence spatiale, les points au-dessus de la courbe ne sont pas vus, d'après le rapport SFO 2016, Œdèmes maculaires.

La sensibilité au contraste diminue du centre vers la périphérie du champ visuel et est influencée par le niveau d'éclairage global de la scène présentée.

Il existe également une diminution progressive de cette sensibilité avec l'âge. La fréquence spatiale la plus élevée visible déterminera la limite de résolution spatiale, cette limite diminuera donc aussi avec l'âge.

A titre d'exemple il faut un pouvoir de résolution d'une minute d'arc (angle de résolution minimal), soit une acuité visuelle équivalente de **10/10^e** pour percevoir une fréquence spatiale de **30 cycles par degré** pour un contraste maximal.

Un réseau de **haute fréquence spatiale** (c'est à dire de nombreux cycles pour 1 degré d'angle visuel) contient des bandes étroites (Figure 5).

Un réseau de **basse fréquence spatiale** (c'est à dire quelques cycles pour 1 degré d'angle visuel) contient de larges bandes (Figure 5).

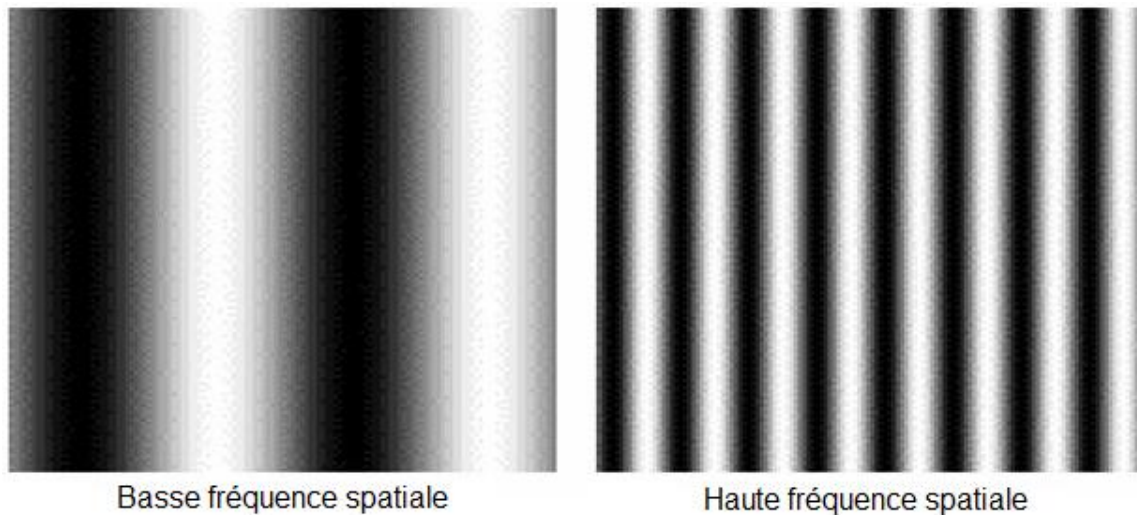


Figure 5 : Schéma montrant des réseaux de basses (gauche) et de hautes (droite) fréquences spatiales, modifié d'après Spatial frequency channel par Pr M. Landy¹⁷

La superposition de ces différents réseaux de fréquence spatiale permettra de recomposer l'image observée.

Selon la théorie du « **coarse to fine** »¹⁸, un œil humain qui analyse une scène (par exemple une fleur) captera en premier lieu l'information concernant la forme globale, ou « coarse », (pour la fleur : la forme, les ombres) , qui est contenue en majorité en BFS, puis il percevra l'information concernant les détails, ou « fine », et les contours (pour la fleur : détails et motifs des pétales), qui est véhiculée essentiellement en HFS (Figure 6).

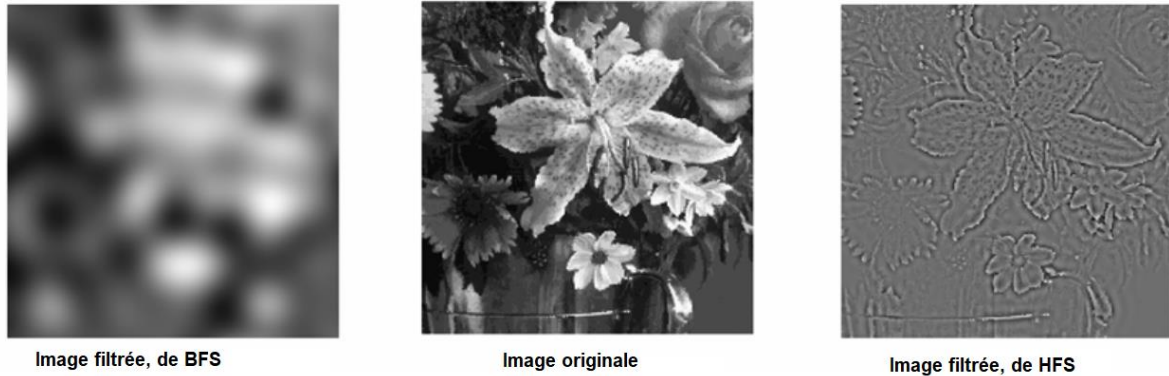


Figure 6 : Exemple d'images filtrées, modifié d'après Spatial frequency channel par Pr M. Landy¹⁷

III La reconnaissance des expressions faciales

A Base anatomophysiologique de la reconnaissance des expressions faciales

La reconnaissance des visages fait appel à la **voie visuelle ventrale cortico temporelle**. Trois régions anatomiques interagissent pour permettre la reconnaissance des visages¹⁹ :

- le **gyrus occipital inférieur** est activé pour le traitement analytique (trait par trait) des visages plutôt que configural (la forme globale).
- le **sillon temporal supérieur** permet la détection des aspects dynamiques du visage, comme les mouvements des yeux ou des lèvres et des muscles pour les expressions (sourire, froncement des sourcils).
- le **gyrus temporal latéral** ou **gyrus fusiforme** est impliqué dans la perception des aspects invariants comme l'orientation, la différence visage/objet, et l'identité.

Le système limbique, le cortex orbito-frontal, et les noyaux gris centraux interviennent dans le traitement des émotions.

L'imagerie cérébrale fonctionnelle a montré une activation de ces trois régions ainsi que du cortex préfrontal dorsolatéral et du cortex prémoteur ventral²⁰ pour la reconnaissance des expressions faciales, mais c'est dans la partie postérieure du sillon temporal supérieur (**STS**) (Figure 7) que semble se dérouler la majorité de l'activité cérébrale lors de cette activité.²¹

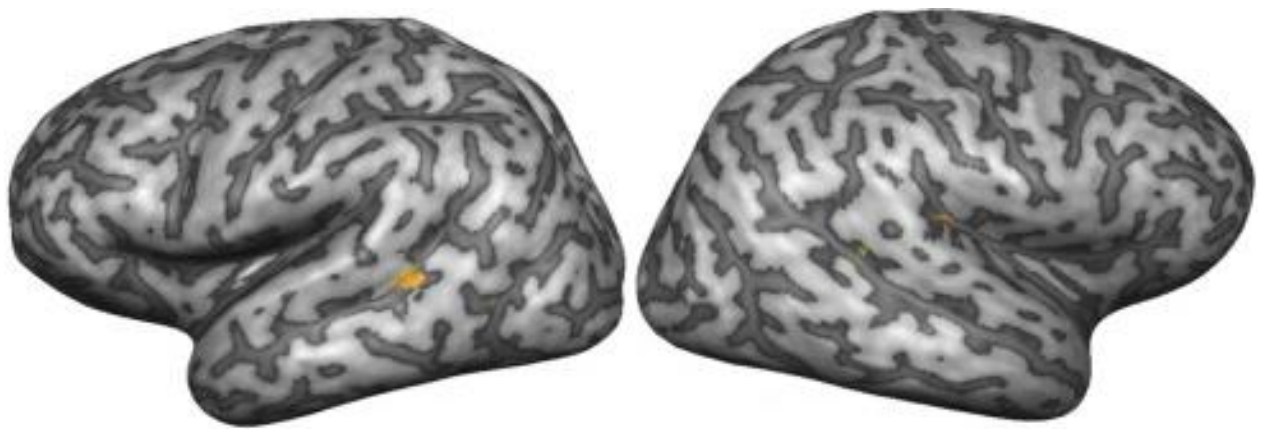


Figure 7 : Schéma montrant la partie postérieure du sillon temporal supérieur activée pour la reconnaissance des expressions faciales lors d'IRM fonctionnelles²¹

B Fréquences spatiales et reconnaissance des expressions faciales

Des études psychophysiques^{22,23} et physiologiques²⁴ ont montré que le système visuel analyse les afférences visuelles avec des filtres indépendants, chacun réglé sur des canaux de fréquences spatiales spécifiques. Il a été démontré dans de nombreuses études sur des jeunes sujets sains que certaines gammes de fréquence spatiale sont choisies de manière préférentielle en fonction des exigences de la tâche.²⁵⁻²⁷ Par exemple, la catégorisation du genre d'un visage peut être effectuée via les BFS.²⁸ Les basses fréquences sont suffisantes pour reconnaître certaines expressions faciales (bonheur, surprise et dégoût) tandis que d'autres expressions

(colère, peur, tristesse) nécessitent des fréquences plus élevées. ²⁹ La disponibilité des fréquences spatiales pertinentes pour une tâche donnée peut également être modulée par la sensibilité au contraste de l'observateur. Avec des visages comme stimuli, une altération du traitement d'une bande de fréquence spatiale peut donc conduire à une mauvaise interprétation des émotions et avoir un impact sur les interactions sociales.

C Méthode d'exploration des fréquences spatiales pour la reconnaissance des expressions faciales

Une technique utilisée pour étudier les bandes de fréquences spatiales pertinentes pour une tâche donnée consiste à filtrer les images avec des filtres passe-bas, c'est-à-dire ne laissant que les fréquences spatiales basses d'une image en supprimant l'ensemble des fréquences spatiales moyennes et hautes à partir d'un seuil défini par l'expérimentateur, et des filtres passe-haut ne laissant passer qu'une bande de fréquences hautes, en plus d'utiliser des images hybrides ^{25,26}

Les stimuli hybrides mélangent deux images différentes à deux bandes de fréquences spatiales différentes. Par exemple, ils combinent une image de visage de basse fréquence spatiale d'un homme ou d'une femme avec une expression particulière (par exemple, la joie) avec une image de visage de haute fréquence spatiale du sexe opposé avec une expression différente (par exemple, en colère). Les images hybrides ne sont pas des stimuli réalistes mais, du fait qu'elles sont composées de deux images, chacune avec une gamme de fréquences spatiales différente, l'image rapportée par le participant renseigne directement sur l'échelle spatiale perçue. Dans notre étude, nous avons affiché des visages passe-haut, passe-bas et hybrides en vision centrale

D Expressions faciales et cognition sociale

Les expressions faciales correspondent aux variations de l'activité musculaire du visage dans le but de mener à des configurations faciales spécifiques permettant de refléter une situation émotionnelle particulière.

Le visage constitue donc un outil de communication non-verbal qui fournit des informations sur l'état affectif d'un individu sur la base de variations visibles des expressions^{30,31}.

Un déficit dans la reconnaissance des expressions faciales pourrait donc entraîner une altération de la communication et des interactions sociales.

IV Glaucome:

A Definition

Selon l'American Academy of Ophthalmology, « le GPAO est une **neuropathie optique chronique progressive** de l'adulte où la PIO et d'autres facteurs encore inconnus contribuent à la maladie et pour qui, en l'absence d'autres causes bien identifiables, il existe une excavation caractéristique du nerf optique et une **perte des cellules ganglionnaires et de leurs axones**. Cette présentation clinique est associée à **un angle ouvert en gonioscopie**.³²

S'il existe une cause sous-jacente identifiable de l'augmentation de la PIO, on parlera de glaucome secondaire.³³ Si la PIO est dans les limites normales, on parlera de glaucome à pression normale.³³ Les glaucomes secondaires, à pression normale et à angle fermé ne sont pas le sujet de cette étude et ne seront pas abordés.

B Epidémiologie et facteurs de risque

Le glaucome est la **deuxième cause de cécité** mondiale après la cataracte, il existe dans le monde à peu près **80 millions** de patients glaucomateux, les patients ayant un GPAO en représentent environ 75%. En France 800 000 personnes sont suivies pour un glaucome, soit 1% à 2% des plus de 40 ans et 10% des plus de 70 ans, mais on estime qu'environ 500 000 personnes ne seraient pas encore diagnostiquées.³⁴

Les **facteurs de risques** de survenue d'un GPAO sont ³⁵:

- l'élévation de la pression intra oculaire
- L'âge
- L'origine ethnique (sujet mélanoderme)

- La myopie
- Une pachymétrie fine
- Un antécédent familial au premier degré
- Les facteurs de risques cardio-vasculaires
- L'exposition aux pesticides

C Physiopathologie³⁶

La physiopathologie de la neurodégénérescence rétinienne glaucomateuse résulte de processus encore mal compris.

L'élément central de la neuropathie glaucomateuse reste **l'apoptose des CGR** mais d'autres phénomènes de dégénérescence axonale ou synaptique y contribuent en l'absence de tout processus apoptotique initial.

On pense qu'une PIO élevée endommage la tête du nerf optique via des changements **mécaniques** induits au niveau de la lame criblée, ou via un dysfonctionnement vasculaire et une **ischémie** résultante, elle reste le seul facteur accessible aux traitements médicaux et chirurgicaux.

Il existe plusieurs mécanismes postulés quant à la cause de la PIO élevée, dont la majorité est liée à un **écoulement aqueux trabéculaire réduit**.

Il existe d'autres mécanismes indépendants de la PIO suspect d'entraîner des lésions nerveuses glaucomateuses comme :

- La diminution de la pression de perfusion oculaire
- Les dommages dus à un excès de glutamate
- La perte de facteurs neurotrophiques
- L'échec des mécanismes de réparation cellulaire

D Diagnostic

Le diagnostic du GPAO nécessite une évaluation clinique et paraclinique pour recueillir des arguments concordants entre un déficit structurel et fonctionnel.

1 Signes fonctionnels ³⁷

La majorité des patients atteints de GPAO sont **asymptomatiques**. Les patients ne le deviennent qu'à un stade avancé de la maladie, lorsqu'ils peuvent prendre conscience d'un rétrécissement du champ visuel ou d'une baisse de la vision.

2 Examen clinique

a PIO³⁷

Le gold standard pour la mesure de la PIO est la **tonométrie à l'aplanation** de Goldmann, elle doit être couplée à la mesure de **l'épaisseur cornéenne centrale**. Théoriquement, une cornée plus fine inférieure à 530 μm peut conduire à des mesures sous-estimant la vraie PIO et vice versa pour une pachymétrie supérieure à 560 μm . La norme de la PIO est de 10 à 21 mmHg, une valeur plus élevée sera en faveur d'un GPAO mais n'est qu'un des éléments du diagnostic de la neuropathie, en effet selon l'étude OHTS, seuls 9.5% des patients présentant une hypertension intra-oculaire développeront un glaucome à 5 ans contre 4.4% pour les patients sous hypotonisants³⁸.

b Gonioscopie³⁷

Le gold standard pour l'analyse de **l'angle iridocornéen** (AIC) est la gonioscopie avec indentation, elle permettra d'estimer l'ouverture de l'AIC, le niveau d'insertion de l'iris ; la forme de la périphérie de l'iris ; la pigmentation trabéculaire ; l'existence de zones d'apposition iridotrabéculaire ou de synéchies.

Un angle est considéré comme ouvert s'il est de **grade supérieur ou égal à 2** de la classification d'ouverture de l'AIC de Schaffer (Figure 8).

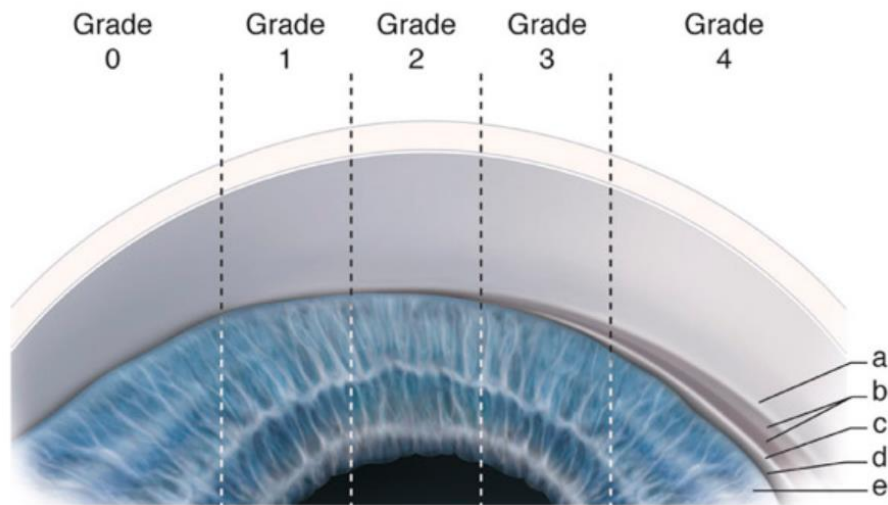


Figure 8 : Schéma de la classification de Schaffer. a. Anneau de Schwalbe. b. Trabéculums pigmenté et non pigmenté. c. Éperon scléral. d. Bande ciliaire. e. Base de l'iris. (D'après le rapport SFO Glaucome 2014)³⁷

c **Fond d'œil**³⁷

Les **modifications du nerf optique** observées au fond d'œil à risque de GPAO

comprennent :

- Un rapport cup/disc élevé
- Une asymétrie du rapport cup/disc (Figure 9)
- Un allongement vertical de l'excavation
- Un amincissement ou une encoche focale de l'ANR
- Une exclusion d'un vaisseau circum linéaire
- Une hémorragie péri papillaire
- Un non-respect de la règle ISNT

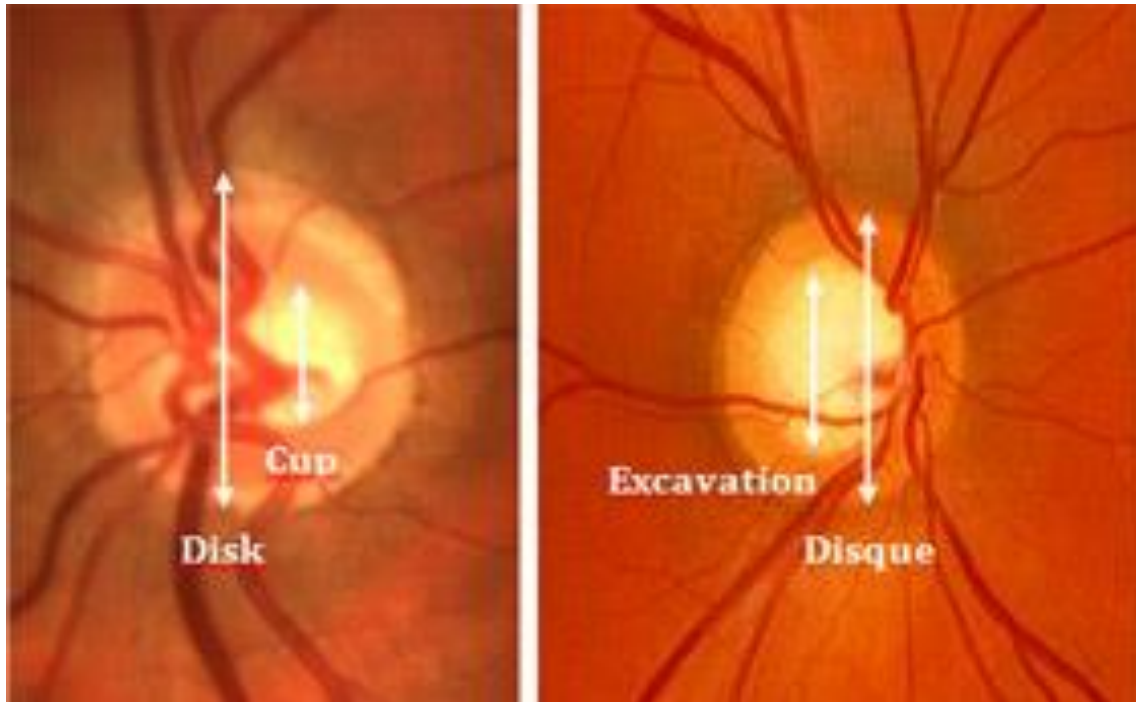


Figure 9 : Photographie d'une papille gauche normale à gauche avec un C/D à 0.3 et d'une papille droite à priori glaucomateuse à droite avec un C/D à 0.7.

3 Examen paraclinique

a Champ visuel³⁷

La **périmétrie de seuil statique automatisée** (comme le champ visuel Humphrey (Figure 10)) est la référence en matière de diagnostic et de surveillance des GPAO.

Cet examen consiste à projeter un spot lumineux blanc d'une certaine intensité sur un fond blanc. La **sensibilité lumineuse différentielle** permettant au patient de distinguer chaque stimulus est ainsi mesurée en décibels (dB).

Le champ visuel est ensuite analysé à l'aide d'indices globaux :

- Le visual field index (**VFI**) : Cet indice donne un poids plus important aux points centraux, leur densité en CGR étant plus importante.
- La déviation moyenne (**MD**) est la différence entre la sensibilité moyenne de tous les points mesurés du patient et une sensibilité moyenne normale pour un âge donné.

Le GPAO sera **classé selon la sévérité de l'atteinte du MD** :

-débutant > -6 dB,

-modéré de -6 à -12 dB,

-avancé de -12 à -18dB

-sévère au-delà de -18 dB.

- La déviation individuelle ou Pattern standard deviation (**PSD**) : permet de détecter un déficit focal ou scotome, elle mesure la différence de sensibilité entre les différents points mesurés du patient et la perte de sensibilité moyenne du patient.

Les patients atteints de GPAO débutant précoce peuvent avoir des champs visuels normaux, il a été estimé que 50% des cellules ganglionnaires doivent être perdues avant qu'un déficit du champ visuel ne devienne apparent.

Les **atteintes suspecte de glaucome retrouvés au champ visuel** seront :

-Des défauts localisés respectant le méridien horizontal

-Une encoche nasale

-Un scotome arciforme

-Le déficit diffus

-Le scotome paracentral

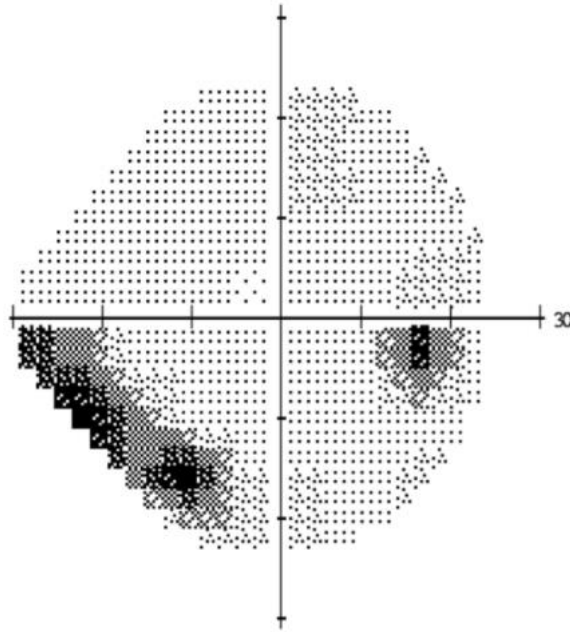


Figure 10 : Image d'un champ visuel Humphrey 30-2 d'un œil droit montrant un scotome arciforme inférieur en faveur d'un GPAO.

b OCT RNFL³⁷

La tomographie par cohérence optique (OCT) des fibres rétiniennes péripapillaires, ou Retinal Nerve Fiber Layer (**RNFL**), mesure **l'épaisseur de la couche des fibres nerveuses rétiniennes (FNR)**.

Ses mesures quantitatives et objectives des FNR permet d'identifier et localiser des déficits glaucomateux précoces.

Les résultats sont présentés sur une carte TSNIT (Temporal-Supérieur-Nasal-Inférieur-Temporal) qui correspond à un déroulé du cercle RNFL mesuré qui permet de **comparer l'épaisseur des FNR à une base normative** de l'appareil via une carte des déviations colorimétrique.

Une perte d'environ un tiers des tissus est nécessaire avant qu'un patient ne tombe en dehors de la fourchette normale.

Les déficits glaucomateux apparaissent **en priorité dans le secteur temporal inférieur** puis temporal supérieur, ce qui est concordant avec les atteintes du champ visuel.

c OCT GCC³⁷

L'analyse OCT du complexe ganglionnaire maculaire ou Ganglion Cell Complex (**GCC**), correspond à la mesure de l'épaisseur de la **couche des cellules ganglionnaires et de la couche plexiforme interne** en regard de l'aire maculaire

Cet examen est complémentaire de l'OCT RNFL car cette zone anatomique est moins susceptible de variation individuelle que la tête du nerf optique.

L'interprétation des résultats se fait à partir d'une cartographie de l'épaisseur des fibres nerveuse associé à une cartes déviation colorimétriques.

La présence d'un déficit fasciculaire à point de départ papillaire avec respect du raphé horizontal médian est un aspect fortement évocateur de glaucome.

V Hypothèse concernant l'impact de bandes de fréquences spatiales préférentielles dans la perception des expressions faciales chez le patient glaucomateux

Il est maintenant reconnu que le glaucome a un impact sur la fonction visuelle centrale. Comme la vision fovéale est impliquée dans le traitement des informations caractéristiques véhiculées par les HFS, **notre hypothèse** était que **le glaucome affecte la perception des images filtrées en HFS plus que pour les images en BFS** et que les **patients s'appuient davantage sur la composante en BFS des visages hybrides par rapport aux témoins.**

En effet, Laprevote et al. ³⁹ ont constaté que de jeunes observateurs en bonne santé fondaient leur décision sur la composante HFS du visage hybride dans une tâche de catégorisation de l'expression faciale en vision fovéale.

Nous nous attendions donc à un biais en faveur des HFS en vision centrale chez les jeunes contrôles à la fois pour les images filtrées et hybrides.

Les patients atteints de glaucome ont généralement plus de 50 ans.

Il a été démontré que la sensibilité au contraste diminue avec le vieillissement normal.⁴⁰ Avec des photos de scènes filtrées comme stimuli, Ramanoël et al ⁴¹ ont constaté que le déficit de sensibilité au contraste chez les participants plus âgés était plus préjudiciable aux hautes fréquences spatiales qu'aux basses fréquences spatiales. Nous nous attendions donc à ce que le biais en faveur des HFS observé chez les jeunes contrôles soit réduit chez les contrôles plus âgés.

L'étude décrite ci-dessous est actuellement soumise pour publication :

Rémi Mathieu (MD), Esther Hereth (MD), Quentin Lenoble (PhD), Jean-François Rouland (MD-PhD), Allison M McKendrick (PhD) & Muriel Boucart (PhD) : **Spatial frequency bands used by patients with glaucoma to recognize facial expressions**

METHODE

I Population

Les caractéristiques de la population sont résumées dans le tableau 1 pour les patients et dans le tableau 2 pour les contrôles.

Dix-neuf participants (8 hommes), présentant des anomalies du champ visuel cliniquement significatives dans les deux yeux en raison d'un glaucome primitif à angle ouvert, ont été recrutés dans le département d'ophtalmologie du centre hospitalier universitaire de Lille. Ils étaient âgés de 36 à 84 ans (moyenne 67,4, ET : 10,1). Chaque patient a bénéficié d'un examen ophtalmologique complet avant l'expérience comprenant : un champ visuel, une mesure de l'acuité visuelle, de la sensibilité au contraste en monoculaire à l'aide du test de Pelli-Robson, et une tomographie par cohérence optique (OCT ; Cirrus OCT HD-OCT 4000 Carl Zeiss Meditec, Inc. Dublin CA 94568 USA).

Les critères d'inclusion pour tous les participants étaient :

- une acuité visuelle supérieure ou égale à 8/10 (échelle de Snellen)
- l'absence d'antécédent de pathologie neurologique ou psychiatrique
- l'absence d'utilisation de médication pouvant altérer l'attention (benzodiazépines, neuroleptiques)
- l'absence de maladie ophtalmologique pour les contrôles
- l'absence d'autre maladie ophtalmologique que le glaucome chez les patients
- un MMSE supérieur ou égal à 27/30 pour les participants de plus de 60 ans
- Un glaucome au moins débutant avec un MD supérieur à -6Db au champ visuel Humphrey

Leur acuité visuelle monoculaire moyenne était au moins égale à 8/10, (0,1 LogMar).

La sensibilité du champ visuel a été mesurée par périmétrie automatisée à l'aide

d'un champ visuel Humphrey (HFA, Carl Zeiss Meditec, Dublin CA, États-Unis). Le modèle de stimulus 10-2 (standard SITA) a été utilisé dans le but de tester la vision centrale.

Le tableau 1 fournit les données cliniques pour chaque œil.

Le champ visuel 10-2 a été mesuré sur un seul œil pour 9/19 patients.

L'autre l'œil était soit à un stade avancé du glaucome avec une acuité visuelle en dehors de nos critères d'inclusion en monoculaire ($AV < 8/10$) (voir le tableau 1) pour 3 patients. Pour les 6 autres patients, l'autre œil présentait un glaucome asymétrique au champ visuel 24-2 ou 30-2 ne rentrant pas dans les critères d'inclusion ($MD > -6dB$). Seize témoins appariés selon l'âge (8 hommes) âgés de 37 à 81 ans (moyenne : 64,5 ET : 9,4) ont été recrutés parmi les proches des patients et au sein du personnel du département d'ophtalmologie.

Aucun d'entre eux n'avait d'antécédents familiaux de glaucome et aucun ne présentait de signes de glaucome, de cataracte ou de dégénérescence maculaire.

Une évaluation de leur acuité visuelle a été réalisée juste avant le test.

L'acuité minimale requise pour la sélection était de 8/10 (0,1 LogMar).

Les patients et les témoins appariés en âge ne différaient pas significativement en âge ($F(1, 33) = 0,81, p = 0,37$).

Tous les patients et témoins âgés de plus de 60 ans ont été évalués avec la version française du Mini Mental State Examination (MMSE) pour vérifier les troubles cognitifs liés à l'âge.

Un score MMSE inférieur à 27/30 était un critère d'exclusion.

Un groupe de 14 jeunes participants (8 hommes) ont été inclus pour dissocier l'effet du vieillissement de l'effet de la pathologie.

Ils étaient des étudiants en médecine âgés de 21 à 32 ans (écart-type moyen de 26

ans : 4,2). Une évaluation de leur acuité visuelle a été réalisée juste avant le test.

L'acuité minimale requise pour la sélection était de 8/10 (0,1 LogMar).

Pendant le test, tous les participants, patients, contrôles jeunes et plus âgés portaient des corrections optiques adaptées pour une distance de 140 cm.

L'étude a été approuvée par le comité d'éthique en sciences comportementales de l'université de Lille (RVPG 2018 - 270-60). Conformément aux principes de la Déclaration d'Helsinki, le consentement éclairé écrit a été obtenu de tous les participants.

Patients N°	Age	VA		MD		GCIL		RNFL		CS	
		L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
1	66	0	0	-17.0	-6.9	59	63	62	57	1.65	1.8
2	36	0	0	-6.2	-7.7	54	59	42	47	1.8	1.8
3	63	0.1	0	-16.3	-6.3	52	58	57	71	1.65	1.8
4	65	-	0.1	-	-19.5	88	-	91	68	-	1.65
5	76	0	-	-9.9	-	-	-	-	-	-	1.65
6	76	0.1	0.1	-19.2	-20.5	46	45	67	57	1.05	1.2
7	58	0.1	0.1	-3.9	-3.6	90	58	84	70	1.35	1.35
8	71	0.1	0.1	-2.9	-3.1	64	64	57	56	1.35	1.2
9	72	0	-	-9.8	-	59	67	60	64	1.65	-
10	84	0.1	-	-11.3	-	56	72	50	80	1.35	-
11	64	0	0	-15.2	-25.0	-	-	-	-	1.65	1.65
12	63	-	0	-	-10.9	76	83	83	71	-	1.65
13	78	0	0.1	-4.8	-7.2	64	46	69	69	1.35	1.35
14	68	0	0	-18.0	-10.3	59	64	64	58	1.8	1.8
15	68	0	-	-7.3	-	55	65	55	76	1.65	-
16	59	-	0	-	-17.7	-	47	-	46	-	1.65
17	74	-	0	-	-13.5	75	44	66	55	-	1.65
18	74	0.1	-	-21.1	-	56	-	67	-	1.35	-
19	67	-	0.1	-	-10.9	-	71	-	61	-	1.5

Tableaux 1 : Données cliniques et démographiques des patients

MD = déviation moyenne (10-2) en dB. VA= acuité visuelle (LogMar), L = œil gauche, R = œil droit, CS = sensibilité au contraste, RNFL = retinal nerve fiber layer. GCIPL = ganglion cell-inner plexiform layer, - = non mesuré.

Young Participants				Age-matched controls			
Participant N°	Age	VA L	VA R	Patients N°	Age	VA L	VA R
1	30	0	0	1	74	0	0
2	28	0	0	2	62	0	0
3	25	0	0	3	64	0	0
4	31	0	0	4	71	0	0
5	30	0	0	5	57	0	0
6	29	0	0	6	59	0	0
7	25	0	0	7	56	0	0
8	20	0	0	8	75	0.1	0.1
9	20	0	0	9	84	0.1	0.1
10	21	0	0	10	68	0	0
11	25	0	0	11	73	0	0
12	32	0	0	12	45	0	0
13	27	0	0	13	60	0	0
14	21	0	0	14	66	0	0
				15	62	0	0
				16	55	0	0

Tableaux 2 : Age et acuité (VA) des contrôles jeunes et âgés.

II Stimuli

Les stimuli étaient des visages filtrés de HFS et de BFS, et des visages hybrides fournis par le Pr Aude Oliva (MIT Boston) et utilisés dans Laprevote et al. [24] Dans cet ensemble, des visages de différents individus ont été alignés de manière à ce que les caractéristiques internes et externes des visages se chevauchent (voir la figure 11) afin de former des visages hybrides. Les images en niveaux de gris avaient une taille de 256 × 256 pixels. Des visages de 12 individus différents ont été utilisés (six hommes et six femmes), chacun montrant trois expressions différentes : en colère, joyeux ou neutre. Il y avait une version passe-bas (en dessous de 8 cycles / image) et une version passe-haut (au-dessus 24 cycles / image) de chaque visage (voir exemples sur la figure 11), pour un total de 36 visages à BFS non hybride et 36 visages à HFS non hybride. Quarante-visages hybrides ont été créés en superposant un visage filtré en basse fréquence spatiale d'un individu, avec le visage filtré en haute fréquence spatiale d'un autre individu. Chaque hybride était composé d'un visage masculin et d'un visage féminin. Un des visages de l'hybride affichait une expression neutre et l'autre visage de l'hybride affichait une expression joyeuse ou en colère.

D'autres auteurs ont rapporté que l'amélioration du contraste de scènes filtrées de HFS améliorait les performances dans la vision parafovéale résiduelle des patients atteints de dégénérescence maculaire. ⁴² Les images de notre étude étaient normalisées pour le contraste. Nous avons choisi de ne pas renforcer le contraste des images filtrées en HFS car un contraste identique pour les deux échelles spatiales était probablement plus pertinent pour simuler les conditions naturelles de vision.

III Déroutement du test

Les participants étaient assis à 1,40 m d'un grand écran (84 pouces Company Speechi, Lille, France). Il n'y avait pas de mentonnière et la visualisation était binoculaire. Les stimuli couvraient $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ d'angle visuel. Pour rappel un visage humain couvre en moyenne $10,2^\circ \times 7,4^\circ$ d'angle visuel à 1 m. Les images étaient présentées dans une pièce faiblement éclairée avec la lumière éteinte et un faible rayon de lumière provenant des bords du store vénitien de la fenêtre. Une croix de fixation centrale blanche était présentée pendant 1 seconde sur un fond noir suivie, 100 ms plus tard, d'un visage affiché pendant 150 ms.

Une session d'entraînement a été réalisée pour les patients et les contrôles afin de les familiariser à un temps d'exposition court. Elle comprenait des blocs de 20 essais avec une présentation aléatoire des visages filtrés BFS et HFS, avec une diminution progressive du temps de présentation. Un bloc de 20 essais à 300ms de présentation était suivi d'un bloc de 20 essais à 250 ms, puis d'un bloc à 200 ms. La durée de présentation de chaque visage a ensuite été fixée à 150 ms dans la session expérimentale. Les résultats de la session d'entraînement n'ont pas été enregistrés. Les participants ont été testés sur deux blocs d'essais. Le bloc « filtré » contenait 72 images dont 36 images filtrées en HFS et 36 images filtrées en BFS. Chaque version d'image filtrée était composée de 12 visages (6 hommes) neutres, 12 (6 hommes) en colère et 12 (6 hommes) avec un visage joyeux. Le bloc « hybride » contenait 96 images composées d'un visage expressif (joyeux, en colère) et un visage neutre. Le visage neutre est apparu 48 fois en BFS (superposé à 24 en HFS joyeux et à 24 visages en HFS en colère) et 48 fois en HFS (superposés à 24 visages en BFS joyeux et à 24 visages en BFS en colère). L'ordre des blocs filtrés et hybrides a été modifié entre les participants de chaque groupe. Pour chaque bloc

filtré et hybride les participants devaient décider si le visage perçu était joyeux, en colère, ou neutre. Les trois expressions faciales et les 3 versions (passe-bas, passe-haut et hybride) ont été présentées sur papier avant l'expérience pour s'assurer de la bonne compréhension des participants. Deux expressions faciales étant présentes dans l'image hybride (une en BFS et une en HFS), l'expression rapportée par le participant nous renseignait sur la fréquence spatiale perçue.

Les participants ont répondu oralement (joie, colère, neutre). La réponse verbale a été codée par l'expérimentateur sur le clavier de l'ordinateur.

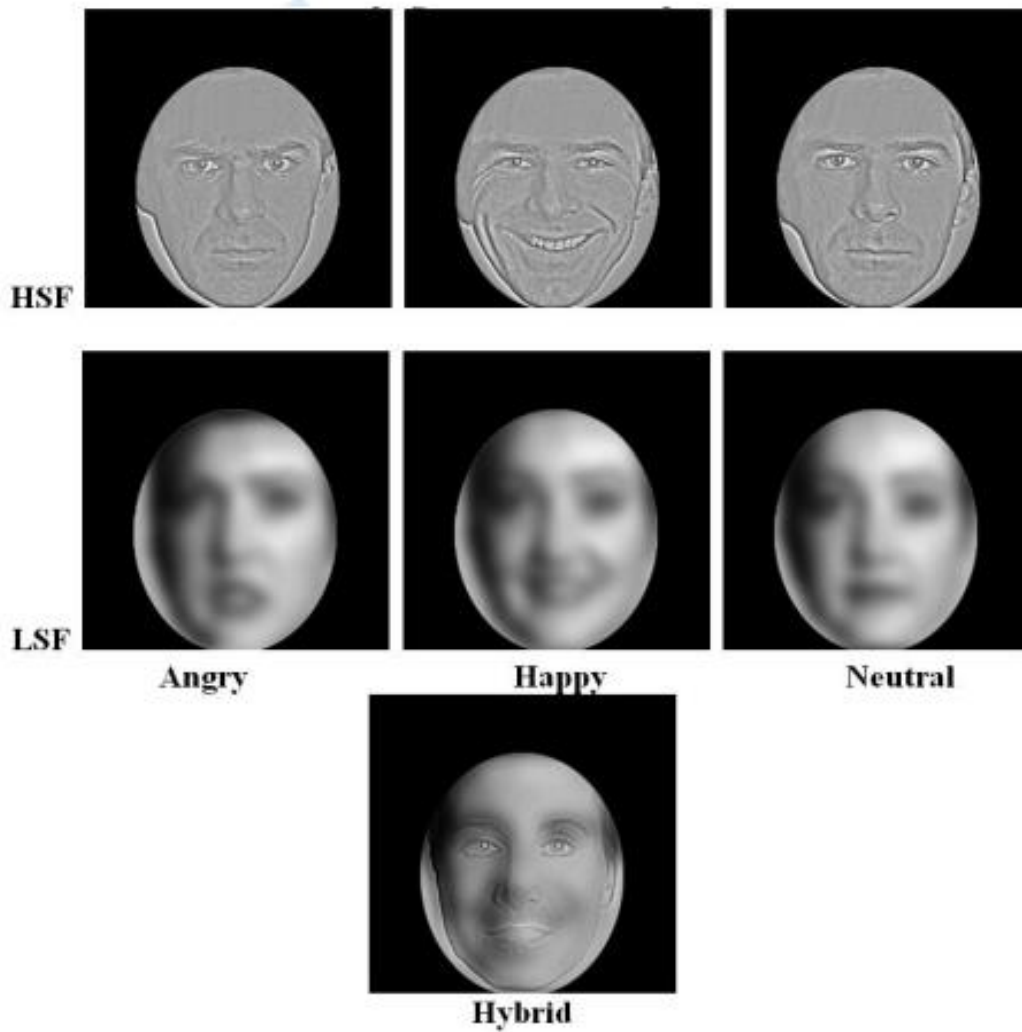


Figure 11 : Exemples de visage filtré HFS et BFS montrant les 3 expressions choisies dans l'étude, et en bas, une image hybride combinant une image en BFS avec un visage d'homme joyeux à une image en HFS montrant une femme avec une expression neutre.

RESULTATS

I Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel Systat 8 (Systat Software, Inc San Jose, Californie).

La principale mesure était le pourcentage de réponses correctes pour chaque fréquence spatiale. Deux ANOVA (analyse of variance) avec mesures répétées ont été réalisées, une pour les images filtrées et une pour les images hybrides.

Les facteurs analysés étaient la fréquence spatiale (HFS vs BFS) et l'expression du visage (en colère, joyeuse, neutre).

Les résultats des visages filtrées et hybrides sont présentés sur la figure 12.

La figure 13 représente les résultats des patients en fonction de l'atteinte du champ visuel (précoce, modéré ou avancé) à l'aide de la classification de Hodapp Parrish et Anderson (HPA)⁴³ comme dans l'étude Glen et al. ⁶

Pour les patients testés sur les deux yeux (N = 10) le MD du meilleur œil a été choisi. Le MD de l'œil testé a été utilisé pour les 9 autres patients.

Les données individuelles des patients sont présentées dans la figure 14.

Une corrélation de Spearman a été utilisée pour évaluer s'il y avait une relation entre une bande de fréquence spatiale et un déficit du champ visuel, l'âge, la sensibilité au contraste et l'acuité visuelle.

II Patients et témoins appariés en âge : Effet de la pathologie

A Visages filtrés non hybrides

Le taux de réponses correctes des visages filtrés non hybrides était meilleur pour les témoins (83,5% vs 52,7% ($F(1, 33) = 32,7, p < 0,001$)).

En moyenne, le taux de réussite de reconnaissance des visages filtrés était meilleur pour les images filtrées en BFS : 71,3% vs 64,8% ($F(1,33) = 12,8, p < .007$) (voir figure 12).

Il n'y avait pas d'interaction significative entre le groupe et la fréquence spatiale ($F(1, 33) = 3,3, p = 0,79$).

Une analyse séparée des deux bandes de fréquence spatiales a montré que les performances étaient significativement plus faibles pour les patients que pour les témoins appariés en âges à la fois sur les HFS : plus faible de 34,1% (de 34,1% $F(1, 34) = 21,7, p < 0,001$) et sur les BFS : plus faible de 27,5% (de 27,5% $F(1, 34) = 34,9, p < .001$).

La figure 13 montre que les patients étaient plus performants pour les BFS que pour les visages filtrés en HFS à tous les stades du glaucome.

La performance des patients était significativement supérieure au hasard (33%) à la fois pour les HFS ($t(18) = 2,76, p < 0,01$) et pour les BFS ($t(18) = 5,9, p < 0,001$).

Il y avait un effet significatif de l'expression faciale ($F(2, 66) = 3,36, p < 0,041$) avec une meilleure performance pour les visages expressifs que pour les visages neutres chez les témoins appariés en âge (joyeux : 89,3%, en colère : 85,8%, neutre : 75,3%) et l'inverse pour les patients (joyeux : 55,6%, en colère : 42,3%, neutre : 60,1%) suggérant que les patients avaient tendance à répondre « neutre » lorsqu'ils n'étaient pas sûrs.

L'interaction entre le groupe et l'expression du visage était significative ($F(2, 66) =$

9,7, $p < 0,001$).

Au sein des patients, 16/19 patients ont présenté une meilleure précision (de 12,7%) en BFS qu'en HFS. Pour ces patients, le MD moyen du meilleur œil était de -11,5 et la sensibilité au contraste moyenne était de 1,52.

Les 3/19 patients restants ont présenté une meilleure performance (de 6,5%) pour les images filtrées en HFS qu'en BFS. Leur MD moyen était de -7,8 et leur sensibilité au contraste moyenne de 1,75.

Une corrélation significative a été observée entre la sensibilité au contraste et l'âge ($r = - .507$, $p < .027$) et entre la sensibilité au contraste et acuité ($r = - .737$, $p < .001$).

Aucune corrélation significative n'a été trouvée entre le MD du meilleur œil et les autres variables. La sensibilité au contraste mesurée par le test Pelli-Robson en monoculaire était corrélée de manière significative à la fois aux BFS ($r = - .710$, $p < .001$) et aux HFS ($r = - .733$, $p < .001$).

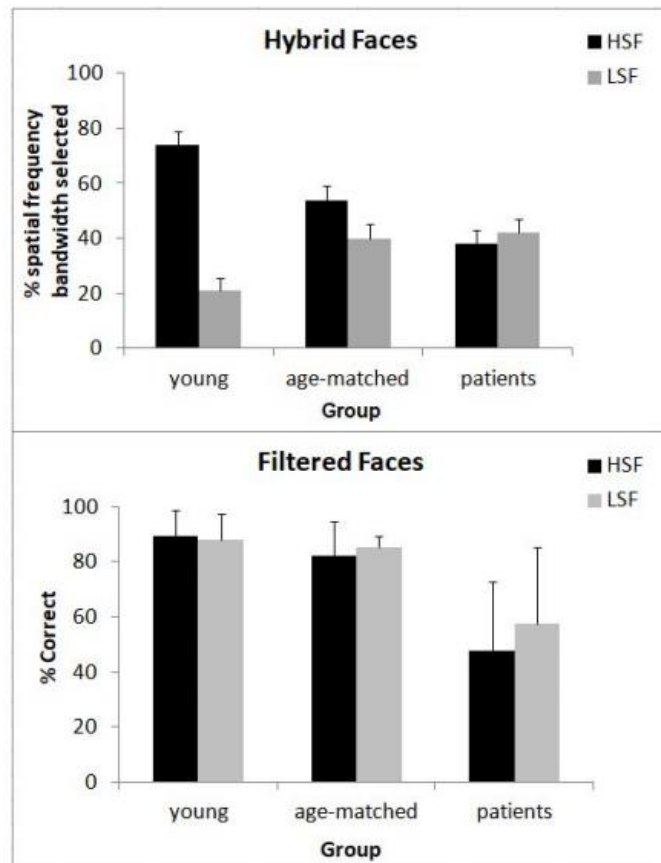


Figure 12 : En haut : pourcentage des bandes de fréquence spatiale (et écarts types) des visages hybrides sélectionnée pour chaque groupe.

En bas : pourcentage moyen de réponses correctes (et écarts types) pour les visages filtrés de basse fréquence et haute fréquence spatiale en fonction du groupe.

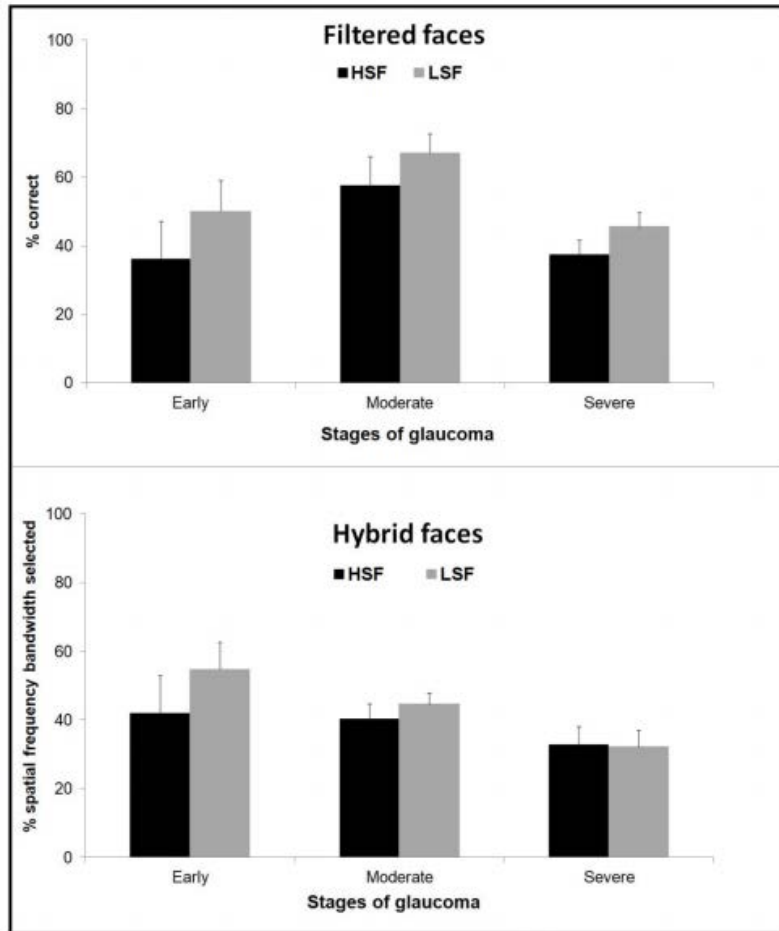


Figure 13 : Pourcentage de bande de fréquence spatiale sélectionnée (pour les images hybrides) et pourcentage de réponses correctes pour les visages de HFS et de BFS (pour les images filtrées) en fonction du stade du glaucome sur l'œil testé.

B Visages hybrides

Comme les stimuli hybrides sont composés de visages dans deux bandes de fréquence spatiale (HFS et BFS), l'expression faciale rapportée indiquait quelle fréquence spatiale était préférentiellement perçue.

L'analyse de variances a montré un effet lié au groupe avec une meilleure performance pour les témoins appariés en âge : 46,8% que pour les patients : 40,2% ($F(1, 33) = 4,8, p < 0,036$).

La bande de fréquence spatiale sélectionnée est présentée sur la figure 12 pour les

deux groupes et sur la figure 13 pour les patients en fonction du stade de glaucome. Il n'y avait pas d'effet significatif de la fréquence spatiale ($F(1, 33) = 1,95, p = 0,17$) mais il y avait une interaction significative entre la fréquence spatiale et le groupe ($F(1, 33) = 4,95, p < 0,033$).

Les témoins appariés en âge ont préférentiellement sélectionné le composant HFS du visage hybride par rapport aux patients, à hauteur de 55,6% pour les premiers contre 38,2% pour les seconds ($55,6\% \text{ vs } 38,2\% F(1,33) = 9, p < .005$). Il n'y avait pas de différence entre les groupes témoins appariés en âge et patients pour le choix de la composante BFS du visage hybride (témoins : 38% vs patients : 42,2% $F(1,33) = 0,56, p = 0,45$). La figure 14 montre que les patients aux stades précoces et modérés du glaucome, ont plus sélectionné les composants de BFS que ceux de HFS du visage hybride.

Les performances les plus faibles ont été observées au stade sévère et ce pour les deux bandes de fréquences spatiales.

L'analyse a également montré un effet significatif de l'expression faciale ($F(2, 66) = 10,8, p < .001$) avec une meilleure performance pour les visages joyeux (53,9%) que pour ceux en colère (36,5%) et neutres (40,1%). Ce résultat a été observé pour les deux groupes.

Il n'y avait pas d'interaction significative entre le groupe et l'expression faciale ($F(2, 66) = 0,8, p = 0,44$). Dans le groupe de patients, 12/19 patients ont sélectionné préférentiellement la composante BFS de l'image hybride.

Pour ces patients, le MD moyen du meilleur œil était de -9,7 et la sensibilité moyenne au contraste était de 1,51. Les 7/19 patients restants ont plus sélectionné la composante HFS de l'image hybride. Leur MD moyen était de -12,9 et leur sensibilité au contraste moyenne de 1,63.

Aucune corrélation significative n'a été trouvée entre un biais vers la composante BFS de l'image hybride et l'âge ($r = -.387$, $p = .101$), le MD du meilleur œil ($r = -.250$, $p = .300$), l'acuité ($r = .019$, $p = .937$) et la sensibilité au contraste ($r = .239$, $p = .324$).

Une corrélation a été trouvée entre la sensibilité au contraste et l'âge ($r = -.507$, $p = .027$) et entre la sensibilité au contraste et l'acuité visuelle ($r = -.737$, $p < .001$).

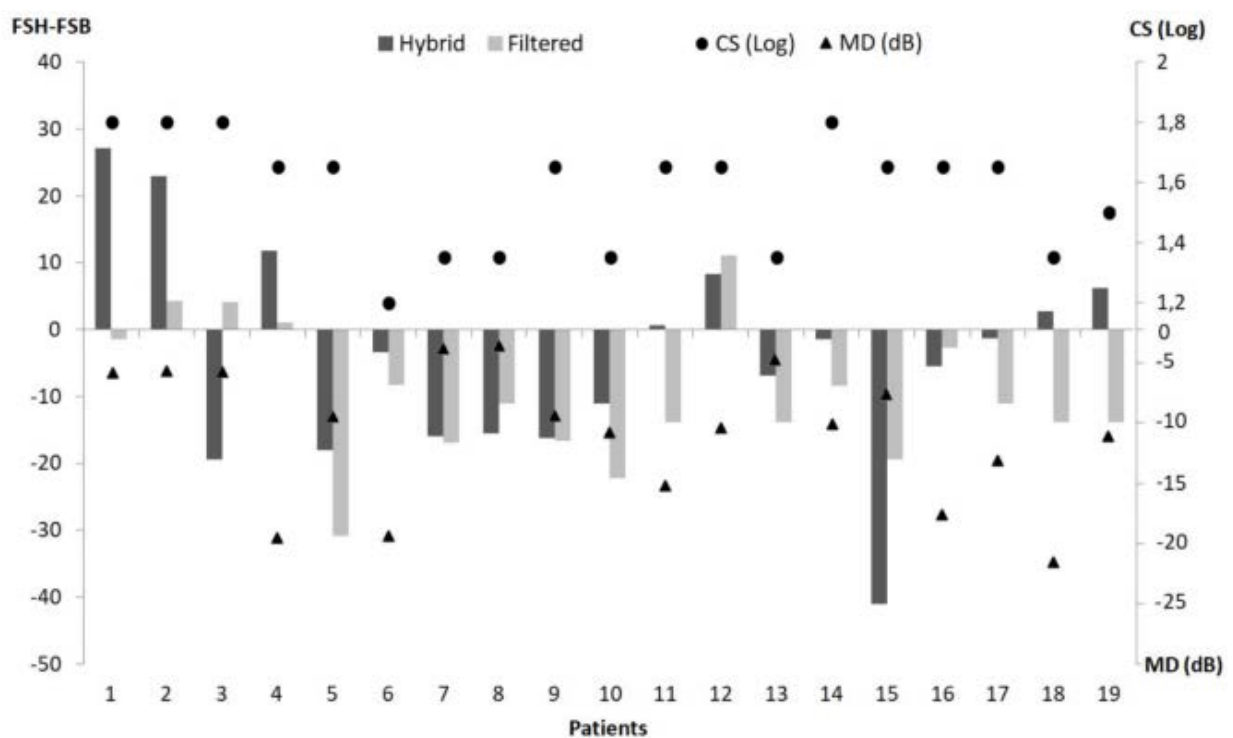


Figure 14 : Biais vers une bande de fréquence spatiale pour les images hybrides et filtré, calculé par la précision pour les HFS moins la précision pour les BFS, pour chaque patient en fonction du MD et de la sensibilité au contraste.

III Contrôles jeunes versus contrôles appariés en âges : effet du vieillissement

A Visages filtrés non hybrides

Les participants jeunes et plus âgés différaient significativement en termes de performance (jeunes : 88,7% vs plus âgés : 83,5% $F(1, 28) = 4,1, p < 0,05$).

Il n'y avait pas d'effet significatif de la fréquence spatiale ($F(1, 28) = 0,3, p = 0,56$).

La fréquence spatiale n'a pas interagi de manière significative avec le groupe ($F(1, 29) = 1,7, p = 0,20$), ni pour les HFS ($F(1, 28) = 3,7, p < 0,06$) ni pour les BFS ($F(1, 28) = 2, p = 0,16$).

L'effet de l'expression du visage était significatif ($F(2, 56) = 21,3, p < .001$) avec une meilleure performance pour les visages expressifs (joyeux : 91,6%, en colère : 89,3%) que pour les visages neutres (77,2%) dans les deux groupes.

La seule corrélation observée pour les témoins appariés en âge était entre l'âge et l'acuité visuelle ($r = 0,614, p < 0,011$) avec une acuité visuelle plus faible pour les plus âgés.

B Visages hybrides

Aucun effet lié au groupe (témoins jeune ou âgé) n'a été observé ($F(1, 28) = 0,13, p = 0,71$).

Il y avait un effet significatif de la fréquence spatiale ($F(1, 28) = 30,6, p < 0,001$) et une interaction significative entre le groupe (témoins jeune ou âgé) et la fréquence spatiale ($F(1, 28) = 7,7, p < 0,01$) résultant d'un fort biais vers les HFS pour les jeunes participants (HFS : 73,9% vs BFS : 20,8% ($F(1, 13) = 44,5, p < .001$) et un biais plus faible vers les HFS chez les participants plus âgés (55,6% vs 38% ($F(1, 15) = 3,3, p < 0,08$).

Il y avait également un effet significatif de l'expression faciale ($F(2, 56) = 18,1, p < 0,001$) dans les deux groupes avec une meilleure performance pour les visages joyeux (56,9%) que pour les visages en colère (40%) et pour les visages neutres (44,3%).

DISCUSSION

Dans les environnements naturels, notre système visuel est exposé à une large gamme de fréquences spatiales. Pour catégoriser de manière fiable les images, les participants doivent prendre en compte les informations les plus appropriées pour cette tâche.

La bande de fréquences spatiales adaptée à une tâche donnée dépend des informations spécifiques contenue dans les fréquences spatiales d'un objet (ex., informations globales ou détaillés). Par exemple, l'identification fiable d'une personne nécessite des informations de fréquence spatiale moyenne (5 à 8 cycles par visage) et hautes (8 à 12 cycles par visage).⁴⁴

Nous avons testé l'hypothèse que la reconnaissance de l'expression faciale, une fonction normalement mieux accomplie en vision centrale, serait altérée chez les participants atteints de glaucome. Nous avons aussi testé l'hypothèse selon laquelle une sensibilité réduite à des fréquences spatiales spécifiques pourrait être l'un des mécanismes sous-jacents de l'altération de la reconnaissance des expressions faciales dans le glaucome.

Pour rappel, nous avons trouvé que :

-Par rapport aux témoins appariés en âge, un déficit significatif de la performance de perception des expressions faciales a été observé pour les visages filtrés à la fois sur les HFS (déficit de 34,1% de performance par rapport aux témoins) et sur les BFS (de 27,5%).

-Aucune différence significative sur les HFS et les BFS n'a été observée entre les contrôles jeunes et âgés.

-Les contrôles étaient biaisés en faveur de la composante HFS des visages hybrides de 52,7% pour les plus jeunes et de 17,6% pour les plus âgés.

-Les témoins appariés en âge ont significativement plus sélectionné (55,6%) la composante en HFS du visage hybride que les patients (38,2%).

Nous nous attendions à ce qu'une sensibilité réduite dans la vision centrale ait un impact sur les HFS plutôt que les BFS car la résolution spatiale est plus élevée dans la région fovéale et les HFS transmettent des informations sur des caractéristiques locales (bouche, yeux) qui sont critiques pour reconnaître les expressions faciales (comme un sourire pour joyeux ou un froncement de sourcils pour la colère).

Comparé aux témoins appariés en âge, le déficit pour les HFS ne se limitait pas aux visages hybrides pour les patients. Pour les visages filtrés il affectait à la fois les basses et les hautes fréquences. Cependant, dans les deux versions filtrées et hybrides, une majorité de patients ont présenté de meilleures performances pour les images en BFS et cela a été observé à tous les stades de la pathologie.

Dans la version filtrée, les 16/19 patients qui présentaient une meilleure précision pour les BFS avaient une MD plus faible et une sensibilité au contraste plus faible que ceux qui présentaient une meilleure performance pour les HFS.

Ces résultats suggèrent que le déficit observé chez les patients ne résulte pas d'une simple sensibilité au masquage d'un visage par l'autre dans les hybrides ou à des visages hybrides superposés apparaissant brouillés (crowded).

Le déficit peut être attribué à une sensibilité au contraste réduite en vision centrale chez les glaucomateux. Cette sensibilité centrale moindre a été objectivée sur les champs visuels automatisés de nos patients, l'absence de champ visuel chez les contrôles ne nous a pas permis de comparer cette diminution de sensibilité.

Un déficit de sensibilité au contraste a été rapporté en vision centrale chez des

patients atteints de glaucome malgré une bonne acuité visuelle ⁴⁵ et également chez les patients ayant un glaucome pré périmétrique diagnostiqué sur des déficits structurels OCT en l'absence d'atteinte du champ visuel en périmétrie standard. ⁴⁶

Glen et coll. ⁶ ont constaté que les patients présentant des déficits centraux significatifs du meilleur œil au champ visuel 10-2 étaient moins performants que les patients sans déficits centraux significatifs et les témoins appariés en âge dans le test de mémoire des visages de Cambridge. Pour rappel ce test met le participant face à 6 visages cible qu'il devra ensuite reconnaître parmi d'autres visages non-cible. La sensibilité au contraste était un facteur important pour expliquer les performances de reconnaissance faciale dans leur étude.

Conformément à une étude précédente ³⁹, nous avons observé une performance équivalente pour les visages filtrés de BFS et de HFS et un biais vers la composante de HFS des visages hybrides chez les témoins jeunes et sains.

Par rapport aux jeunes participants sains, les témoins plus âgés étaient moins performants pour les images de HFS, en particulier dans leur version hybride.

Des études comportementales portant sur l'utilisation des fréquences spatiales chez des personnes âgées saines ont rapporté des résultats contradictoires.

En utilisant des réseaux sinusoidaux, Govenlock et al. ⁴⁷ ont constaté que la sélectivité des fréquences spatiales n'était pas affectée par le vieillissement normal.

Ramanoel et coll.⁴¹ ont utilisé des stimuli plus complexes. Des participants jeunes et âgés ayant une vue normale ont dû catégoriser des photographies en niveaux de gris, de scènes filtrées en BFS (Fréquence spatiale de 0,5, 1 et 2 cycles par degrés) et en HFS (Fréquence spatiale de 3, 6 et 12 cycles par degrés) en tant que scène d'intérieur ou d'extérieur. Ils ont rapporté une performance moins bonne uniquement pour les scènes filtrées en HFS pour les participants plus âgés.

La même tendance a été observée dans la présente étude avec des visages filtrés non hybrides. Dans la version hybride, la précision plus faible et le biais plus faible vers les composants en HFS chez les témoins âgés, par rapport aux plus jeunes, suggèrent que les participants plus âgés étaient plus sensibles aux interférences du composant BFS sur le composant HFS du visage hybride en raison d'une sensibilité au contraste réduite avec l'âge affectant davantage les fréquences spatiales moyennes et hautes.⁴⁰

Dans la présente expérience, la performance des sujets contrôles indique que la catégorisation de l'expression faciale repose davantage sur les hautes fréquences. Si les HFS ne sont pas, ou sont moins, disponibles pour les patients, ils doivent fonder leur décision sur les BFS qui sont moins efficaces que les HFS pour reconnaître l'expression faciale (voir Figure 14).

Dans notre étude, les témoins jeunes et de même âge que les patients étaient plus susceptibles de sélectionner le composant HFS que celui en BFS des visages hybrides pour leurs réponses. Ce résultat contraste avec celui de Schyns et Oliva⁴⁸ qui ont trouvé, avec les mêmes stimuli, que les jeunes contrôles présentaient un biais vers la composante de BFS du visage hybride pour catégoriser des expressions faciales comme joyeuses, en colère ou neutre.

Des résultats contradictoires ont été rapportés dans la littérature concernant la catégorisation des expressions faciales chez les jeunes sujets sains : des études ont rapporté une utilisation différente des fréquences spatiales en fonction de l'expression faciale,⁴⁹ en fonction du nombre d'expressions faciales à discriminer,⁵⁰ en fonction du cut-off de la fréquence spatiale, et selon que les visages filtrés de

haute et basse fréquence étaient équivalents en contraste et en luminance⁵¹, il est également possible qu'une simple variabilité statistique ait fait varier ces résultats et ce malgré une différence statistique significative, les échantillons utilisés dans ces études étant généralement faibles.

Le biais en faveur des HFS dans notre étude est probablement dû au temps d'exposition plus long (150 ms) que chez Schyns et Oliva⁴⁸ qui ont utilisé un temps de présentation de 50 ms avec la même tâche et les mêmes stimuli. En effet, Wang et al.⁵² ont rapporté une préférence des BFS pour les expressions de douleur, de bonheur et de peur avec des visages hybrides, mais cette préférence vers les basses fréquences diminuait avec l'augmentation de la durée de présentation.

Il existe plusieurs limites à notre étude.

La durée de la présentation (150 ms) ne reflète pas les conditions naturelles de la perception des visages qui est généralement illimitée dans le temps. Cependant, si les patients ont besoin de plus de temps que les personnes normalement voyantes pour identifier les visages et les expressions faciales, ils peuvent être handicapés lorsqu'ils regardent des films ou lorsqu'ils analysent plusieurs visages dans une pièce.

Nous n'avons utilisé que trois expressions faciales or plusieurs études ont montré que la bande de fréquence spatiale pertinente varie en fonction de l'expression du visage (par exemple,^{29,49}).

D'autres méthodes que la présentation de visage filtré et hybride existent pour tester l'impact des fréquences spatiales sur la perception visuelle.

Par exemple les neurones du cortex visuel primaire semblerait pouvoir être modulé

par des filtres de Gabor⁵³, qui sont des filtres linéaires utilisés pour l'analyse des textures qui permettent de détecter le contenu en fréquence spatiale ainsi que la direction d'un point analysé.

Mais il n'existe pas à ce jour d'études comparant la fiabilité des différentes méthodes pour tester l'impact des fréquences spatiale sur la vision centrale chez l'humain.

Une autre limite de notre étude était que le test était réalisé en vision binoculaire alors que nous disposions uniquement de champs visuels monoculaire pour nos patients.

En effet il n'existe pas à ce jour de champ visuel Humphrey automatisé validé permettant de tester précisément la vision centrale. Le champ visuel binoculaire d'Esterman utilisé notamment pour estimer le champ visuel nécessaire en conduite automobile ne semble pas assez efficace pour détecter les déficits du champ visuel chez le glaucomateux⁵⁴ et n'a donc pas été utilisé pour notre étude.

Il existe actuellement des formules⁵⁵ permettant de fusionner des champs visuels 10-2 monoculaire pour obtenir un champ visuel binoculaire 10-2 mais nous n'en disposons pas dans notre service.

Il n'existe pas d'étude réalisée comparant des champs visuels 10-2 monoculaire et binoculaire fusionnés, mais une étude comparant ces champs visuels en 24-2 montre que les différences entre ces champs visuel se retrouvait principalement en regard de la tache aveugle qui n'est pas exploré par le champ visuel 10-2⁵⁶, l'impact de n'avoir que des champs visuel 10-2 monoculaire serait donc à priori moindre pour ces derniers.

La taille de notre échantillon étant faible il reste difficile d'extrapoler nos résultats pour une population générale de patients glaucomateux.

CONCLUSION

En conclusion, les expressions faciales reflètent l'émotion et les intentions d'une personne. Rapidement décoder des informations précises à partir des expressions est donc une compétence importante des interactions sociales réussies.

Une mauvaise perception du visage résultant de déficits visuels est connue pour avoir un impact profond sur la capacité d'une personne à participer efficacement aux interactions sociales et à la qualité de vie.⁵⁷ Les données comportementales ont démontré que les personnes atteintes de glaucome présentent des difficultés dans des fonctions visuelles centrales, telles que la lecture¹²⁻¹⁴ et la reconnaissance faciale.^{6-9,58}

Des études antérieures sur la reconnaissance faciale dans le glaucome^{6,7} ont mis en évidence des déficits à un stade sévère de la pathologie.

Notre étude étaye ces résultats précédents, mais démontre en outre que les personnes atteintes de glaucome semblent avoir une catégorisation de l'expression faciale en vision centrale altérée, le déficit affectant à la fois les fréquences spatiales hautes et basses.

Notamment, bien que tous nos patients aient une perte manifeste du champ visuel à la périmétrie clinique, la plupart avaient un champ visuel relativement normal dans la zone de test très centrale et une acuité visuelle normale, tout en présentant des difficultés avec la reconnaissance d'expression des visages.

Il reste difficile d'extrapoler sur les conséquences en vie réelle au vu des différentes limites exposées plus haut, cette étude ouvre donc la voie pour la réalisation de nouvelles études sur une généralisation à d'autres stimuli (objets, scènes) de la perception des fréquences spatiales chez les patients glaucomateux.

BIBLIOGRAPHIE

1. Hood DC, Slobodnick A, Raza AS. Early glaucoma involves both deep local, and shallow widespread, retinal nerve fiber damage of the macular region. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014;55:632-649.
2. Hood DC. Improving our understanding, and detection, of glaucomatous damage: An approach based upon optical coherence tomography (OCT). *Prog Retin Eye Res.* 2017;57:46-75.
3. McKendrick AM, Johnson CA, Anderson AJ. Elevated vernier acuity thresholds in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2002;43:1393-1399.
4. Shabana N, Cornilleau Pérès V, Carkeet A. Motion perception in glaucoma patients: a review. *Surv Ophthalmol.* 2003;48:92-106.
5. Lamirel C, Milea D, Cochereau I. Impaired saccadic eye movement in primary open angle glaucoma. *J Glaucoma.* 2014;23:23-32.
6. Glen FC, Crabb DP, Smith ND. *Do Patients with Glaucoma Have Difficulty Recognizing Faces?* *Invest Ophthalmol Vis Sci.* Vol 53.; 2012.
7. Glen FC, Smith ND, Crabb DP. Saccadic eye movements and face recognition performance in patients with central glaucomatous visual field defects. *Vis Res.* 2013;82:42-51.
8. Mazzoli LS, Urata CN, Kasahara N. Face memory deficits in subjects with eye diseases: a comparative analysis between glaucoma and age-related macular degeneration patients from a developing country. *Graefe's Archive for Clin and Exp Ophthalmol.* 2019;257:1941-1946.
9. Schafer A, Rouland JF, Peyrin C. Glaucoma affects viewing distance for recognition of sex and facial expression. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2018;59:4921-4928.
10. Smith ND, Glen FC, & Crabb DP. Eye movements during visual search in patients with glaucoma. *BMC Ophthalmol.* 2012.
11. Sippel K, Kasneci E, Aehling K. Binocular glaucomatous visual field loss and its impact on visual exploration—a supermarket study. *PLoS One.* 2014;9:106089.
12. Burton R, Smith ND, Crabb DP. Eye movements and reading in glaucoma: observations on patients with advanced visual field loss. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2014;252:1621-1630.
13. Smith ND, Glen FC, Mönter VM. Using eye tracking to assess reading performance in patients with glaucoma: a within-person study. *J Ophthalmol.* Published online 2014:20528.
14. Kwon M, Liu R, Patel BN, Sci IOV. *Slow Reading in Glaucoma: Is It Due to the Shrinking Visual Span in Central Vision?* Vol 58.; 2017.

15. Yoonessi A, Yoonessi A. Functional assessment of magno, parvo and konio-cellular pathways; current state and future clinical applications. *J Ophthalmic Vis Res.* 2011;6(2):119-126.
16. Robert Sekuler and Randolph Blake. *Perception.* 3rd Edition.; 1994.
17. Perception Lecture Notes: Spatial Frequency Channels. Accessed July 19, 2021.
<https://www.cns.nyu.edu/~david/courses/perception/lecturenotes/channels/channels.html>
18. Musel B, Kauffmann L, Ramanoël S, et al. Coarse-to-fine categorization of visual scenes in scene-selective cortex. *J Cogn Neurosci.* 2014;26(10):2287-2297. doi:10.1162/jocn_a_00643
19. Martinaud O. Prosopagnosia and other visual agnosias. *Revue de neuropsychologie.* 2012;4(4):277-286. doi:10.1684/nrp.2012.0243
20. Kim S-E, Kim J-W, Kim J-J, et al. The neural mechanism of imagining facial affective expression. *Brain Research.* 2007;1145:128-137. doi:10.1016/j.brainres.2006.12.048
21. Direito B, Lima J, Simões M, et al. Targeting dynamic facial processing mechanisms in superior temporal sulcus using a novel fMRI neurofeedback target. *Neuroscience.* 2019;406:97-108. doi:10.1016/j.neuroscience.2019.02.024
22. Graham N. Spatial frequency channels in human vision: Detecting edges without edges detectors. In: Harris CS, ed. *Visual Coding and Adaptability.* Erlbaum; 1980.
23. RL DV, KK, Valois D. *Spatial Vision.* Oxford University Press New York; 1990.
24. FW C, JG R. Application of Fourier analysis to the visibility of gratings. *J Physiol.* 1968;197:551-566.
25. Brady TF, Oliva A. Spatial frequency integration during active perception: perceptual hysteresis when an object recedes. *Front Psychol.* 2012;3:462.
26. PG S, A O. Coarse blobs or fine edges? Evidence that information diagnosticity changes the perception of complex visual stimuli. *Cogn Psychol.* 34:72-107.
27. PG S, A O. From blobs to boundary edges: Evidence for time- and spatial scale-dependent scene recognition. *Psychol Science.* 1994;5:195-200.
28. Goffaux V, Jemel B, Jacques C. ERP evidence for task modulations on face perceptual processing at different spatial scales. *Cognitive Science.* 2003;27:313-325.
29. Smith FW, Schyns PG. Smile through your fear and sadness: transmitting and identifying facial expression signals over a range of viewing distances. *Psychol Sci.* 2009;20:1202-1208.

30. Dezecache G, Julie G, Terry E. Dezecache G., Eskenazi T. & Grèzes J. (2015). Emotional convergence: a case of contagion? In Sukhvinder D. Obhi & Emily S. Cross (eds). *Shared Representations: Sensorimotor Foundations of Social Life*. Cambridge University Press. In: ; 2014.
31. Hess U, Fischer A. Emotional mimicry as social regulation. *Pers Soc Psychol Rev*. 2013;17(2):142-157. doi:10.1177/1088868312472607
32. Primary Open-Angle Glaucoma PPP 2020. American Academy of Ophthalmology. Published November 13, 2020. Accessed June 7, 2021. <https://www.aao.org/preferred-practice-pattern/primary-open-angle-glaucoma-ppp>
33. Renard J-P, Sellem E. Formes cliniques et associées. In: *Rapport SFO Glaucome 2014*. ; 2014:397.
34. Baudouin C. Epidémiologie Glaucome. Inserm. Published 2013. Accessed June 7, 2021. <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/glaucome>
35. McMonnies CW. Glaucoma history and risk factors. *J Optom*. 2017;10(2):71-78. doi:10.1016/j.optom.2016.02.003
36. Weinreb RN, Aung T, Medeiros FA. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA*. 2014;311(18):1901-1911. doi:10.1001/jama.2014.3192
37. Renard J-P, Sellem E. *Rapport SFO 2014 - Glaucome Primitif à Angle Ouvert*. Elsevier Masson.; 2014.
38. Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2002;120(6):701-713; discussion 829-830. doi:10.1001/archophth.120.6.701
39. Laprèvote V, Oliva A, Delerue C. Patients with schizophrenia are biased toward low spatial frequency to decode facial expression at a glance. *Neuropsychologia*. 2010;48:4164-4168.
40. Owsley C. Aging and vision. *Vis Res*. 2011;(51):1610-1622.
41. Ramanoël S, Kauffmann L, Cousin E. Age-Related Differences in Spatial Frequency Processing during Scene Categorization. *PLoS One*. 2015;10:0134554.
42. Peyrin C, Ramanoël S, Roux-Sibilon A, et al. Scene perception in age-related macular degeneration: Effect of spatial frequencies and contrast in residual vision. *Vis Res*. 2017;(130):36-47.
43. Hodapp EPR, Anderson DR. *Clinical Decisions in Glaucoma*. St. The CV Mosby Co; 1993.

44. Fiorentini A, Maffei L, Sandini G. The role of high spatial frequencies in face perception. *Perception*. 1983;12:195-201.
45. Lahav K, Levkovitch-Verbin H, Belkin M. Reduced Mesopic and Photopic Foveal Contrast Sensitivity in Glaucoma. *Arch Ophthalmol*. Published online 2011;129:16-22.
46. Ichhpujani P, Thakur S, Spaeth GL. Contrast sensitivity and Glaucoma. *J Glaucoma*. 2020;29:71-75.
47. Govenlock SW, Taylor CP, Sekuler AB. The effect of aging on the spatial frequency selectivity of the human visual system. *Vis Res*. 2010;50:1712-1719.
48. Schyns PG & Oliva A. Dr. Angry and Mr. Smile: when categorization flexibly modifies the perception of faces in rapid visual presentations. *Cognition*. Published online 1999.
49. Kumar D, Srinivasan N. Emotion perception is mediated by spatial frequency content. *Emotion*. 2011;11:1144-1151.
50. Jennings BJ, Yu Y, Kingdom FAA. The role of spatial frequency in emotional face classification. *Atten Percept Psychophys*. 2017;79:1573-1577.
51. Vlamings PH, Goffaux V, Kemner C. Is the early modulation of brain activity by fearful facial expressions primarily mediated by coarse low spatial frequency information? *J Vis*. 2009;9:12:1-13.
52. Wang S, Eccleston C, Keogh E. The role of spatial frequency information in the decoding of facial expressions of pain: a novel hybrid task. *Pain*. 2017;158:2233-2242.
53. Lyons M, Akamatsu S, Kamachi M, Gyoba J. Coding facial expressions with Gabor wavelets. Presented at the: Third IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG'98); April 14, 1998; Nara, Japan. doi:10.1109/AFGR.1998.670949
54. Ayala M. Comparison of the monocular Humphrey Visual Field and the binocular Humphrey Esterman Visual Field test for driver licensing in glaucoma subjects in Sweden. *BMC Ophthalmol*. 2012;12:35. doi:10.1186/1471-2415-12-35
55. Crabb DP, Viswanathan AC. Integrated visual fields: a new approach to measuring the binocular field of view and visual disability. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2005;243(3):210-216. doi:10.1007/s00417-004-0984-x
56. Hashimoto S, Matsumoto C, Eura M, et al. Distribution and Progression of Visual Field Defects With Binocular Vision in Glaucoma. *J Glaucoma*. 2018;27(6):519-524. doi:10.1097/IJG.0000000000000949
57. Jin S, Trope GE, Ym B. Reduced social participation among seniors with self reported visual impairment and glaucoma. *PLoS One*. 2019;14:0218540.

58. Stievenard A, Rouland JF, Peyrin C. Sensitivity to central crowding for faces in patients with glaucoma. *J Glaucoma*. 2021;30:140-147.

AUTEUR : Nom : MATHIEU

Prénom : Rémi

Date de soutenance : 17 septembre 2021

Titre de la thèse : Étude de la reconnaissance des expressions faciales chez les patients atteints de glaucome primitif à angle ouvert

Thèse - Médecine - Lille 2021

Cadre de classement : Ophtalmologie / Neurosciences visuelles

DES + spécialité : Ophtalmologie

Mots-clés : glaucome, perception des visages, fréquence spatiale, vision centrale

Résumé :

Objectif : étudier l'influence de la perception des fréquences spatiales en vision centrale chez les patients glaucomateux dans la reconnaissance des expressions faciales.

Méthodes : 19 patients atteints de glaucome, 16 témoins appariés en âge et 14 jeunes témoins ont participé à l'étude. Des photographies des visages en échelle de gris ont été présentées en vision centrale pendant 150 ms. Les participants devaient catégoriser les expressions faciales selon 3 choix prédéfinis : joyeuses, en colère ou neutres. Deux versions avec des expressions faciales différentes ont été testées : (1) visages non hybrides : filtrés en fréquences spatiales basses ou hautes et (2) visages hybrides construits à partir d'un visage filtré en basse fréquence spatiale (BFS) (<8 cycles par image) superposé sur un visage filtré en haute fréquence spatiale (HFS) (> 24 cycles par image).

Résultats : Par rapport aux témoins appariés en âge, un déficit de la performance de perception des visages a été observé pour les visages filtrés à la fois sur les HFS (déficit de 34,1% de performance par rapport aux témoins $F(1, 34) = 21,7, p < .001$) et sur les BFS (de 27,5% $F(1, 34) = 34,9, p < .001$). Aucune différence significative sur les HFS et les BFS n'a été observée entre les contrôles jeunes et âgés. Les contrôles étaient biaisés en faveur de la composante HFS des visages hybrides (de 52,7% ($F(1, 13) = 44,5, p < .001$) pour les plus jeunes et de 17,6% ($F(1, 15) = 3,3, p < .08$) pour les plus âgés. Les témoins de même âge ont plus sélectionné le composant en HFS du visage hybride que les patients (de 17,4% $F(1, 33) = 9, p < .005$). Les performances pour la reconnaissance des HFS étaient corrélées avec la sensibilité au contraste, l'acuité visuelle et l'âge des patients.

Conclusions : La reconnaissance des expressions faciales est altérée chez les patients atteints de glaucome, notre étude suggère que cela pourrait passer par une mauvaise intégration des fréquences spatiales basses et hautes.

Composition du Jury :

Président :

Monsieur le Professeur Jean-François ROULAND

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Pierre LABALETTE

Monsieur le Docteur Quentin LENOBLE

Monsieur le Docteur Valentin BACHET

Directeur de thèse :

Madame le Docteur Muriel BOUCART