

Mémoire de Maîtrise en Médecine

Effet de l'âge sur l'attention visuelle envers des stimuli affectifs

-

Analyse de données oculométriques

Lausanne, 2015

Etudiante : Marie Maillard

Tuteur : Prof. Dr. Brigitta Danuser

Co-tuteur : Dr sc. PD Patrick Gomez

Expert : Dr. PD MER Julius Popp

Sommaire

Résumé.....	3
Introduction.....	4
Matériel et Méthode.....	7
Participants	7
Matériel.....	9
Stimuli.....	9
Mesures.....	9
Procédure.....	10
Définition des variables et traitement des données.....	11
Analyses statistiques.....	13
Résultats.....	15
Discussion.....	23
Conclusion.	27
Tableaux et figures	
Tableau 1. Caractéristiques sociodémographiques des participants.....	8
Tableau 2. Thèmes, valence, niveau d'activation des séries et références des images.....	10
Tableau 3. Propriétés graphiques des séries d'images.....	12
Tableau 4. Moyenne des variables dépendantes par valence et par groupe d'âge.....	17
Tableau 5. Moyennes des variables par série, par groupe.....	22
Figure 1. Nombre de fixations selon la catégorie de valence, par groupe.....	17
Figure 2. Nombre de fixations par groupe, séries de valence positive	20
Figure 3. Nombre de fixations par groupe, séries de valence négative.....	20
Figure 4. Nombre de clignements groupes confondus, séries de valence négative.....	20
Figure 5. Réactivité pupillaire, groupes confondus, séries positives.....	20
Figure 6. Réactivité pupillaire, groupes confondus, séries négatives.....	20
Bibliographie.....	28
Annexes	

Résumé

L'étude du développement émotionnel de l'être humain recèle de nombreuses théories et nous sommes aux prémices de la compréhension de ce phénomène. Selon de récentes études, la réaction à des stimuli affectifs, le traitement de ces informations ainsi que la gestion des émotions évolueraient avec l'âge. Les personnes âgées révèlent en effet avoir en moyenne un affect plus positif que les jeunes gens. Ces derniers porteraient davantage leur attention sur les stimuli négatifs alors que les sujets âgés privilégieraient les expériences positives. Plusieurs processus sont impliqués dans ces changements. Nous ignorons notamment comment varie l'attention visuelle envers des stimuli affectifs positifs et négatifs, et comment elle se modifie entre les jeunes adultes et les personnes plus âgées.

Le but général de cette étude est d'étendre nos connaissances en psychophysiologie des émotions. Plus précisément, l'objectif est de déterminer si l'attention visuelle envers des stimuli affectifs varie en fonction de l'âge ou si au contraire elle reste stable.

Pour cela, nous avons présenté 84 images à contenu émotionnel positif, négatif et neutre à 62 participants répartis en deux groupes d'âge. Les sujets jeunes avaient entre 20 et 29 ans et les sujets plus âgés entre 60 et 69 ans. Les images ont été réparties en 14 séries de valence et de niveau d'activation différents. Le trajet du regard a été mesuré sur ces images à l'aide d'un oculomètre à technique infrarouge. Nous avons voulu vérifier l'allocation des ressources attentionnelles et la réactivité émotionnelle en comparant le nombre de fixations du regard, le nombre de clignements des yeux et la dilatation pupillaire des deux groupes d'âge. Nous avons également tenté d'établir la responsabilité de la catégorie de valence et du niveau d'activation subjectifs des images dans le déploiement attentionnel.

L'analyse n'a pas montré d'effet de l'âge en ce qui concerne le nombre de clignements des yeux et la dilatation pupillaire. En revanche, le nombre de fixations alloué aux images négatives change en fonction de l'âge, avec un nombre de fixations significativement plus élevé chez les jeunes individus par rapport aux sujets âgés.

Concernant les niveaux subjectifs de valence et d'activation, nous avons établi plusieurs relations entre les données oculométriques et les caractéristiques émotionnelles des stimuli. Ainsi, la dilatation pupillaire augmente proportionnellement en fonction du niveau d'activation, indépendamment de la catégorie de valence émotionnelle. Nous avons de plus constaté une augmentation linéaire du nombre de fixations en fonction du niveau d'activation uniquement chez les sujets jeunes, avec un nombre de fixations plus élevé sur les séries de valence négative. Le nombre de clignements des yeux, quand à lui, est inversement proportionnel au niveau d'activation des séries de valence négative, mais pas positive. Il est également globalement moins élevé pour les séries de valence négative comparé aux séries positives et neutres.

Cette étude confirme donc que l'attention visuelle est dépendante du niveau affectif des images et qu'elle se modifie en fonction de l'âge, en faveur d'un effet de positivité relatif chez les sujets âgés, c'est-à-dire par diminution du biais attentionnel négatif.

Introduction

Les émotions sont à la base de notre fonctionnement et conditionnent notre comportement. Elles impliquent des modifications physiologiques, et sont définies par un sentiment subjectif associé à une réponse motrice particulière, en réponse à un événement interne ou externe à l'organisme. (1) Elles peuvent être constructives comme dévastatrices. L'étude de la régulation émotionnelle nous donne donc un accès privilégié à la compréhension des phénomènes qui influencent notre bien-être.

Différents modèles émotionnels ont été développés. Le modèle retenu pour cette étude est un modèle bidimensionnel, dans lequel l'émotion s'articule autour de deux dimensions affectives, la valence (*valence*) et l'activation (*arousal*). La valence désigne la qualité agréable ou désagréable, soit le caractère positif ou négatif d'un stimulus. L'activation représente le degré d'excitation et de tension de l'émotion ressentie, allant d'un état de calme à un état d'excitation frénétique. La plupart des auteurs s'accordent à utiliser ces dimensions dans leurs recherches sur les émotions (2), en particulier pour l'analyse des réponses aux stimuli picturaux (3)(4). Il s'agit donc du modèle choisi comme cadre théorique pour cette étude. Le principe associé à cette théorie est que les émotions sont organisées autour de deux systèmes motivationnels sous-jacents : l'un de répulsion (*defensive, escape*), et l'autre d'attraction (*appetitive, approach*) (5)(6). Dans ce contexte, l'être humain possède une disposition générale à approcher un stimuli de valence positive et à éviter un stimuli négatif. L'activation se réfère à l'intensité de cette tendance. L'idée est que ces processus permettent les adaptations comportementales nécessaires à la survie de l'espèce.

Les recherches sur la régulation émotionnelle obtiennent un regain d'intérêt ces dernières années, notamment grâce à certains résultats prometteurs sur les capacités de l'être humain à évoluer en fonction d'un mieux être au cours du temps. Une littérature de plus en plus fournie sur le vieillissement physiologique tend en effet à prouver que l'expérience émotionnelle varie en fonction de l'âge (7) et que les aînés auraient une meilleure régulation émotionnelle que les jeunes, améliorant ainsi leur état de bien-être (8). Ainsi, plusieurs travaux ont démontré que si les jeunes étaient enclins à donner davantage d'importance aux stimuli et aux souvenirs négatifs, l'attitude des aînés vise à mobiliser l'attention envers des stimuli positifs, plutôt que négatifs (9)(10)(11)(12). De plus, les individus plus âgés semblent mieux se rappeler des informations positives par rapport aux négatives (9)(13). Des recherches ont également montré une activation plus importante de l'amygdale pour les stimuli positifs chez les sujets âgés, par rapport aux sujets jeunes chez qui cette différence d'activation n'apparaît pas (14). Le biais de négativité présent chez les jeunes semble être une tendance naturelle (15)(16)(17). Au contraire, on trouve une disposition des sujets âgés à privilégier le positif : c'est l'effet de positivité (18). En vieillissant, l'être humain perdrait donc son biais naturel de négativité, au profit d'une vision plus positive de l'existence (19). Le bien-être peut être considéré comme un équilibre entre l'affect positif et l'affect négatif. Une augmentation du bien-être résulte donc soit de l'augmentation de l'affect positif, soit une diminution de l'affect négatif, ou une combinaison des deux facteurs (19)(20).

Dans un contexte de déclin physique et cognitif, comment font les aînés pour privilégier les émotions positives ? Un des modèles proposés est la théorie de sélectivité socioémotionnelle de Carstensen (21). Sa position est la suivante : plus l'être humain avance dans la vie, plus il prend conscience du temps qui lui reste à vivre. De ce fait, ses objectifs se modifient avec l'âge, avec une tendance à privilégier les expériences émotionnelles positives au cours du temps. Cependant, les mécanismes de priorisation restent largement méconnus. L'une des pistes pour comprendre ce

phénomène est l'étude de la direction du regard. En effet, notre attention visuelle nous permet de sélectionner des éléments de notre environnement afin d'engendrer des émotions (22) et de façonner un certain souvenir de l'événement (23). Ainsi, l'attention agit comme un filtre des informations auxquelles nous sommes confrontés (24). Le traitement de ces informations ainsi sélectionnées est un processus qui peut s'avérer fondamental dans la régulation émotionnelle (25) et la participation à notre mieux être.

Il est prouvé que le visionnement d'images affectives statiques provoque des modifications physiologiques multiples touchant les systèmes nerveux central et autonome (26)(27). La pupille, par exemple, se dilate davantage lorsque l'œil est confronté à des stimuli émotionnels, proportionnellement au niveau d'activation ressenti par le visionnement (28). Les images à contenu affectif sont donc particulièrement utiles à l'étude des émotions et propice à les déclencher. Notre regard, lorsqu'il explore une image ou son environnement, n'est pas linéaire, mais est constitué d'une série de mouvements des yeux qui provoquent de multiples fixations, séparées par saccades. Ces déplacements et ces immobilisations du regard sont des indices directs du déploiement de notre attention (29). De plus, lorsque notre attention est mobilisée, on remarque une diminution de la fréquence du clignement des yeux, (30) (31) qui est un indicateur reconnu de l'attention visuelle (32). De manière générale, l'être humain possède un biais attentionnel fort envers les images émotionnelles. En effet, le regard semble irrésistiblement attiré par les stimuli affectifs (29) et ces derniers reçoivent davantage de fixations et sont explorés plus largement, comparé aux images neutres (23).

Concernant les différences dans l'allocation des ressources attentionnelles entre individus jeunes et individus plus âgés, plusieurs études ont déjà découvert des divergences, même si la littérature reste pauvre et mitigée à ce sujet. Ainsi, certaines études ne révèlent pas de différences entre les deux groupes d'âge, les résultats suggérant plutôt une attirance générale pour les stimuli menaçants de valence négative (33). Néanmoins, les travaux de Mather et Carstensen ont montré que lorsqu'on présente deux visages en même temps à des individus, les plus âgés évitent spontanément les visages négatifs (10). Isaacowitz et al. (11)(34) ont également objectivé une attention préférentielle pour les visages heureux chez les sujets âgés. Dans l'évaluation subjective des stimuli visuels, les études ne sont pas non plus uniformes. Backs et al. (35) ne relèvent pas de différences entre les groupes d'âges pour les scores de valence et d'activation négatifs, et des scores de valence et d'activation plus élevés chez les jeunes pour les images positives. En revanche, les résultats de Smith et al. (36) et Grünh et Scheibe (37) montrent des scores plus élevés de valence et d'activation chez les sujets âgés par rapport aux jeunes. Enfin, Gavazzeni et al. (38) ont noté des scores d'activation plus élevés chez les sujets âgés pour les images négatives.

La plupart des travaux portant sur l'attention visuelle montrent des différences préférentielles de la trajectoire du regard, en comparant deux images ou deux groupes d'images simultanément. Notre étude est innovante car elle tente de mettre à jour des différences quantitatives absolues liées à l'âge dans l'exploration d'un stimulus visuel, sans comparatif et sans distracteur.

Objectifs de l'étude

Le but général de l'étude est d'étendre les connaissances en psychophysiologie des émotions. En étudiant les différences entre un groupe de jeunes individus et un groupe de sujet âgés, nous pourrons mieux appréhender le processus du vieillissement émotionnel. Plus précisément, l'objectif est de déterminer si l'attention visuelle envers des stimuli affectifs varie en fonction de l'âge ou si au contraire elle reste stable.

Nous désirons premièrement sonder l'allocation des ressources attentionnelles. Comment se modifie-t-elle avec l'âge ? Quelle est la valeur du nombre de fixations et de clignement des yeux, comparativement entre individus jeunes et plus âgés ?

Nous aimerions ensuite établir la responsabilité de la valence et du niveau d'activation dans le déploiement attentionnel. Est-ce que des différences apparaissent entre les catégories d'images selon leur évaluation subjective ?

Nous souhaitons également mettre en évidence les différences liées à l'âge dans les processus de réactivité émotionnelle. Comment l'âge influence-t-il la réponse physiologique, notamment la dilatation pupillaire, face à une série de stimuli standardisés ?

Nous voulons aussi investiger les différents biais émotionnels existants dans l'allocation de l'attention. Retrouvons-nous la tendance générale à diriger son attention envers des stimuli affectifs ? Qu'en est-il du biais de négativité ? Est-il généralisé ou bien marqué chez les jeunes sujets ? Enfin, un effet de positivité est-il observé chez les aînés ? Nous utiliserons pour cela le nombre de fixations et le taux de clignement des yeux comme unités attentionnelles, avec comme principe qu'une augmentation des fixations, respectivement une diminution du nombre de clignements des yeux, démontrent une attention accrue.

Les trois hypothèses précises que nous aimerions vérifier sont les suivantes :
Chez les jeunes adultes, le nombre de fixations est plus élevé pour les images positives et négatives comparé aux images neutres (23), et la fréquence de clignement des yeux est plus basse pour les images négatives comparé aux images neutres et positives (31).

En accord avec l'effet de positivité chez les aînés, ces derniers devraient montrer une attention marquée pour les stimuli positifs, ou en tout cas déployer moins d'attention visuelle envers les stimuli négatifs, par rapport aux individus plus jeunes. En conséquence, nous devrions soit observer un nombre de fixations plus grand et un taux de clignements des yeux plus bas pour les images à valence positive chez les individus âgés par rapport aux sujets jeunes, soit un nombre de fixations relativement moins haut et un taux de clignement relativement plus haut pour les images à valence négative, par rapport aux sujets jeunes pour ces mêmes images.

La pupille est un indice de l'activation émotionnelle et se dilate proportionnellement à l'augmentation de celle-ci chez les jeunes adultes (28). Par conséquent, nous devrions trouver une concordance entre les scores subjectifs de niveau d'excitation et le diamètre pupillaire. Les effets de l'âge sur la dilatation pupillaire en réponse à des stimuli émotionnels sont traités dans cette étude de manière exploratoire.

Matériel et Méthode

Participants

Les participants à cette étude ont été sélectionnés parmi des adultes de 20 à 81 ans de la région lausannoise. Le recrutement des individus s'est fait par des courriers postaux et électroniques, des flyers, des affiches placées dans des lieux publics, des journaux, des sites internet, ainsi que par le bouche à oreille.

Les critères d'exclusion étaient la présence d'une maladie cardiovasculaire (excepté l'hypertension), respiratoire, neurologique ou psychiatrique, un score de plus de 10 sur l'échelle HADS de 0 à 21 des symptômes dépressifs et anxieux (Hospital Anxiety and Depression Scale ; *Zigmond and Snaith*, 1983) afin d'éviter une expérience trop stressante aux personnes vulnérables, la consommation de drogues ou de médicaments ayant des effets sur le système nerveux central. De plus, les personnes ont été exclues de l'étude si elles auto-évaluaient leur santé comme mauvaise ou très mauvaise, sur une échelle de « très bonne » à « très mauvaise ». Enfin, les critères d'exclusion comprenaient le strabisme et le daltonisme. De plus, pour les femmes, les critères d'exclusion comprenaient la grossesse et l'allaitement. Les participants avaient tous une vision normale ou corrigée à la normalité. Cette étude se focalise donc sur la population adulte et en bonne santé.

Les 212 personnes ainsi sélectionnées ont participé en 2009 à une étude de grande envergure dans le cadre du projet « Emotion and Aging » développé par les chercheurs de l'Institut universitaire roman de Santé au Travail (IST). Une partie des données récoltées a déjà été analysée et les résultats ont été publiés par *Gomez P., von Gunten A. et Danuser B.* (39).

Pour réaliser les analyses de ce présent travail, 62 personnes (dont 30 hommes) ont été sélectionnées parmi les 212 individus. Avant l'expérience, les participants ont été soumis à plusieurs questionnaires afin de déterminer leurs caractéristiques sociales, leurs traits de personnalité (43), leur état affectif, leur niveau d'éducation et de langage (cf. Tableau 1).

Les sujets ont été partagés en deux groupes : un groupe de jeunes gens entre 20 et 29 ans ($M = 23.7$ ans, $SD = 2.8$) et un groupe de sujets entre 60 et 69 ans ($M = 64.3$ ans, $SD = 2.8$). Les critères de sélection de ces participants ont été basés sur la qualité des données oculométriques. Ainsi, nous n'avons retenu que ceux dont l'expérience s'était déroulée sans encombres et sans perturbations¹. De plus, nous avons sélectionné les individus dont les erreurs de calibrage étaient inférieures à 1° sur chacun des axes soit x et y. Enfin, nous avons veillé à ce que l'équilibre homme-femme soit respecté et que les âges soient distribués de manière homogène au sein des groupes.

Nous avons objectivé la présence de marginaux. Nous avons été vérifié les trajets visuels des individus en question sur le programme Begaze et visualisé l'absence d'erreur du logiciel. Nous avons conclu à des variations individuelles valables, par exemple une fixation particulièrement longue mais justifiable d'un point de vue graphique car située sur une partie très contrastée de l'image. Nous avons donc décidé de garder toutes les données des individus.

¹ Bruits extérieurs, dérangements durant l'expérience, lenteur des participants, mauvaise compréhension des consignes, etc.

Tableau 1. *Caractéristiques sociodémographiques des participants, auto-évaluation sanitaire, personnalité, état émotionnel. Déviation standard entre parenthèses.*

Variable	Sujets jeunes	Sujets âgés	Total
Nombre (n)	32	30	62
Hommes	16	14	30
Femmes	16	16	32
Status relationnel			
Célibataire	14	13	27
En couple	17	17	34
Status d'emploi			
Étudiant/apprenti	19	0	19
Employé	9	3	12
Non employé	3	1	4
Retraité	0	26	26
Niveau socioéducatif^a			
Niveau I	0	4	4
Niveau II	7	15	22
Niveau III	25	11	36
Autoévaluation^b			
Affect Négatif*	17.0 (4.9)	15.4 (4.4)	16.2 (4.6)
Affect Positif*°	36.9 (3.4)	33.7 (4.6)	35.3 (4.0)
HADS (anxiété)*	4.6 (2.2)	5.3 (1.7)	5.0 (2.0)
HADS (dépression)*	1.2 (1.5)	1.9 (1.7)	1.6 (1.6)
Score physique	56.6 (4.1)	53.3 (4.2)	54.95 (4.2)
Score Mental	46.4 (8.2)	50.9 (8.06)	48.65 (8.1)
Fluidité verbale* ^c	23.0 (5.4)	21.4 (6.4)	22.2 (5.9)
FTP* ^{o,d}	52.8 (6.8)	34.5 (8.6)	43.6 (7.7)
Etat émotionnel^e			
Valence*	6.5 (1.3)	6.8 (1.4)	6.6 (1.4)
Activation*	3.1 (1.6)	2.9 (2.1)	3.0 (1.8)
Anxiété*°	26.9 (5.1)	24.5 (3.7)	25.7 (4.4)

*t-test réalisé pour cette variable en comparant les sujets jeunes et les sujets âgés

°différence significative entre les deux groupes d'âge, $p < 0.05$

^aNiveau socioéducatif : établi sur trois niveaux où 1 = pas de formation complétée, 2 = apprentissage ou degré équivalent, 3 = maturité gymnasiale avec ou sans études supérieures.

^bAutoévaluation :

Affect négatif et positif : PANAS (Watson *et al.*, 1988) (40) autoévaluation de santé, scores entre 10 et 50 ; HADS (Zigmond et Snaith, 1983)(41), scores entre 0 et 21 ; Score physique et score mental : SF-36 (Ware et Sherbourne, 1992)(42), scores entre 0 et 100, avec un score élevé représentant une meilleure santé.

^cFluidité verbale : nombre d'animaux nommés en 1 minute (Kertesz, A., 1982) (44)

^dFTP : future time perspective (Lang et Carstensen, 2002) (45) score de 7 à 70 reflétant, plus le score est élevé, une plus grande perspective de temps qu'il reste à vivre.

^eEtat émotionnel : valence et activation : selon SAM (Bradley et Lang, 1994)(46), scores entre 1 et 9 dont les scores les plus élevés correspondent à une valence plus positive, respectivement à un état d'excitation supérieur.

Anxiété : STAI (State-Trait Anxiety Inventory STAI (Form Y), Spielberg, 1983)(47), scores entre 20 et 80.

Matériel

Nous avons utilisé un oculomètre RED (Remote Eyetracking Device) de l'entreprise SMI (SensoMotoric Instruments, Berlin). Cet appareil est non invasif et fonctionne grâce à une caméra infrarouge qui utilise la pupille et le reflet cornéen comme repères directionnels. L'appareil est placé sous l'écran de présentation, en face du sujet. Binoculaire, sa résolution temporelle est de 50 Hz et sa résolution spatiale de 0.03°. Nous avons utilisé le logiciel Begaze 3.4 pour le traitement et l'analyse des données oculométriques.

Stimuli

Les stimuli présentés sont 84 images en format paysage tirées de la base de donnée IAPS (International Affective Picture System) (48). Développée par le centre de l'émotion et de l'attention de l'institut National de Santé Mentale de l'Université de Floride, cette base de données regroupe plusieurs centaines de photos en couleur. Elles ont été étudiées et choisies afin de mettre à disposition internationalement un ensemble de stimuli émotionnels standardisés, destinés à la recherche sur les émotions et l'attention.

Dans notre expérience, les images ont été réparties en 14 séries de 6 images chacune (cf. tableau 2). Elles ont été divisées en séries selon leur thème et leur niveau de valence et d'activation a priori, c'est-à-dire selon les scores normatifs du IAPS établis par les chercheurs lors de la publication de la base de données. Ainsi, il y avait six thèmes négatifs (36 images en tout), six thèmes positifs (36 images en tout), et deux thèmes neutres (12 images en tout). Les images négatives présentaient des scènes d'environnement pollué, des pertes humaines, des scènes de mutilation, de la violence physique, des êtres humains malades ou blessés et des animaux souffrants ou morts. Les six groupes d'images plaisantes comportaient des couples érotiques hétérosexuels, de la nourriture, des scènes de famille, des paysages, des couples romantiques hétérosexuels et des scènes de sport extrême. Les images neutres contenaient des objets usuels et des activités humaines neutres. Une première série contenait des images de champignons : elle a été utilisée pour faciliter la familiarisation au système mais les résultats associés n'ont pas été retenus pour les analyses. Chaque série à contenu émotionnel contenait le même nombre d'images à faible, moyen, respectivement fort niveau d'activation.

Afin de limiter le biais dû aux différences de propriétés graphiques entre les images, certaines ont été traitées avec le logiciel Adobe Photoshop afin que les valeurs de luminosité soient similaires entre les séries d'images.

Mesures

Différentes données psychophysiologicalues ont été récoltées pendant l'expérience. L'état subjectif du participant a été récolté par l'intermédiaire du questionnaire d'auto-évaluation SAM (Self Assessment Manikin (46)), rempli après chaque série d'images. Cette échelle graphique (cf. annexe 2) représente 9 niveaux de valence et d'activation. La première ligne de pictogrammes représente la valence du stimuli, allant de positif à négatif, en passant par neutre. La seconde ligne décrit le niveau d'activation ressenti, de très fort à très faible. Les participants ont été invités à donner une valeur de valence et une valeur d'excitation pour chaque série d'images.

Les mesures de l'oculomètre comprenaient le nombre de fixations, la dilatation pupillaire ainsi que le nombre de clignements des yeux.

Tableau 2. *Thèmes, valence, niveau d'activation des séries et références des images*

N°	Thème	Valence	Niveau d'activation	Références IAPS
1	Couples érotiques	positive	fort	4687, 4659, 4690, 4660, 4800, 4680
2	Sport extrême	positive	fort	5621, 8080, 8180, 8186, 8400, 8490
3	Nourriture	positive	moyen	7200, 7270, 7330, 7470, 7480, 7488
4	Couples romantiques	positive	moyen	2550, 4624, 4625, 4640, 4641, 4650
5	Interactions plaisantes	positive	faible	2299, 2311, 2332, 2360, 2530, 2598
6	Paysages	positive	faible	5200, 5594, 5631, 5780, 5781, 5811
7	Objets usuels	neutre	faible	7000, 7004, 7035, 7090, 7233, 7234
8	Activités neutres	neutre	faible	2357, 2393, 2396, 2397, 2745, 2850
9	Mutilation	négative	fort	3010, 3030, 3068, 3071, 3110, 3150
10	Violence physique	négative	fort	2683, 3500, 3530, 6313, 6550, 6821
11	Animaux morts	négative	moyen	2981, 9180, 9181, 9560, 9561, 9571
12	Maladie	négative	moyen	2053, 2710, 3181, 3230, 3261, 9415
13	Contamination	négative	faible	9090, 9110, 9280, 9290, 9342, 9390
14	Deuil	négative	faible	2205, 2455, 2490, 2590, 9001, 9220

Procédure

L'expérience s'est déroulée en une seule fois et les participants ont été testés individuellement. Les individus ont signé un formulaire de consentement éclairé après que l'expérience et les mesures leur ont été expliquées, sans que le contenu des images ne leur soit détaillé. Ils ont été tenus de se tenir le plus immobile possible durant la présentation des images. Ils ont ensuite été initiés à l'usage des questionnaires SAM, à remplir selon leur état émotionnel, rapidement et spontanément, après chaque série d'images.

Le sujet était assis à 70 cm d'un écran de 19 pouces de résolution 1024/768. Chaque image a été présentée pendant 10 secondes. Chaque série de 6 images était séparée par 75 secondes, temps durant lequel le participant était invité à remplir le questionnaire SAM puis à reposer ses yeux sur l'écran, qui apparaissait en gris jusqu'à la prochaine série d'images. Un message au centre de l'écran invitait le sujet à « faire le vide » avant la prochaine série de stimuli.

Il y a eu 6 ordres de présentation différents des 14 séries (cf. annexe 3). La position des 6 images au sein de chaque série (première, deuxième, troisième, quatrième, cinquième et respectivement sixième position) a été déterminée différemment et au hasard pour chaque ordre de présentation des séries. Les

ordres de présentation ont été définis de telle manière que pas plus de deux séries de même valence (positive, négative ou neutre) ont été présentées successivement. De plus, nous nous sommes assurés qu'au sein des 6 ordres de présentation, les mêmes séries étaient présentées en moyenne au début, au milieu ou à la fin de l'expérience. Pour l'expérience présente, l'ordre de présentation n'était pas un critère de sélection des participants, c'est pourquoi la répartition est légèrement inégale, comparé aux critères sévères tels que l'âge, le sexe ou la qualité des données analysées.

Après l'expérience, les participants ont été payé et remerciés.

Définition des variables et traitement des données

Les données subjectives des questionnaires SAM étaient complètes pour chacun des participants. En revanche, il y a eu des données manquantes pour certains des questionnaires sociodémographiques, faute de réponse.

Les variables dépendantes analysées étaient le nombre de fixations, la surface pupillaire absolue, la réactivité pupillaire, le nombre de clignements des yeux, ainsi que les scores subjectifs de valence et d'activation pour chaque série. Les variables indépendantes étaient le groupe d'âge (sujet jeunes vs sujets âgés), et la valence a priori de la série (négative, neutre, vs positive).

Les mesures ont été analysées avec le logiciel BeGaze (version 3.4) et les mesures de l'œil gauche, défini arbitrairement par le logiciel, ont été retenues.

La fixation a été détectée par l'appareil si le regard s'est posé sur l'image durant 80 ms au minimum, avec moins de 100 px de dispersion circulaire. Nous avons éliminé la première fixation pour tous les stimuli. En effet, étant donné l'absence de point fixe précédant la présentation des images, la position de la première fixation est aléatoire et nous l'avons donc exclu des données, afin que l'aspect qualitatif du traitement de l'image ne soit pas modifié.

Le clignement spontané a été défini comme ayant une durée de moins de 500 ms, conformément aux auteurs des articles suivants (49)(50)(51) qui considèrent un clignement d'une durée supérieure à 500 ms comme un « *microsleep* ». Les résultats enregistrés comme clignement par le système au dessus de cette valeur ont été éliminés de la base de données.

La taille de la pupille a été exportée par l'appareil sous la forme de deux valeurs représentant respectivement la largeur maximale (x) et la hauteur maximale (y) pupillaire à un temps donné, en pixel. Nous avons converti ces données pour obtenir la surface pupillaire à l'aide de la formule elliptique suivante : $\text{surface pupillaire} = x/2 * y/2 * \pi$ conformément à la consigne de *Benedetto* (49). De plus, nous nous sommes intéressés à la valeur absolue de la surface pupillaire par série, que nous avons obtenue en faisant la moyenne des valeurs des 6 images d'une même série, mais aussi à sa réactivité, c'est-à-dire la modification du diamètre liée à la présentation d'un stimuli, par rapport à sa valeur de base. Comme référence, nous avons utilisé la moyenne des valeurs obtenues par sujet sur les 10 secondes précédant la présentation d'une série d'images, c'est-à-dire pendant la fin de la présentation de l'écran gris (cf. procédure). Ainsi, nous avons pu travailler avec la différence entre les deux valeurs (valeur absolue de la série - valeur de base précédant la présentation de la même série), reflet de la modification du diamètre pupillaire.

Pour la première partie de notre analyse, nous avons créé de nouvelles variables en établissant une moyenne des valeurs pour chaque variable dépendante, pour les séries positives ensemble, respectivement neutres et négatives, ce qui nous a permis de statuer sur l'influence de la valence entre les groupes. Ainsi nous avons pu obtenir trois paramètres par variable dépendante, c'est à dire pour les trois catégories de valence. Par exemple pour le nombre de fixations, nous avons regroupé toutes les

séries positives et établi une moyenne du nombre de fixations de toutes les images des six séries positives, et cela par sujet. Nous avons fait de même pour les autres valences.

Concernant les paramètres graphiques des images (cf. tableau 3), nous avons vérifié qu'ils ne modifiaient pas la significativité de nos résultats et qu'ils ne différaient pas significativement entre les différentes catégories de valence. Nous avons trois paramètres : la luminosité, le contraste et la taille (en kb), reflet de la complexité de l'image (52)(53).

Tableau 3. *Propriétés graphiques des séries d'images. Erreur standard entre parenthèses.*

Série	Luminosité	Contraste	Taille
1	106.4 (9.8)	67.9 (2.9)	181.3 (12.7)
2	103.7 (17.9)	67.5 (8.9)	202.2 (7.8)
3	108.9 (15.7)	69.5 (3.8)	191 (19.4)
4	98.6 (11.7)	66 (5.5)	188.6 (18.7)
5	101.1 (7.8)	59 (6.7)	188.7 (49.4)
6	107.8 (10.3)	72.1 (3.8)	181.2 (18.6)
7	108.1 (12.3)	63.8 (5.8)	185.6 (16.1)
8	94.6 (8.6)	70.6 (6.3)	193.8 (34.5)
9	110.8 (12.8)	71.5 (5.3)	172.8 (7.3)
10	99.1 (3.7)	71 (3.5)	181 (19.8)
11	105.8 (11.5)	57.8 (8.7)	204.5 (17.1)
12	106.2 (7.6)	75.5 (7.1)	166 (10.7)
13	111.9 (12.6)	66.5 (5.9)	202.2 (26.5)
14	99.6 (10.3)	70.4 (4.1)	185.4 (22.4)
Moyennes des séries par catégorie de valence			
Positives	104.4 (12.6)	67.0 (6.3)	188.3 (24.9)
Neutres	101.4 (9.1)	67.2 (6.1)	189.7 (26.9)
Négatives	105.6 (10.3)	68.8 (6.0)	185.3 (18.5)

Note : Les catégories de valence ne diffèrent pas significativement entre elles, ni aucune série individuelle entre elles, pour aucun des trois paramètres graphiques ($p > 0.05$).

Analyses statistiques

Nous avons utilisé la série comme unité de base afin de réaliser nos analyses.

Nous avons d'abord analysé les paramètres sociodémographiques des participants, en comparant les sujets jeunes aux sujets âgés à l'aide de t-tests (cf. tableau 1). Puis, nous avons réalisé plusieurs analyses statistiques afin d'examiner la mobilisation de l'attention visuelle, en fonction du groupe d'âge et en fonction de la valence et du niveau d'activation des images.

Nous avons inclus le genre comme co-variable dans les analyses, afin de vérifier que ce paramètre n'influait pas la significativité des résultats. Après analyse, nous avons pu confirmer que le genre n'a aucune incidence sur la significativité des résultats. Les différences liées à l'âge ne sont donc pas dépendantes du sexe.

Comparaison des valeurs subjectives de valence et de niveau d'activation

Nous avons analysé les valeurs de valence et d'activation subjectifs à l'aide d'une ANOVA, groupes confondus, puis d'une ANOVA par groupe d'âge séparément, pour chaque catégorie de valence. Ensuite, nous avons comparé les valeurs entre les groupes d'âge à l'aide de t-tests.

Nous avons ensuite effectué deux séries d'analyses successives des variables dépendantes. L'objectif de la première analyse était de déterminer le rôle de la valence dans la mobilisation des ressources attentionnelles. Le but de la seconde analyse était d'analyser l'influence du niveau d'activation et de la thématique des séries sur les réponses oculométriques. Pour les deux sets d'analyses, l'influence de l'âge a évidemment été relevée.

Analyse du rôle de la valence

Nous avons premièrement effectué des analyses de variance répétées (*repeated ANOVAs*) afin d'analyser l'effet principal de la valence, du groupe d'âge, ainsi que de l'interaction valence \times groupe d'âge, pour chaque variable dépendante. Pour cela, nous avons utilisé la moyenne des valeurs des variables, pour toutes les séries positives, respectivement neutres et négatives.

Nous avons utilisé le test de Mauchly afin de vérifier l'hypothèse de sphéricité. Si ce dernier était significatif, nous nous sommes référés au résultat du test de Greenhouse-Geisser.

Si l'effet principal de la valence était significatif, nous avons confronté les trois catégories de valence entre elles, par des comparaisons appariées. Nous avons ainsi confronté la valence positive à la valence négative, puis la valence positive à la valence neutre, et enfin la valence négative à la valence neutre. Les effets significatifs ont été soumis à la correction de Bonferroni, c'est-à-dire une multiplication de la valeur p par 3 (nombre de t-test effectués en une fois). Si la valeur p reste inférieure à 0.05 après cette opération, elle est prise en compte comme état significative.

Dans le cas où l'interaction valence \times groupe d'âge était significative, nous avons réalisé deux types d'analyses supplémentaires. Premièrement, nous avons réalisé la même ANOVA, mais en séparant les deux groupes d'âge. Ainsi nous avons pu analyser l'effet de la valence au sein du groupe des sujets jeunes et au sein du groupe des sujets âgés, séparément. Si l'effet principal de la valence était significatif dans cette analyse, nous avons confronté les trois catégories de valence entre elles, par des comparaisons appariées, au sein d'un groupe de sujet du même âge, afin d'expliquer la significativité du résultat. Les effets significatifs ont été comme précédemment soumis à la correction de Bonferroni. Deuxièmement, nous avons réalisé des t-tests indépendants en comparant les moyennes des sujets

jeunes aux moyennes des sujets âgés, pour chaque catégorie de valence séparément. Nous avons ainsi pu analyser la différence des valeurs d'une variable, en fonction de la valence des séries, entre les groupes d'âge.

Analyse du rôle du niveau d'activation

Pour cette seconde partie, nous avons regroupé les séries selon leur catégorie de valence, c'est à dire toutes les séries positives ensemble, et toutes les séries négatives ensemble, mais sans établir de moyenne entre les séries de même valence cette fois. Nous les avons ordonnées en fonction de leur valeur subjective de niveau d'activation, de la série la plus excitante à la série la moins excitante. Nous avons analysé séparément chaque catégorie de valence et chaque variable à l'intérieur de celle-ci. Nous avons exécuté une ANOVA afin de vérifier l'effet de la série, du groupe d'âge et de l'interaction série \times groupe d'âge à l'intérieur d'un ensemble de séries de même valence. Grâce à l'ordre précis des séries pour effectuer l'analyse, nous avons pu établir le rôle du niveau d'excitation en analysant la tendance linéaire.

Dans le cas où l'effet principal de la série était significatif, nous avons obtenu des comparaisons appariées entre les six séries d'une même valence. Les effets significatifs ont été soumis à la correction par la méthode en étapes successives de Holm (54). Cette correction consiste à identifier la valeur p la plus basse parmi les 15 comparaisons et à la multiplier par 15. Si elle est encore inférieure à 0.05 après calcul, on identifie alors la p valeur la plus basse parmi les 14 restantes puis on multiplie cette dernière par 14, et ainsi de suite jusqu'à ce que la valeur p dépasse 0.05 après calcul.

Comme dans notre première analyse, nous avons réalisé deux types d'analyses supplémentaires dans le cas où l'interaction série \times groupe d'âge était significative. Premièrement, nous avons réalisé la même ANOVA, mais en séparant les deux groupes d'âge. Deuxièmement, nous avons réalisé des t-tests indépendants en comparant les sujets jeunes et les sujets âgés pour chaque série séparément.

Cas particulier des séries neutres

Nous avons analysé les deux séries neutres à l'aide d'une ANOVA puis de t-tests comparatifs, pour chaque variable.

Le niveau de significativité a été établi à 5%. Toutes les analyses ont été réalisées avec SPSS (version 22 pour Mac).

Résultats

Comparaison des valeurs subjectives de valence et de niveau d'activation

Valence

L'analyse des deux groupes confondus a montré un effet principal de la valence significatif, $F(2, 118) = 441.64, p < 0.001, \eta^2_p = 0.882$. L'interaction valence \times groupe d'âge est également significative, $F(2, 118) = 4.85, p = 0.012, \eta^2_p = 0.076$. Nous n'avons pas observé d'effet principal du groupe d'âge, $F(1, 59) = 0.45, p = 0.503, \eta^2_p = 0.008$.

Les comparaisons appariées ont mis en évidence des différences significatives entre les trois catégories de valence, $ps < 0.001$. Les séries positives ont récolté des scores de valence significativement plus élevés que les séries neutres, et elles-mêmes plus élevés que les séries négatives (cf. tableau 5 et annexes 5 et 6).

Il y a un effet principal de la valence significatif chez les sujets jeunes, $F(2, 62) = 229.75, p < 0.001, \eta^2_p = 0.881$ et chez les sujets âgés, $F(2, 56) = 212.31, p < 0.001, \eta^2_p = 0.883$. Au sein d'un même groupe d'âge, les valeurs diffèrent significativement entre les trois catégories de valence ; que ce soit pour les sujets jeunes ou pour les sujets âgés, toutes les comparaisons possèdent des valeurs p inférieures à 0.001.

Les individus ne sont pas sensibles aux images de la même manière. En effet, les sujets âgés ont établi des scores significativement plus élevés que les jeunes pour les séries positives, $p = 0.017$, et significativement moins élevés pour les séries négatives, $p = 0.032$. Par contre, il n'y a pas de différence pour les séries neutres, $p = 0.269$.

Activation

L'analyse a montré un effet principal significatif du niveau d'activation, $F(2, 120) = 101.34, p < 0.001, \eta^2_p = 0.628$, ainsi qu'une interaction activation \times groupe d'âge significative, $F(2, 120) = 8.52, p = 0.001, \eta^2_p = 0.124$.

Les comparaisons appariées indiquent des relations significatives pour les trois confrontations des catégories de valence, $ps < 0.001$, avec des scores bas pour les séries neutres, plus élevés pour les séries positives et encore plus élevés pour les séries négatives (cf. tableau 5 et annexes 4 et 6).

Pour rappel, au sein des séries à contenu émotionnel, c'est-à-dire positives et négatives, il y a trois niveaux d'activation a priori différents, c'est-à-dire faible, moyen et fort niveau d'activation. Les trois niveaux sont représentés de manière égale dans les deux catégories de valence émotionnelle, c'est pourquoi il n'y a pas de tendance linéaire comme pour la valence (positif-neutre-négatif), mais bien des valeurs proches pour le niveau d'activation des séries positives et des séries négatives.

L'effet de la valence est significatif chez les sujets jeunes, $F(2, 62) = 56.28, p < 0.001, \eta^2_p = 0.645$, et chez les sujets âgés, $F(2, 58) = 53.33, p < 0.001, \eta^2_p = 0.648$. Le niveau d'excitation est jugé significativement différent entre les différentes catégories de valence, dans les deux groupes d'âge, $ps < 0.03$. Ainsi, les sujets âgés évaluent les images positives comme étant moins excitantes, par rapport aux sujets jeunes, $p = 0.009$. Les scores pour les autres catégories de valence ne sont par contre pas significativement différents, $ps > 0.120$.

Analyse du rôle de la valence

Nombre de fixations

Pour le nombre de fixations, l'effet de la valence est significatif, $F(2, 120) = 4.05, p=0.024, \eta^2_p = 0.063$, de même que l'interaction valence \times groupe d'âge, $F(2, 120) = 5.51, p=0.007, \eta^2_p = 0.084$. Nous n'avons par contre pas obtenu d'effet principal du groupe d'âge, $F(1, 60) = 2.14, p=0.148, \eta^2_p = 0.035$. Cela signifie que le nombre de fixations est une variable modulée par le contenu émotionnel de l'image et qu'il existe des différences entre les groupes d'âge dans cette modulation. Les séries négatives reçoivent, groupes confondus, un nombre de fixations significativement plus élevé que les séries positives, $p=0.012$. Il n'y a pas de différences significatives entre séries positives et neutres, $p=1.000$, et entre séries négatives et neutres, $p=0.141$ (cf. tableau 4).

Chez les sujets jeunes, l'effet de la valence est significatif, $F(2, 62) = 10.80, p<0.001, \eta^2_p = 0.258$, mais pas chez les sujets âgés, $F(2, 58) = 0.45, p=0.635, \eta^2_p = 0.016$.

On remarque une diminution du nombre de fixations sur les images neutres chez les jeunes, avec un nombre de fixations en moyenne plus élevé sur les images émotionnelles (cf. figure 1). La différence du nombre de fixations chez les sujets jeunes entre les séries positives et les séries négatives est significative, $p<0.001$, et elle l'est également entre les images neutres et négatives, $p=0.003$, mais n'est par contre pas significative entre les séries positives et neutres, $p=0.794$.

Nous n'avons obtenu de résultat significatif en comparant les variables entre les groupes d'âge ni pour la valence positive, $p=0.204$, ni pour la valence neutre, $p=0.521$. Par contre, en ce qui concerne la valence négative, l'analyse montre une différence significative entre les groupes, $p=0.017$. Ainsi, les images négatives récoltent significativement plus de fixations de la part des sujets jeunes, par rapport aux sujets âgés.

Nombre de clignements des yeux

Pour le nombre de clignements des yeux, l'analyse indique un effet significatif de la valence, $F(2, 120) = 5.77, p=0.008, \eta^2_p = 0.088$, mais pas de l'interaction valence \times groupe d'âge, $F(2, 120) = 1.10, p=0.322, \eta^2_p = 0.018$, ni du groupe d'âge, $F(1, 60) = 0.25, p=0.615, \eta^2_p = 0.004$.

Les comparaisons appariées attestent que les valeurs pour la valence positive ne sont pas significativement différentes de celles de la valence négative, $p=0.090$, de même que la valence positive vs neutre, $p=0.267$, par contre la valence négative diffère de la valence neutre, $p=0.015$. Les séries négatives reçoivent donc significativement moins de clignements des yeux que les séries neutres (cf. tableau 4). Cela prouve que le clignement des yeux est influencé par le contenu émotionnel de l'image, puisque les images affectives reçoivent moins de clignements que les images neutres. En revanche, nous n'avons pas remarqué d'effet lié à l'âge, sujets jeunes et âgés réagissant en parallèle.

Réactivité pupillaire

Pour la réactivité pupillaire, l'effet de la valence est significatif, $F(2,104) = 10.34, p<0.001, \eta^2_p = 0.166$. En revanche, l'interaction valence \times groupe d'âge ne l'est pas, $F(2,104) = 2.71, p=0.071, \eta^2_p = 0.050$. Nous n'avons pas non plus obtenu d'effet principal du groupe d'âge, $F(1, 52) = 0.43, p=0.513, \eta^2_p = 0.008$. Cela signifie que le diamètre pupillaire est influencé par le contenu émotionnel des images, mais que la réactivité pupillaire ne diffère pas avec l'âge selon le niveau de valence.

Les deux groupes présentent un diamètre pupillaire plus grand pour les séries à contenu émotionnel par rapport aux séries neutres (cf. tableau 4). En effet, les comparaisons appariées montrent les résultats suivants : la valence positive ne diffère pas de la négative, $p=0.354$, la valence positive diffère de la neutre, $p=0.030$, et la valence négative diffère de la neutre, $p<0.001$. La réactivité pupillaire est donc significativement plus importante pour les séries positives et négatives par rapport aux séries neutres.

Si l'on observe la valeur absolue de la surface pupillaire, on remarque que les sujets âgés possèdent un diamètre systématiquement inférieur à celui des sujets jeunes (cf. tableau 4 et annexe 11). Cet effet est expliqué par la diminution progressive physiologique du diamètre pupillaire avec l'âge (55).

Tableau 4 : moyenne des variables dépendantes par valence et par groupe d'âge. Erreur type entre parenthèses.

Variable dépendante	Valence positive		Valence neutre		Valence négative	
	Sujets jeunes	Sujets âgés	Sujets jeunes	Sujets âgés	Sujets jeunes	Sujets âgés
Scores subjectifs de valence	7.24 (0.92)	7.78 (0.78)	5.19 (0.56)	5.40 (1.14)	2.65 (0.82)	2.14 (1.09)
Scores subjectifs d'activation	4.10 (1.31)	3.13 (1.54)	1.97 (1.13)	2.28 (1.53)	4.72 (1.28)	5.33 (1.65)
Nombre de fixations	25.45 (3.11)	24.13 (4.85)	25.22 (3.27)	24.49 (5.43)	26.60 (2.79)	24.25 (4.58)
Nombre de clignements des yeux	15.03 (11.04)	15.81 (10.65)	16.06 (11.86)	17.02 (13.15)	13.23 (9.78)	15.67 (9.97)
Surface pupillaire absolue	141.55 (40.49)	102.36 (24.24)	130.86 (37.94)	97.41 (24.21)	144.31 (41.71)	102.53 (23.69)
Réactivité pupillaire	- 11.95 (23.46)	- 16.58 (20.77)	-23.60 (23.31)	-19.83 (16.70)	-6.19 (16.54)	-14.09 (15.94)

Les conclusions de cette première analyse ne peuvent pas être interprétées comme étant un pur reflet de la valence, car les catégories de valence émotionnelles contiennent des séries avec des niveaux d'activation différents, et même s'ils sont a priori équilibrés entre les séries positives et négatives, les analyses nous ont montré des disparités qui peuvent avoir une influence sur les résultats.

Figure 1. Nombre de fixations

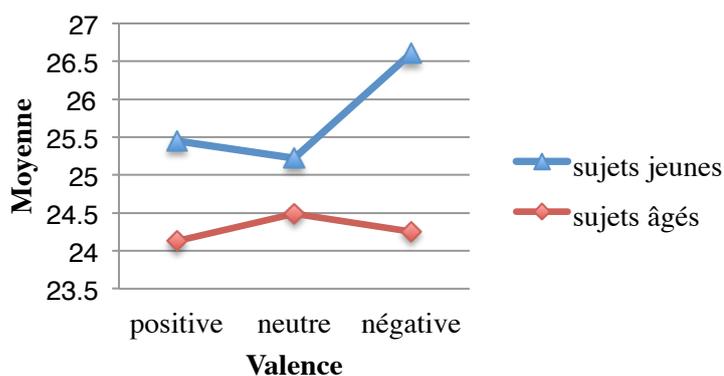


Figure 1. Nombre de fixations selon la catégorie de valence, par groupe

Analyse du rôle de l'activation

Les résultats suivants sont présentés par variable et par catégorie de valence. La valence positive regroupe les séries 1, 2, 3, 4, 5 et 6. La valence négative contient les séries 9, 10, 11, 12, 13 et 14. Le cas particulier des séries neutres (séries 7 et 8) est présenté à la fin du chapitre. Les comparaisons appariées entre les séries, groupes confondus et groupes séparés, ont été reportées en annexe (cf. annexe 7 et 8).

Nombre de fixations

Séries positives

Pour le nombre de fixations, l'effet de la série est significatif, $F(5, 300) = 14.29, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.192$, de même que l'interaction série \times groupe d'âge, $F(5, 300) = 5.26, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.081$. La tendance linéaire est significative pour les séries, $F(1, 60) = 15.19, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.202$, mais pas pour l'interaction séries \times groupe d'âge, $F(1, 60) = 2.75, p = 0.102, \eta_p^2 = 0.044$. Il n'y a pas d'effet principal significatif du groupe d'âge, $F(1, 60) = 1.64, p = 0.204, \eta_p^2 = 0.027$. Cela signifie que les séries d'images ne reçoivent pas le même nombre de fixations (cf. tableau 5).

Chez les sujets jeunes, l'effet de la série est significatif, $F(5, 155) = 12.56, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.288$, de même que la tendance linéaire, $F(1, 31) = 14.03, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.312$. Les séries à haut niveau d'activation reçoivent en moyenne significativement plus de fixations que les séries à bas niveau d'activation (cf. figure 2).

Chez les sujets âgés, l'effet de la série est significatif, $F(5, 145) = 7.07, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.196$, mais il n'y a pas de tendance linéaire, $F(1, 29) = 2.84, p = 0.102, \eta_p^2 = 0.089$.

Les comparaisons appariées des séries entre les groupes d'âge montrent que les séries 2 (sports extrêmes), $p = 0.021$ et 4 (couples romantiques), $p = 0.033$ reçoivent significativement moins de fixations de la part des sujets âgés, par rapport aux jeunes.

Séries négatives

Pour le nombre de fixations, l'analyse montre un effet principal de la série significatif, $F(5, 300) = 6.50, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.098$, mais pas de l'interaction série \times groupe d'âge, $F(5, 300) = 4.59, p = 0.77, \eta_p^2 = 0.013$. La tendance linéaire est significative pour les séries, $F(1, 60) = 20.3, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.253$, mais pas pour l'interaction série \times groupe d'âge, $F(1, 60) = 1.35, p = 0.249, \eta_p^2 = 0.022$.

Nous avons observé un effet principal significatif du groupe d'âge, $F(1, 60) = 6.04, p = 0.017, \eta_p^2 = 0.092$, démontrant ainsi la divergence liée à l'âge dans l'allocation des ressources attentionnelles. En effet, toutes les séries négatives reçoivent significativement moins de fixations de la part des sujets âgés, par rapport aux jeunes (cf. tableau 5 et figure 3).

Nombre de clignements des yeux

Séries positives

Pour le nombre de clignements des yeux, l'analyse a montré un effet principal de la série significatif, $F(5, 300) = 2.53, p = 0.029, \eta_p^2 = 0.041$. L'interaction série \times groupe d'âge est significative, $F(5, 300) = 4.05, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.063$. La tendance linéaire n'est pas significative pour les séries, $F(1, 60) = 3.18, p = 0.080, \eta_p^2 = 0.050$ mais est significative pour l'interaction série \times groupe d'âge, $F(1, 60)$

= 13.20, $p=0.001$, $\eta^2_p = 0.180$. L'analyse n'a pas montré d'effet principal significatif du groupe d'âge, $F(1, 60) = 0.08$, $p=0.780$, $\eta^2_p = 0.001$.

Chez les sujets jeunes, l'effet de la série est significatif, $F(5, 155) = 2.69$, $p=0.023$, $\eta^2_p = 0.080$, mais il n'y a pas de tendance linéaire, $F(1, 31) = 2.73$, $p=0.108$, $\eta^2_p = 0.081$.

Chez les sujets âgés, l'analyse a montré un effet principal significatif de la série, $F(5, 145) = 4.11$, $p=0.002$, $\eta^2_p = 0.124$, et la tendance linéaire est significative, $F(1, 29) = 10.30$, $p=0.003$, $\eta^2_p = 0.262$, avec un nombre de clignements qui augmente globalement en fonction du niveau d'activation.

Nous n'avons pas relevé de différence significative des valeurs de clignement des yeux en comparant les mêmes séries entre les deux groupes.

Séries négatives

Pour le nombre de clignements des yeux, l'effet de la série est significatif, $F(5, 300) = 4.25$, $p=0.002$, $\eta^2_p = 0.066$. L'interaction série \times groupe d'âge n'est en revanche pas significative, $F(5, 300) = 0.92$, $p=0.449$, $\eta^2_p=0.015$. La tendance linéaire est significative pour les séries, $F(1, 60) = 7.49$, $p=0.008$, $\eta^2_p = 0.111$, mais pas pour l'interaction série-groupe d'âge, $F(1, 60) = 1.96$, $p=0.166$, $\eta^2_p = 0.032$. L'analyse n'a pas montré d'effet principal significatif du groupe d'âge, $F(1, 60) = 0.93$, $p=0.339$, $\eta^2_p = 0.015$. Nous constatons que le nombre de clignements des yeux est inversement proportionnel au niveau d'activation, c'est-à-dire que plus ce dernier augmente, plus les clignements diminuent (cf. tableau 5 et figure 4).

Réactivité pupillaire

Séries positives

Pour la réactivité pupillaire, l'effet de la série est significatif, $F(5, 295) = 11.45$, $p<0.001$, $\eta^2_p=0.163$. En revanche, l'interaction série \times groupe d'âge n'est pas significative, $F(5, 295) = 1.37$, $p=0.234$, $\eta^2_p=0.023$. La tendance linéaire est significative pour les séries, $F(1, 59) = 20.48$, $p<0.001$, $\eta^2_p = 0.258$, mais pas pour l'interaction série \times groupe d'âge, $F(1, 59) = 0.055$, $p=0.815$, $\eta^2_p = 0.001$. L'analyse n'a pas montré d'effet principal significatif du groupe d'âge, $F(1, 59) = 1.22$, $p=0.273$, $\eta^2_p = 0.020$. La surface pupillaire tend à être plus grande pour les séries à fort niveau d'activation, comparé aux séries de faible niveau d'activation (cf. tableau 5 et figure 5).

Séries négatives

Pour la réactivité pupillaire, l'analyse montre un effet principal de la série significatif, $F(5, 285) = 3.04$, $p=0.011$, $\eta^2_p=0.051$, mais pas de l'interaction série \times groupe d'âge, $F(5, 285) = 0.384$, $p=0.859$, $\eta^2_p=0.007$. La tendance linéaire est significative pour les séries, $F(1, 57) = 12.05$, $p=0.001$, $\eta^2_p = 0.175$, mais pas pour l'interaction série \times groupe d'âge, $F(1, 57) = 1.12$, $p=0.293$, $\eta^2_p = 0.019$. L'analyse n'a pas non plus montré d'effet principal significatif du groupe d'âge, $F(1, 57) = 2.59$, $p=0.113$, $\eta^2_p = 0.043$. Ces résultats indiquent qu'en moyenne, la taille de la pupille est fonction de l'augmentation du niveau d'activation, indépendamment de l'âge (cf. tableau 5 et figure 6).

Figure 2.

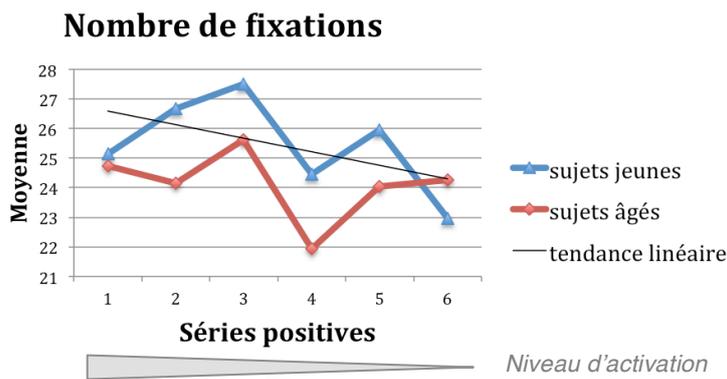


Figure 3.

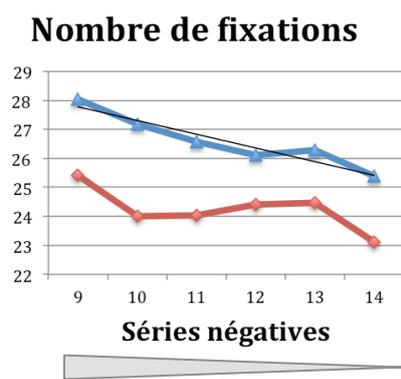


Figure 2 : Nombre de fixations par groupe, séries de valence positive
 Figure 3 : Nombre de fixations par groupe, séries de valence négative

Figure 4.

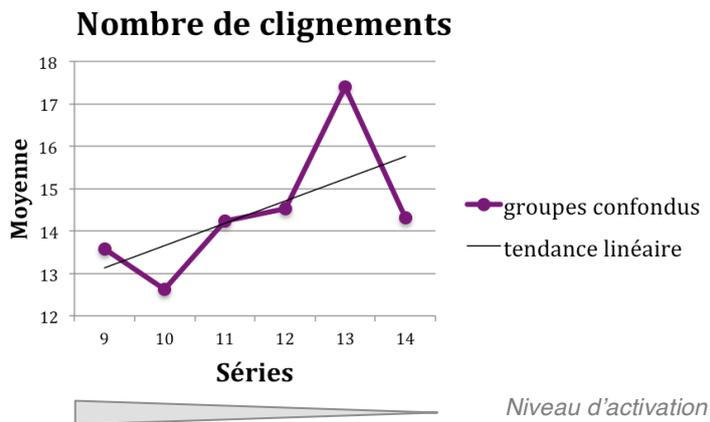


Figure 4 : Nombre de clignements groupes confondus, séries de valence négative

Figure 5.

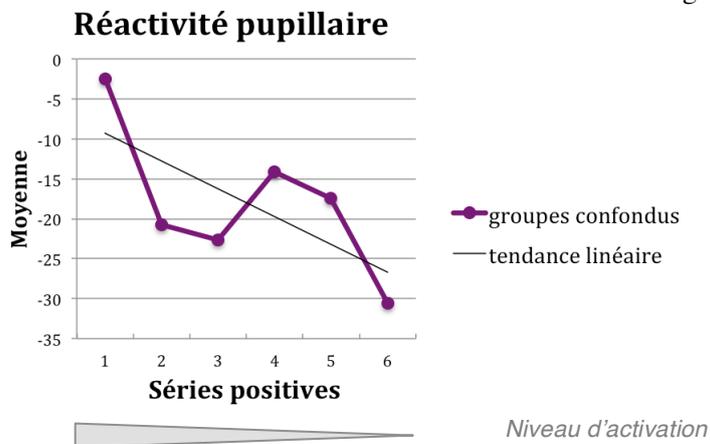


Figure 6.

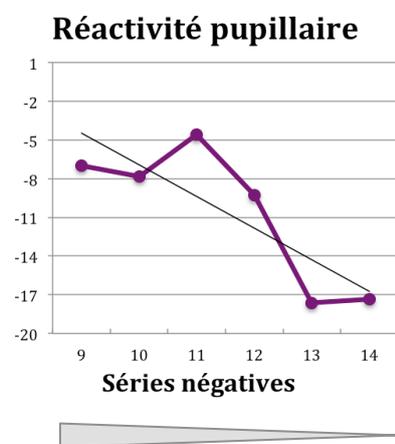


Figure 5 : Réactivité pupillaire, groupes confondus, séries de valence positive
 Figure 6 : Réactivité pupillaire, groupes confondus, séries de valence négative

Cas particulier des séries neutres

L'effet de la série est significatif pour le nombre de fixations, $F(1, 60) = 54.89, p < 0.001, \eta^2_p = 0.478$, la réactivité pupillaire, $F(1, 60) = 4.89, p = 0.031, \eta^2_p = 0.080$, et le nombre de clignements des yeux, $F(1, 60) = 11.86, p = 0.001, \eta^2_p = 0.165$. La série 7 (objets usuels) reçoit moins de fixations, provoque une dilatation pupillaire moins grande et un nombre de clignements moins haut que la série 8 (activités neutres). Nous avons observé une interaction série \times groupe d'âge significative pour le nombre de fixations, $F(1, 60) = 26.70, p = 0.019, \eta^2_p = 0.088$. En effet, la série 7 reçoit globalement moins de fixations que la série 8 mais les sujets âgés possèdent des moyennes supérieures aux jeunes pour la série 6 et inférieures aux jeunes pour la série 8 (cf. tableau 5). Il n'y a pas d'interaction série \times groupe d'âge significative pour la réactivité pupillaire, $F(1, 60) = 2.89, p = 0.095, \eta^2_p = 0.049$, ni pour le nombre de clignements des yeux, $F(1, 60) = 1.78, p = 0.187, \eta^2_p = 0.029$.

Nous n'avons obtenu aucun effet principal du groupe d'âge, ni pour le nombre de fixations, $F(1, 60) = 0.42, p = 0.521, \eta^2_p = 0.007$, ni pour le clignement des yeux, ($p = 0.804$), ni pour la réactivité pupillaire ($p = 0.765$).

Les différences entre ces deux séries prétendument neutres peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs. Les séries diffèrent tout d'abord par leur contenu. En effet, dans la première (série 7), il s'agit d'objets usuels, et les images sont simples, souvent dénuées d'arrière plan. Dans la deuxième série (série 8), il s'agit de personnes et de scènes de vie. Bien que neutre, cette dernière série pourrait mobiliser davantage l'attention car les scènes y sont plus complexes et contiennent des êtres humains. Bien que ces dernières notions restent à définir et à explorer, c'est en tout cas ce que semble démontrer les recherches de Bradley et al. (23) qui ont objectivé cette différence, par le fait que les images représentant des scènes récoltaient davantage de fixations et avaient une longueur du trajet visuel plus longue que les images simples. Nous avons fait les mêmes observations, et du point de vue attentionnel, tout concorde à ce que la série 8, la plus complexe, mobilise davantage l'attention que la série 7. De plus, les paramètres graphiques de luminosité et de taille diffèrent légèrement entre les deux séries (cf. tableau 5), avec une luminosité et une taille (reflet de la complexité) plus importantes pour la série 8. Cela peut donc également expliquer des disparités dans l'analyse, car notre œil est sensible à ces éléments propices à attirer notre attention (17). Par conséquent, ces différences semblent justifiables, et sont le témoin de deux formes de neutralité différentes, mobilisant différemment nos ressources attentionnelles.

Tableau 5. Moyennes des variables par série, par groupe. Erreur type entre parenthèses.

Série	Nombre de fixations		Nombre de clignements		Réactivité pupillaire	
	Sujets jeunes	Sujets âgés	Sujets jeunes	Sujets âgés	Sujets jeunes	Sujets âgés
1 Couples érotiques	25.14 (3.61)	24.73 (4.17)	14.43 (11.44)	18.16 (12.41)	10.68 (30.74)	-2.46 (22.56)
2 Sport extrême	26.67 (2.89)	24.15 (5.24)	14.84 (13.75)	16.36 (11.01)	-22.87 (41.83)	-20.77 (29.42)
3 Nourriture	27.49 (3.89)	25.63 (6.27)	14.53 (11.34)	17.70 (11.67)	-24.68 (47.19)	-22.64 (26.32)
4 Couples romantiques	24.45 (3.74)	21.93 (5.14)	16.00 (11.97)	15.56 (13.06)	4.71 (30.96)	-14.09 (43.04)
5 Interactions plaisantes	25.95 (3.56)	24.05 (4.81)	12.46 (9.75)	13.66 (11.89)	-7.37 (26.16)	-17.49 (24.27)
6 Paysages	22.97 (5.31)	24.25 (6.25)	17.90 (15.45)	13.36 (10.14)	-31.56 (35.23)	-30.54 (49.66)
7 Objets usuels	23.31 (4.10)	23.51 (5.94)	17.18 (11.91)	19.56 (13.96)	-30.32 (25.94)	-22.40 (16.08)
8 Activités neutres	27.11 (3.05)	25.45 (5.31)	14.93 (12.91)	14.46 (13.96)	-15.24 (30.82)	-20.43 (25.99)
9 Mutilation	28.06 (3.50)	25.43 (5.56)	11.15 (8.49)	16.00 (10.58)	-3.31 (25.75)	-10.63 (23.46)
10 Violence physique	27.19 (3.06)	24.01 (4.95)	10.91 (10.17)	14.33 (10.04)	-2.80 (33.01)	-12.87 (17.79)
11 Animaux morts	26.56 (3.19)	24.04 (5.71)	13.81 (11.93)	14.66 (11.52)	0.21 (33.41)	-9.40 (18.16)
12 Maladie	26.12 (3.18)	24.41 (5.21)	13.41 (10.95)	15.66 (12.73)	-5.46 (30.21)	-13.16 (23.35)
13 Contamination	26.28 (3.60)	24.46 (5.93)	16.87 (13.55)	17.93 (14.05)	-14.25 (34.41)	-20.99 (20.38)
14 Deuil	25.38 (3.52)	23.12 (3.99)	13.22 (10.69)	15.43 (11.56)	-17.72 (31.79)	-16.93 (26.74)

Note : la représentation graphique de ce tableau se trouve en annexe (cf. annexes 9 à 12).

Discussion

Cette étude avait pour objectif d'analyser l'effet de l'âge sur l'attention visuelle envers des stimuli affectifs. Différentes séries d'images à valence et à niveau d'excitation distincts ont été présentées individuellement à des personnes d'âge différents. Un groupe de sujets jeunes a été comparé à un groupe de sujets âgés, sur le plan de l'allocation des ressources attentionnelles et de la réactivité émotionnelle. De récentes études ont mis en évidence des divergences entre les groupes d'âge, relevant un biais de négativité chez les jeunes qui semble disparaître chez le sujet âgé, en faveur d'un effet de positivité. Nous avons voulu vérifier ces différentes allégations.

Scores subjectifs de valence et d'activation

En concordance avec les résultats de Grühn et Scheibe (37), les sujets âgés perçoivent les images positives comme plus positives et moins excitantes et les images négatives comme plus négatives par rapport aux sujets jeunes. Les images négatives ont été évaluées comme les plus excitantes par les deux groupes d'âge, comparé aux images positives et neutres, et les scores n'étaient pas significativement différents entre les groupes pour cette catégorie de valence. En vieillissant, les individus reconnaissent donc globalement les éléments positifs comme plus positifs et les éléments négatifs comme plus négatifs. Ces conclusions reflèteraient une forme de dédifférenciation et de stéréotypisation des émotions avec l'âge (56).

Allocation des ressources attentionnelles

Conformément à notre hypothèse de départ, le nombre de fixations chez les sujets jeunes est plus élevé pour les images à contenu émotionnel par rapport aux images neutres, avec un nombre de fixations significativement plus élevé sur les images négatives par rapport aux deux autres catégories de valence.

Ces résultats attestent donc non seulement d'un biais émotionnel, mais également d'un biais de négativité chez les jeunes. Cette disparité entre le niveau d'activation, équivalent entre images positives et négatives, et le nombre de fixations, plus élevé sur les images négatives par rapport aux images positives et neutres, a été retrouvée par van Steenbergen et al. (57). Cela prouve que l'attention n'est pas uniquement définie par le niveau d'excitation en soi du stimulus, même si nos résultats montrent qu'au sein d'une même catégorie de valence, il y a une tendance linéaire significative chez les jeunes et que les images à fort niveau d'activation reçoivent globalement plus de fixations que les images à faible niveau d'activation. Autrement dit, le niveau d'activation n'est pas un critère suffisant pour définir la sélectivité attentionnelle.

Cette analyse est d'autant plus intéressante qu'on ne retrouve pas ce biais de négativité chez les aînés, puisque ces derniers présentent un nombre de fixations significativement inférieur pour la valence négative par rapport aux jeunes. L'effet principal du groupe d'âge est d'ailleurs fortement significatif pour les images négatives. Concernant l'effet de positivité, les sujets âgés ne présentent pas un nombre de fixations plus élevé pour les images positives par rapport aux autres catégories de valence. Cependant, il y a clairement un nombre de fixations relativement moins haut pour les images négatives, puisque chez les sujets âgés, contrairement aux jeunes, il n'y a pas de différence significative du nombre de fixations entre les images positives, neutres et négatives. Toutes les séries négatives récoltent moins de fixations de la part des sujets âgés par rapport aux jeunes, dont quatre sur six significativement moins. Ces éléments confirment que l'effet de positivité n'est pas dû à une

mobilisation des ressources attentionnelles envers des stimuli positifs, mais bien qu'il s'agit d'une diminution relative de l'attention envers les stimuli négatifs, comme le suggèrent Charles et al. (19). Cette sélection relative des stimuli positifs est également mise en évidence dans les travaux de Rösler et al. (58) et de Steinmetz et al. (59). Le nombre de fixations semble être un paramètre indépendant du niveau d'activation subjectif chez les sujets âgés. En effet, chez les sujets âgés, contrairement aux jeunes, nous n'avons pas retrouvé de tendance linéaire significative, pour aucune des deux catégories de valence émotionnelle. Cette diminution relative des fixations, est-elle consciente ou inconsciente ? Nous pourrions tenter de répondre à cette question dans des recherches ultérieures en utilisant des techniques d'imagerie cérébrale qui pourraient attester d'un contrôle cognitif supérieur. Concernant le tri des informations émotionnelles et leur mémorisation, Mather et Knight (13) ont déjà mis en évidence la capacité des sujets âgés à traiter l'information visuelle de manière à privilégier les souvenirs positifs et amoindrir les souvenirs négatifs.

Concernant le nombre de clignements des yeux, nous n'avons pas objectivé de différences significatives entre les deux groupes d'âge, même si les moyennes des sujets âgés étaient plus élevées que celles des jeunes pour toutes les séries négatives. De manière générale, les séries négatives ont récolté significativement moins de clignements, et d'autant moins que leur niveau d'activation était élevé, conformément aux observations de Gomez et al. (31). Ce résultat n'est pas étonnant pour les sujets jeunes, car il vient renforcer encore l'hypothèse de l'attention portée particulièrement aux images négatives. En revanche, il est plus inattendu du point de vue des sujets âgés, puisque ces derniers déploient a priori moins d'attention envers les stimuli négatifs, avec un moindre taux de fixations sur ces derniers. Cela porte à croire que le clignement des yeux est un paramètre dépendant du niveau d'activation des images, plus qu'une unité attentionnelle. Des recherches ultérieures devraient être faites afin d'établir ce lien potentiel. A noter que ces propos doivent être nuancés parce qu'on ne retrouve pas de correspondance en ce qui concerne les images positives. En effet, il n'y a pas de tendance linéaire chez les jeunes, et chez les sujets âgés la tendance linéaire est significative, avec en moyenne une augmentation du nombre de clignements en fonction de l'activation. En outre, l'assèchement physiologique des yeux en lien avec le vieillissement pourrait avoir une influence, par exemple en inhibant la possibilité de diminuer le nombre de clignements, mais ce lien n'a, à ce jour, pas encore été établi.

Ces éléments témoignent de la complexité de la réaction émotionnelle. Ces conclusions qui paraissent moins évidentes par rapport à nos présomptions de départ, ne seraient-elles pas le reflet des limites du modèle émotionnel développé autour du niveau de valence et d'activation ? Il y a peut-être d'autres dimensions plus compliquées responsables de l'allocation des ressources attentionnelles à investiguer dans des recherches ultérieures (60).

Réactivité émotionnelle

Le diamètre pupillaire est significativement plus grand pour les images à contenu émotionnel par rapport aux images neutres, ce qui confirme l'effet physiologique déclenché par l'image émotionnelle, jugée subjectivement plus excitante, indépendamment de la valence positive ou négative. Ces observations ont également été confirmées par Bradley et al. (28). Conformément à notre hypothèse de départ, nous avons obtenu une concordance quasi parfaite entre le niveau d'activation et la dilatation pupillaire, démontrant un fort lien proportionnel entre ces deux paramètres, pour les séries positives comme pour les négatives. La seule exception se situe au niveau des séries positives, où les images représentant des couples romantiques (série 4) et des interactions humaines plaisantes (en gros plan)

(série 5) dévoilent une dilatation plus importante comparé aux séries représentant des sports extrêmes (les humains y sont tout petits, on n'y distingue pas les visages des protagonistes) et de la nourriture, alors que ces deux dernières séries ont récolté des scores d'activation pourtant plus élevés que les deux premières. Il semble donc que le niveau d'activation ne soit pas le seul responsable dans la dilatation pupillaire. De manière intéressante, nous avons remarqué que les séries 4 et 5 ont récolté les scores de valence les plus hauts de toutes les séries positives. Dès lors, pourrait-il tout de même y avoir un effet de la valence sur le diamètre pupillaire ? D'autres études pourraient tenter de définir ce lien en éliminant les influences réciproques du niveau d'excitation et des scores de valences les uns sur les autres. Ce résultat pourrait également s'expliquer par le fait que les séries provoquant une plus grande réactivité pupillaire mettent en scène des êtres humains, et particulièrement des visages, attirant davantage l'attention que les objets inanimés (23). Il se trouve que dans notre étude, nous avons considéré la dilatation pupillaire comme un reflet de l'activation, donc du système nerveux sympathique. Or, des travaux ont défini le diamètre pupillaire également comme unité attentionnelle, en prouvant que la pupille se dilate lors d'un effort cognitif et lors d'un effort attentionnel (61) (62). Par conséquent, il est tout à fait possible que les scores de valence ainsi que le contenu des images les rendent plus attractives et que la pupille se dilate en conséquence, indépendamment de leur niveau d'excitation. Nous n'avons par contre pas observé d'effet de l'âge pour la réactivité émotionnelle, qui semble donc être maintenue au cours du temps.

Limites et forces de l'étude

Les émotions sont étroitement liées à l'expérience de vie du sujet. Nos réactions sont façonnées par nos expériences passées, notre éducation, nos besoins, nos attentes. Certains thèmes positifs pour la plupart des gens sont susceptibles d'évoquer des souvenirs négatifs qui y sont liés. Est-ce que la réaction provoquée par l'image est réellement liée à l'objet présenté ou bien à ce qu'il évoque pour la personne ? Par exemple, la représentation d'un couple heureux est une vision positive pour la plupart des gens. En revanche, pour quelqu'un qui a vécu une rupture douloureuse, cette image provoquera des émotions négatives, telles la tristesse ou la colère, qui modifieront son appréciation et sa réponse physiologique. Il existe donc un biais potentiel dans les scores subjectifs et la réponse émotionnelle associée aux images. De plus, il a été observé que cette dernière est liée à une influence culturelle (37). Par exemple, l'effet de positivité n'a pas été observé dans l'étude de Fung et al. (2008) (63) qui portait sur une population jeune et âgée de Chinois. Dès lors, les conclusions de cette études ne peuvent se prétendre universelles, mais sont limitées au vieillissement occidental.

Ensuite, la base de données des stimuli utilisés a été développée dans les années 90. Or, la qualité des photographies a connu un tel essor ces dernières années et la société a subi une telle évolution que l'aspect desuet de certaines scènes ont pu jouer un rôle dans la réaction émotionnelle, masquant alors l'émotion primaire au profit d'une réaction d'étonnement ou de moquerie en relation avec le décalage que dégage la photographie, vis-à-vis du présent.

De plus, bien que les paramètres de contraste et de luminosité aient été réglés au mieux afin de respecter une unité, il n'en reste pas moins que les images possèdent en elles-mêmes, de par ce qu'elles représentent, des contrastes et des jeux de lumière propices au détournement de l'attention, sans lien avec le contenu émotionnel, mais pouvant avoir une influence sur le nombre de fixations ou encore la dilatation pupillaire (17).

En outre, le groupe de sujets âgés comprenait une catégorie d'individus avec encore devant eux la perspective de belles années. Il faudrait investiguer les différences d'âge au-delà de 70 ans, car la population actuelle vit de plus en plus longtemps. Certaines études ont d'ailleurs mis en évidence une augmentation relative de l'affect positif jusque vers 60 ans, puis une stabilité voire une diminution dans l'âge très avancé (19).

Néanmoins, les forces de cette étude sont multiples. Tout d'abord, avec 62 sujets, le nombre de participants est élevé, comparé à certaines études qui n'utilisent qu'une vingtaine de sujets (par exemple Bradley and Lang, respectivement 24 et 27 sujets pour leurs études de 2008 et 2011), ce qui donne une robustesse non négligeable aux résultats obtenus. De plus, les participants ont été sélectionnés avec une grande précision, en veillant à la qualité des données récoltées par l'eye-tracker, la répartition des âges, des sexes ainsi que la bonne santé mentale. En outre, les études rétrospectives sur l'expérience émotionnelle autobiographique contiennent des biais dus à une certaine distorsion des souvenirs. Les recherches observationnelles, telles que celle-ci, qui permettent de récolter les données émotionnelles en temps réel, sont plus utiles pour révéler les différents aspects contextuels et objectifs de l'émotion.

Conclusion

Cette étude confirme que l'attention visuelle se modifie en fonction de l'âge. Nous avons pu établir plusieurs relations intéressantes entre les données oculométriques et les caractéristiques émotionnelles des stimuli. Ainsi, la dilatation pupillaire, témoin de la réactivité émotionnelle, varie en fonction du niveau d'activation, indépendamment de la catégorie de valence émotionnelle, c'est-à-dire avec une intensité similaire, que les images soient positives ou négatives. Elle atteste clairement d'un biais attentionnel émotionnel. Le nombre de fixations et les clignements des yeux, quand à eux, sont sensibles à la valence et au niveau d'activation des images négatives, révélant un biais de négativité chez les jeunes uniquement. Nos résultats prouvent que les sujets âgés ne déploient pas davantage leur attention sur les images positives, mais qu'elles regardent significativement moins attentivement les images négatives comparé aux sujets jeunes. L'effet de positivité ne s'explique donc pas par une attention prolongée et marquée sur les images positives mais est relatif, et est confirmé par la disparition du biais émotionnel négatif chez les sujets âgés. La principale différence entre les groupes d'âge se situe par conséquent au niveau du nombre de fixations.

Ces résultats sont conformes aux recherches établies jusqu'à présent en psychophysiologie des émotions, et notre étude permet une meilleure compréhension des mécanismes de priorisation attentionnelle en fonction de l'âge. Nos conclusions démontrent la responsabilité potentielle de l'attention visuelle dans le processus de régulation émotionnelle. Pour confirmer cette influence, des recherches ultérieures devraient comparer les données attentionnelles avec l'affect au quotidien, et confirmer si on observe effectivement une augmentation de l'affect positif en vieillissant. Plusieurs études ont démontré que des pathologies comme l'autisme, la schizophrénie, la dépression ou encore les syndromes d'anxiété sont liés à une dysrégulation des émotions et à une modification de la direction du regard (64) avec par exemple un biais du regard envers des mots menaçants (65). Des thérapies de rééducation du regard ont donc été développées avec pour objectif de rééquilibrer l'affect des personnes atteintes de ces troubles (66). Dès lors, pourrions-nous avoir un impact conscient dans la direction de notre regard et ainsi participer à notre mieux être ?

Nous avons étudié l'aspect quantitatif de la direction du regard, mais qu'en est-il des données qualitatives ? Existe-t-il des différences entre les sujets jeunes et les sujets âgés dans la manière de regarder une image, comme par exemple un schéma attentionnel avec des différences d'exploration liée à l'âge ?

L'effet de positivité, s'il est certainement lié à l'attention visuelle, n'est probablement pas uniquement explicable par celle-ci. Nous avons notamment pu voir que certains travaux ont mis en évidence le rôle du traitement des informations visuelles et des processus cognitifs de tri en vue d'une mémorisation sélective des éléments positifs (13). Mais il serait également intéressant d'investiguer l'influence des autres sens tels que l'ouïe ou l'olfaction, dont les stimuli auditifs, respectivement olfactifs, sont propices à déclencher des émotions (67). Ces facteurs sont modifiables dans notre environnement et leur choix orientés peuvent avoir un impact sur notre qualité de vie.

En conclusion, nous avons pu démontrer l'effet de l'âge sur l'attention visuelle envers des stimuli affectifs et ainsi participer à la compréhension des phénomènes liés au vieillissement émotionnel.

Bibliographie

1. York JCBP of P and FM of the NDSQC and the GC of the CU of N. *The Neuropsychology of Emotion*. Oxford University Press; 2000. 533 p.
2. Barrett LF. Discrete Emotions or Dimensions? The Role of Valence Focus and Arousal Focus. *Cogn Emot*. 1 juill 1998;12(4):579-99.
3. Rubin DC, Talarico JM. A Comparison of Dimensional Models of Emotion: Evidence from Emotions, Prototypical Events, Autobiographical Memories, and Words. *Mem Hove Engl*. nov 2009;17(8):802-8.
4. Bradley MM, Greenwald MK, Petry MC, Lang PJ. Remembering pictures: pleasure and arousal in memory. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*. mars 1992;18(2):379-90.
5. Lang PJ, Bradley MM, Cuthbert BN. Motivated attention: Affect, activation, and action. In: Lang PJ, Simons RF, Balaban MT, éditeurs. *Attention and orienting: Sensory and motivational processes*. Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers; 1997. p. 97-135.
6. Bradley MM, Codispoti M, Cuthbert BN, Lang PJ. Emotion and motivation I: Defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion*. 2001;1(3):276-98.
7. Magai C, Consedine NS, Krivoshekova YS, Kudadjie-Gyamfi E, Mcpherson R. Emotion experience and expression across the adult life span: Insights from a multimodal assessment study. *Psychol Aging*. 2006;21(2):303-17.
8. Carstensen LL, Turan B, Scheibe S, Ram N, Ersner-Hershfield H, Samanez-Larkin GR, et al. Emotional experience improves with age: Evidence based on over 10 years of experience sampling. *Psychol Aging*. 2011;26(1):21-33.
9. Charles ST, Mather M, Carstensen LL. Aging and emotional memory: the forgettable nature of negative images for older adults. *J Exp Psychol Gen*. juin 2003;132(2):310-24.
10. Mather M, Carstensen LL. Aging and Attentional Biases for Emotional Faces. *Psychol Sci*. 1 sept 2003;14(5):409-15.
11. Isaacowitz DM, Wadlinger HA, Goren D, Wilson HR. Selective preference in visual fixation away from negative images in old age? An eye-tracking study. *Psychol Aging*. mars 2006;21(1):40-8.
12. Gross JJ, Carstensen LL, Pasupathi M, Tsai J, Skorpén CG, Hsu AY. Emotion and aging: experience, expression, and control. *Psychol Aging*. déc 1997;12(4):590-9.
13. Mather M, Knight M. Goal-directed memory: The role of cognitive control in older adults' emotional memory. *Psychol Aging*. 2005;20(4):554-70.
14. Mather M, Canli T, English T, Whitfield S, Wais P, Ochsner K, et al. Amygdala responses to emotionally valenced stimuli in older and younger adults. *Psychol Sci*
15. Rozin P, Royzman EB. Negativity Bias, Negativity Dominance, and Contagion. *Personal Soc Psychol Rev*. 11 janv 2001;5(4):296-320.
16. Carretié L, Mercado F, Tapia M, Hinojosa JA. Emotion, attention, and the 'negativity bias', studied through event-related potentials. *Int J Psychophysiol*. mai 2001;41(1):75-85.
17. Humphrey K, Underwood G, Lambert T. Saliency of the lambs: a test of the saliency map hypothesis with pictures of emotive objects. *J Vis*. 2012;12(1).
18. Mather M, Carstensen LL. Aging and motivated cognition: the positivity effect in attention and memory. *Trends Cogn Sci*. oct 2005;9(10):496-502.
19. Charles ST, Reynolds CA, Gatz M. Age-related differences and change in positive and negative affect over 23 years. *J Pers Soc Psychol*. janv 2001;80(1):136-51.
20. Barrick AL, Hutchinson RL, Deckers LH. Age effects on positive and negative emotions. *J Soc Behav Personal*. 1989;4(4):421-9.
21. Carstensen LL, Isaacowitz DM, Charles ST. Taking time seriously: A theory of socioemotional selectivity. *Am Psychol*. 1999;54(3):165.
22. J.Gross and A.Thompson, Chapter 1: Emotion regulation, conceptual foundations IN Gross JJ. *Handbook of Emotion Regulation*, First Edition. Guilford Press; 2011. 673 p.
23. Bradley MM, Houbova P, Miccoli L, Costa VD, Lang PJ. Scan patterns when viewing natural scenes: emotion, complexity, and repetition. *Psychophysiology*. nov 2011;48(11):1544-53.
24. Carrasco M. Visual attention: the past 25 years. *Vision Res*. 1 juill 2011;51(13):1484-525.
25. Knight M, Seymour TL, Gaunt JT, Baker C, Nesmith K, Mather M. Aging and goal-directed emotional

- attention: distraction reverses emotional biases. *Emot Wash DC*. nov 2007;7(4):705-14.
26. Lang PJ, Greenwald MK, Bradley MM, Hamm AO. Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*. 1993;30(3):261-73.
 27. Gomez P, Stahel WA, Danuser B. Respiratory responses during affective picture viewing. *Biol Psychol*. nov 2004;67(3):359-73.
 28. Bradley MM, Miccoli L, Escrig MA, Lang PJ. The pupil as a measure of emotional arousal and autonomic activation. *Psychophysiology*. juill 2008;45(4):602-7.
 29. Nummenmaa L, Hyönä J, Calvo MG. Eye movement assessment of selective attentional capture by emotional pictures. *Emot Wash DC*. mai 2006;6(2):257-68.
 30. Andreassi JL. *Psychophysiology: Chapitre 13 p.372-377, Eye movements, eye blink and behaviour IN Human Behavior & Physiological Response*. Psychology Press; 2013. 485 p.
 31. Gomez P, Shafy S, Danuser B. Respiration, metabolic balance, and attention in affective picture processing. *Biol Psychol*. mai 2008;78(2):138-49.
 32. Campagne A, Pebayle T, Muzet A. Oculomotor changes due to road events during prolonged monotonous simulated driving. *Biol Psychol*. mars 2005;68(3):353-68.
 33. Hahn S, Carlson C, Singer S, Gronlund SD. Aging and visual search: automatic and controlled attentional bias to threat faces. *Acta Psychol (Amst)*. nov 2006;123(3):312-36.
 34. Isaacowitz DM, Allard ES, Murphy NA, Schlangel M. The Time Course of Age-Related Preferences Toward Positive and Negative Stimuli. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 1 janv 2009
 35. Backs RW, da Silva SP, Han K. A comparison of younger and older adults' self-assessment manikin ratings of affective pictures. *Exp Aging Res*. déc 2005;31(4):421-40.
 36. Smith DP, Hillman CH, Duley AR. Influences of Age on Emotional Reactivity During Picture Processing. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 1 janv 2005;60(1):49-56.
 37. Grün D, Scheibe S. Age-related differences in valence and arousal ratings of pictures from the International Affective Picture System (IAPS): do ratings become more extreme with age? *Behav Res Methods*. mai 2008;40(2):512-21.
 38. Gavazzeni J, Wiens S, Fischer H. Age effects to negative arousal differ for self-report and electrodermal activity. *Psychophysiology*. 1 janv 2008;45(1):148-51.
 39. Gomez P, Gunten A von, Danuser B. Content-specific gender differences in emotion ratings from early to late adulthood. *Scand J Psychol*. déc 2013;54(6):451-8.
 40. Watson D, Clark LA, Tellegen A. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *J Pers Soc Psychol*. 1988;54(6):1063-70.
 41. Zigmond AS, Snaith RP. The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatr Scand*. 1 juin 1983;67(6):361-70.
 42. Ware JE, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care*. juin 1992;30(6):473-83.
 43. McCrae RR, Costa Jr. PT. A contemplated revision of the NEO Five-Factor Inventory. *Personal Individ Differ*. févr 2004;36(3):587-96.
 44. Tombaugh TN, Kozak J, Rees L. Normative Data Stratified by Age and Education for Two Measures of Verbal Fluency: FAS and Animal Naming. *Arch Clin Neuropsychol*. févr 1999;14(2):167-77.
 45. Lang FR, Carstensen LL. Time counts: Future time perspective, goals, and social relationships. *Psychol Aging*. 2002;17(1):125-39.
 46. Bradley MM, Lang PJ. Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *J Behav Ther Exp Psychiatry*. mars 1994;25(1):49-59.
 47. Spielberger CD. *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory STAI (Form Y) (« Self-Evaluation Questionnaire »)*. 1983
 48. Lang PJ, Bradley MM, Cuthbert BN, others. International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual [Internet]. NIMH, Center for the Study of Emotion & Attention; 2005
 49. Benedetto S, Pedrotti M, Minin L, Baccino T, Re A, Montanari R. Driver workload and eye blink duration. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav*. mai 2011;14(3):199-208.
 50. Schleicher R, Galley N, Briest S, Galley L. Blinks and saccades as indicators of fatigue in sleepiness warnings: looking tired? *Ergonomics*. juill 2008;51(7):982-1010.
 51. Wang Y, Toor SS, Gautam R, Henson DB. Blink frequency and duration during perimetry and their

- relationship to test-retest threshold variability. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* juin 2011;52(7):4546-50.
52. Calvo MG, Lang PJ. Gaze Patterns When Looking at Emotional Pictures: Motivationally Biased Attention. *Motiv Emot.* 1 sept 2004;28(3):221-43.
 53. Buodo G, Sarlo M, Palomba D. Attentional Resources Measured by Reaction Times Highlight Differences Within Pleasant and Unpleasant, High Arousing Stimuli. *Motiv Emot.* juin 2002;26(2):123-38.
 54. Holm S. A Simple Sequentially Rejective Multiple Test Procedure. *Scand J Stat.* 1 janv 1979;6(2):65-70.
 55. Kasthurirangan S, Glasser A. Age related changes in the characteristics of the near pupil response. *Vision Res.* 2006;46(8-9):1393-403.
 56. Labouvie-Vief G, González MM. Dynamic integration: Affect optimization and differentiation in development. In: Dai DY, Sternberg RJ, éditeurs. *Motivation, emotion, and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development.* Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers; 2004. p. 237-72.
 57. van Steenbergen H, Band GPH, Hommel B. Threat But Not Arousal Narrows Attention: Evidence from Pupil Dilation and Saccade Control. *Front Psychol* , octobre 2011; 2:281. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00281
 58. Rösler A, Ulrich C, Billino J, Sterzer P, Weidauer S, Bernhardt T, et al. Effects of arousing emotional scenes on the distribution of visuospatial attention: changes with aging and early subcortical vascular dementia. *J Neurol Sci.* 15 mars 2005;229:109-16.
 59. Steinmetz KRM, Muscatell KA, Kensinger EA. The effect of valence on young and older adults' attention in a rapid serial visual presentation task. *Psychol Aging.* mars 2010;25(1):239-45.
 60. Friedman RS, Förster J. Limitations of the motivational intensity model of attentional tuning: Reply to Harmon-Jones, Gable, and Price (2011). *Psychol Bull.* 2011;137(3):513-6.
 61. Kang OE, Huffer KE, Wheatley TP. Pupil Dilation Dynamics Track Attention to High-Level Information. *PLoS ONE*
 62. Hoeks B, Levelt WJM. Pupillary dilation as a measure of attention: a quantitative system analysis. *Behav Res Methods Instrum Comput.* mars 1993;25(1):16-26.
 63. Fung HH, Isaacowitz DM, Lu AY, Wadlinger HA, Goren D, Wilson HR. Age-related positivity enhancement is not universal: Older Chinese look away from positive stimuli. *Psychol Aging.* 2008;23(2):440-6.
 64. Kring AM, Sloan DM. *Emotion Regulation and Psychopathology: A Transdiagnostic Approach to Etiology and Treatment.* Guilford Press; 2009. 479 p.
 65. Calvo MG, Avero P. Eye movement assessment of emotional processing in anxiety. *Emot Wash DC.* juin 2002;2(2):105-17.
 66. Wadlinger HA, Isaacowitz DM. Fixing our focus: Training attention to regulate emotion. *Personal Soc Psychol Rev Off J Soc Personal Soc Psychol Inc.* févr 2011;15(1):75-102.
 67. Gomez P, Danuser B. Relationships between musical structure and psychophysiological measures of emotion. *Emotion.*2007;7(2):377-87.