



HAL
open science

Etude des facteurs de risques cognitifs du suicide chez la personne âgée : apport des mouvements oculaires

Yoan Barsznica

► To cite this version:

Yoan Barsznica. Etude des facteurs de risques cognitifs du suicide chez la personne âgée : apport des mouvements oculaires. Neurosciences [q-bio.NC]. Université Bourgogne Franche-Comté, 2021. Français. ⟨NNT : 2021UBFCE018⟩. ⟨tel-03675264⟩

HAL Id: tel-03675264

<https://theses.hal.science/tel-03675264v1>

Submitted on 23 May 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

THESE DE DOCTORAT DE L'ETABLISSEMENT
UNIVERSITE BOURGOGNE FRANCHE-COMTE

École Doctorale n°554
Environnement et Santé

Discipline : Sciences de la Vie et de la Santé
Spécialité : Neurosciences

Par

Yoan BARSZNICA

Né le 25 mai 1988 à Belfort

**Etude des facteurs de risques cognitifs du suicide chez la
personne âgée: apport des mouvements oculaires**

Thèse présentée et soutenue à Besançon le 16 décembre 2021

Composition du Jury :

Mme. Isabelle JALENQUES (PU-PH, MD, PhD, HDR), Université Clermont Auvergne	<i>Présidente</i>
Mme. Marie-Christine GELY-NARGEOT (PU-PH, PhD, HDR), Université de Montpellier 3	<i>Rapporteur</i>
Mr. Frédéric LIMOSIN (PU-PH, MD, PhD, HDR), Université de Paris Ouest	<i>Rapporteur</i>
Mme. Lauriane VULLIEZ-COADY (MCU-PH, MD, PhD, HDR), Université de Bourgogne-Franche-Comté	<i>Examineur</i>
Mr. Pierre VANDEL (PU-PH, MD, PhD, HDR), Université de Bourgogne-Franche-Comté	<i>Directeur</i>
Mr. Gilles CHOPARD (Neuropsychologue, PhD), Université de Bourgogne-Franche-Comté	<i>Co-Directeur</i>

Remerciements

Je tiens tout particulièrement à remercier mes directeurs de thèse, Monsieur le Professeur Pierre Vandel et Monsieur le Docteur Gilles Chopard, pour leur encadrement, leur disponibilité, leur patience, leur confiance accordée et leur soutien au cours de ces années de travail. Merci de m'avoir accordé cette opportunité de pouvoir développer cette étude.

Je remercie très sincèrement Madame le Professeur Marie-Christine Gely-Nargeot et Monsieur le Professeur Frédéric Limosin qui m'ont fait l'honneur d'être les rapporteurs de ma thèse.

Je remercie également Madame le Docteur Lauriane Vulliez-Coady et Madame le Professeur Isabelle Jalenques d'avoir accepté de juger ce travail de thèse en tant qu'examinateurs.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont donné leur temps pour participer à nos protocoles de recherche.

A mes collègues du service de Psychiatrie de l'adulte et de Neurologie du CHRU de Besançon, pour leur aide, leur gentillesse et leurs conseils au cours de toutes ces années à travailler à leurs côtés.

A Monsieur le Docteur Nicolas Noiret, mon ami, pour son aide précieuse et son investissement dans ce projet.

A mes amis, pour tous ces moments de bonheur.

A mes parents et à mes sœurs, pour leur bienveillance et leur soutien dans les moments de doutes.

A Monika, qui a toujours su trouver les mots justes. Merci pour tout ce que tu m'apportes chaque jour.

A mon fils, Eliot, qui nous comble de joie au quotidien.

Résumé en français

Ce travail de thèse visait d'une part à décrire les paramètres oculomoteurs, d'autre part à analyser les patterns d'exploration visuelle associés aux conduites suicidaires chez les personnes âgées dépressives. À travers une série de trois articles, nous avons examiné les liens entre processus cognitifs et saccades oculaires (Articles 1 et 2). Par ailleurs, nous avons également étudié le traitement de l'information émotionnelle lors de la présentation de visages expressifs (Article 3). La comparaison directe des performances oculomotrices de patients âgés dépressifs avec conduites suicidaires et de patients dépressifs non suicidaires a permis de caractériser des performances oculomotrices spécifiques aux conduites suicidaires. Enfin, nous avons pu mettre en évidence la spécificité de l'analyse visuelle des informations émotionnelles des visages chez des patients âgés dépressifs avec conduites suicidaires.

Dans l'ensemble, nos travaux ont montré une influence du déclin cognitif lié aux conduites suicidaires sur les performances oculomotrices. Les performances de saccades oculaires étaient différentes chez les patients avec conduites suicidaires qui présentaient un pourcentage significativement plus faible d'antisaccades corrigées ainsi que des temps de correction plus élevés en antisaccades. Ces résultats pourraient suggérer un déficit exécutif plus important, notamment au niveau de la flexibilité, chez les personnes suicidaires. De plus, le traitement des stimuli émotionnels a révélé des stratégies particulières chez les personnes âgées dépressives avec des conduites suicidaires. Nous avons observé des temps de fixation plus longs sur les caractéristiques émotionnelles (c'est-à-dire les yeux et la bouche) en réponse à la peur, au dégoût et aux visages neutres. A travers des tâches de saccades ou d'exploration visuelle, les mouvements oculaires pourraient refléter les processus cognitifs sous-jacents aux conduites suicidaires chez les personnes âgées dépressives et permettre d'identifier des facteurs cognitifs de risque du suicide.

Mots clés: conduites suicidaires, dépression, vieillissement, mouvements oculaires, fonctionnement exécutif, facteurs de risques cognitifs.

Résumé en anglais

This thesis aimed on the one hand to describe the oculomotor parameters, on the other hand to analyze the visual exploration patterns associated with suicidal behavior in depressed elderly people. Through a series of three articles, we have examined the links between cognitive processes and saccadic eye movements (Articles 1 and 2). Furthermore, we have also studied the processing of emotional information during the presentation of expressive faces (Article 3). The direct comparison of the oculomotor performances of depressive elderly patients with suicidal behaviors and of non-suicidal depressive patients made it possible to characterize the oculomotor performances specific to suicidal behaviors. Finally, we were able to highlight the specificity of the visual analysis of emotional information from faces in depressed elderly patients with suicidal behavior.

Overall, our work has shown an influence of cognitive decline linked to suicidal behavior on oculomotor performance. The performance of saccadic eye movements was different in patients with suicidal behavior who had a significantly lower percentage of corrected antisaccades as well as higher correction times in antisaccades. These results could suggest a greater executive deficit, particularly in terms of flexibility, in suicidal persons. In addition, the processing of emotional stimuli has revealed specific strategies in depressed elderly people with suicidal behaviors. We observed longer fixation times on emotional features (i.e. eyes and mouth) in response to fear, disgust, and neutral faces. Through saccadic or visual exploration tasks, eye movements could reflect the cognitive processes underlying suicidal behavior in depressed older people and help identify cognitive risk factors for suicide.

Keywords: suicidal behavior, depression, aging, eye movements, executive function, cognitive risk factors.

Travaux de recherche

Publications en rapport avec la thèse

Articles

Yoan Barsznica, Nicolas Noiret, Gilles Chopard, Pierre Vandel (2019). Intérêt potentiel des saccades oculaires pour la détection des conduites suicidaires chez la personne dépressive âgée. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillessement*, 17(1), 92-98.

Yoan Barsznica, Nicolas Noiret, Bérénice Lambert, Julie Monnin, Claire De Pinho, Julia Hickel, Caroline Masse, Stéphane Richard-Devantoy, Cynthia Morgny, Djamila Bennabi, Emmanuel Haffen, Eric Laurent, Pierre Vandel, Gilles Chopard (2021). Saccadic movement in elderly depressed patients with suicidal behaviors: an exploratory eye-tracking study. *Frontiers in Psychology*, 5068.

Yoan Barsznica, Pierre Vandel, Bérénice Lambert, Julie Monnin, Claire De Pinho, Julia Hickel, Caroline Masse, Stéphane Richard-Devantoy, Cynthia Morgny, Djamila Bennabi, Emmanuel Haffen, Eric Laurent, Gilles Chopard, Nicolas Noiret. Emotional information processing in depressed elderly with suicidal behavior. En cours de préparation.

Communication orale

Yoan Barsznica, Nicolas Noiret, Bérénice Lambert, Julie Monnin, Claire De Pinho, Julia Hickel, Caroline Masse, Stéphane Richard-Devantoy, Cynthia Morgny, Djamila Bennabi, Emmanuel Haffen, Eric Laurent, Pierre Vandel, Gilles Chopard. Suicide et émotions chez les personnes âgées dépressives : analyse oculométrique. *12ème Congrès Français de Psychiatrie - Strasbourg - 25 au 28 novembre 2020*.

Communication affichée

Yoan Barsznica, Nicolas Noiret, Bérénice Lambert, Caroline Masse Sibille, Gilles Chopard, Julie Monnin, Julia Hickel, Cynthia Morgny, Tony Foglia, Isabelle Parizot, Eric Laurent, Stéphane Richard-Devantoy, Djamila Bennabi, Julie Giustiniani, Emmanuel Haffen, Pierre Vandel. *2019 IASR/AFSP International Summit on Suicide Research - Loews Miami Beach Hotel - 27 au 30 Octobre 2019*.

Autre publication

Caroline Masse, Pierre Vandel, Géraldine Sylvestre, Nicolas Noiret, Djamila Bennabi, Frédéric Mauny, Marc Puyraveau, **Yoan Barsznica**, Jonathan Dartevelle, Agatha Meyer, Marie Lavaux, Ilham Ryff, Julie Giustiniani, Eloi Magnin, Jean Galmiche, Emmanuel Haffen, Gilles Chopard. Cognitive Impairment in Late-Life Depression: A Comparative Study of Healthy older people, Late-Life Depression and Mild Alzheimer Disease Using Multivariate Base Rates of Low Scores. *Frontiers in Psychology*, 12:724731.

Abréviations

APA :	<i>American Psychiatric Association</i> (Association américaine de Psychiatrie)
AS :	Antisaccade
AVF :	<i>Alternate Verbal Fluency</i> (Fluence verbale alternée)
BHS :	<i>Beck Hopelessness Scale</i> (Echelle de désespoir de Beck)
BSS :	<i>Beck Scale of Suicide ideation</i> (Echelle d'idéation suicidaire de Beck)
CCA :	Cortex cingulaire antérieur
CF :	Cortex frontal
CGL :	Corps genouillés latéraux
CO :	Cortex occipital
CO-F :	Cortex orbitofrontal
COS :	Champ oculomoteur supplémentaire
COP :	Champ oculomoteur pariétal
CP :	Cortex pariétal
CPF :	Cortex préfrontal
CPF DL :	Cortex préfrontal dorsolatéral
CPF VL :	Cortex préfrontal ventrolatéral
CPF VM :	Cortex préfrontal ventromédial
CPP :	Cortex pariétal postérieur
CS :	Conduites suicidaires
C-SSRS :	<i>Columbia Suicide Severity Rating Scale</i> (Echelle de suicide de Columbia)
CV :	Cortex visuel
C/W :	<i>Stroop Color interference</i> (Epreuve de Stroop)
FCSRT :	Free and Cued selective Reminding Test (Rappel Libre/Rappel Indiqué à 16 items ou RL/RI-16)
FRP :	Formation réticulée pontique
GB :	Ganglions de la base
GP :	Globus Pallidus

GSIS :	<i>Geriatric Suicide Ideation Scale</i> (Echelle d'idéation suicidaire gériatrique)
InterRAI SOS :	<i>InterRAI Severity of Self-harm Scale</i> (Echelle interRAI de la gravité du comportement autodestructeur)
IRMf :	Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle
IS :	Idées suicidaires
LLBN :	<i>Long-Lead Burst Neurons</i>
MdT :	Mémoire de travail
MO :	Mouvements oculaires
MMSE :	Mini-Mental State Examination
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
PS :	Prosaccades
PVF :	<i>Phonemic Verbal Fluency</i> (Fulence verbale phonologique)
RC :	Réflexion cornéenne
RP :	Réflexion pupillaire
SBQ :	<i>Suicidal Behaviors Questionnaire</i> (Questionnaire sur les comportements suicidaires)
SEMs:	<i>Saccadic Eye Movements</i> (Saccades oculaires)
SIS :	<i>Suicide Intent Scale</i> (Echelle d'intention suicidaire)
SLBN :	<i>Short-Lead Burst Neurons</i>
SNr :	Substance noire réticulée
SPS :	<i>Suicide Probability Scale</i> (Echelle de probabilité de suicide)
SVF :	<i>Semantic Verbal Fluency</i> (Fluence verbale sémantique)
TC :	Tronc cérébral
TEP :	Tomographie par émission de positons
TMT :	<i>Trail Making Test</i>
TS :	Tentative de suicide
WCST :	<i>Wisconsin Card Sorting Test</i> (Test de classement de cartes)

Notes : les mots en anglais utilisés sont indiqués en italique.

Table des matières

Introduction générale	1
Cadre théorique	3
I. Le suicide de la personne âgée	3
A. Généralités	3
1. Introduction	3
2. Définitions usuelles	5
3. Données épidémiologiques	7
4. Crise suicidaire	9
B. Facteurs de risque du suicide	11
1. Définitions	11
2. Les facteurs de stress	13
a) Les pathologies psychiatriques	13
La dépression	13
L'abus d'alcool	14
Les troubles psychotiques	14
Les troubles de la personnalité	14
b) Les pathologies somatiques	15
c) Les maladies neurodégénératives	16
d) Les facteurs de risque psychosociaux et environnementaux	16
3. Les facteurs de vulnérabilité	17
a) Antécédents de tentatives de suicide	17
b) Idéation suicidaire	18
c) Traits de personnalité	18
d) Génétique	19
e) Troubles neurobiologiques	20
4. Les facteurs de protection	20
5. Le vieillissement comme facteur de vulnérabilité du suicide	21
C. Cognition et conduites suicidaires	22
1. Déclin cognitif	22
2. Réseau de contrôle cognitif	25
3. Régulation émotionnelle	29
a) Les émotions de base	30
b) Les structures corticales des émotions	32
c) Les voies ventrale et dorsale	33
4. Altérations corticales	35

D.	Evaluation du risque suicidaire	37
1.	La recherche de facteurs de risque	37
2.	Les outils psychométriques	38
a)	Les échelles psychiatriques	38
b)	Les tests neuropsychologiques	42
3.	Apport des mouvements oculaires	44
II.	Les mouvements oculaires	47
A.	Les saccades oculaires	47
1.	Définitions	47
2.	Les types de saccades	49
3.	Parcours oculomoteur	51
4.	Les structures corticales et sous-corticales des saccades oculaires	54
a)	Structures sous corticales	56
b)	Structures corticales	57
5.	Contrôle des saccades oculaires	58
B.	Paradigmes expérimentaux	61
1.	Principe de l'eye-tracker	61
2.	Tâches en prosaccades et d'antisaccades	61
3.	Saccades et cognition	64
4.	Tâches d'exploration visuelle libre	66
5.	Biais émotionnels et mouvements oculaires	68
	Etudes cliniques	73
I.	Problématique	73
II.	Article 1: Potential interest of ocular saccades for detection of suicidal behavior in depressed elderly	75
III.	Article 2: Saccadic eye movement in elderly depressed patients with suicidal behaviors: an exploratory eye-tracking study	83
IV.	Article 3: Emotional information processing in depressed elderly with suicidal behavior	93
	Discussion générale	105
	Références	115
	Annexes	141

Introduction générale

Le suicide représente l'un des principaux problèmes de santé publique dans le monde (Hawton and van Heeringen, 2009) et particulièrement chez les personnes âgées (Links et al., 2012) où le risque suicidaire est plus élevé que chez les adultes jeunes (Hawton et al., 2003). Les conduites suicidaires (CS) des personnes âgées sont associées à de nombreux facteurs de risque comme la dépression unipolaire, qui, lorsqu'elle est sévère, constitue le plus gros pourvoyeur d'idées suicidaires (IS) et de suicides aboutis (Hawton et al., 2013; Richard-Devantoy et al., 2016b). Si de nombreux outils psychiatriques et neuropsychologiques ont été élaborés pour évaluer le risque suicidaire (Richard-Devantoy et al., 2016b), très peu d'entre eux ont été validés chez les personnes âgées. Une étude a retrouvé de moins bonnes performances aux tests évaluant les fonctions exécutives chez les personnes âgées dépressives avec CS (Richard-Devantoy et al., 2016b). Ces résultats suggèrent qu'un déficit des performances exécutives pouvait entraîner un manque de régulation de l'état émotionnel et, par un défaut de prise de décision, faciliter le développement de la crise suicidaire (Richard-Devantoy et al., 2012). Les troubles du traitement de l'information émotionnelle chez les personnes âgées dépressives, pourraient donc jouer un rôle dans le déclenchement des processus suicidaires (O'Connell et al., 2004a; Sinyor et al., 2016). Des tests évaluant le fonctionnement exécutif ont ainsi été proposés afin de repérer les CS chez la personne âgée dépressive (Richard-Devantoy et al., 2016b). Cependant, l'interprétation de ces tests reste difficile car des modifications du fonctionnement exécutif sont également observées avec l'avancée en âge (Uittenhove and Lemaire, 2012; Maldonado et al., 2020) mais aussi dans la dépression (Dybedal et al., 2013; Masse et al., 2021). De nombreux outils ont été élaborés afin de compléter l'évaluation clinique du risque suicidaire chez le patient adulte (Chan et al., 2016). Cependant, très peu ont été développés pour évaluer le risque suicidaire chez la personne âgée (Perlman et al., 2011).

Les difficultés rencontrées dans l'évaluation du risque suicidaire incitent à développer de nouvelles approches plus fiables notamment chez la personne âgée dépressive. En

complément des outils couramment utilisés, l'analyse des mouvements oculaires (MO) peut être envisagée comme une procédure d'exploration non invasive des troubles cognitifs sous-jacents aux pathologies psychiatriques (Marsh and Williams, 2006; Boraston and Blakemore, 2007; Clark et al., 2010; Noiret et al., 2015). En effet, la réalisation des MO implique des processus attentionnels et exécutifs qui sont considérés comme de bons indicateurs du contrôle cognitif (Pierrot-Deseilligny et al., 2004; Hutton, 2008; Armstrong and Olatunji, 2012). Par ailleurs, une étude portant sur le traitement des émotions faciales via la technique d'eye tracking a révélé des stratégies d'exploration visuelles particulières chez les personnes âgées atteintes de dépression (Noiret et al., 2015). Ainsi, l'étude de ces stratégies pourrait apporter des éléments de compréhension concernant la difficulté de régulation de l'état émotionnel. L'objectif de cette thèse est d'étudier les modifications cognitives sous-jacentes aux CS chez les personnes âgées dépressives en réalisant une comparaison directe des performances oculomotrices avec des personnes âgées dépressives sans CS. Ce travail pourrait contribuer au développement d'un outil permettant l'évaluation de facteurs de risque cognitifs du décès par suicide chez les personnes âgées.

La première partie de cette thèse est consacrée au contexte théorique en abordant notamment la notion de CS et de ses facteurs de risques chez la personne âgée, mais également l'influence des CS sur les performances cognitives et le traitement de l'information émotionnelle chez la personne âgée dépressive. Nous avons également présenté les différents outils utilisés dans l'évaluation du risque suicidaire en abordant leurs limites chez les personnes âgées. Par la suite, nous avons décrit les caractéristiques neuro-anatomiques du système oculomoteur, la notion de saccade oculaire et les différents paradigmes expérimentaux ainsi que leur utilité dans l'étude des paramètres spécifiques des saccades et des fixations. La deuxième partie présente les différents travaux réalisés concernant l'évaluation des performances oculomotrices chez la personne âgée dépressive avec CS en lien avec le fonctionnement cognitif et émotionnel. Nos résultats sont présentés sous la forme de trois articles originaux. La troisième partie de cette thèse porte sur une discussion générale des résultats de ces articles.

Cadre théorique

I. Le suicide de la personne âgée

A. Généralités

1. Introduction

Le suicide représente l'un des principaux problèmes de santé publique dans le monde (Hawton and van Heeringen, 2009). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), chaque année près de 800000 personnes décèdent par suicide, soit une toutes les 40 secondes, et dix millions de personnes tenteraient de mettre fin à leurs jours. Approximativement un tiers des personnes avec des idées suicidaires (IS) procèdent à une tentative de suicide (TS) (Chan et al., 2014). Chez les personnes âgées de plus de 65 ans, le risque suicidaire est plus élevé que chez les adultes jeunes (Hawton et al., 2003). En effet, les études ont montré un ratio « tentative de suicide/suicide abouti » de l'ordre de 4/1 chez les personnes âgées, contre 200/1 chez les personnes de moins de 25 ans ce qui souligne la détermination des personnes âgées à mettre fin à leurs jours (Conwell et al., 2000; De Leo et al., 2001; Conwell and Thompson, 2008). Les personnes âgées sont particulièrement susceptibles de concrétiser leurs pulsions suicidaires avec des TS caractérisées par un haut degré de préméditation et un haut niveau de létalité diminuant la probabilité de les sauver (Conwell et al., 1998). La fréquence élevée de suicides associés à la dépression incite à être particulièrement vigilant en cas d'IS ou de TS antérieures chez les personnes âgées (Bazin, 2004). Dans ce sens, la prévention du suicide nécessite d'être une priorité sanitaire pour permettre d'anticiper et réduire le nombre de suicides et de TS, particulièrement dans les populations à risque comme chez les personnes âgées.

L'OMS (OMS, 2014) souligne la difficulté d'un consensus pour définir la terminologie rattachée au suicide et propose la notion de « comportement suicidaire » regroupant les IS, la planification du suicide, la TS et le suicide abouti. Même si cette décision d'intégrer les IS dans les comportements suicidaires n'est pas unanime (APA, 2013), elle a été prise par l'OMS à des fins de simplification (OMS, 2014). Certains auteurs utilisent la notion de « suicidalité » pour regrouper à la fois les IS, le suicide abouti et les TS (Meyer et al., 2010) alors que d'autres emploient la notion de « conduites suicidaires » (CS) (Richard-Devantoy et al., 2010; Romano, 2013; Le Clainche and Courtet, 2016). Dans le cadre de ce travail de thèse, nous avons choisi de nous référer systématiquement à cette notion de CS pour aborder les IS, le suicide abouti et les TS. Les IS, les TS et les décès par suicide peuvent être considérés comme trois types de comportements distincts adaptés préférentiellement par les individus en fonction de leur situation de vie. Par ailleurs, la notion de CS permet de considérer ces trois types de comportement comme étant du même ordre mais avec une intensité différente allant des IS aux décès par suicide (Linehan, 1986). L'agencement des CS les unes avec les autres sur un continuum (Figure 1) permet de visualiser le déroulement théorique du processus suicidaire (Berman et al., 2000). La notion de continuum permet dans ce sens d'envisager des études portant sur la totalité des CS (Meyer et al., 2010).

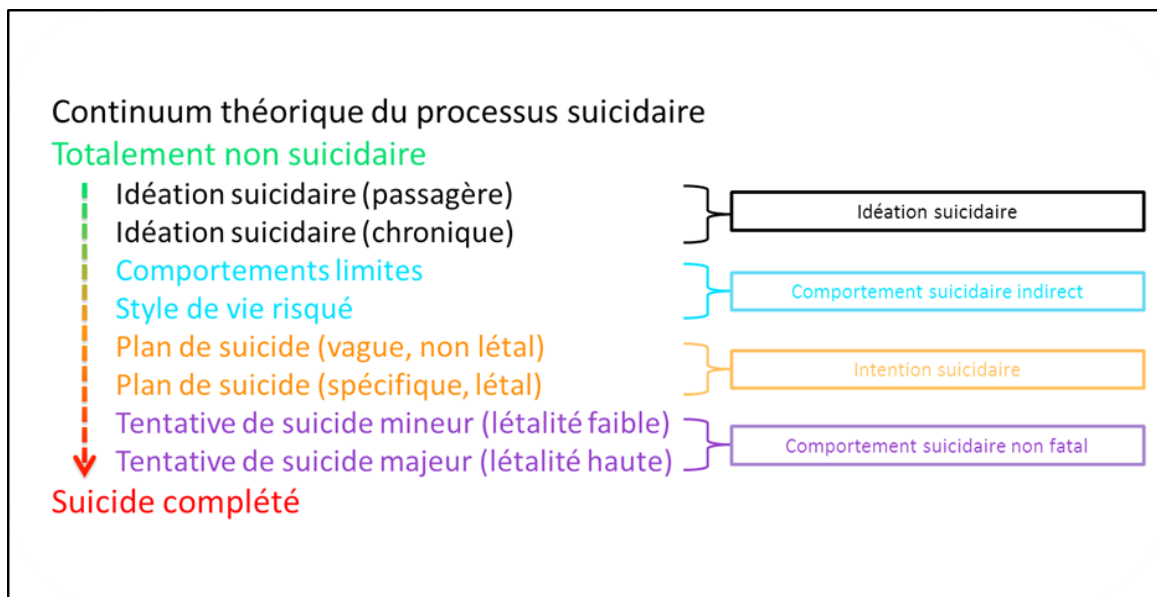


Figure 1 : Continuum théorique du processus suicidaire (Figure traduite et adaptée de la figure présentée page 31 dans le Comprehensive Textbook of Suicidology de Maris R.W., Berman A.L., Silverman M.M. (Berman et al., 2000)).

2. Définitions usuelles

Le suicide se définit comme étant « l'action de se donner volontairement la mort ». Les décès par suicide sont souvent caractérisés par la dénomination « suicide complété ». Un décès est considéré comme un suicide lorsque la victime met en place volontairement les actes qui ont conduit à sa propre mort (Mishara and Tousignant, 2004).

La TS se définit comme « tout acte d'un individu par lequel celui-ci met consciemment sa vie en jeu, soit objectivement soit symboliquement et auquel il survit. » (Bazin, 2004). Les TS sont donc intentionnelles, faites par une personne dans le but de se suicider et qui n'aboutissent pas à la mort. Les TS peuvent varier en intensité, allant de la tentative « grave » jusqu'aux tentatives dites parfois « mineures ». Cependant, certains chercheurs en suicidologie prétendent que la gravité des TS ne doit pas être un indicateur fiable du degré de l'intention de l'individu qui a posé le geste et regroupent toutes les TS en une seule catégorie sans distinguer les degrés d'intentionnalité (Mishara and Tousignant, 2004).

Les comportements autodestructeurs ou comportements suicidaires indirects sont caractérisés par la prise de risque potentiellement fatale sans intention de mourir (Van Heeringen, 2001). Ils regroupent tous les comportements humains qui augmentent la probabilité de décès à moyen terme mais qui ne précipitent pas la mort à court terme ou qui ne causent pas de traumatisme physique dans un futur immédiat. Ces comportements peuvent être la toxicomanie, la pratique de sports à haut risque ou les conduites excessives sur la route (Camus et al., 2008).

Les IS correspondent à l'élaboration mentale consciente d'un désir de mort, qu'il soit actif ou passif (Romano, 2013). Le concept d'IS recouvre aussi bien l'idée de lassitude de vivre que l'intention suicidaire franche avec organisation du passage à l'acte (Pitchot, 2014). Ces idées sont parfois exprimées sous la forme de menaces suicidaires. L'idéation suicidaire est toujours présente avant une TS ou un suicide complété, elle peut donc être considérée comme le signal d'une possibilité de se tuer (Mishara and Tousignant, 2004).

Le DSM-5 (Diagnostic and statistical manual of mental disorders, five edition), cinquième édition du Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, publié en 2013 par l'American Psychiatric Association (APA) propose un trouble « conduite suicidaire » comme entité autonome dans la nosologie psychiatrique et non seulement comme la manifestation d'une pathologie psychiatrique (APA, 2013) (Figure 2).

A. Au cours des 24 derniers mois, l'individu a fait une tentative de suicide.

Remarque: Une tentative de suicide est une séquence de comportements auto-initiés de la part d'un individu qui, au moment de l'initiation, s'attendait à ce que l'ensemble des actions conduise à sa propre mort. Le « moment d'initiation » est le moment où un comportement impliquant l'application de la méthode est survenu.

B. L'acte ne répond pas aux critères de l'automutilation non suicidaire - en d'autres termes, il ne s'agit pas d'automutilation dirigée à la surface du corps dans l'intention de soulager un sentiment négatif / un état cognitif ou de créer un état d'humeur positive.

C. Le diagnostic ne s'applique pas aux idées suicidaires ni aux actes préparatoires.

D. L'acte n'a pas été initié dans un état de délire ou de confusion.

E. L'acte n'a pas été entrepris uniquement à des fins politiques ou religieuses.

Spécifiez si:

Actuel: Pas plus de 12 mois depuis la dernière tentative.

En rémission précoce: 12 à 24 mois depuis la dernière tentative.

Figure 2 : Critères proposés par le DSM-5 pour déterminer les conduites suicidaires (APA, 2013).

Les patients associés aux CS sont caractérisés selon trois termes : suicidé, suicidant et suicidaire. Le terme « **suicidé** » correspond à l'individu qui s'est donné la mort volontairement, le terme « **suicidant** » est l'individu qui a déjà réalisé au moins une TS, et le terme « **suicidaire** » est l'individu avec des pensées ponctuées ou envahies d'IS sans la réalisation d'un passage à l'acte (Richard-Devantoy et al., 2010) (Tableau 1).

Définitions des conduites suicidaires		
Suicide	Geste mortel abouti	Suicidé
Tentatives de suicide	Geste non mortel	Suicidant
Idées suicidaires	Pas de passage à l'acte	Suicidaire

Tableau 1 : Définitions des conduites suicidaires (suicide, tentatives de suicide et idées suicidaires) et termes utilisés pour définir les personnes concernées (Richard-Devantoy et al., 2010).

3. Données épidémiologiques

Bien que le nombre de décès par suicide en France diminue depuis plusieurs années, il reste estimé à environ 2% de la mortalité générale du pays (Données INSERM – CépiDC). En 2015, sur les 9109 personnes décédées par suicide en France, 2844 étaient des personnes âgées de plus de 65 ans soit près de 31% des décès par suicide en France (Figure 3). Chez la personne âgée, le ratio entre les sexes est plus déséquilibré que celui entre les jeunes et les adultes (Données INSERM – CépiDC). En 2015, le nombre de décès par suicide chez les personnes âgées (>65 ans) était plus élevé chez les hommes (2133) que chez les femmes (711). Les hommes de 65 ans et plus représentaient 16% de la population contre 21% pour les femmes de 65 ans et plus (Insee, estimations de population, données provisoires arrêtées en janvier 2015).

Le nombre de décès par suicide est plus élevé chez les hommes que chez les femmes, pourtant les femmes déclarent davantage d'IS de TS que les hommes (Léon et al., 2019). Ce paradoxe (« Gender paradox ») est retrouvé systématiquement dans les études comparant TS et décès par suicide (Harwood et al., 2000; De Leo et al., 2001; Prévillé et al., 2005; Pompili et al., 2014) et serait expliqué par les moyens plus radicaux utilisés par les hommes par rapport aux femmes (pendaison, armes à feu) entraînant beaucoup plus de décès malgré le faible nombre de TS et IS référencées. Les hommes ont tendance à utiliser une manière

plus violente (pendaison, arme à feu) que les femmes (empoisonnement) pour mettre fin à leurs jours (Denning et al., 2000). Les normes sociales genrées comme la recherche d'aide ou l'expression de la souffrance, plus facilement abordées par les femmes, impactent également les modalités et l'intention de mettre fin à ses jours expliquant ainsi ces différences de chiffres (Canetto and Sakinofsky, 1998).

En France, selon le baromètre de santé publique de 2017 (Léon et al., 2019), 7.2% (n=1742) des personnes de 15-75 ans ont déclaré avoir effectué une TS au cours de leur vie et 0.39% (n=75) au cours des douze derniers mois. De plus, 4,7 % (n=148) des personnes âgées de 18 à 75 ans ont déclaré avoir pensé à se suicider au cours des douze derniers mois, les femmes (5,4%) étant en proportion plus nombreuses que les hommes (4%). Chez les personnes âgées de 65 à 75 ans, 2,9% des hommes et 3,7% des femmes ont eu des IS au cours des 12 derniers mois au moment de l'enquête. A noter cependant que le baromètre de santé publique de 2017 (Léon et al., 2019) ne prend pas en considération les individus de plus de 75 ans en ce qui concerne les IS et les TS. Pourtant, ces personnes représentent un pourcentage non négligeable de décès par suicide, soit 1727 en 2015 (19% du nombre total de décès par suicide, Données INSERM-CépiDC <https://www.cepidc.inserm.fr/>).

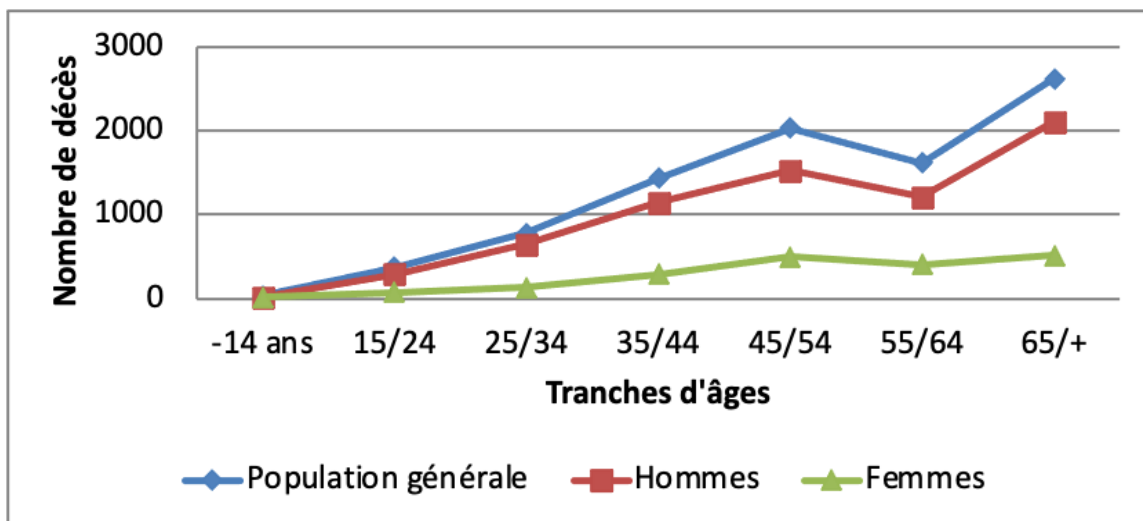


Figure 3 : Effectifs de décès par suicide de personnes domiciliées en France métropolitaine et départements d'outre-mer selon le genre et l'âge en 2015. Données relevées le 20/03/2018 (Données INSERM – CépiDC).

4. Crise suicidaire

La crise suicidaire est une crise psychique, réversible et temporaire, dont le risque majeur est le suicide (Dumel, 2000). Elle traduit un moment de rupture de l'équilibre relationnel entre le sujet et son environnement. Une crise suicidaire peut se déclencher lorsqu'un individu se retrouve face à une situation de souffrance de plus en plus grande et confronté à des IS de plus en plus prégnantes et envahissantes (Van Heeringen and Marušic, 2003). L'individu est généralement confronté à 3 états progressifs :

- Un état d'**équilibre** où l'individu peut gérer les situations difficiles qui se présentent à lui grâce à des stratégies et des mécanismes adaptés.
- Un état de **vulnérabilité** où l'individu commence à se sentir dépassé, perd ses capacités habituelles à faire face aux événements stressants. Cet état peut évoluer soit vers un retour à l'état d'équilibre, soit vers une persistance des problèmes auxquels le sujet peut faire face, soit vers une persistance des problèmes sans que le sujet puisse y faire face.
- Un état de **crise** où l'individu, face à des échecs répétés ou des événements déclencheurs se retrouve dans une période de déséquilibre intense. Les mécanismes d'adaptation et de défense ne lui permettent plus de retrouver l'équilibre.

L'état de crise peut aboutir sur une issue positive avec atteinte d'un meilleur équilibre, une issue négative avec détérioration de l'équilibre de l'individu ou une issue neutre avec un retour au niveau d'équilibre antérieur.

Au cours d'une crise suicidaire, le passage à l'acte est rarement instantané et peut s'inscrire dans un processus suicidaire comportant plusieurs étapes (Figure 4) (Van Heeringen and Marušic, 2003; Séguin and Terra, 2004) :

- La recherche de solutions pour enrayer la crise
- Le flash suicidaire et l'apparition d'idées suicidaires
- La rumination de l'idée suicidaire

- La cristallisation et l'élaboration d'un scénario suicidaire
- L'élément déclencheur et le passage à l'acte

Malgré une schématisation de la crise suicidaire, il est néanmoins difficile de donner à ces différentes étapes des limites bien marquées. Chaque individu suit un cheminement différent dont les expressions sont loin d'être standardisées. La TS n'est qu'une des sorties possibles de la crise, mais lui confère sa gravité. La crise suicidaire est un ensemble sémiologique complexe, variable en fonction de l'individu, de son histoire, de son environnement mais également de son état de vulnérabilité.

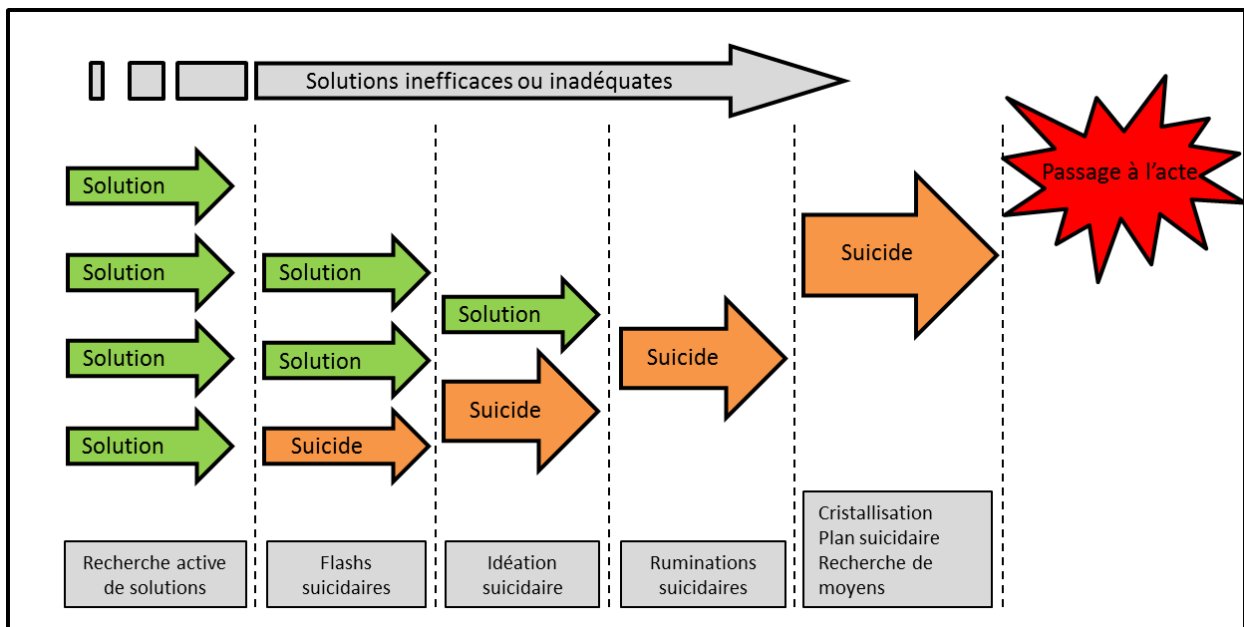


Figure 4 : Modèle de crise suicidaire inspiré et adapté de « (Terra, 2003; Séguin and Terra, 2004; Lafleur and Séguin, 2008) ».

B. Facteurs de risque du suicide

1. Définitions

Les facteurs de risque du suicide sont des caractéristiques qui augmentent la probabilité que des individus envisagent de se suicider, tentent de se suicider, ou décèdent par suicide (Rodgers, 2011). Ils fonctionnent en interaction les uns avec les autres, et l'accumulation de facteurs accentue le risque de suicide (OMS, 2014). Des études « d'autopsies psychologiques » ont permis d'identifier les facteurs prédictifs d'un passage à l'acte suicidaire en établissant un « portrait » de la santé mentale, de la santé physique, de la personnalité, de la situation socio-économique pour mieux comprendre la trajectoire conduisant au suicide (Conwell et al., 1991; Cavanagh et al., 2003). Elles sont menées auprès de l'entourage d'une personne décédée, en vue de reconstituer les circonstances associées au décès.

D'après la revue de la littérature de McLean et al. (McLean et al., 2008), les facteurs de risque recensés sont multiples et difficiles à hiérarchiser. De plus, la définition même des personnes âgées rend la tâche encore plus difficile : il est probable que les facteurs de risque soient différents à 60/65 ans et à 85 ans (Conwell et al., 2002). Parmi les différentes classifications des facteurs de risque, celle de Hawton (Hawton and van Heeringen, 2009) propose deux catégories de facteurs de risque du suicide : les facteurs de risque proximaux, ou de stress, et les facteurs de risque distaux, ou de vulnérabilité (Tableau 2). Les facteurs de stress (proximaux) sont les événements ou contextes qui se produisent dans un passé récent et augmentent le niveau de risque actuel. Les facteurs de vulnérabilité (distaux) sont reliés à l'histoire de vie, au réseau familial et de l'entourage mais également à des facteurs individuels. Ils créent une grande fragilité chez l'individu et augmentent la prédisposition au suicide.

Facteurs de stress (proximaux)	Facteurs de vulnérabilité (distaux)
Pathologies psychiatriques	Antécédents de TS
Pathologies somatiques	Idéation suicidaire
Démences	Traits de personnalité
Facteurs psychosociaux	Facteurs génétiques
Facteurs environnementaux	Troubles neurobiologiques

Tableau 2 : facteurs de stress et facteurs de vulnérabilité associés aux conduites suicidaires chez la personne âgée (Hawton and van Heeringen, 2009).

La classification des facteurs de risque proposée par Hawton (Hawton and van Heeringen, 2009) établit une relation entre les facteurs de risques décrits selon le modèle de « stress-vulnérabilité » (Mann et al., 1999a; Mann, 2003; Oquendo et al., 2004) (Figure 5). Selon ce modèle, une vulnérabilité, en tant que facteur de risque distal, prédispose les individus à un comportement suicidaire en présence de facteurs de stress situationnels (Van Heeringen, 2012). Seules les personnes les plus vulnérables et soumises à des facteurs de stress, le plus souvent sociaux (divorce, deuil, douleur, etc), sont à risque de passer à l'acte (Mann, 2003). Les facteurs de vulnérabilité agissent en association avec les facteurs de stress et peuvent être aggravés ou atténués par divers facteurs de risque et de protection.

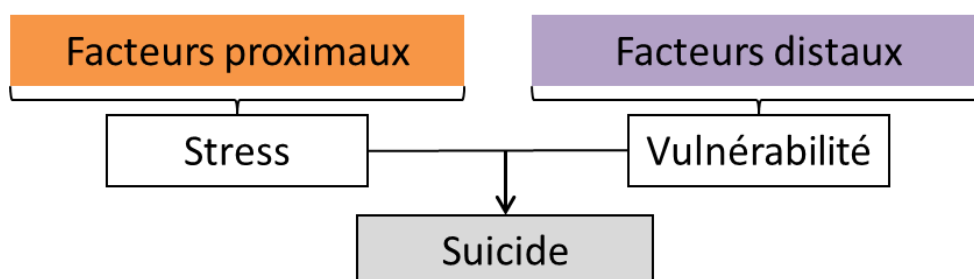


Figure 5 : Représentation du modèle « stress-vulnérabilité » inspirée et adaptée de (Mann et al., 1999a; Mann, 2003; Oquendo et al., 2004).

2. Les facteurs de stress

a) Les pathologies psychiatriques

La dépression

La prévalence des troubles psychiatriques diminue avec l'âge, cependant ils restent l'un des facteurs de risque les plus importants chez les personnes âgées (Koo et al., 2017). Parmi ces troubles, la dépression constitue, d'autant plus si elle est sévère, le plus gros pourvoyeur d'IS et de suicides aboutis (Links et al., 2012). Chez les suicidés âgés, le taux de sujets dépressifs est estimé entre 75% et 82,4% (Waern et al., 2002; Suominen et al., 2003) et chez les personnes âgées de 75 ans et plus, une dépression majeure a été identifiée dans 80% des cas de suicide (Conwell et al., 1996). La majorité des suicidés âgés décèdent au milieu de leur premier épisode de dépression (Barraclough, 1971).

Les sujets dépressifs âgés avec des CS sont plus difficiles à traiter, comme en témoignent les taux de rechute plus élevés (Szanto et al., 2001). La dépression est fréquemment sous-diagnostiquée et sous-traitée chez les personnes âgées (Allan et al., 2014). En effet, le diagnostic de la dépression chez la personne âgée est difficile en raison du chevauchement entre les symptômes végétatifs de la dépression et ceux de maladies co-morbides. Les états mentaux négatifs sont régulièrement confondus par les praticiens avec des plaintes liées à la perte d'autonomie associée à l'âge (Snowdon, 2001). Le ralentissement et la tristesse observés dans cette population vont être régulièrement considérés comme inhérents à l'avancée de l'âge. Pourtant, 15 à 30% des personnes âgées qui consultent ont des symptômes dépressifs et seuls 12% des suicidés prendraient un traitement anti-dépresseur (Monfort, 2001).

Les personnes âgées ont tendance à sous estimer une humeur dépressive (Lyness et al., 1995), et expriment plus rarement des IS que les groupes d'âge plus jeunes (Duberstein et al., 1999). De nombreux aînés dépressifs présentent des plaintes somatiques et minimisent leur détresse psychologique (« dépression masquée »). La dépression masquée est encore plus fréquente dans les cultures où la maladie somatique est plus facilement acceptée que les troubles mentaux chez les personnes âgées (Takahashi et al., 1995).

Les troubles anxieux, associés à une dépression comorbide, jouent également un rôle constant dans la mesure où ils sont impliqués dans un décès par suicide sur six chez les personnes âgées (Voshaar et al., 2015). Malgré le lien évident entre dépression et suicide toutes les personnes dépressives ne se suicident pas. La présence d'un trouble dépressif n'est pas suffisante pour prédire un suicide (Hawton and van Heeringen, 2009).

L'abus d'alcool

Parmi les facteurs de risque associés au suicide de la personne âgée, l'abus ou la dépendance à l'alcool augmente également le risque de décès (Szanto et al., 2001; Turvey et al., 2002; Blow et al., 2004; Conwell and Thompson, 2008) particulièrement chez les hommes (Waern, 2003). Une étude de Morin et al. (Morin et al., 2013), a montré un abus d'alcool chez 26 % des suicidés âgés. Les propriétés désinhibitrices de l'alcool facilitent le passage à l'acte en augmentant l'impulsivité et la gravité des TS (Menecier and Sagne, 2020).

Les troubles psychotiques

Les troubles psychotiques sont retrouvés chez 1,8 à 6,8% des personnes âgées ayant réalisé une TS (Chan et al., 2007). La schizophrénie est un des troubles psychotiques le plus associé au suicide chez les personnes âgées. Selon une étude de Cohen et al. (Cohen et al., 2010), les patients schizophrènes âgés ont une prévalence plus élevée d'IS et de TS que les sujets témoins (Cohen et al., 2010).

Les troubles de la personnalité

Les troubles de la personnalité chez la personne âgée jouent un rôle moins important dans le passage à l'acte suicidaire contrairement aux sujets jeunes (Henriksson et al., 1993). Les personnes âgées décédées par suicide présenteraient 16% de troubles de la personnalité dont la majorité était associée à une maladie psychiatrique (Harwood et al., 2001). Dans une

étude de Heisel et al. (Heisel et al., 2007), la personnalité narcissique était associée à un risque accru de suicidabilité avec l'augmentation de l'âge. D'autres caractéristiques de la personnalité, comme le névrosisme, ont également été associées à une augmentation des IS (Heisel et al., 2007).

b) Les pathologies somatiques

Les maladies somatiques, source de handicap ou de douleurs (Szanto et al., 2001; Hawton and van Heeringen, 2009), augmentent le risque de suicide dans la population générale et particulièrement chez les personnes âgées (Bonnewyn et al., 2009) où leur prévalence varie de 35% à 94% selon les études (Waern et al., 2002). Les douleurs liées à ces pathologies vont accroître le risque suicidaire (Hawton and van Heeringen, 2009) qui est 1,5 à 4 fois plus fort que chez un individu sans pathologie somatique (Conwell and Thompson, 2008).

De nombreuses pathologies somatiques sont associées au suicide de la personne âgée : la sclérose en plaques, les pathologies rénales, le HIV, les cancers, l'épilepsie, les maladies cardiaques, les maladies du système nerveux, les maladies génito-urinaires et gastro-intestinales (Harris and Barraclough, 1997; Quan et al., 2002; Waern et al., 2002; Juurlink et al., 2004; Fässberg et al., 2016). Le risque suicidaire lié à une pathologie somatique reste néanmoins plus faible qu'en présence d'une maladie psychiatrique mais l'accumulation de pathologies somatiques peut néanmoins accroître ce risque (Juurlink et al., 2004).

Dans une étude (Cattell and Jolley, 1995), 65% des personnes âgées suicidées présentaient une pathologie somatique associée contre 50% pour des patients suicidés de tous âges. Chez les personnes âgées, la polypharmacie et les médicaments peuvent constituer des facteurs de risque supplémentaires s'ils sont conjugués aux comorbidités médicales (Carlsten and Waern, 2009).

c) Les maladies neurodégénératives

Un diagnostic de démence, dont le risque augmente avec l'âge (Matthews and Brayne, 2005), favorise le risque de passage à l'acte suicidaire (Erlangsen et al., 2008), surtout au début de la maladie (Upadhyaya et al., 1999) et dans les six mois suivant le diagnostic (Erlangsen et al., 2008). La maladie d'Alzheimer est associée à un risque modéré de suicide (Serafini et al., 2016) tout comme les démences vasculaires (Haw et al., 2009), alors que la maladie de Huntington (Haw et al., 2009) et les démences fronto-temporales seraient liées à un risque accru (Haw et al., 2009).

d) Les facteurs de risque psychosociaux et environnementaux

Un statut socio-économique faible est considéré comme un facteur de risque de suicide chez les personnes âgées (Cohen et al., 2009). La solitude et de faibles interactions sociales sont des facteurs prédictifs du suicide (Sinyor et al., 2016). Des liens sociaux limités seraient associés à des IS, à un comportement suicidaire non fatal et au suicide (Fässberg et al., 2016). Chez des individus âgés de 65 ans et plus, un mauvais soutien social prédit une augmentation des niveaux de dépression et d'IS (Vanderhorst and McLaren, 2005). Une étude a montré que des patients dépressifs avec IS ou des antécédents de TS âgés de 60 ans et plus (Harrison et al., 2010) présentaient un support social plus faible, un sentiment d'appartenance plus faible et un plus haut niveau de difficultés chroniques personnelles en comparaison avec des participants dépressifs non suicidaires et des participants non dépressifs tous âgés de 60 ans et plus (Harrison et al., 2010).

Parmi les facteurs d'isolement social se trouvent l'immigration, les déménagements, l'emprisonnement, les hospitalisations, l'absence ou la perte de convictions religieuses, politiques ou syndicales (Pitchot, 2014) ou encore la perturbation des relations personnelles (Conner and Duberstein, 2004). Inversement, un support social fort a un effet protecteur contre les facteurs de stress en fin de vie et peut également protéger les personnes âgées du suicide (Krause and Jay, 1991). La discorde familiale est l'un des principaux facteurs de risque de suicide chez les hommes et les femmes âgés (Rubenowitz et al., 2001).

Le suicide est plus fréquent chez les personnes âgées divorcées, séparées ou veuves (Harwood et al., 2006; Pompili et al., 2014) avec un risque particulièrement élevé l'année qui suit la disparition du conjoint (Pitchot, 2014). Le deuil est un facteur de risque élevé pour les hommes, trois fois plus élevé lorsqu'ils sont mariés (O'Connell et al., 2004b; Bonnewyn et al., 2009). Les personnes touchées par le suicide ou par le deuil lié au suicide présentent un risque augmenté de suicide (Qin et al., 2002). L'IS peut devenir plus acceptable chez une personne qui a perdu un membre de sa famille ou un proche par suicide (Van Orden et al., 2010).

3. Les facteurs de vulnérabilité

a) Antécédents de tentatives de suicide

Dans la population générale, une TS antérieure est présente dans 40% des cas de suicide (Cavanagh et al., 2003). Les TS antérieures sont plus rarement retrouvées chez les suicidants âgés (Conwell et al., 1998; Conwell et al., 2000) ou suicidés âgés (Hawton and van Heeringen, 2009). La majorité des suicidés âgés n'ont jamais fait de TS auparavant (Conwell et al., 1991; Prévillle et al., 2005; Paraschakis et al., 2012). La prévalence des TS diminue avec l'âge et sera plus élevée chez les âgés (65 à 74 ans) que chez les très âgés (75 à 84 ans) (Koo et al., 2017). Cette diminution pourrait être expliquée par les moyens utilisés, souvent violents, pour se donner la mort comme la pendaison, l'utilisation d'une arme à feu, la défenestration ou la noyade reflétant une détermination importante (Lapierre, 2007). De plus, la personne âgée est plus déterminée à commettre l'acte et ses TS sont mieux planifiées (Paraschakis et al., 2012).

Malgré une prévalence plus faible, un antécédant de TS reste néanmoins le facteur prédictif le plus puissant d'une future TS et ne doit pas être négligé chez la personne âgée (Hawton et al., 2013). Avec un antécédant de TS, le pronostic vital d'une personne âgée est particulièrement mauvais avec un risque de décès élevé dans les années qui suivent la tentative (Hepple and Quinton, 1997). En effet, réaliser une TS dans les 12 derniers mois multiplierait par 67 le risque de décéder par suicide chez les plus de 60 ans par rapport aux personnes de la même classe d'âge sans antécédent suicidaire (Murphy et al., 2012). Chez

les personnes âgées, les antécédents familiaux de TS sont également considérés comme un facteur de risque important du suicide (Oquendo et al., 2004).

b) Idéation suicidaire

En se basant sur l'agencement des CS sur un continuum (Figure 4), l'idéation suicidaire peut également être considérée comme un facteur de risque du suicide (Bazin, 2004; Rowe et al., 2006). La moitié des sujets présentant des IS font une TS quel que soit l'âge : ce risque est largement augmenté en cas de plan suicidaire établi avec, dans ce cas, passage à l'acte dans près des trois quarts des cas (Bazin, 2004). Plusieurs autres facteurs sont associés à une occurrence plus élevée d'IS comme le genre, la situation matrimoniale, la situation financière ou encore le chômage (Léon et al., 2019). Le facteur le plus fréquemment associée aux IS serait un épisode dépressif majeur (Léon et al., 2019). Chez le sujet âgé non dépressif, de vraies IS seraient retrouvées dans 0,9 % des cas contre 9,2 % chez des sujets âgés dépressifs (Skoog et al., 1996).

L'idéation suicidaire est une indication pour les services psychiatriques d'urgence (Ting et al., 2012) et peut être considérée comme un premier pas sur le chemin du suicide (Kachur et al., 1995). Selon le baromètre de santé publique de 2017 (Léon et al., 2019), les IS sont principalement liées à des raisons « familiales » (41,4%), « sentimentales » (32,3%), « professionnelles » (27,6%), « financières » (23,7%) et de « de santé » (23,7%). En fonction de l'âge, les raisons de ces IS varient : les 18-34 ans citaient davantage des raisons « sentimentales », les 45-54 ans citaient davantage des raisons « professionnelles » (37,6%) et les 65-75 ans des raisons « de santé » (36,8%).

c) Traits de personnalité

L'impulsivité est plus élevée chez les personnes avec des antécédents de TS et chez les personnes avec des IS comparé à des individus non suicidaires (Klonsky and May, 2010). L'impulsivité serait «un indicateur plus significatif de tentative de suicide que la présence d'un plan de suicide spécifique» (Rudd et al., 1996). Les individus avec une forte impulsivité

sont plus susceptibles d'avoir des sentiments suicidaires (Mann et al., 1999b). Cependant, les suicides impulsifs sont souvent retrouvés chez des personnes jeunes alors que le suicide des personnes âgées est souvent planifié (Paraschakis et al., 2012). Une étude a montré que les personnes dépressives avec des antécédents de TS ne présentent pas plus d'altération dans le contrôle de leurs impulsions que des personnes dépressives sans antécédent (Keilp et al., 2013).

Les personnes âgées suicidées peuvent présenter une faible ouverture à l'expérience qui se traduit par une nature méthodique, rigide et une pauvreté affective en opposition avec les traits de personnalités impulsifs retrouvés chez les suicidés jeunes (Harwood et al., 2006). Les personnes âgées avec de faibles interactions sociales et une faible capacité à ressentir les émotions positives sont plus souvent désespérées face à l'adversité et s'engagent plus facilement dans un processus suicidaire (Chan et al., 2007).

Le désespoir est associé à la rigidité cognitive c'est-à-dire à la difficulté à envisager des alternatives non suicidaires face aux stress interne et externe (Richard-Devantoy, 2011). Le désespoir est utilisé comme indicateur du risque suicidaire en association avec des troubles mentaux ou des antécédents de TS (Fawcett et al., 1997). Les personnes présentant une vulnérabilité suicidaire ont une tendance au pessimisme plus marquée que les sujets sans vulnérabilité suicidaire (Richard-Devantoy, 2011).

d) Génétique

Des études suggèrent l'existence d'un facteur de vulnérabilité génétique aux CS (Brent and Mann, 2005). Cette vulnérabilité génétique des CS serait indépendante de la vulnérabilité génétique liée aux troubles psychiatriques (Courtet et al., 2008). Le suicide chez les personnes âgées pourrait être lié à la présence du gène APOE 4. En effet, dans une étude les sujets dépressifs âgés porteurs d'APOE4 ont montré une augmentation des antécédents de TS par rapport aux sujets dépressifs âgés dépourvus de l'allèle APOE4 (Hwang et al., 2006). Plusieurs gènes impliqués dans le métabolisme de la sérotonine sont associés à la vulnérabilité aux TS, indépendamment des troubles psychiatriques. La tryptophane hydroxylase (TPH1), un des gènes codant pour l'enzyme de synthèse de la sérotonine, et le

gène du transporteur de la sérotonine (5-HTT) sont impliqués dans la vulnérabilité aux CS indépendamment des diagnostics psychiatriques (Anguelova et al., 2003; Rujescu et al., 2003; Bellivier et al., 2004; Lin and Tsai, 2004; Li and He, 2007).

e) Troubles neurobiologiques

Le dysfonctionnement du système sérotoninergique serait un trait de vulnérabilité suicidaire indépendamment des troubles psychiatriques associés (Courtet et al., 2008). Le taux d'acide 5-hydroxy-indole acétique, principale métabolite de la sérotonine, serait plus faible chez les patients dépressifs avec TS par rapport aux sujets dépressifs sans TS (Stanley et al., 1985). Un taux bas de d'acide 5-hydroxy-indole acétique pourrait prédire la survenue de suicides ou TS futures (Roy et al., 1989). Ce dysfonctionnement est particulièrement marqué pour les TS violentes ou planifiées (Mann et al., 1992) et retrouvé fréquemment chez les personnes âgées (Paraschakis et al., 2012). Une étude a rapporté un dysfonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophyso-adrénergique chez les patients âgés hospitalisés pour troubles de l'humeur comme étant un facteur significatif de prédiction d'un suicide ultérieur (Jokinen and Nordström, 2008).

4. Les facteurs de protection

Les facteurs de protection prémunissent les individus contre les risques de suicide (Sánchez, 2001). Un soutien social (familial et amical) serait un important facteur de protection qui peut venir contrecarrer certains facteurs de risque (Sánchez, 2001). Les personnes âgées avec plus d'amis et de famille à qui se confier étaient moins susceptibles de mettre fin à leurs jours que celles qui étaient dépourvues d'entourage (Turvey et al., 2002). La spiritualité serait un facteur de protection car elle permet de créer un système de croyance structuré et encourage à des comportements pouvant être considérés comme bénéfiques tant sur le plan physique que mental. Néanmoins, la prise de position morale sur le suicide de nombreuses croyances et pratiques religieuses et culturelles peut décourager la demande d'aide et contribue à la stigmatisation associée au suicide (Chan et al., 2013). Le

bien-être de la personne accompagné de stratégies d'adaptation positives efficaces offre une protection contre le suicide. Une alimentation et un sommeil approprié associé à une activité physique régulière, connaître les effets sur la santé de la consommation d'alcool et de drogues, entretenir des liens sociaux, et gérer efficacement le stress sont autant de choix de vie sains qui agissent en faveur du bien-être mental et physique (Conwell et al., 2002; Turvey et al., 2002; Davidson et al., 2013).

5. Le vieillissement comme facteur de vulnérabilité du suicide

Dans le modèle « stress-vulnérabilité » initial développé par Mann (Mann et al., 1999a) (Figure 5), le vieillissement physiologique n'apparaît pas comme facteur de vulnérabilité spécifique au suicide. Pourtant, l'augmentation du taux de suicide chez les personnes âgées pourrait être expliquée par le vieillissement cérébral normal qui induit, par des modifications neurobiologiques qui lui sont associées, une vulnérabilité suicidaire spécifique à l'âge. Chez les personnes âgées, le modèle « stress-vulnérabilité » est soutenu par des études cliniques, cellulaires, moléculaires et génétiques (Mann, 2003; Mann and Currier, 2007) mais également par des études en neuro-imagerie et neuropsychologiques (Jollant et al., 2011).

En effet, la vulnérabilité suicidaire chez la personne âgée est associée au dysfonctionnement de plusieurs processus cognitifs et régions cérébrales (Jollant et al., 2011). De nombreuses études ont montré des performances cognitives diminuées chez les personnes âgées avec des CS comparé à celles sans CS (Jollant et al., 2011; Richard-Devantoy et al., 2016b). Il est difficile de savoir si le déclin des capacités cognitives avec l'âge favorise ou révèle (déficit pré-existant mais aggravé) la vulnérabilité suicidaire de la personne âgée. Cependant, selon la littérature, un déclin cognitif plus important pourrait entraîner chez les personnes âgées des difficultés dans l'interprétation et la gestion des événements de la vie, et ainsi les amener sur un continuum suicidaire (Richard-Devantoy et al., 2014; Lara et al., 2015; Szanto, 2017).

C. Cognition et conduites suicidaires

1. Déclin cognitif

Le vieillissement physiologique est associé à un déclin progressif des processus cognitifs (Van der Linden and Hupet, 1994). Selon certains auteurs, la vulnérabilité suicidaire chez les personnes âgées pourrait résulter d'une plus grande sensibilité des régions préfrontales au vieillissement indépendamment des conditions psychopathologiques associées comme la dépression unipolaire (Richard-Devantoy, 2011). L'effet additif du vieillissement physiologique et de la dépression aurait donc un impact encore plus délétère sur le plan cognitif, particulièrement sur le fonctionnement exécutif (Sheline et al., 2006; Dotson et al., 2008). Les fonctions exécutives sont définies comme l'ensemble des processus cognitifs nécessaires à la régulation de l'activité cognitive d'une personne pour s'adapter à des situations nouvelles et/ou complexes. Elles permettent ainsi de modifier, inhiber et adapter des comportements en fonction de la situation, des objectifs et des buts de l'individu, quand les habitudes ou les automatismes ne suffisent pas à les atteindre (Jurado and Rosselli, 2007). Plusieurs études ont rapporté une altération du fonctionnement exécutif chez la personne âgée dépressive au niveau de processus comme la planification, des processus attentionnels, de l'inhibition ou encore de la flexibilité mentale (Boone et al., 1995; Sheline et al., 2006).

Les fonctions exécutives font globalement référence au contrôle cognitif, qui se réfère à l'ensemble des habilités requises pour guider le comportement vers un but avec un certain effort, particulièrement dans des situations non routinières (Banich, 2009). Impliqué dans les domaines de l'attention, la mémoire, la compréhension verbale, le raisonnement ou encore les émotions, le contrôle cognitif permet un comportement efficace et approprié au contexte, et plus particulièrement dans les situations où de l'information distractive ou une réponse prédominante doit être ignorée afin de réagir de façon adéquate en fonction du but de la tâche (Collette and Salmon, 2014). La flexibilité, l'inhibition et la mise à jour en mémoire de travail (MdT), trois fonctions exécutives distinctes décrites par Miyake et al.

(Miyake and Friedman, 2012), peuvent être considérées comme trois composants essentiels du contrôle cognitif (Cooper, 2010).

A noter que la notion d'attention, que nous emploierons à de nombreuses reprises, est difficile à définir de part les nombreuses classifications, modèles et définitions proposées d'un auteur à un autre que ce soit en neurosciences ou en neuropsychologie (Siéroff, 2008; Maquestiaux, 2013; Cohen, 2014). De manière générale, l'attention peut se définir comme le maintien d'un certain niveau d'alerte, de sélection des éléments pertinents de l'environnement pour une tâche à accomplir, et de l'amélioration du traitement de l'information sélectionnée. Dans ce sens, le contrôle attentionnel est intimement lié au contrôle cognitif de part ses fonctions mais également, nous y reviendrons, de part les structures corticales impliquées. Les composantes attentionnelles sont sollicitées par plusieurs modalités sensorielles comme la vue. Par exemple, la notion d'attention visuelle se définit en tant que sélection ou traitement préférentiel d'une partie (un ou quelques objets d'intérêts) de la scène visuelle afin d'analyser plus en détail cette partie au détriment des autres parties (Fecteau and Munoz, 2006).

Chez les personnes âgées dépressives avec CS, de nombreuses études mettent également en évidence un dysfonctionnement exécutif plus important que chez des individus âgés non malades et des individus âgés dépressifs non suicidaires (Richard-Devantoy et al., 2016b). Des études évaluant le fonctionnement exécutif (McGirr et al., 2012; Richard-Devantoy et al., 2012) montrent une altération plus importante de la flexibilité chez des personnes âgées dépressives suicidaires que chez des personnes âgées dépressives non suicidaires, associées à de moins bonnes performances au Trail Making Test (TMT) et au Wisconsin Card Sorting Tests (WCST) (ou Test de classement de cartes) chez les individus suicidaires. La flexibilité cognitive est définie comme la capacité à passer d'un registre mental à un autre (Richard-Devantoy, 2011). L'altération de la flexibilité cognitive est retrouvée chez des sujets sains apparentés au premier degré à des suicidés et suggère un caractère héréditaire de ce trait cognitif (McGirr et al., 2012). Le déclin de la flexibilité entraînerait des difficultés à détourner rapidement l'attention d'une situation à une autre ce qui pourrait expliquer la difficulté rencontrée par les suicidants âgés à considérer et à

trouver différentes solutions adaptées face à des situations de stress socio-environnementales et à l'adversité (Richard-Devantoy et al., 2013b).

Passer d'un registre mental à un autre nécessite d'inhiber les stratégies comportementales en cours avant de pouvoir en mettre en oeuvre de nouvelles. L'inhibition, autre fonction exécutive décrite par Miyake (Miyake and Friedman, 2012), est un mécanisme clé dans la régulation des émotions, des pensées et des actes (Joormann and Gotlib, 2008). L'efficacité des processus de régulation cognitive déclinerait avec l'âge, rendant les personnes âgées plus à risque de déficits cognitifs comme l'inhibition (Wang et al., 2011). Une atteinte plus importante des capacités d'inhibition a également été mise en évidence chez les personnes âgées dépressives suicidaires en comparaison avec des personnes âgées dépressives non suicidaires associée à de moins bons résultats au test du Stroop (Richard-Devantoy et al., 2012). Un déficit des capacités d'inhibition ne permet plus de résister aux interférences des informations non pertinentes en MdT comme les IS (Richard-Devantoy, 2011), ce qui entraîne un manque de régulation de l'état émotionnel et, par un défaut de prise décision, facilite le développement de la crise suicidaire (Richard-Devantoy et al., 2012).

Le dysfonctionnement exécutif retrouvé chez les personnes âgées dépressives et suicidaires serait indépendant du dysfonctionnement associé à la dépression seule et à son degré de sévérité, et persisterait aux substances psycho-actives ou à l'exposition de psychotropes (Dombrowski et al., 2008; Richard-Devantoy et al., 2016b). Ces déficits exécutifs pourraient conduire à un risque accru de suicide en raison d'une mauvaise appréciation de la situation de vie et d'une mauvaise prise de décision (McGirr et al., 2012). Un déficit du fonctionnement exécutif pourrait entraîner une altération de la capacité à répondre de manière adéquate aux facteurs environnementaux stressants et expliquerait la vulnérabilité suicidaire retrouvée chez la personne âgée en entraînant la survenue d'idées ou d'actes suicidaires (Richard-Devantoy et al., 2016b). Pour soutenir cet argument, une étude a montré chez la personne âgée que la létalité d'une TS était associée au déficit exécutif : plus les personnes âgées présentaient de moins bon résultats au WCST, plus la létalité de la TS était élevée (McGirr et al., 2012). Dans cette étude, les TS étaient considérées comme étant à létalité élevée lorsqu'elles nécessitaient une intervention médicale, entraînant un coma,

un besoin de réanimation, des signes vitaux instables, des plaies pénétrantes de l'abdomen ou de la poitrine, des brûlures au troisième degré ou encore des saignements importants.

Certains processus indirectement liés aux fonctions exécutives paraissent jouer un rôle important dans le déclin du fonctionnement cognitif. Dans la dépression de la personne âgée, le ralentissement du traitement de l'information est une des altérations cognitives les plus citées (Albinet et al., 2012). Les fonctions exécutives nécessitent un encodage rapide de l'information et seraient réduites du fait du ralentissement de la vitesse de traitement de l'information (Butters et al., 2004). Le déclin des fonctions exécutives serait expliqué par une réduction générale de la vitesse de traitement de l'information (Salthouse, 1996; Albinet et al., 2012). Dans une étude de Pu et al., (Pu et al., 2017), les patients avec un trouble dépressif majeur et de fortes IS présentaient de moins bonnes performances aux tests évaluant le fonctionnement exécutif et la vitesse de traitement.

2. Réseau de contrôle cognitif

Initialement, le fonctionnement exécutif était considéré comme sous tendu exclusivement par les lobes frontaux (Meulemans et al., 2004). Cependant, plusieurs études ont démontré que les fonctions exécutives, de part leur nature multifactorielle, impliquent un réseau cérébral antéropostérieur plus important (Collette and Van der Linden, 2002; Collette et al., 2006). Sur le plan anatomo-fonctionnel, les fonctions exécutives dépendraient d'un réseau de contrôle cognitif, fronto-cingulaire-pariétal commun à l'ensemble des tâches exécutives (Niendam et al., 2012). En effet, lors de la réalisation de différentes épreuves exécutives, les principales fonctions exécutives, comme l'inhibition et la flexibilité, seraient sous-tendues par un réseau comprenant le cortex préfrontal (CPF) (particulièrement le cortex préfrontal dorsolatéral (CPF_{DL}) et le cortex préfrontal ventrolatéral (CPF_{VL})), le cortex orbitofrontal (CO-F) (particulièrement pour les mécanismes d'inhibition), le cortex cingulaire antérieur (CCA) dorsal et les régions pariétales, comme le cortex pariétal postérieur (CPP) ou le sillon intrapariétal (Niendam et al., 2012; Cole et al., 2013; Collette and Salmon, 2014; Tadayonnejad and Ajilore, 2014) (Figure 6).

Le CPFDL jouerait un rôle central dans la sélection/inhibition des réponses et serait impliqué dans le déplacement du foyer attentionnel en fonction de la tâche en cours et donc du contrôle de l'attention (Carter and Van Veen, 2007). Le CPFVL droit est systématiquement impliqué pour les tâches d'inhibition et de contrôle attentionnel (Hampshire et al., 2010). Le CCA et les régions frontales médiales détecteraient les conditions nécessitant un contrôle cognitif accru comme par exemple la détection et la résolution des conflits. Le CCA est une structure de liaison entre le système limbique et les régions du CPF. De par sa localisation et ses connexions, elle tient un rôle d'interface entre d'une part les processus exécutifs et attentionnels, et d'autre part les processus émotionnels (Allman et al., 2001). Les régions pariétales, comme les régions associatives visuelles et auditives, traiteraient l'information relative à la saillance des items et les associations stimulus-réponse (Collette and Salmon, 2014). Le CPP et le sillon intrapariétal droit sont impliqués dans le processus d'attention sélective (Behrmann et al., 2004) et traitent l'information relative à la saillance des items (Collette and Salmon, 2014). Le réseau du contrôle cognitif impliquerait également les ganglions de la base (GB) (Collette et al., 2001).

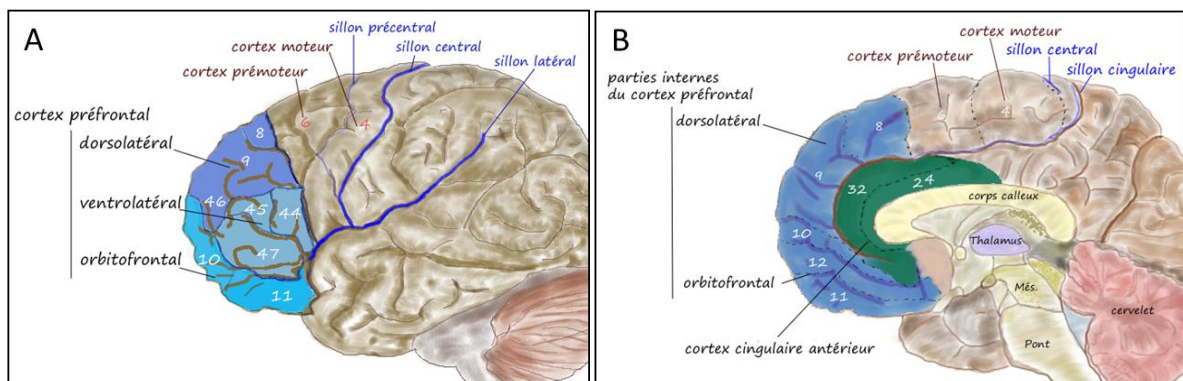


Figure 6 : (A) Vue latérale du cortex préfrontal (CPF). (B) Vue médiale du cortex préfrontal (© Wikimedia Foundation).

Les GB, en lien étroit avec le cortex frontal (CF), participent également au fonctionnement exécutif au cours des tâches impliquant des processus exécutifs (Niendam et al., 2012) et interviennent dans la réalisation des mouvements volontaires à travers un

ensemble d'inhibitions et d'activations. Les GB sont formés du striatum (qui regroupe le noyau caudé, le striatum ventral (qui comprend le noyau accumbens et le putamen), du Globus Pallidus (GP) interne et externe (ou pallidum), du noyau subthalamique et de la substance noire (séparée en deux parties, réticulée (SNr) et compacta). Les GB se situent au carrefour des informations en provenance de diverses régions du cortex et constituent une interface fondamentale dans plusieurs boucles fronto-sous-cortico-frontales (Alexander et al., 1986) (Figure 7).

Les boucles relient des régions ayant la même fonctionnalité, qu'elles soient sensorimotrices, associatives ou limbiques. Ces boucles fronto-sous-cortico-frontales engagent des régions spécifiques du cortex, des GB (striatum, pallidum et substance noire) et du thalamus. Selon le modèle d'Alexander, elles fonctionnent en parallèle et assurent chacune des activités cognitives différentes (Alexander et al., 1986; Alexander et al., 1991) :

- Le circuit moteur implique la boucle motrice et la boucle oculomotrice. Les boucles motrices sont impliquées indirectement dans le contrôle moteur et la préparation motrice (Middleton and Strick, 2000; Temel et al., 2005). La boucle oculomotrice intervient dans les processus oculomoteurs (Alexander et al., 1991).
- Le circuit associatif implique la boucle préfrontale dorsolatérale et le circuit orbitofrontal. La boucle préfrontale dorsolatérale participerait au fonctionnement exécutif au cours des tâches impliquant des processus d'inhibition et dans le processus de flexibilité cognitive (Rogers et al., 2000; Wilkinson et al., 2001; Niendam et al., 2012; Bradfield et al., 2013; Bradfield and Balleine, 2017). Le circuit orbitofrontal est impliqué dans l'adaptation du comportement (intégration des informations viscérales et amygdaliennes sur l'état interne de l'organisme, ainsi que des informations limbiques et émotionnelles) (Bonelli and Cummings, 2007).
- La boucle limbique intervient dans la régulation des émotions (Albin et al., 1989; Alexander et al., 1991), constitue un circuit sous-cortical étroitement lié au plaisir et à la récompense (Kringelbach and Berridge, 2009). Le système limbique est constitué de l'hippocampe, l'amygdale, le CCA, l'hypothalamus, le septum ou encore le striatum par l'intermédiaire du noyau accumbens. Il intervient dans la régulation des

émotions (Albin et al., 1989; Alexander et al., 1991). Le noyau accumbens est impliqué dans l'expression motrice des émotions (sourire, adopter une posture agressive...) ainsi que dans les aspects motivationnels des mouvements.

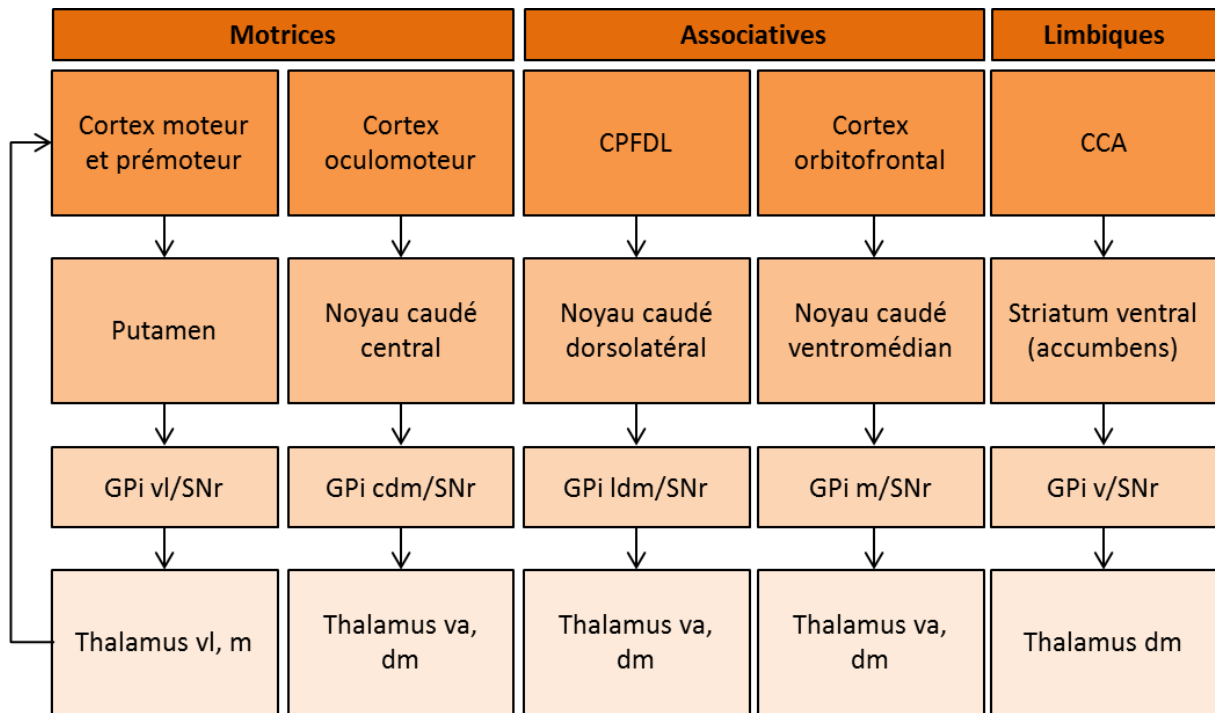


Figure 7 : Organisation anatomique « parallèle » des boucles fronto-sous-corticofrontales (Alexander et al., 1986). CDM : DorsoMédian Caudal ; DM : DorsoMédian ; LDM : DorsoMédian Latéral ; M : Médian ; V : Ventral ; VA : Ventro Antérieur ; VL : Ventro Latéral ; GPI : Globus Pallidus Interne.

Les GB possèdent donc un compartiment sensori-moteur, associatif/cognitif et limbique. Cependant, l'existence des différentes boucles parallèles ne suffit pas à expliquer le développement de comportements adaptés (Haber, 2003). Le CPF constituerait le lien entre la cognition et les émotions (Drevets and Raichle, 1998; Phan et al., 2002). En effet, le CPF est une structure complexe constituée d'un ensemble de régions comme les régions latérales dorsales (CPFDL) et ventrales (CPFVL) impliquées dans le fonctionnement exécutif et attentionnel, mais également de structures comme le cortex préfrontal ventromédian (CPFVM) impliqué dans la régulation émotionnelle. En effet, le CPF présente des connexions

anatomiques et fonctionnelles très importantes avec des structures sous-corticales et corticales impliquées également dans la régulation émotionnelle, notamment le CCA ou les GB. A travers ses connexions, le CPF permettrait aux circuits associatifs, limbiques et moteurs d'interagir étroitement : une motivation ou une émotion va initier les comportements, puis les fonctions cognitives (ou exécutives) organisent et planifient la stratégie de l'action pour permettre l'exécution du mouvement. Une communication entre les différents circuits fonctionnels permet une évaluation continue et une adaptation aux stimuli environnementaux.

3. Régulation émotionnelle

Définir la notion « d'émotion » n'est pas une tâche aisée car il n'y a pas de consensus pour définir le mot. Selon Fehr et al., (Fehr and Russell, 1984): « Chacun sait ce qu'est une émotion, jusqu'à ce qu'on lui demande d'en donner une définition. A ce moment-là, il semble que plus personne ne sache ». Les définitions des émotions sont donc très nombreuses dans la littérature (Coppin and Sander, 2010). Kleinginna et al. (Kleinginna and Kleinginna, 1981) qui listait 92 définitions de « l'émotion » en 1981, propose que « les émotions sont le résultat d'interactions entre facteurs subjectifs et objectifs, réalisées au sein de systèmes neuronaux ou endocriniens, qui peuvent : (a) induire des expériences telles que des sentiments de plaisir ou de déplaisir ; (b) influencer des processus cognitifs tels que la mémoire, les niveaux d'attention, les évaluations, ou les catégorisations ; (c) causer des ajustements physiologiques globaux ; (d) induire des comportements qui sont, le plus souvent, expressifs et adaptatifs ».

La perception des émotions peut être comprise en termes de différents processus neuropsychologiques (Figure 8) (Phillips et al., 2003) : l'évaluation et l'identification de la signification émotionnelle du stimulus ; la production d'un état affectif spécifique en réponse au stimulus, y compris des réponses autonomes, neuroendocriniennes et somatomotrices (faciales, gestuelles, vocales, comportementales) ; la régulation de l'état affectif et du comportement émotionnel, qui peut impliquer une inhibition ou une modulation des deux autres processus de sorte que l'état affectif et le comportement produits soient

contextuellement appropriés. La régulation des émotions est un mécanisme complexe regroupant plusieurs processus permettant à un individu d'influencer la nature et l'intensité de ses émotions, ainsi que de leur expression (Gross, 1998).

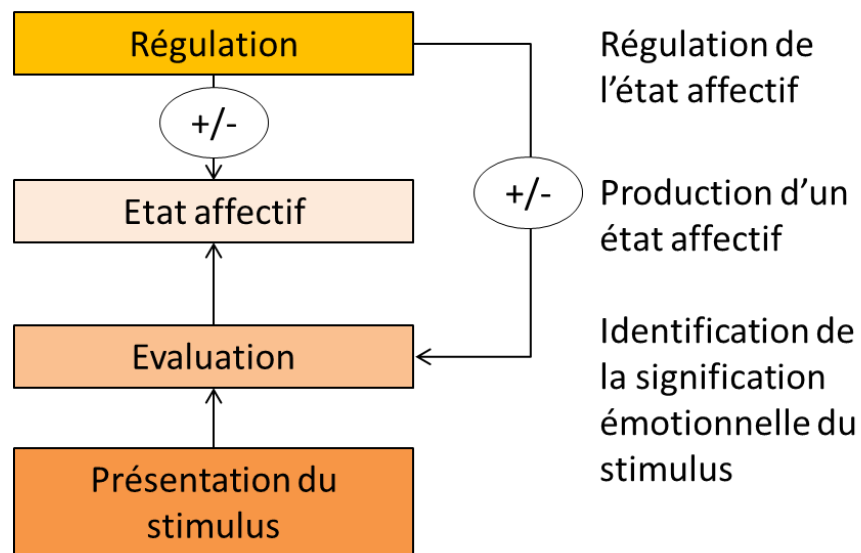


Figure 8 : Les principaux processus importants pour la perception des émotions : évaluation et identification de la signification émotionnelle du stimulus ; production d'un état et d'un comportement affectifs spécifiques en réponse au stimulus ; régulation de l'état affectif et du comportement émotionnel (traduit de Phillips et al., 2010).

a) Les émotions de base

Malgré les nombreuses définitions et théories des émotions, on peut néanmoins retenir la théorie des émotions de base (Ekman and Friesen, 1971). Selon cette dernière, les émotions ont une qualité adaptative permettant la communication. Elles sont innées et communiquées par les mimiques faciales identifiables de manière universelle. Dans cette théorie catégorielle, les émotions de base sont également appelées émotions primaires ou fondamentales et leur nombre est limité incluant la joie, la colère, la tristesse, le dégoût, la peur et la surprise (Ekman and Friesen, 2003) (Figure 9).

Les émotions secondaires proviendraient du mélange des émotions de base (Ortony and Turner, 1990). Parmi les émotions secondaires ou émotions sociales, on retrouve : l'envie, la jalousie, la culpabilité ou encore la honte. Même si cette théorie des émotions de base est parfois contestée, elle reste néanmoins très répandue et couramment utilisée. Malgré l'existence de différences interculturelles et interindividuelles importantes, l'idée que les émotions sont déterminées biologiquement et modulées par l'expérience et la culture est aujourd'hui largement acceptée (Kuppens et al., 2006).

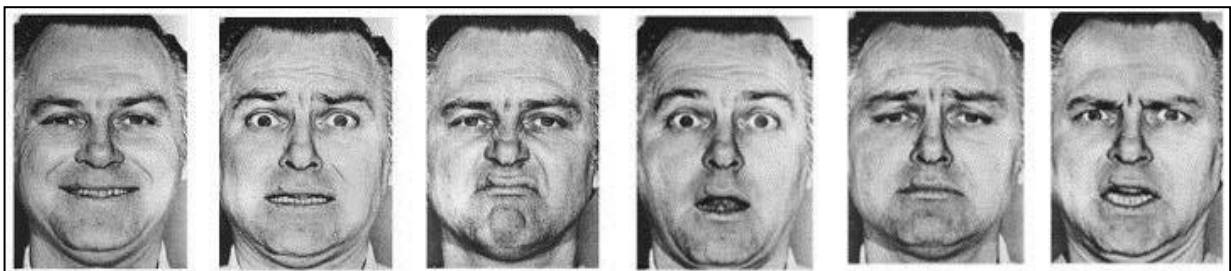


Figure 9 : Six expressions de base postulées par Ekman (Ekman, 1976). De gauche à droite: joie, peur, dégoût, surprise, tristesse et colère.

Le vieillissement normal induirait une modification des capacités de reconnaissance des visages à partir de 50 ans et qui s'amplifierait à partir de 70 ans (Chaby et al., 1992). En effet, les personnes âgées présentent des difficultés pour identifier les émotions négatives exprimées par un visage comme la tristesse, la colère ou encore la peur mais pas pour le dégoût qui semble préservée. A l'inverse, la reconnaissance de la joie et de la surprise semble préservée voir améliorée au cours du vieillissement normal (Isaacowitz et al., 2007). Une étude a montré que les personnes âgées dépressives, comparés à des sujets âgés non malades, reconnaissent mieux la joie que les autres émotions comme la tristesse, le dégoût, la surprise, la peur et colère (Phillips et al., 2010). Cependant les personnes âgées dépressives rencontraient plus de difficultés pour reconnaître la tristesse, la colère et la peur.

b) Les structures corticales des émotions

La régulation des émotions est initialement sous-tendue par la boucle limbique, comprenant le CCA, les ganglions de la base et le thalamus (Albin et al., 1989; Alexander et al., 1991) (Figure 7). Cependant, plusieurs études en imagerie ont montré que d'autres structures semblaient intervenir dans les processus de régulation émotionnelle pour former un circuit cérébral comprenant l'amygdale, l'insula, le striatum, le CO-F, le CCA, les GB et le CPF (Schaefer et al., 2002).

Partie intégrante du système limbique, l'amygdale constitue un lieu de convergence des informations sensorielles (olfactive, gustative, viscérale, auditive et visuelle) provenant principalement des projections sensorielles des aires associatives, et projette à son tour sur l'ensemble du cortex temporal et occipital (Sander et al., 2003). Ces projections contribuent à favoriser l'interaction entre les processus affectifs et perceptifs (Stefanacci and Amaral, 2002). Le CO-F et le CPFVM constitue également une source importante de projections corticales vers l'amygdale (Ghashghaei et al., 2007). L'amygdale est également connectée avec l'hypothalamus et le tronc cérébral (TC), structures responsables des réponses physiologiques associées aux émotions (Davis and Whalen, 2001), mais également avec les GB, impliqués dans l'expression comportementale de l'émotion. De part ses nombreuses projections, l'amygdale influence de nombreux systèmes cérébraux : cortex sensoriels pour la perception, hippocampe pour la mémoire, noyaux adrénergiques pour l'éveil, hypothalamus pour les hormones de stress. Elle est de ce fait impliquée dans les processus d'orientation attentionnelle involontaires (Vuilleumier et al., 2005).

L'insula intervient dans la représentation corticale des informations intéroceptives (thermiques, nociceptives, etc.). L'insula antérieure est impliquée dans la représentation des états émotionnels, dans leur prédiction, et serait à la base de l'expérience consciente des sentiments subjectifs (Singer et al., 2009). Sa destruction cause une perte du goût. L'insula antérieure est associée à un spectre d'états émotionnels subjectifs plus large comme la tristesse ou le fait de commettre des erreurs lors de tâches cognitives (Pichon and Vuilleumier, 2011).

Le striatum, constitué du noyau caudé, du putamen, et du striatum ventral (qui comprend le noyau accumbens), fait partie des GB. En lien avec le CCA, le striatum ventral est impliqué dans un circuit sous-cortical étroitement lié au plaisir et à la récompense (Kringelbach and Berridge, 2009) mais également dans certains apprentissages aversifs et la colère. Le noyau accumbens est impliqué dans l'expression motrice des émotions (sourire, adopter une posture agressive...) ainsi que dans les aspects motivationnels des mouvements. La motivation pourrait être codée par le striatum ventral : le striatum ventral pourrait amplifier l'activité neuronale dans le noyau caudé pour une opération cognitive et dans le putamen pour une action physique. Plus la motivation est forte et plus le striatum ventral s'active (Schmidt et al., 2012).

Le CPFVM et le CCA possèderaient un rôle charnière et permettrait de faire le lien entre régulation comportementale et cognitive (Delgado et al., 2008). Le CPFDL s'activerait au cours de la régulation émotionnelle et recruterait à son tour le circuit reliant le CPFVM et le CCA à l'amygdale qui est impliqué dans la régulation émotionnelle. Chacune de ces régions contribue par des aspects distincts à l'évaluation affective des signaux sensoriels et à la régulation émotionnelle.

c) Les voies ventrale et dorsale

Phillips et al. (Phillips et al., 2003) ont proposé deux systèmes neuronaux complémentaires dans le traitement de l'information que sont le système ventral et le système dorsal. Le système ventral correspond aux régions limbiques et corticales comme l'amygdale, l'insula, le striatum ventral, le thalamus, le CPFVM, le CO-F ainsi que les parties ventrales du CCA (Beckmann et al., 2009). Il permettrait le traitement automatique de l'information émotionnelle et interviendrait dans l'identification émotionnelle des stimuli émotionnels, dans la médiation des réponses autonomes aux stimuli mais également dans la génération des états affectifs (Bush et al., 2000; Rodriguez-Oroz et al., 2009).

Le CCA ventral, en lien avec l'amygdale (Ghashghaei et al., 2007), intervient dans l'évaluation de la saillance des informations émotionnelles et motivationnelles (Whalen et

al., 1998) mais également dans la régulation émotionnelle automatique considérée comme l'ensemble des processus inconscients et involontaires qui induisent une modification des différents aspects de la régulation émotionnelle (Phan et al., 2002). Le CO-F, structure du cortex frontal inférieur, est fortement connecté avec l'ensemble des cortex sensoriels, le lobe temporal et des structures sous-corticales comme l'amygdale et le striatum ventral. Il est responsable de l'intégration des informations viscérales et amygdaliennes sur l'état interne de l'organisme, ainsi que des informations limbiques et émotionnelles (Bonelli and Cummings, 2007).

La reconnaissance des émotions, la régulation des affects et d'autres capacités cognitives sociales dépendent principalement du CO-F (Blair, 2017). Des lésions uni- ou bilatérale du CO-F et du CCA entraîneraient des perturbations affectant l'identification des émotions, par la voix et les expressions faciales (Hornak et al., 2003). Le CO-F joue donc un rôle majeur dans la régulation des affects et des conduites sociales, notamment en anticipant les émotions associées à différentes actions potentielles (Damasio, 1994). En lien avec le CCA, le CPFVM est un centre majeur du contrôle de l'humeur et sous-tiendrait l'association entre les états émotionnels et les situations complexes associées (Bishop, 2008). En lien avec le CO-F et le système limbique, le CPFVM serait responsable de la perception des stimuli émotionnels saillants et de la génération des états affectifs (Phillips et al., 2003). Il interviendrait dans les processus émotionnels basiques comme l'identification des expressions faciales émotionnelles (Tsuchida and Fellows, 2012), en particulier négatives (Heberlein et al., 2008). Des lésions de ces structures engendreraient une altération spécifique de la reconnaissance des émotionnelles faciales et vocales (Kucharska-Pietura et al., 2003; Shaw et al., 2005). Le CPFVL interviendrait dans l'induction de la tristesse ou de la culpabilité, la remémoration d'un événement émotionnel et lors de la perception d'expressions faciales à valence négative (Phillips et al., 2003). Cette région a également été impliquée dans les interactions émotion-cognition (Phan et al., 2002) en réduisant l'impact de stimuli émotionnels négatifs perturbant la réalisation de tâches cognitives (Dolcos and McCarthy, 2006).

Le système dorsal du traitement de l'information émotionnelle regroupe l'hippocampe, le CCA dorsal, le CPFDL, et serait impliqué dans le fonctionnement exécutif et la modulation

de l'attention (Kerns et al., 2004). En lien avec le CPF et le CP, la partie dorsale du CCA permettrait de contrôler les conflits de réponses et d'anticiper les tâches cognitives exigeantes (Bush et al., 2000). La partie dorsale intervient également dans les processus affectifs en exerçant un contrôle cognitif sur le traitement émotionnel (Phillips et al., 2003) et permettrait une évaluation émotionnelle consciente (Kalisch, 2009). Le système dorsal serait donc impliqué dans la régulation volontaire des émotions permettant l'ajustement des comportements en fonction de l'environnement. Dans ce sens le système dorsal du traitement de l'information émotionnelle renvoie à la notion de contrôle cognitif définie précédemment (Phillips et al., 2003).

4. Altérations corticales

A travers les résumés des structures impliquées dans le contrôle cognitif et la régulation émotionnelle, nous avons mis en évidence un réseau commun de structures, comme le CPF, le CP, les GB ou le CCA, impliqué dans les processus exécutif, attentionnel et émotionnel (Moore et al., 2003; Fecteau and Munoz, 2006; Clark et al., 2015). Des lésions plus importantes de ces structures dans les CS chez la personne âgée pourraient expliquer les déficits exécutifs et pourraient également entraîner un manque de régulation de l'état émotionnel qui modifierait le traitement des informations à valence émotionnelle dans cette population (Richard-Devantoy et al., 2012).

Avec l'âge, l'activité cérébrale associée à la réalisation de tâches exécutives se caractérise par le recrutement d'un réseau similaire aux sujets jeunes mais également par le recrutement de régions cérébrales supplémentaires (Turner and Spreng, 2012). Ce recrutement pourrait compenser les diminutions d'activité cérébrale dans une région donnée pour effectuer une tâche demandée à un niveau similaire à celui des sujets jeunes (Cabeza, 2002). En effet, au cours de la réalisation de tâches exécutives, les personnes âgées, par rapport à des sujets jeunes, présentent une augmentation de l'activité au niveau des régions préfrontales et un recrutement de régions controlatérales supplémentaires (Turner and Spreng, 2012). La réalisation des tâches impliquant les fonctions exécutives serait associée à une réduction de l'activité cérébrale au niveau du CPFVL droit et à une

augmentation du CPFDL bilatéral, du gyrus frontal moyen droit, de l'aire motrice supplémentaire gauche et du CPF rostralatéral gauche (Spreng et al., 2010).

Dans la dépression de la personne âgée, de nombreuses études en imagerie ont montré une altération du réseau de contrôle cognitif avec une réduction du volume du CCA, du CPFDL et des ganglions de la base en comparaison avec des personnes âgées non dépressives (Ballmaier et al., 2004; Naismith et al., 2012; Tadayonnejad and Ajilore, 2014). Comparés à des patients âgés dépressifs non suicidaires, les patients dépressifs suicidants âgés présentent une diminution du volume de matière grise et blanche dans les régions frontale, pariétale et temporale, dans l'insula, le mésencéphale et le cervelet (Hwang et al., 2010), mais également des lésions de la SG sous-corticale (Ahearn et al., 2001). Les ganglions de la base sont affectés avec des lésions du striatum (Dombrovski et al., 2012) et une diminution plus importante du volume de matière grise et blanche dans le putamen et le pallidum (Hwang et al., 2010). L'altération importante de ces structures cérébrales pourrait empêcher la compensation des diminutions d'activité cérébrale chez les personnes âgées dépressives avec CS comme celles sans dépression et sans CS (Cabeza, 2002).

Les caractéristiques cérébrales structurelles comme le volume, la densité et l'épaisseur corticale de régions postérieures et frontales sont susceptibles d'influencer le fonctionnement exécutif (Takeuchi et al., 2012; Manard et al., 2014; Yuan and Raz, 2014). Dans ce sens, les modifications corticales et sous corticales associées aux CS, comme des lésions du CPFDL (Pu et al., 2015), pourraient expliquer un dysfonctionnement exécutif plus important chez les personnes âgées dépressives avec des CS en comparaison avec individus âgés non malades et des individus âgés dépressifs non suicidaires (Shamay-Tsoory and Aharon-Peretz, 2007). Par exemple, une étude a montré que des altérations plus importantes du CPFDL et du CO-F aurait un rôle prépondérant dans la présence d'IS chez les patients atteints de dépression (Pu et al., 2015). Chez les dépressifs suicidés, les astrocytes fibreux de la matière blanche dans le CCA seraient hypertrophiés et présenteraient un nombre de contacts synaptiques réduit (Hercher et al., 2010). Les personnes âgées dépressives avec des antécédants de TS présenteraient également des lésions du striatum (Dombrovski et al., 2012).

Des lésions du CPFDL impliquées dans le contrôle cognitif et la modulation de l'attention (Kerns et al., 2004), pourraient faciliter le développement de la crise suicidaire par le biais d'un manque de régulation de l'état émotionnel (Richard-Devantoy et al., 2012). Le traitement d'une information à valence émotionnelle du sujet âgé dépressif avec CS pourrait être influencé à la fois par des difficultés lors de l'intégration du stimulus ou par son propre état affectif. Ainsi, l'étude des stratégies mises en place lors du traitement de l'information à valence émotionnelle pourrait apporter des éléments de compréhension concernant la difficulté de régulation de l'état émotionnel chez la personne âgée dépressive avec des CS.

D. Evaluation du risque suicidaire

1. La recherche de facteurs de risque

L'analyse des facteurs de risque associés au suicide permet de concevoir des interventions ciblées (Trueland, 2014). La recherche des facteurs de protection permet de cerner les forces possibles et la résilience pouvant servir à atténuer le risque suicidaire. Cependant, ces facteurs sont nombreux et déterminer dans quelle mesure ils interagissent et peuvent conduire au suicide rend complexe leur évaluation. Par exemple, une TS dans la vie d'un individu reste un phénomène relativement rare et l'intervalle de mesure du risque suicidaire peut varier entre 1 et 20 ans (Beck et al., 2001). Cet intervalle de mesure témoigne de la nature chronique du risque suicidaire. Dans ce sens, certains facteurs de risque, comme les IS ou les TS datant de plusieurs années, ne peuvent pas être considérés comme significatifs du point de vue clinique pour évaluer le risque suicidaire à court terme (Rudd et al., 2006).

Chez la personne âgée, la crise suicidaire est souvent discrète et masquée par des plaintes somatiques (Hawton and van Heeringen, 2009). Ainsi, les personnes âgées qui consultent un médecin avant leur suicide ont tendance à lui faire part de leurs symptômes somatiques (insomnie, perte de poids, etc.) ou de leur désespoir, mais ne livrent

habituellement pas leurs pensées suicidaires à moins d'être directement questionnées à ce sujet (Conwell and Thompson, 2008). D'après l'étude de Luoma et al. (2002) (Luoma et al., 2002), les suicidés âgés de plus de 65 ans sont 75% à consulter leur médecin généraliste dans le mois qui précède leur décès. De plus, selon d'autres études, la moitié des personnes âgées suicidées ont consulté leur médecin généraliste 7 à 10 jours avant leur suicide (Harwood et al., 2000; Prévile et al., 2005; Conwell and Thompson, 2008).

Néanmoins, il est erroné de penser que les personnes âgées qui veulent se suicider ne donnent pas d'indication à leur entourage sur leur intention avant de passer à l'acte ou encore que les personnes qui expriment un désir de se suicider ne le font que pour attirer l'attention. Les trois quarts des personnes âgées décédées par suicide ont rapporté à des parents ou des amis avoir eu des IS au cours de l'année précédant leur acte (Waern et al., 1999). L'expression d'IS ne doit donc jamais être banalisée, et doit toujours être prise en considération. Plusieurs obstacles peuvent empêcher le professionnel de santé d'être en mesure de reconnaître et de traiter adéquatement le risque suicidaire comme par exemple les contraintes de temps des consultations. Les personnes qui viennent en consultation ont peu de temps pour évoquer leurs inquiétudes concernant leur santé mentale.

La reconnaissance de facteurs de risque demeure possible pour évaluer le risque suicidaire pourtant elle ne permettrait pas de répondre à la question de l'éventualité d'un passage à l'acte, à un moment précis, chez une personne donnée (Ducher and Terra, 2006). Par conséquent, il a été développé d'autres moyens d'aide au diagnostic permettant de faciliter l'évaluation du risque suicidaire.

2. Les outils psychométriques

a) Les échelles psychiatriques

De nombreux outils ont été élaborés afin de compléter l'évaluation clinique du risque suicidaire chez le patient adulte hospitalisé en psychiatrie. Parmi ces outils on peut citer l'échelle d'idéation suicidaire de Beck (BSS), l'échelle d'idéation suicidaire modifiée, l'échelle d'intention suicidaire (SIS), l'échelle de probabilité de suicide (SPS), l'échelle

interRAI de la gravité du comportement autodestructeur (interRAI SOS), ou encore le questionnaire sur les comportements suicidaires (SBQ). Cependant, très peu d'échelles ont été validées chez la personne âgée. En effet, la grande majorité d'entre elles ont été développées pour les enfants, les adolescents, les étudiants ou les adultes jeunes (Mireault and De Man, 1996). Plusieurs paramètres des échelles sont à prendre en considération pour juger de leur efficacité dans la détection du risque suicidaire ou leur prédiction (Tableau 3) (Perlman et al., 2011).

Fiabilité	La fiabilité est la capacité du test à fournir des scores similaires, quels que soient les évaluateurs, les situations ou les périodes. Un des coefficients mesurant la fiabilité est le coefficient alpha de Cronbach (ou α). La fiabilité va de 0 à 1,0. Une note plus élevée indique que les éléments mesurent de façon constante la variable d'intérêt. En règle générale, une note de 0,7 ou plus indique une bonne fiabilité.
Validité	La validité renvoie à sa capacité de mesurer ce qu'il est censé mesurer et de différencier au sein d'une population cible les sujets ayant une forte probabilité d'avoir une maladie ou une anomalie de ceux qui en sont exempts.
Sensibilité	La sensibilité est définie comme la proportion de personnes qui ont effectivement la maladie et dont le test est positif (vrais positifs, VP). La sensibilité exprime donc la probabilité que le test soit positif alors que la personne est malade. La sensibilité est donnée par le nombre de vrais positifs (VP) divisé par le nombre total de personnes atteintes de la maladie.
Spécificité	La spécificité correspond à la proportion de personnes qui n'ont pas la maladie et dont le test est négatif (vrais négatifs, VN). La spécificité exprime la probabilité que le test soit négatif alors que la personne n'a pas la maladie recherchée. Elle est donnée par le nombre de vrais négatifs divisé par le nombre total de personnes indemnes de la maladie
Valeur de prédiction positive	La valeur de prédiction positive (VPP) correspond à la probabilité que la personne soit réellement malade en cas de test positif. Elle correspond au nombre de VP divisé par le nombre total de personnes dont le test est positif (malades et non malades).
Valeur de prédiction négative	La valeur de prédiction négative (VPN) correspond à la probabilité que la personne n'ait pas la maladie en cas de test négatif. Elle correspond au nombre de VN divisé par la somme totale de personnes dont le test est négatif (malades et non malades).

Tableau 3: Considérations psychométriques et techniques en vue d'évaluer les outils d'évaluation du risque de suicide (Perlman et al., 2011).

Une synthèse bibliographique sur les échelles mesurant le risque suicidaire chez la personne âgée a montré que seules trois échelles ont été validées dans cette population : l'échelle d'idéation suicidaire gériatrique (GSIS), l'échelle de désespoir de Beck (Beck Hopelessness Scale ou BHS) et la BSS (Rakotorolahy et al., 2018). La GSIS (Heisel and Flett, 2006), est un outil permettant d'évaluer l'IS chez les personnes âgées. Le score est évalué selon une échelle de 5 points allant de fortement en désaccord (1 point), en désaccord, sans avis, d'accord, à fortement d'accord (5 points). La GSIS est composée de 31 questions dont le score global obtenu varie de 31 à 165. La GSIS apporte des informations sur l'IS, le sens donné à la vie, la perte d'une utilité personnelle et sociale, et l'idéation de la mort. Les scores GSIS pourraient prédire de manière significative l'IS mais pas une TS (Heisel and Flett, 2016). La GSIS possède une fiabilité acceptable avec un coefficient alpha de Cronbach de 0,90 ($\alpha = 0,90$) et compris entre 0.74 et 0.86 ($0,74 \leq \alpha \leq 0,86$) pour ses sous échelles (Heisel and Flett, 2006). Les réponses à la GSIS ont démontré une forte validité par rapport à l'échelle d'idéation suicidaire de Beck ($r = 0,62$) et à l'échelle de dépression gériatrique ($r = 0,77$) (Heisel et al., 2005).

La BHS (Beck et al., 1988) est un auto-questionnaire utilisé chez les personnes âgées, les patients psychiatriques et les patients non psychiatriques (Neufeld et al., 2010). Ce test comprend vingt questions de type « vrai/faux » qui permettent d'évaluer trois aspects du désespoir : les sentiments négatifs envers l'avenir, la perte de motivation et les attentes pessimistes. Chacune des 20 questions reçoit un score de 0 ou 1. Le score total est calculé en additionnant les réponses pessimistes à chacune des 20 questions. Ainsi, plus le score total est élevé, plus le désespoir est grand. Le score seuil du risque suicidaire indiqué pour la BHS est de 9 (Beck et al., 1985). Cependant la BHS n'est pas adaptée pour une utilisation dans l'identification des personnes à haut risque d'automutilation répétitive et non suicidaire, ni pour une utilisation dans les situations d'urgence (Cochrane-Brink et al., 2000). Les scores obtenus par la BHS se sont avérés fiables avec un coefficient alpha de Chronbach compris entre 0,82 et 0,93 chez les groupes de personnes souffrant de maladie mentale (Beck et al., 1988).

L'échelle d'idéation suicidaire de Beck (Beck et al., 1979) (Scale of suicide ideation, SSI ou Beck Scale for suicide idéation, BSS pour la version auto-questionnaire du SSI) mesure

l'intensité actuelle et immédiate des CS dénotant une intention de mettre fin à ses jours. La BSS est l'une des mesures les plus utilisées pour évaluer l'IS dans plusieurs populations dont les personnes âgées (Mireault and De Man, 1996). L'échelle comprend 21 items mesurant l'intensité suicidaire sur une échelle de 0 à 2. Les notes attribuées aux 19 premiers items sont additionnées pour obtenir un score global allant de 0 à 38. Trois items évaluent le désir de vivre ou le désir de mourir et deux items évaluent le désir de faire une tentative de suicide. Si une IS active ou passive est observée, 14 items supplémentaires sont administrés pour évaluer la durée et la fréquence de cette idéation. La BSS indique une cohérence interne modérément élevée, avec des coefficients alpha de Cronbach allant de $\alpha = 0,84$ à $\alpha = 0,89$. Les réponses à la BSS® sont étroitement liées à celles de l'inventaire de dépression de Beck et l'échelle de dépression de Hamilton (Brown et al., 2002). La BSS® figure parmi les quelques outils d'évaluation qui ont documenté une validité prédictive des décès par suicide. Ainsi, dans le cadre d'une étude prospective sur 20 ans, les patients considérés à risque élevé étaient sept fois plus susceptibles de mourir par suicide que les patients considérés à moindre risque (Brown et al., 2000). Cependant, la validité prédictive de la BSS® pour le risque aigu de suicide n'est pas mentionnée dans la littérature.

D'autres outils permettent de mesurer le risque suicidaire. Par exemple l'échelle de Columbia (Columbia-Suicide Severity Rating Scale ou C-SSRS) (Posner et al., 2008) propose d'évaluer la gravité du risque suicidaire à travers la présence d'IS et leur intensité, ainsi que la présence de comportements suicidaires. Cette échelle présente une bonne corrélation avec la BSS ($r = 0,61$) et dans ce sens, pourrait convenir à une population âgée (Mundt et al., 2010). Cependant, peu d'informations concernant la fiabilité et la validité de la C-SSRS sont retrouvées dans la littérature (Sadek, 2018). Un autre outil, l'échelle d'intention suicidaire (Suicide Intent Scale ou SIS), qui comprend 15 questions, permet d'évaluer le degré de gravité d'intention suicidaire sur une échelle allant de 0 à 2 pour chaque question, soit un score total variant entre 0 et 30. Ainsi, plus le score total de l'échelle SIS est élevé plus le risque d'intention suicidaire serait élevé. Les questions 1 à 8 évaluent les circonstances objectives entourant la TS, notamment des questions concernant la préparation, le moyen d'exécution de la tentative, le contexte ainsi que les signes précurseurs chez le patient qui peuvent faciliter ou gêner la découverte d'une TS. Les questions 9 à 15 couvrent la

perception qu'a l'auteur de la tentative, de la létalité, de la méthode ; les attentes quant à la possibilité d'un sauvetage et d'une intervention et les raisons alléguées de la tentative. Compte tenu du manque d'efficacité pour prédire une TS, l'échelle SIS n'est pas efficace pour évaluer le risque suicidaire.

Finalement, très peu d'échelles ont été développées pour évaluer le risque suicidaire chez la personne âgée (Perlman et al., 2011). La BSS ou le SIS ont certes une valeur prédictive du suicide, cependant une méta-analyse a montré en 2016 qu'aucune des sept études de cohorte prospectives utilisant la BSS ou le SIS n'avait pu fournir de preuves suffisantes pour étayer leur utilisation dans la prédiction du suicide chez la personne âgée (Chan et al., 2016). En effet, les résultats de cette méta-analyse ont montré que les VPP restaient très faibles entre 1,3 % à 16,7 % pour le BHS et le SIS.

Même si ces échelles constituent une source précieuse de renseignement pour l'ensemble du processus d'évaluation du risque suicidaire (Perlman et al., 2011), il n'a pas été démontré qu'elles pouvaient être utiles pour prédire de manière fiable les décès par suicide (Sadek, 2018). L'utilisation systématique de ces échelles de mesure, ou une confiance excessive dans l'identification des facteurs de risque en pratique clinique, pourrait constituer une fausse garantie (Chan et al., 2016). Ainsi, une méta-analyse récente sur l'évaluation du risque suicidaire montre que la moitié des personnes identifiées initialement comme étant à faible risque, présentaient finalement un risque de passage à l'acte plus élevé que les personnes qui étaient pour leur part identifiées initialement comme étant à haut risque (Large et al., 2016). Cette méta-analyse montre les limites de ces échelles. Les échelles utilisées pour l'évaluation du risque suicidaire doivent éclairer le jugement clinique sans toutefois s'y substituer (Barker and Buchanan-Barker, 2004).

b) Les tests neuropsychologiques

Comme nous l'avons déjà évoqué précédemment, les personnes âgées dépressives avec des CS ont de moins bonnes performances aux tests évaluant les fonctions exécutives que celles sans CS (Richard-Devantoy et al., 2016b). Ces tests pourraient donc être utilisés pour repérer des déficits spécifiques associés aux CS chez la personne âgée dépressive. Par

exemple, une étude utilisant l'épreuve de Stroop (Richard-Devantoy et al., 2012), qui implique notamment l'inhibition d'une réponse verbale automatique (avec une condition d'interférence consistant à dénommer la couleur du mot écrit dans une autre couleur comme par exemple, le mot « rouge » imprimé en bleu) (Stroop, 1935; Meulemans, 2008), a mis en évidence des performances déficitaires (plus d'erreurs d'inhibition) chez les personnes âgées dépressives avec des CS en comparaison à des personnes âgées dépressives sans CS. Cependant, pour certains auteurs, les performances déficitaires observées chez les personnes âgées dépressives avec CS au test de Stroop ne seraient pas attribuable à un déficit spécifique d'inhibition mais plutôt à un ralentissement de la vitesse du traitement de l'information (Keilp et al., 2013). En effet comme nous l'évoquions, certains processus indirectement liés aux fonctions exécutives paraissent jouer un rôle important dans le déclin du fonctionnement cognitif. Le ralentissement du traitement de l'information est une des altérations cognitives les plus citées dans la dépression de la personne âgée, (Albinet et al., 2012).

A l'aide d'un test mesurant mesurant les capacités de flexibilité et d'inhibition, le Trail Making Test forme B (TMT B) (Reitan, 1958), Richard-Devantoy et al., (Richard-Devantoy et al., 2012) ont montré des performances déficitaires (erreurs de persévération plus fréquentes) chez les personnes âgées dépressives suicidaires que chez celles non suicidaires. Dans ce test il faut relier en alternance, des chiffres de 1 à 13 dans l'ordre croissant et des lettres (A à L) dans l'ordre alphabétique. Une autre étude utilisant le test de classement de cartes du Wisconsin (ou Wisconsin Card Sorting Tests, WCST) (McGirr et al., 2012) a montré chez les personnes âgées dépressives et suicidaires une altération plus importante du fonctionnement exécutif comparé aux sujets âgés avec une dépression sans antécédent personnel de TS. Dans le WCST, le sujet doit classer des cartes selon une règle qu'il doit découvrir en fonction des retours que lui donne l'expérimentateur sur ses réponses. Lorsque la règle est maîtrisée, elle est changée pour une autre règle de classification. Cette épreuve permet d'évaluer les capacités de flexibilité cognitive des sujets.

Le dysfonctionnement exécutif retrouvé chez les personnes âgées dépressives et suicidaires étant indépendant du dysfonctionnement associé à la dépression seule et à son degré de sévérité (Dombrovski et al., 2008; Richard-Devantoy et al., 2016b), ces déficits

exécutifs pourraient donc apporter des informations sur le risque suicidaire. Cependant, les résultats sont contradictoires concernant l'utilisation des tests cognitifs. Dans l'étude de King et al. (King et al., 2000) les performances au TMT et au WSCT sont similaires entre les groupes suicidaire et non suicidaire chez les personnes âgées dépressives. Une autre étude n'a pas trouvé de différence au test de Stroop et au TMT entre des patients âgés dépressifs suicidaires et des patients âgés dépressifs non suicidaires (Richard-Devantoy et al., 2011). De plus, l'interprétation de ces tests cognitifs pour identifier les CS reste difficile. En effet, les scores obtenus à ces tests ne sont pas nécessairement une mesure pure du fonctionnement exécutif car ils sont aussi sous-tendus par différents processus non exécutifs (Miyake and Friedman, 2012).

Par ailleurs, la présence d'un dysfonctionnement cognitif ne peut que rarement être décelé sur la base d'une faible performance à un seul score de test (Keefe, 1995). Dans le domaine exécutif, il a été ainsi démontré qu'un score faible isolé n'a que peu de pertinence dans l'évaluation clinique (Iverson et al., 2011; Gunner et al., 2012; Karr et al., 2017). Par ailleurs, les modifications du fonctionnement exécutif liées à l'âge, ainsi que les déficits exécutifs associés à la dépression rendent encore plus complexe l'analyse des performances exécutives associées aux CS. L'ensemble des difficultés rencontrées pour permettre une évaluation précise d'un risque suicidaire incite à développer des outils plus fiables et précis pour détecter les déficits cognitifs associés aux CS chez la personne âgée dépressive.

3. Apport des mouvements oculaires

L'analyse des mouvements oculaires (MO) pourrait constituer une aide intéressante dans l'étude des facteurs de risque du suicide. L'utilisation d'un oculomètre permet une mesure répétitive et en continu des MO, limitant les biais de mesure des tests neuropsychologiques (p. ex. lancement de la tâche, chronométrage, tremblements des membres supérieurs, difficultés langagières). Les tâches expérimentales utilisées sont relativement brèves et simples à comprendre, ce qui les rend accessibles à la majorité des patients (Laurent et Vandel, 2016). D'un point de vue cérébral, les processus oculomoteurs étant incarnés dans la globalité du fonctionnement cognitif, les circuits neuronaux des saccades oculaires

fonctionnent en interconnexion avec différentes régions associées aux multiples processus cités précédemment. La réalisation des MO implique ainsi des processus attentionnels et exécutifs et sont considérés comme de bons indicateurs du contrôle cognitif (Pierrot-Deseilligny et al., 2004; Hutton, 2008; Armstrong and Olatunji, 2012).

Les enregistrements réalisés des MO permettent de dériver un nombre considérable de paramètres (p. ex. latence, vitesse, durée, amplitude, direction, fréquence) ainsi qu'une analyse objective d'un processus cognitif (Hutton, 2008). En effet, une étude récente chez les personnes âgées (Noiret et al., 2017) a examiné les relations entre les paramètres des saccades oculaires et les scores obtenus sur plusieurs tests neuropsychologiques conçus pour mesurer des processus cognitifs spécifiques tels que la vitesse de traitement, la flexibilité cognitive et le processus d'inhibition. Selon les auteurs, les corrélations positives trouvées entre la latence des saccades et les mesures de vitesse de traitement de l'information des tests neuropsychologiques comme le TMTA et le Stroop, confirment la relation entre la latence et la vitesse de traitement. Les corrélations négatives trouvées entre la proportion d'AS correctes et le temps nécessaire pour effectuer le TMTB et le Stroop, ajoutent un argument en faveur de l'implication du fonctionnement exécutif dans la tâche d'AS.

La littérature sur les MO a montré un impact des pathologies d'ordre psychiatrique et neurologique sur les paramètres de base saccades oculaires (Leigh and Kennard, 2004; Fielding et al., 2015). Par exemple, une étude a montré à travers des tâches de prosaccades (PS) et d'antisaccade (AS) que certains paramètres des saccades oculaires chez des personnes âgées dépressives étaient plus altérés que chez des personnes âgées non dépressives (Carvalho et al., 2014). Les auteurs ont interprété ces données comme étant dus à un ralentissement du traitement de l'information et une altération des capacités d'inhibition. Ainsi, l'altération des paramètres oculomoteurs étaient associées à des déficits cognitifs plus importants en lien avec la dépression.

Les stratégies du traitement de l'information visuelle, et particulièrement de l'information émotionnelle, sont spécifiques à certaines pathologies comme la dépression (Noiret et al., 2015), la schizophrénie ou encore l'autisme (Marsh and Williams, 2006) et

peuvent être associés aux mouvements et aux fixations oculaires (Marsh and Williams, 2006; Boraston and Blakemore, 2007; Clark et al., 2010; Noiret et al., 2015). En effet, l'analyse des fixations oculaires sur un stimulus permet d'étudier la manière dont un individu va traiter préférentiellement l'information de son environnement. Par exemple, Noiret et al., (Noiret et al., 2015) ont montré des modifications des patterns de fixations dans la dépression du sujet âgé dans des tâches d'exploration visuelle sur des portraits avec un désengagement des zones émotionnelles (bouche et yeux) sur des visages tristes ou neutres mais pas pour les visages exprimant de la joie. Une dégradation des mécanismes de poursuite visuelle a été également observée dans la dépression et serait associée aux troubles cognitifs retrouvés dans cette pathologie (Fabisch et al., 2009; Heitger et al., 2009). Ainsi, l'analyse des MO pourrait s'avérer particulièrement intéressante en raison de la finesse et de l'objectivité des données qu'elle permet d'aborder par rapport aux tests conventionnels et peut être envisagée comme une procédure d'exploration non invasive des troubles attentionnels et cognitifs retrouvés chez les personnes âgées dépressives avec CS.

II. Les mouvements oculaires

A. Les saccades oculaires

1. Définitions

Les saccades oculaires sont des mouvements conjugués des deux yeux, extrêmement rapides ($30^\circ/s$ à $700^\circ/s$) et de faible durée (jusqu'à 150 ms). Comme nous l'évoquions, les saccades nous permettent d'orienter le regard précisément sur une cible sur laquelle nous voulons porter notre attention, afin de placer cette dernière sur l'axe de la fovéa et permettre le traitement de l'information visuelle (Leigh and Zee, 2006; Wong, 2008; Noiret et al., 2017). Les deux yeux vont ainsi se déplacer dans la même direction au même moment pour nous permettre une exploration visuelle du monde. Chaque saccade se caractérise par plusieurs paramètres qui peuvent être mesurée (Figure 10) :

- **L'amplitude** d'une saccade, exprimée en degrés, se définit comme la différence entre la position finale et la position initiale des yeux, soit avant et après la saccade.
- **Le gain** d'une saccade donne une information sur la précision d'une saccade. Il est calculé comme étant la différence entre la position finale et la position initiale de l'oeil divisée par l'excentration de la cible (Leigh and Zee, 2006; Wong, 2008; Noiret et al., 2017). Autrement dit, le gain correspond à la différence entre la position d'atterrissage de l'oeil et la position réelle du stimulus à viser. Quand le gain est égal à 1, la saccade a permis aux yeux d'attendre la cible et de la fixer avec précision. La saccade est dite « normométrique ». Si le gain est inférieur à 1, la fixation a eu lieu avant la cible et a nécessité un ajustement pour amener cette cible au niveau de la fovéa. On parle alors de saccade « hypométrique ». A l'inverse, si le gain est supérieur à 1, la fixation s'est faite après la cible et a nécessité également un ajustement. La saccade est dite hyperométrique. Les saccades oculaires ont une légère

tendance à être hypométriques avec un gain proche de 0,95 (Becker and Fuchs, 1969).

- **La durée** de la saccade se définit comme l'intervalle de temps qui s'écoule entre le début et la fin du mouvement. De l'ordre de quelques dizaines de millisecondes, elle dépend également de son amplitude.
- **La vitesse** d'une saccade peut correspondre à la vitesse moyenne ou à la vitesse maximum (pic de vitesse) exprimée en °/s. Le pic de vitesse correspond à la vitesse maximale des yeux au cours du mouvement et augmente proportionnellement avec l'amplitude de la saccade (400-600 deg/sec). Cette relation entre les deux paramètres est appelée séquence principale (Bahill et al., 1975). De plus, il existe une relation linéaire entre l'amplitude d'une saccade et sa durée. Plus la durée de la saccade augmente, plus l'amplitude augmente. Ces deux paramètres permettent d'évaluer les phases d'accélération et de décélération des MO exprimées en °/s². Les saccades se caractérisent par une accélération initiale brusque et d'une décélération rapide pour permettre d'arrêter le mouvement.
- **La latence** correspond au temps compris entre le temps d'apparition du stimulus (ou de la consigne comme un signal de départ, l'apparition d'une nouvelle cible, fin de la saccade précédente...) et le début de la saccade. La latence des saccades est généralement comprise entre 150 et 500 ms et permet de classer les saccades. La latence des saccades serait théoriquement inférieure à 100 ms, cependant les latences observées sont en moyenne de 200ms avec une grande variabilité (Carpenter, 1981). Ce délai plus long est attribué au "temps de décision" nécessaire pour accumuler et traiter les informations afin de décider quand déclencher une saccade (Noiret et al., 2017). Le processus sous-jacent au déclenchement d'une saccade est long et le retard dans le déclenchement de la saccade va dépendre de l'efficacité du traitement de l'information de base et du processus cognitif impliqué dans la tâche (Hutton, 2008). L'étude des latences donne des informations sur la vitesse de traitement de l'information.

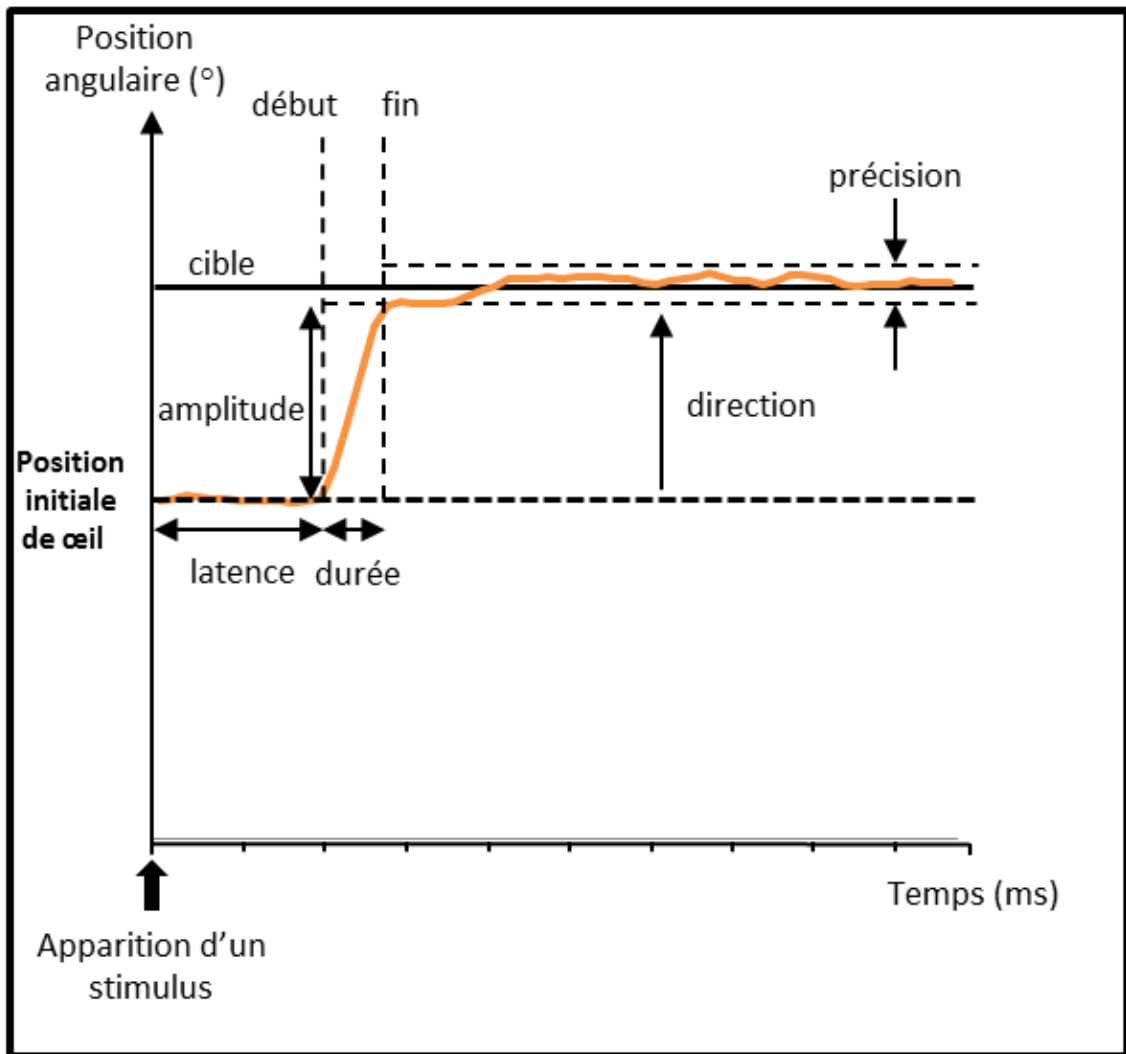


Figure 10 : Visualisation d'une saccade au cours d'un enregistrement de mouvements oculaires.

2. Les types de saccades

On distingue généralement deux premières catégories de saccades sur la base de leur latence : les saccades réflexes ou volontaires (Deubel, 1995). Les saccades réflexes (ou réactives) sont déclenchées de manière automatique en réponse à l'apparition d'un stimulus dans le champ visuel. Ces saccades sont déclenchées par un événement externe comme l'apparition soudaine d'un nouveau stimulus (visuel ou auditif) dans notre environnement. Elles permettent également de suivre des yeux un objet se déplaçant rapidement. La latence d'une saccade réflexe chez l'être humain varie de 150 à 200 ms en moyenne. Les saccades

expresses, qui appartiennent à la catégorie des saccades réflexes, sont déclenchées plus précocement avec des latences de 90-120 ms (Fischer and Breitmeyer, 1987).

Les saccades volontaires sont guidées par des facteurs endogènes et se différencient des saccades réflexes par des latences plus élevées, généralement supérieures à 250 ms (Alahyane et al., 2007) et par une précision plus grande (Lemij and Collewyn, 1989). Parmi ces saccades, les saccades d'exploration sont les plus fréquemment utilisées pour l'orientation du regard entre des cibles visuelles stables. Elles permettent l'exploration d'objets d'intérêt déjà présentés dans notre environnement. Leur latence est de l'ordre de 300 ms (Deubel, 1995). Parmi les saccades volontaires, on retrouve également les saccades retardées, dont la latence moyenne est de 270 ms (Collins et al., 2007). Les saccades mémorisées, dont la latence est supérieure à 200 ms, sont produites par l'orientation du regard vers la position mémorisée d'une cible présentée auparavant (Deubel, 1995). Les saccades prédictives sont produites par l'orientation du regard entre deux cibles alternées selon un rythme régulier.

Les saccades oculaires sont indissociables des fixations oculaires. La durée moyenne d'une fixation se situe entre 200 et 300 ms. Au cours de ces fixations, des MO interviennent pour faire varier la stimulation lumineuse sur la rétine et éviter les mécanismes d'habituations au niveau des photorécepteurs de la rétine susceptibles d'entraîner un arrêt de la transmission de l'information visuelle jusqu'aux aires de traitement (Yarbus, 1967). Parmi les fixations, le mouvement de dérive est un déplacement lent et irrégulier des axes optiques pour garder la cible sur la fovéa. Le tremor, ou tremblement, est un mouvement constant des yeux de faible amplitude mais de haute fréquence. Les micro-saccades, saccades involontaires de faibles amplitudes (moins de 1°) et de très courtes durées, pourraient participer au maintien de la netteté sur la rétine (Rolfs, 2009). Les microsaccades ainsi que les glissades (ou dérives lentes d'un ou des deux yeux) indiquent que la notion de fixation est relative et que les yeux ne sont jamais parfaitement immobiles.

3. Parcours oculomoteur

Les saccades oculaires sont donc des MO rapides qui orientent notre regard vers de nouveaux objets d'intérêt alors que la poursuite visuelle, les mouvements de vergence ou encore les réponses vestibulaires et optocinétiques, sont des MO lents qui stabilisent l'image d'objets sur la rétine. L'acuité visuelle est très réduite durant les saccades : l'image défile rapidement sur la rétine ce qui abaisse la sensibilité de notre système nerveux aux informations visuelles. On parle alors de « suppression saccadique » (Bridgeman et al., 1975). Pendant l'exploration de notre environnement ou de scènes visuelles, le traitement de l'information visuelle se fait principalement au cours des fixations oculaires, périodes de stabilité oculaire entre les saccades (Figure 11). Les fixations oculaires peuvent apporter des indices comportementaux pertinents sur la façon dont un individu va traiter préférentiellement l'information environnementale (Noiret et al., 2017).

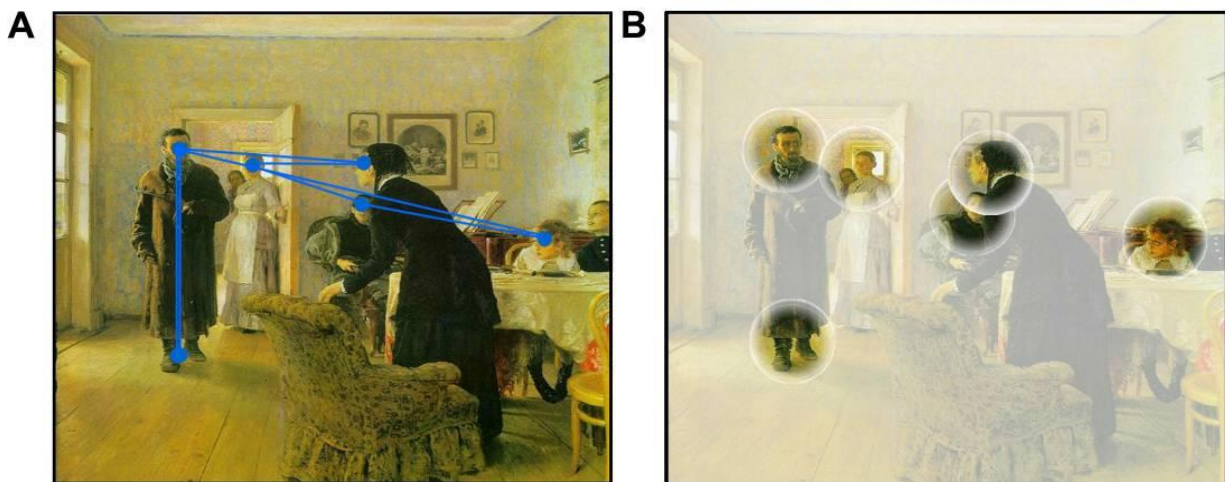


Figure 11 : Le traitement de l'information visuelle pendant les fixations. Partie A : Les traits bleus correspondent aux saccades et les points bleus correspondent aux fixations. Partie B : Les informations visuelles sont obtenues au cours des fixations. Le flou schématise la diminution de l'acuité visuelle lorsque la distance à la fovéa augmente (Wurtz, 2008).

Pour obtenir des informations visuelles précises sur les détails d'un objet dans une scène de notre environnement, il est nécessaire de traiter toutes les informations et d'en extraire les caractéristiques spécifiques. Dans ce sens, une seule fixation ne permet pas d'explorer l'intégralité d'une scène et il est donc nécessaire de réaliser un scanpath pour obtenir un traitement précis de la scène dans sa globalité (Hollingworth et al., 2001). Le scanpath se définit comme le « parcours des événements oculomoteurs à travers l'espace dans une certaine période de temps » (Holmqvist et al., 2011). Il décrit physiquement les MO par une séquence ordonnée de fixations et de saccades nécessaires à la récupération de l'information recherchée et dépend donc de l'attention visuelle. L'attention visuelle facilite le traitement des informations visuelles les plus saillantes avec une tendance à se démarquer physiquement (attention exogène ou « bottom-up»), ou facilite le traitement des informations qui correspondent d'avantage aux objectifs comportementaux fixés par des consignes spécifiques ou des facteurs de motivation (attention endogène ou « top-down »), tandis que les stimuli non pertinents sont filtrés (Posner, 2016; Paneri and Gregoriou, 2017).

La saillance se définit comme la qualité d'un stimulus qui lui permet de se distinguer des autres stimuli présents (Fecteau and Munoz, 2006). Dans le modèle de saillance des stimuli (Fecteau and Munoz, 2006), un premier traitement de l'information permet de déterminer différentes cartes de traits qui à leur tour formeront une de saillance permettant d'identifier et sélectionner l'objet le plus saillant de la scène, puis, une fois celui-ci traité, le second objet le plus saillant, et ainsi de suite. Il existe une corrélation positive entre le nombre de fixations oculaires sur un objet et la saillance de ce dernier sur une scène visuelle (Itti and Koch, 2000; 2001). L'intensité de la saillance d'un objet peut dépendre d'un nombre important de caractéristiques comme la couleur, l'orientation, la taille, la forme, le mouvement, le contraste, la luminance (Baddeley and Tatler, 2006) (Castelhano and Henderson, 2008).

Les caractéristiques des saccades et des fixations peuvent également être modulées par des facteurs propres à l'individu, des facteurs internes (endogènes), comme ses intentions, ses besoins, ses buts, ses objectifs, ses connaissances (Yarbus, 1967; Ballard and Hayhoe, 2009), son niveau d'expertise (Humphrey and Underwood, 2009), sa motivation, ses besoins (Carpenter, 1981; Hutton, 2008; Wright and Ward, 2008) ou encore la pathologie (Leigh and

Kennard, 2004) comme la dépression (Noiret et al., 2015), la schizophrénie ou encore l'autisme (Marsh and Williams, 2006). Par exemple, une expérimentation de Yarbus en 1967 a montré que l'exploration visuelle d'une image différait selon les consignes données. Les saccades et les fixations formaient des parcours oculomoteurs spécifiques vers les informations pertinentes selon les directives (Figure 12) (Yarbus, 1967).

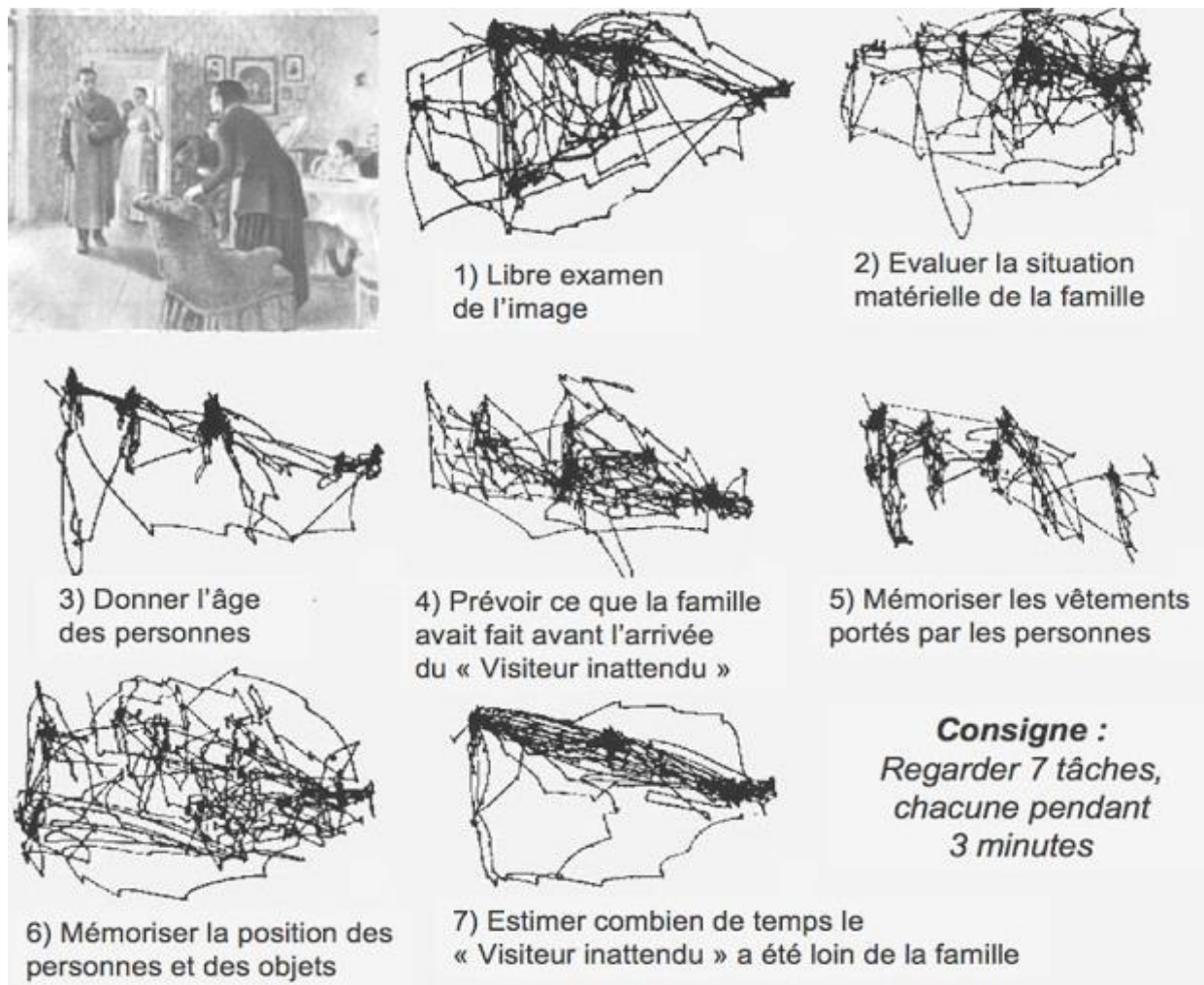


Figure 12 : Exploration visuelle d'une image en fonction des différentes consignes pendant une durée de 3 minutes (Yarbus, 1967).

Plusieurs études sur les saccades oculaires admettent le lien étroit existant entre attention et saccades oculaires (Hutton, 2008; Wright and Ward, 2008). Certains auteurs

considèrent que la planification d'une saccade précède le déplacement attentionnel et que cette première est la cause de ce dernier (Van der Stigchel and De Vries, 2015). Pour d'autres auteurs, le déplacement attentionnel et la planification des saccades sont corrélés, coordonnés, sans relation de causalité entre les deux (Posner, 2016). Néanmoins, une grande majorité des auteurs admettent que le déplacement attentionnel précède l'arrivée de la saccade sur une même localisation (Deubel, 1995; Wright and Ward, 2008).

4. Les structures corticales et sous-corticales des saccades oculaires

Dans notre environnement, une stimulation, qu'elle soit visuelle, tactile ou auditive, peut être transformée en commande motrice pour permettre la production d'une saccade en direction de ce stimulus. Cette production fait intervenir de nombreuses aires sensorielles, attentionnelles, intentionnelles, mnésiques et motrices. Le développement des techniques comme la tomographie par émission de positons (TEP), l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) ou l'eye tracking permettent aujourd'hui de bien connaître les structures corticales et sous-corticales qui contrôlent les différents MO chez l'Homme, y compris les saccades oculaires (Gaymard et al., 1998; Pierrot-Deseilligny et al., 2004; Rucker, 2010; Horn and Leigh, 2011). Le système neuronal des saccades implique de nombreuses zones cérébrales comme le thalamus, le cervelet, le colliculus supérieur, la formation réticulée pontique (FRP) du tronc cérébral ou encore les cortex visuels (CV), pariétal (CP), frontal (CF), les GB. Le CS, le thalamus, les GB et le cervelet représentent les principales structures sous-corticales des saccades et des fixations (Figure 13).

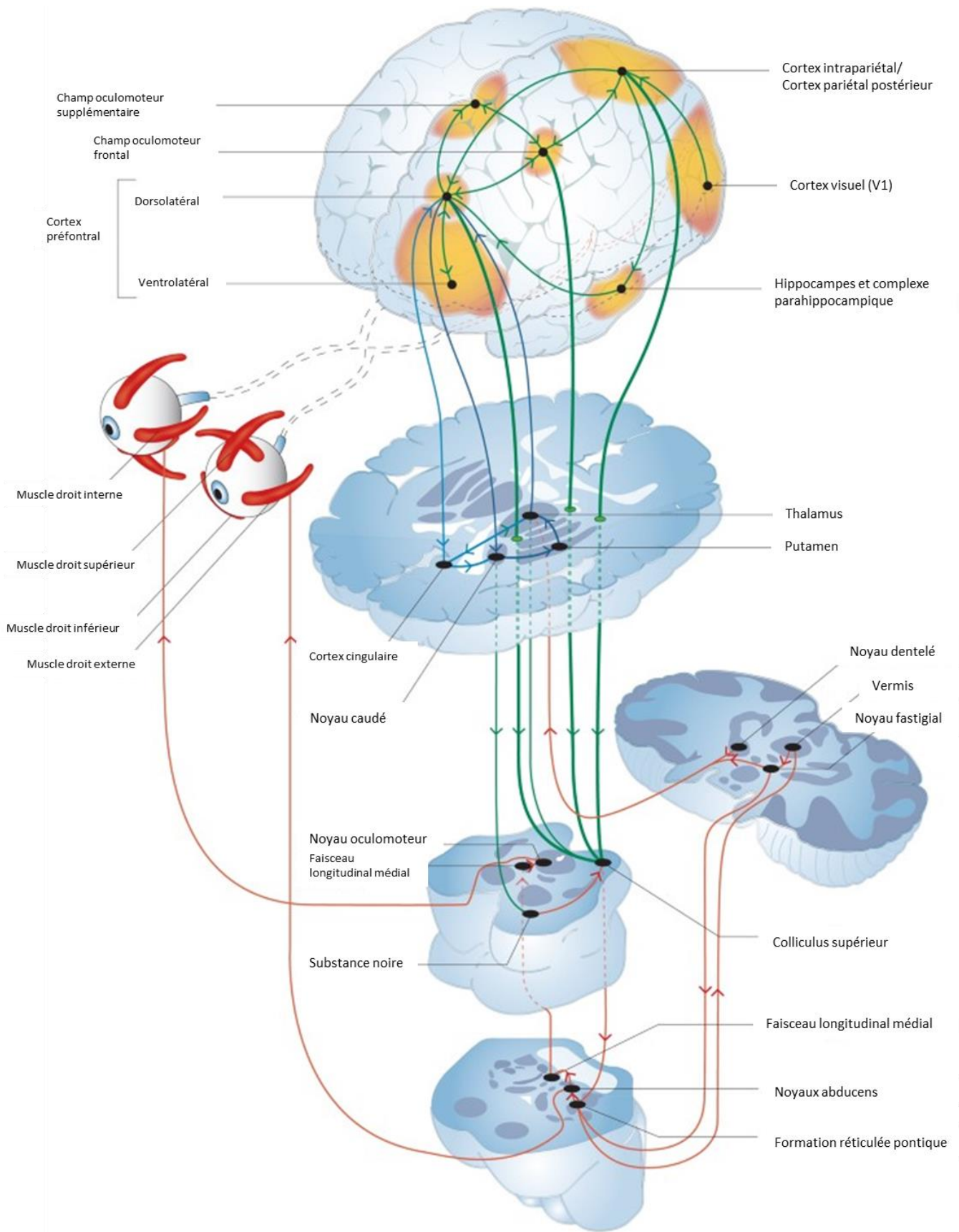


Figure 13 : Circuit cérébral des saccades oculaires. Modifié de Fielding et al. (Fielding et al., 2015)

a) Structures sous corticales

Le générateur saccadique du tronc cérébral (TC) est une voie commune pour toutes les saccades. Une saccade est produite par la décharge de neurones moteurs, ou motoneurones situés dans le TC. Les motoneurones reçoivent une information de mouvement et la retransmettent à un muscle. Les motoneurones du TC ont une décharge de type *pulse-step*. La décharge *pulse* correspond au signal phasique et induit le déplacement rapide des yeux. Cette décharge a une durée proportionnelle à la durée de la saccade et une fréquence proportionnelle à la vitesse de la saccade. La décharge de type *step* est le signal tonique permettant le maintien des yeux dans leur nouvelle position après chaque nouvelle saccade. Cette décharge a une durée proportionnelle à la durée de la fixation et un niveau de fréquence proportionnel à l'excentricité des yeux.

Le colliculus supérieur a un rôle essentiel dans la réalisation des processus oculomoteurs et attentionnels. Le colliculus supérieur est une structure centrale dans l'intégration sensorimotrice liée à la production de saccades. Le colliculus supérieur intègre les signaux endogènes et exogènes pour permettre la sélection attentionnelle de l'information visuelle et intervient dans le contrôle du déclenchement des saccades et des fixations (Mays and Sparks, 1980; Munoz and Wurtz, 1995; Pierrot-Deseilligny et al., 2004; Fecteau and Munoz, 2006).

Différentes parties du thalamus interviennent dans la mise en place des saccades et des fixations : les noyaux centraux de la lame médullaire interne, le noyau médiodorsal, le noyau ventrolatéral et le pulvinar (Leigh and Zee, 2015). Le thalamus, et particulièrement le pulvinar, joue un rôle clé pour favoriser l'attention visuelle et dans la perception du mouvement. Il permet de compenser l'effet des mouvements du corps sur le positionnement des images sur la rétine et contribue ainsi au maintien de la stabilité de notre environnement visuel (Leigh and Zee, 2015).

Structures charnières des circuits associatifs, limbiques et moteurs, les GB sont impliqués à la fois dans la génération et l'inhibition des saccades (Basso and Sommer, 2011). Les GB facilitent l'initiation des saccades et le maintien de la fixation à travers 3 voies : les voies

caudo-nigrée et nigro-colliculaire considérées comme des voies inhibitrices et la voie sous-thalamique nigrée considérée comme une voie excitatrice.

Le cervelet joue un rôle essentiel dans la programmation et la réalisation des saccades et des fixations (Leigh and Zee, 2015). Il contribue également à la précision et la rapidité des saccades et leur adaptation sur le long terme en réajustant leur amplitude lorsque celles-ci mènent à des erreurs systématiques (Pélisson et al., 2003).

b) Structures corticales

Le champ oculomoteur frontal (COF) est considéré comme une aire corticale clé dans le contrôle oculomoteur (Grosbras et al., 2004). Le processus de programmation des saccades volontaires implique le COF à la différence des saccades réflexes qui sont plus dépendantes du COP (Rivaud et al., 1994). Le COF serait donc impliqué dans le déclenchement d'une saccade vers une cible présente (ou non) mais ne serait pas impliqué dans l'inhibition réflexe de la saccade (DeSouza et al., 2003). Le COF intervient également dans la fixation et participerait à la formation du signal de poursuite visuelle (Rivaud et al., 1994). En lien avec les aires visuelles, le CP et le CS, il est aussi associé aux processus attentionnels de filtration des stimuli non pertinents et de sélection/amplification des stimuli pertinents (Crapse and Sommer, 2008; Paré and Dorris, 2011).

Le champ oculomoteur supplémentaire (COS) serait impliqué à la fois dans l'initiation, la planification et l'exécution des saccades volontaires vers une cible choisie sur des critères intentionnels (Amador et al., 2004). L'activation du COS ne serait pas différente chez le sujet sain lorsqu'il exerce une PS par rapport à une AS (Matsuda et al., 2004). Le COS est également impliqué dans les saccades combinées à des mouvements du corps ou des programmes de séquences de saccades (Pierrot-Deseilligny et al., 2003). Il a donc un rôle dans la réalisation des mouvements combinés de la tête et des yeux (Chen and Walton, 2005). Le COS est activé en présence de stimulations visuelles avant même la mise en place d'une séquence motrice (Pierrot-Deseilligny et al., 2003).

Le cortex pariétal (CP) est impliqué dans l'engagement et le désengagement de la fixation visuelle (Leigh and Zee, 2015) et il est activé dans les tâches de PS et d'AS (Connolly et al., 2000). Deux structures principales du CP interviennent dans le contrôle des saccades : le CPP et le champ oculomoteur pariétal (COP). Le CPP intervient dans le déplacement de l'attention visuelle. Le CPP droit interviendrait de manière dominante sur l'attention visuo-spatiales (Oyachi and Ohtsuka, 1995) en étant impliqué dans la sélection des informations saillantes susceptibles de déclencher une saccade (Gottlieb, 2007; Paré and Dorris, 2011). Le COP est directement impliqué dans la programmation de la saccade, en particulier les saccades réflexes, envers des stimuli visuels (Müri et al., 1996).

Le cortex cingulaire antérieur (CCA) serait impliqué à la fois dans la motivation, le renforcement et le contrôle d'un comportement (Holroyd and Yeung, 2012). Le CCA a également un rôle dans le contrôle et le monitoring des saccades avec une activation est plus importante en tâche d'AS qu'en tâche de PS (Ford et al., 2005).

Le cortex préfrontal dorsolatéral (CPF DL) est considéré comme une des structures les plus importantes du contrôle exécutif (Miller and Cohen, 2001). Dans ce sens, il participe au contrôle et à la gestion du système oculomoteur et attentionnel. Le CPF DL tient ainsi une place importante dans la supervision des actions à exécuter et intervient dans l'exécution des saccades, de leur contrôle volontaire et de leur suppression (Pierrot-Deseilligny et al., 2003). Il intervient dans la préparation des saccades intentionnelles à travers l'inhibition des saccades non désirées (ou réflexes) et participe à la programmation des AS (Pierrot-Deseilligny et al., 2003). Le CPF DL intervient dans la sélection attentionnelle des stimuli : il permet de retenir les caractéristiques jugées comme pertinentes et filtre les autres en fonction de la tâche à accomplir. Il intervient également dans l'inhibition des réponses non pertinentes (Tanji and Hoshi, 2008).

5. Contrôle des saccades oculaires

Lorsqu'il s'agit d'influences endogènes, le contrôle des saccades volontaires nécessite donc l'intervention de régions frontales et préfrontales comme le COF, le CCA, le CPF DL et le

COS (Miller and Cohen, 2001). Pour résumer, le COF est impliqué dans l'initiation des saccades en association avec le colliculus supérieur. Le COS est impliqué dans la préparation de programmes moteurs et les réponses motrices sont déclenchées par le COF. Le COS module l'activité du COF en fonction des tâches à réaliser et cette modulation serait plus importante lorsqu'un contrôle exécutif des saccades est nécessaire à la réussite de la tâche. Le CCA a un rôle dans le contrôle, le monitoring des saccades. Le COF est en étroite relation, comme beaucoup d'autres régions, avec le CPFDL. Le CPFDL intervient dans la sélection attentionnelle des stimuli, dans le maintien temporaire de l'information spatiale et dans l'inhibition des réponses non pertinentes (Tanji and Hoshi, 2008).

Le CPFDL est réciproquement connecté avec les aires visuelles, le CPP, le COF, le COS, le colliculus supérieur et les autres noyaux oculomoteurs du tronc cérébral (Johnson et al., 2011), ce qui en fait une structure indispensable pour la prise en compte et la gestion des informations exogènes et endogènes permettant le contrôle des comportements oculomoteurs et attentionnels. Il tient une place importante dans la supervision des actions à exécuter et intervient dans l'exécution des saccades, de leur contrôle volontaire et de leur suppression (Pierrot-Deseilligny et al., 2003). Le CPP et le sillon intrapariétal droit sont impliqués dans le processus d'attention sélective (Behrmann et al., 2004) et traitent l'information relative à la saillance des items (Collette and Salmon, 2014). L'ensemble des structures comme le CPF, le CP, les GB ou le CCA intervenant dans le contrôle des saccades est impliqué dans les processus de contrôle cognitif et dans les processus de régulation émotionnelle (Moore et al., 2003; Fecteau and Munoz, 2006; Clark et al., 2015).

Le CPFDL, intervient dans le contrôle cognitif à travers les fonctions exécutives comme l'inhibition et la flexibilité (Miyake and Friedman, 2012) et dans le contrôle de l'attention (Carter and Van Veen, 2007). Les processus endogènes de l'attention visuelle permettent d'orienter et de contrôler le regard, le traitement de l'information, en fonction des intentions, des besoins, des buts de l'individu et peuvent dans ce sens renvoyer à la notion de contrôle cognitif (Miller and Cohen, 2001; Van der Linden and Collette, 2002; Jurado and Rosselli, 2007). Nous sommes capables de contrôler nos MO comme par exemple, inhiber le déclenchement d'une saccade ou orienter volontairement notre regard. L'implication des processus attentionnels et exécutifs dans la réalisation et le contrôle des saccades et

fixations oculaires font que ces dernières peuvent être considérées comme de bons indicateurs du contrôle cognitif (Hutton, 2008).

Le contrôle cognitif peut grandement influencer les paramètres d'une saccade comme la latence, la direction, ou même la précision selon les paradigmes expérimentaux au cours d'une tâche en eye-tracking. La réalisation d'une saccade peut nécessiter de focaliser l'attention vers un stimulus cible tout en désengageant l'attention d'un stimulus en cours de traitement ou encore inhiber le déclenchement d'une saccade vers la cible ou sa localisation. Le contrôle cognitif intervient dans le contrôle en continu des comportements pour les corriger afin d'atteindre l'objectif demandé.

Le dysfonctionnement exécutif plus important retrouvé chez des individus âgés avec des CS (Richard-Devantoy et al., 2016b), en particulier une altération plus importante de la flexibilité et de l'inhibition, et les modifications corticales et sous corticales associées aux CS, et particulièrement au niveau des régions frontales et pariétales impliquées dans le contrôle cognitif (Pu et al., 2015), laisse suggérer un déficit du contrôle cognitif associé aux CS. Un déficit du contrôle cognitif associé aux CS pourrait être associé à des modifications des saccades entraînant un plus grand nombre de saccades incorrectes, un nombre plus élevé de saccades incorrectes non corrigées et un temps de correction plus élevé lorsque la saccade incorrecte est corrigée.

De plus, le contrôle des saccades étant étroitement lié aux processus de contrôle cognitif et dans les processus de régulation émotionnelle (Moore et al., 2003; Fecteau and Munoz, 2006; Clark et al., 2015), le manque de régulation de l'état émotionnel associée aux CS chez les personnes âgées dépressives (Richard-Devantoy et al., 2012) pourrait également entraîner des modifications des paramètres des saccades et des fixations oculaires sur des stimuli à connotation émotionnelle. Caractériser des biais attentionnels spécifiques aux CS pourrait apporter une aide supplémentaire pour l'évaluation du risque suicidaire. A notre connaissance, aucune étude n'a analysé le traitement préférentiel des personnes âgées sur des visages.

B. Paradigmes expérimentaux

1. Principe de l'eye-tracker

L'eye-tracking (ou oculométrie) est un ensemble de technologies permettant d'enregistrer les MO et ainsi fournir une estimation du regard. La recherche sur les MO est relativement récente et commencerait au 18^{ème} siècle. Depuis cette période les méthodes pour mesurer les MO ont émergé (Jacob and Karn, 2003). La méthode utilisée dans la majorité des eye-trackers (ou oculomètres) actuels repose sur le principe de réflexion cornéenne (RC) et pupillaire (RP). L'enregistrement des mouvements oculaires repose principalement sur l'utilisation de diodes infrarouge, couplées à une caméra capable de détecter ces hautes longueurs d'ondes. L'utilisation de caméras permet l'estimation de la direction du regard par le traitement des images fournies. Cette technique permet une bonne précision spatiale en compensant les petits mouvements de la tête. Un rayon infrarouge (longueur d'onde de 900nm) indolore et imperceptible par l'œil humain est projeté sur l'œil pour permettre la distinction de la pupille et de la fovéa. L'œil réfléchit la lumière dans la même direction que celle-ci pénètre. La détection de ces deux points permet de calculer le vecteur RP-RC qui permet d'obtenir avec précision les coordonnées de la position de l'œil dans un repère fixe telle qu'une grille de calibration. Inoffensive et non invasive, la méthode est utilisée dans de nombreux domaines, du marketing à l'ergonomie web, en passant par la recherche biomédicale.

2. Tâches en prosaccades et d'antisaccades

L'utilisation de tâches en oculométrie permet d'étudier des paramètres spécifiques des saccades et des fixations. Parmi ces tâches, nous nous intéresserons particulièrement aux tâches de prosaccades (PS) et d'antisaccades (AS). Dans les tâches de PS, un stimulus apparaît au centre d'un écran, puis disparaît pendant qu'une cible visuelle apparaît en périphérie (Figure 14). La consigne donnée aux participants est de fixer le plus rapidement et précisément possible la cible en périphérie. Les mesures enregistrées au cours d'une tâche

de PS sont la latence des saccades, le taux d'erreur et l'amplitude de la saccade. Les structures corticales associées à la réalisation et aux performances au cours de la tâche de PS sont le CS, le COF, le cervelet et le CP (Gaymard et al., 1998; Ettinger et al., 2005; Leigh and Zee, 2006).

En opposition aux PS, où l'objectif est généralement de fixer un stimulus, les AS sont définies comme des saccades dirigées à l'opposé d'un stimulus (Munoz and Everling, 2004; Leigh and Zee, 2015) (Figure 14). Dans les tâches d'AS, un stimulus est présenté au centre de l'écran puis disparaît en même temps qu'une cible visuelle périphérique apparaît. La consigne donnée aux participants est de regarder directement à l'opposé de cette cible le plus rapidement et le plus précisément possible (Everling and Fischer, 1998). Les principales mesures enregistrées au cours d'une tâche d'AS sont la latence, le nombre d'erreurs en AS et le temps de correction des saccades incorrectes qui reflètent le déficit d'inhibition. Ces mesures sont en lien avec les capacités cognitives du sujet et permettraient de quantifier le déficit d'inhibition (Currie et al., 1991). Les structures corticales associées à la réalisation et aux performances au cours de la tâche d'AS sont le CPFDL (Crevits et al., 2005), le COF et le COS (Everling and Munoz, 2000).

Dans une tâche en AS, la latence d'une AS correcte est plus longue qu'une PS correcte (Pierrot-Deseilligny et al., 1991) et le nombre d'erreurs est plus important que dans une tâche en PS (Everling and Fischer, 1998; Evdokimidis et al., 2002). Ces résultats pourraient être expliqués par le maintien de l'attention sur le point central au cours d'une tâche en AS ce qui pourrait être pertinent pour éviter une capture attentionnelle par la cible. Ainsi, le désengagement attentionnel demanderait un effort plus important que dans une tâche de PS, et expliquerait une latence plus élevée en AS qu'en PS (Everling and Fischer, 1998; Munoz et al., 1998; Munoz and Everling, 2004; Kristjansson, 2007). Ces résultats en AS pourraient être également expliqués par la compétition entre la programmation d'une saccade exogène (due à l'apparition de la cible) et la programmation d'une saccade endogène (saccade à l'opposée de la cible) (Munoz and Everling, 2004). La programmation des saccades exogènes et endogènes se ferait en parallèle (Massen, 2004). Une programmation rapide de la saccade endogène permettrait de prendre le dessus sur celle de la saccade exogène pour déclencher une AS correcte. Si la programmation de la saccade

endogène est trop lente alors la saccade exogène est d’abord déclenchée, suivie par la saccade endogène, résultant en une erreur d’AS qui sera par la suite corrigée ou non (Massen, 2004; Kristjansson, 2007).

Plusieurs paradigmes peuvent être présentés dans les tâches en PS et AS (Figure 14) : le paradigme step, gap et overlap. Dans le paradigme step, le point central disparaît et laisse la place à une nouvelle cible, généralement un point en périphérie. Dans un paradigme gap, un temps fixe est ajouté entre la disparition et l’apparition de la nouvelle cible. Dans le paradigme overlap, la nouvelle cible va apparaître en même temps que la cible déjà présente qui va disparaître au bout de quelques secondes.

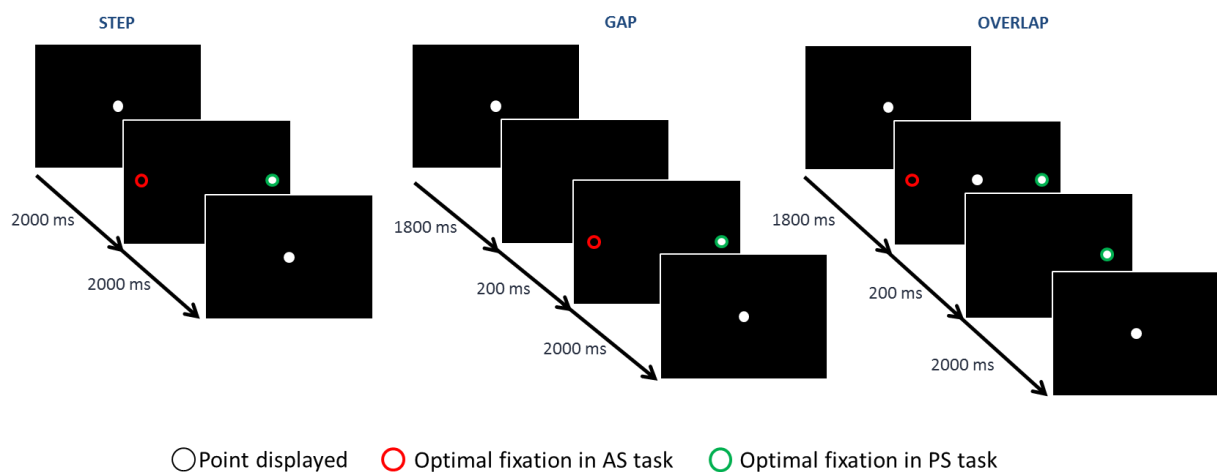


Figure 14 : Illustration des paradigmes de gap, step et overlap en tâche de PS et AS

Dans une tâche de PS en condition gap, les neurones de fixation arrêtent de décharger à la disparition du point de fixation pendant que les « build-up neurons » augmentent progressivement leur activité. Lorsqu’un stimulus périphérique apparaît, l’activité des « build-up neurons » augmente davantage et les « burst neurons » déchargent de manière phasique, permettant ainsi le déclenchement d’une saccade (Munoz and Wurtz, 1995; Munoz and Istvan, 1998). La libération du système oculomoteur sur le point de fixation permet ainsi de planifier et de générer une saccade plus rapide vers la cible (Pratt et al., 2000). La probabilité du déclenchement d’une saccade réflexe augmente au fur et à mesure de l’augmentation de l’activité des « build-up neurons », jusqu’à devenir proche du seuil de

déclenchement (Dorris and Munoz, 1998). En revanche, dans la tâche overlap, la fixation est activement engagée au moment de la présentation cible. Le désengagement de la fixation et/ou de l'attention afin de les orienter vers la cible périphérique nécessite un contrôle volontaire conduisant à une augmentation des latences. En résumé, la tâche gap permet un déclenchement plus automatique des saccades que la tâche overlap (Vernet et al., 2009).

Les paradigmes gap et overlap peuvent être utilisées pour évaluer le désengagement attentionnel (Crawford et al., 2013; Yang et al., 2013). En effet, les latences en PS et en AS sont généralement réduites dans la condition gap, alors qu'elles sont augmentées dans la condition overlap par rapport à la condition step (Saslow, 1967; Fischer and Weber, 1993; Crevits and Vandierendonck, 2005). La diminution de la latence des saccades lorsque le point central disparaît avant l'apparition de la cible est appelée l'effet gap (Saslow, 1967) (c'est-à-dire la différence de latence entre les conditions Gap et Overlap) et serait due à l'inhibition précoce des cellules de fixation et à la désinhibition des cellules de mouvement dans le colliculus supérieur permettant la génération de saccade.

Ce mécanisme d'inhibition-désinhibition est modulé par la sélection attentionnelle des stimuli (Pratt et al., 2006b). En condition gap, aucun stimulus n'apparaît à l'écran avant l'apparition de la cible. Le désengagement de l'attention du point central avant l'apparition de la cible permettrait un engagement plus rapide de l'attention, et donc un déclenchement plus rapide de la saccade, vers la cible (Fischer and Breitmeyer, 1987). Une attention sélective n'est donc pas nécessaire et la cible peut capter l'attention plus rapidement que dans la condition step ou la condition overlap, où une attention sélective est focalisée sur le point central lorsque la cible apparaît et nécessite un temps de désengagement pour réaliser une AS correcte.

3. Saccades et cognition

A travers les tâches en PS et AS, plusieurs paramètres des saccades oculaires peuvent refléter le fonctionnement cognitif (Figure 15). La latence en PS et AS dans les différentes conditions reflèterait la vitesse de traitement de l'information (Leigh and Zee, 2006). La

réalisation d'une tâche en AS nécessite un haut niveau de traitement exécutif (Peltsch et al., 2014) et permettrait d'évaluer les fonctions exécutives comme l'inhibition et/ou la flexibilité (Munoz and Everling, 2004). Le nombre d'AS correctes, le nombre d'erreurs corrigées et non corrigées permettent de quantifier le déficit d'inhibition (Currie et al., 1991; Noiret et al., 2017). En cas d'erreur en AS (fixation du point cible au lieu de déplacer le regard à l'opposé), la correction de l'erreur implique de contrôler les informations en continu pour s'assurer que les actions sont en accord avec l'objectif fixé au cours de la tâche (aller à l'opposé du point périphérique), et nécessite une capacité de flexibilité pour permettre ensuite un changement rapide de comportement (fixer à l'opposé du point cible) (Noiret et al., 2017).

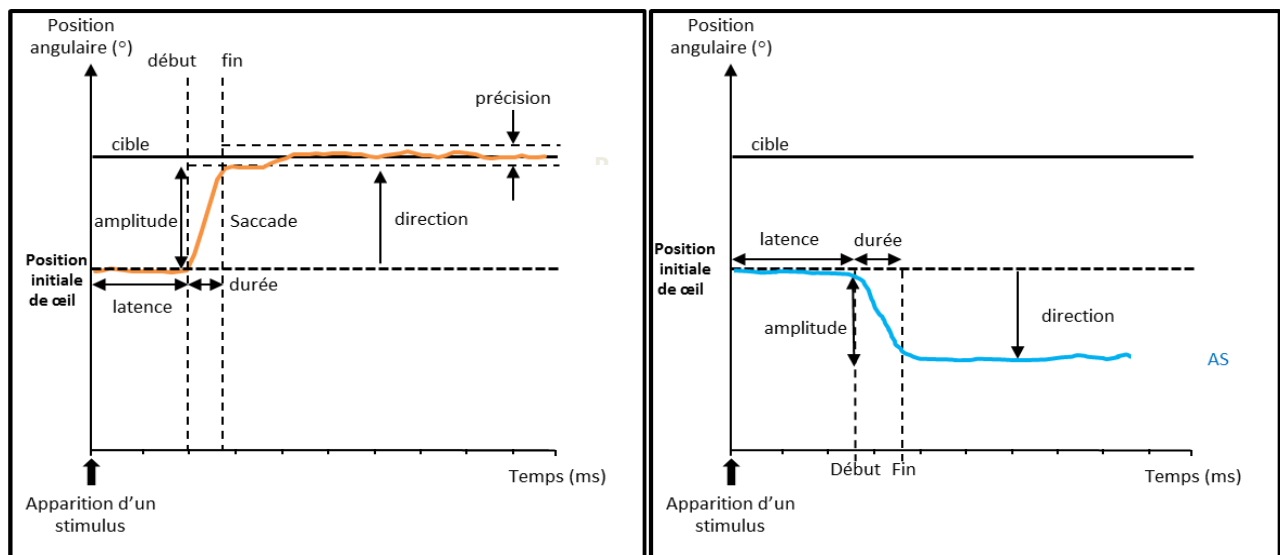


Figure 15 : Visualisation des paramètres, à gauche, d'une prosaccade (PS) et, à droite, d'une antisaccade (AS) au cours d'un enregistrement de mouvements oculaires.

En comparaison avec des sujets jeunes, les personnes âgées ont montré une augmentation de leur latence en PS qui a été attribuée à un ralentissement du traitement de l'information (Crawford et al., 2013). Cette augmentation de la latence en PS serait liée à une difficulté de désengagement de l'attention du point central (Crawford et al., 2013). Les personnes âgées montreraient également une augmentation de la latence en AS et un taux d'erreur plus élevé que chez les sujets jeunes. Ces modifications ont été interprétées comme

un déclin normal de la fonction inhibitrice lié à l'âge (Peltsch et al., 2011). Noiret et al., (Noiret et al., 2017) ont montré dans des tâches de PS et d'AS que des participants âgés avaient des latences plus longues que les participants plus jeunes, un nombre d'AS correctes moins élevé et des difficultés pour corriger ces saccades incorrectes avec un temps de correction plus long pour celles qui sont tout de même corrigées. Les auteurs ont associé ces résultats au déclin des processus de contrôle cognitifs accompagnant le vieillissement.

Les études chez les personnes âgées de 55 à 85 ans ont montré que l'activité des régions frontales était positivement associée à la proportion d'AS correctes (Pa et al., 2014) et que la proportion d'AS correctes était corrélée positivement avec le volume de matière grise au niveau frontal (Mirsky et al., 2011). L'augmentation de la latence et du nombre de saccades incorrectes chez les personnes âgées dans les tâches d'AS pourrait donc résulter d'un déficit des processus d'inhibition (Sweeney et al., 1998; Butler et al., 1999; Klein et al., 2000; Abel and Douglas, 2007) en lien avec un déclin fonctionnel et structural du CF (Klein et al., 2000; Peltsch et al., 2011). Par ailleurs, il n'y aurait pas de différence entre adultes jeunes et âgés concernant l'effet gap, alors que l'effet overlap était réduit chez les adultes âgés (Noiret et al., 2017). Ces résultats suggèrent des difficultés de désengagement attentionnel chez les personnes âgées par rapport aux sujets jeunes.

En comparant les saccades de patients âgés atteints de dépression à celles de participants âgés non malades sur des tâches de PS et AS, Carvalho et al. (Carvalho et al., 2014) ont montré que la dépression entraînait une augmentation de la latence en PS et en AS, ainsi que du nombre d'erreurs en AS. Les auteurs ont conclu que ces résultats étaient associés à un ralentissement du traitement de l'information et à des processus d'inhibition altérés plus important dans la dépression de la personne âgée.

4. Tâches d'exploration visuelle libre

Les tâches d'exploration visuelle libre permettent d'étudier des paramètres comme le temps de fixation, le nombre de fixations, la localisation de la première saccade, la moyenne de durée du regard, l'amplitude des saccades ou la durée des saccades. Dans cet exercice,

les participants ont pour consigne de regarder des images comme s'ils regardaient la télévision. L'utilisation d'une tâche de recherche visuelle permet d'évaluer les processus de traitement de l'information émotionnelle, les biais attentionnels ou la reconnaissance des visages. Les sujets ont pour consigne d'explorer des scènes visuelles complexes ou de comparer plusieurs scènes.

L'être humain aurait un traitement préférentiel des stimuli à connotation émotionnelle (Nummenmaa et al., 2006; Bradley et al., 2011). En effet, Nummenmaa et al. (Nummenmaa et al., 2006) ont montré que lors de la présentation de deux scènes simultanément, l'une émotionnelle et l'autre neutre, les participants avaient plus de fixations initiales et un temps de fixation plus élevé sur les scènes émotionnelles (négatives ou positives) que sur les neutres. Les expressions faciales en tant que stimuli à connotation émotionnelle sont particulièrement pertinentes pour l'individu. Les visages sont certainement les stimuli les plus pertinents pour l'étude du traitement des émotions chez les êtres humains. Les différentes expressions que peut prendre un visage renseignent sur l'état émotionnel ou les intentions de la personne.

Le traitement visuel des visages impliquerait des régions cérébrales similaires à la régulation émotionnelle comme le CPF, le CO-F, le CCA, le CPP, l'amygdale, l'insula (Holmes et al., 2003; Vuilleumier and Pourtois, 2007; Sabatinelli et al., 2011). Le pulvinar et l'amygdale sont interconnectés avec le CPP, le CPF, le CCA, l'insula et le CO-F. L'ensemble de ces interconnexions entre amygdales, pulvinar et CCA, pulvinar et aires visuelles, aires visuelles et CPP, montre que le traitement émotionnel peut avoir une influence précoce sur les processus de traitement visuel, en rendant un stimulus pertinent, prioritaire. Le caractère émotionnel des stimuli entraînerait une capture attentionnelle précoce permettant un traitement plus précis grâce aux saccades et aux fixations oculaires sur ces stimuli (Batty and Taylor, 2003; Carretié et al., 2004).

L'analyse des MO réalisée au cours de la présentation de visages a montré que des zones spécifiques du visage sont préférentiellement fixées. En effet, le traitement des expressions émotionnelles implique un traitement préférentiel des yeux et de la bouche en fonction de l'émotion véhiculée par le visage (Eisenbarth and Alpers, 2011). Yarus et al. (Yarus, 1967),

ont également montré que l'analyse normale de visages implique un parcours oculomoteur spécifique en forme de triangle reliant les yeux et la bouche, zones essentielles pour comprendre les émotions et les intentions d'un individu (Figure 16).

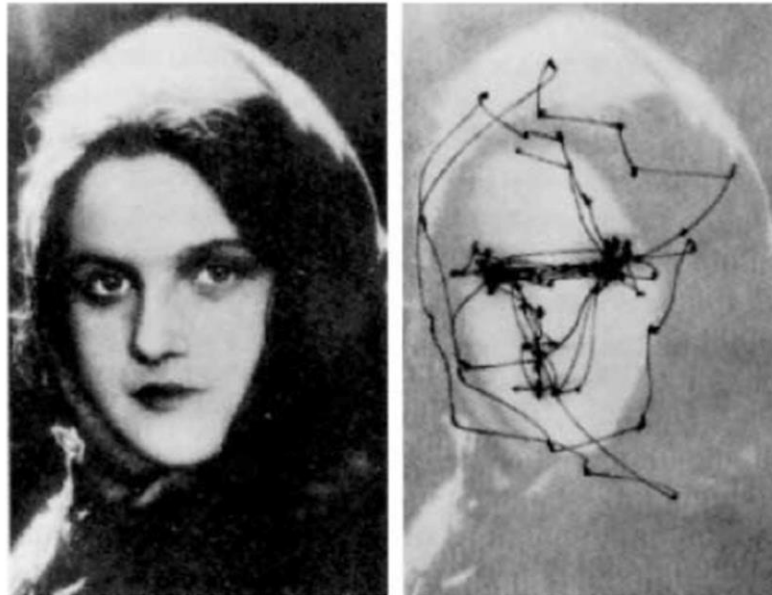


Figure 16 : Exemples de parcours oculomoteurs (Yarbus, 1967). Les lignes droites indiquent les saccades effectuées par le sujet et les zones denses indiquent ses points de fixation pour le traitement de l'information visuelle.

5. Biais émotionnels et mouvements oculaires

Malgré un déclin progressif des processus cognitifs associés au vieillissement physiologique (Van der Linden and Hupet, 1994), les personnes âgées présentent un biais de positivité (Carstensen and Mikels, 2005; Mather and Carstensen, 2005; Isaacowitz et al., 2006a; Isaacowitz et al., 2008) défini comme le traitement préférentiel pour les stimuli à connotation émotionnelle positive. Ce biais se traduit ainsi par une diminution de la fréquence et de la durée de leurs émotions négatives dans leur quotidien (Carstensen et al., 2000; Mather and Carstensen, 2005). Il est même associé à une augmentation du degré de satisfaction dans le vieillissement (Charles et al., 2003) ainsi qu'à une augmentation de la

qualité de vie (Carstensen and Mikels, 2005). Les personnes âgées inhiberaient leurs réponses en présence d'informations négatives comme des visages tristes ou en colère (Mather & Carstensen, 2005).

Le biais de positivité pourrait être expliqué par la baisse des ressources cognitives retrouvée chez la personne âgée qui aurait pour conséquence une mobilisation des émotions positives pour le maintien du bien-être (Labouvie-Vief, 2003). Le déclin cognitif associé au vieillissement entraînerait chez les adultes âgés l'utilisation d'une stratégie de redéploiement attentionnel peu coûteuse sur les stimuli positifs tout en évitant les stimuli négatifs afin d'améliorer leur état de bien-être (Charles et al., 2003). La régulation émotionnelle nécessiterait la mobilisation d'un contrôle cognitif et dépendrait ainsi des ressources disponibles (Knight et al., 2007). De nombreuses études en neuro-imagerie ont validé le biais de positivité chez la personne âgée et l'explique par une réduction de l'activité de l'amygdale couplée à une augmentation de l'activité du CPF lors du traitement de stimuli négatifs (Mather, 2012; Nashiro et al., 2012). Des études ont montré que, comparé à celui de jeunes adultes, le traitement de stimuli négatifs chez les adultes âgés était associé à une augmentation de l'activité du CF (Tessitore et al., 2005). Cette modification fonctionnelle de l'activité du CF pourrait être le reflet de la mobilisation plus importante du contrôle cognitif nécessaire pour la régulation émotionnelle.

Le rôle du circuit oculomoteur a donc un rôle important dans la sélection spatiale des informations d'intérêt. L'exploration visuelle est donc indissociable du contrôle oculomoteur et repose sur des mécanismes complexes de sélection et de détection. Ainsi, selon la saillance et la pertinence (en fonction des facteurs endogène de l'individu) des stimuli, les MO formeront des *scanpaths* différents. Le *scanpath* correspond au « parcours des événements oculomoteurs à travers l'espace dans une certaine période de temps » (Holmqvist et al., 2011, p.254). Autrement dit, le *scanpath* se définit comme une séquence ordonnée des fixations et des saccades nécessaires à la récupération de l'information recherchée. En raison de leur pertinence motivationnelle intrinsèque, les stimuli émotionnels capturent l'attention. Le biais de positivité chez les personnes âgées se traduirait par une augmentation du temps de fixation sur les images positives lorsque des paires d'images à connotation émotionnelle leur sont présentées (Isaacowitz et al., 2006b;

a), et par un nombre de fixations plus importants sur les zones d'intérêts des stimuli positifs (Allard and Isaacowitz, 2008).

Chez les adultes jeunes, la dépression est caractérisée par un biais de négativité qui entraîne une focalisation de l'attention des personnes dépressives sur les émotions négatives (Armstrong and Olatunji, 2012). Ce biais de maintien de l'attention chez les sujets dépressifs serait valable seulement pour les émotions négatives tristes mais pas pour la dégoût, la colère ou encore la peur (Gotlib et al., 2004). Ce biais pourrait être expliqué par les déficits cognitifs associés à la dépression qui entraîneraient une incapacité à inhiber le traitement de l'information émotionnelle négative (Gotlib and Joormann, 2010), ou qui entraîneraient une focalisation de l'attention sur des stimuli négatifs (Mogg and Bradley, 2005; Kellough et al., 2008). Selon le modèle proposé par Joormann et Siemer (Joormann and Siemer, 2011), l'attention, le contrôle cognitif et la régulation émotionnelle sont associés. Globalement, lorsqu'un événement survient chez une personne dépressive, les biais attentionnels vont focaliser l'attention sur les informations négatives de l'environnement, entraînant une interprétation initiale négative de l'évènement. Un déficit du contrôle cognitif, et particulièrement un déficit d'inhibition, peut entraîner des difficultés pour se désengager des informations négatives, empêcher une réévaluation de la situation et donc une régulation émotionnelle efficiente.

Ce traitement préférentiel des stimuli négatifs se traduit en eye-tracking par une augmentation du temps de fixation des images négatives dans des tâches d'inspection visuelle libre chez les patients dépressifs que les sujets sains (Kellough et al., 2008). Les personnes atteintes de dépression auraient plus de difficultés à se désengager des stimuli négatifs (Kellough et al., 2008). Sur le plan anatomo-fonctionnel, les biais de traitement de l'information endogène retrouvés dans la dépression seraient associés à des dysfonctionnements de régions impliquées dans les processus de contrôle cognitif et la régulation émotionnelle. Les études en imagerie ont mis en évidence des dysfonctionnements au niveau du système limbique avec des lésions du CCA, mais également et au niveau du CF impliqué dans le contrôle cognitif et la régulation émotionnelle (Johnstone et al., 2007; Trew, 2011).

Dans des études réalisées à l'aide d'un eye-tracker, les personnes âgées avaient une préférence pour les images positives avec augmentation du temps de fixation lorsque des paires d'images à connotation émotionnelle leurs étaient présentées (Isaacowitz et al., 2006b; a), et elles avaient un nombre de fixations plus importants sur les zones d'intérêts des stimuli positifs (Allard and Isaacowitz, 2008). De plus, leurs fixations oculaires sont moins nombreuses et moins longues envers les stimuli négatifs par rapport aux sujets jeunes (Rösler et al., 2005; Isaacowitz et al., 2006a; Knight et al., 2007; Isaacowitz et al., 2009). Néanmoins, la réduction du biais de négativité avec l'âge, qui peut se traduire par l'évitement des stimuli négatifs, serait plus importante que l'augmentation du biais de positivité (Murphy and Isaacowitz, 2008).

Les troubles du traitement de l'information émotionnelle chez les personnes âgées dépressives, associés à une mauvaise interprétation des émotions, pourrait jouer un rôle dans l'isolement social et par conséquent dans le déclenchement de processus suicidaires (O'Connell et al., 2004a; Sinyor et al., 2016). La solitude et de faibles interactions sociales sont des facteurs prédictifs du suicide (Sinyor et al., 2016). Dans ce sens, l'étude des stratégies visuelles avec un eye-tracker permettrait d'étudier le traitement de l'information émotionnelle et de mieux comprendre les préférences attentionnelles chez les personnes âgées dépressives avec des CS (Barsznica et al., 2019).

Etudes cliniques

I. Problématique

A travers notre première partie consacrée au contexte théorique, plusieurs observations peuvent être faites. Le suicide de la personne âgée représente l'un des principaux problèmes de santé publique dans le monde et particulièrement en présence d'une dépression unipolaire. L'évaluation du risque suicidaire repose notamment sur l'analyse des facteurs de risque et des facteurs de protection. Il est donc nécessaire que les facteurs de risque associés au suicide soient clairement identifiés pour établir une approche globale et concevoir des interventions ciblées (Trueland, 2014). Définir les facteurs de protection est également essentiel afin de cerner les forces possibles et la résilience pouvant servir à atténuer le risque de suicide. Cependant, les facteurs de risque suicidaire sont nombreux et la complexité de leurs interactions limite nos capacités de prédiction chez une personne donnée. Les échelles d'évaluation du risque de suicide peuvent être utiles comme outil clinique mais elles ne permettent pas de prédire avec précision la mort par suicide (Chan et al., 2016; Sadek, 2018).

Ces difficultés rencontrées dans l'évaluation du risque suicidaire incitent à développer de nouveaux outils chez la personne âgée dépressive. L'implication des processus attentionnels et exécutifs dans la réalisation et le contrôle des saccades et des fixations oculaires font que ces dernières peuvent être considérées comme de bons indicateurs du contrôle cognitif (Pierrot-Deseilligny et al., 2004; Hutton, 2008; Armstrong and Olatunji, 2012). Les processus endogènes de l'attention visuelle sont impliqués dans le traitement de l'information et peuvent moduler les saccades et les fixations. Les réseaux cérébraux impliqués dans le fonctionnement oculomoteur sont étroitement liés aux réseaux cérébraux intervenant dans les processus de contrôle cognitif et dans les processus de régulation émotionnelle impliquant principalement le CPP et le CPF (Miller and Cohen, 2001). Des lésions plus importantes de ces structures ont été retrouvées dans les CS de la personne âgée dépressive

(Pu et al., 2015). Dans ce sens, l'analyse des MO pourrait constituer une aide intéressante dans l'étude des facteurs de risques cognitifs du suicide chez la personne âgée. L'étude des paramètres des saccades oculaires permettrait d'appréhender des modifications cognitives sous-jacentes aux CS. L'étude des stratégies d'exploration visuelle permettrait de mieux comprendre le traitement de l'information émotionnelle et les préférences attentionnelles (biais) chez les personnes âgées dépressives avec des CS. A ce jour, aucune étude n'a encore été menée pour évaluer l'impact des CS sur les paramètres des saccades oculaires et le traitement de l'information à valence émotionnelle chez les personnes âgées dépressives.

L'objectif des travaux décrits dans cette thèse est d'étudier les modifications cognitives sous-jacentes aux CS chez les personnes âgées dépressives en réalisant une comparaison directe des performances oculomotrices avec des personnes âgées dépressives sans CS. A cet effet, nous avons réalisé une série de trois études. La première (Barsznica et al., 2019), avait pour but de montrer les limites des outils conventionnels actuels pour évaluer le risque suicidaire chez la personne âgée puis d'apporter des arguments pour développer de nouvelles approches comme l'utilisation des paramètres des MO. La deuxième étude, avait pour objectif de décrire les performances oculomotrices chez la personne âgée dépressive avec CS en comparaison avec des personnes âgées dépressives sans CS. Nous avons également tenté d'aborder les liens entre les saccades oculaires et les processus cognitifs dans les CS. Enfin, notre troisième étude avait pour but d'identifier les caractéristiques spécifiques du traitement de l'information émotionnelle associées aux CS par l'analyse des stratégies d'explorations visuelles afin d'essayer de mieux comprendre les préférences attentionnelles chez les personnes âgées dépressives.

II. Article 1: Potential interest of ocular saccades for detection of suicidal behavior in depressed elderly

Notre première étude (Barsznica et al., 2019) avait pour objectif d'étudier le lien entre processus cognitifs et saccades oculaires dans les CS de la personne âgée dépressive. Notre objectif était de proposer une argumentation solide quant à l'utilisation des saccades oculaires pour l'étude des CS dans cette population. Globalement, la vulnérabilité suicidaire spécifique à l'âge serait expliquée par un dysfonctionnement cognitif indépendant de celui associé à la dépression seule et à son degré de sévérité. Un dysfonctionnement cognitif plus important, en particulier exécutif, entraînerait chez la personne âgée dépressive un risque accru de suicide en raison d'une mauvaise appréciation de la situation de vie.

Les structures corticales impliquées dans les fonctions exécutives seraient particulièrement altérées chez les personnes âgées dépressives avec CS. Ces structures sont également impliquées dans la réalisation des MO et leur contrôle. Ainsi, les déficits cognitifs observés chez les personnes âgées dépressives avec CS et les relations entre fonctionnement exécutif et contrôle oculomoteur, suggèrent qu'il pourrait exister une altération plus importante des saccades oculaires chez ces patients par rapport à des personnes âgées dépressives sans CS.

L'exploration de tâches simples en conditions PS et AS pourraient permettre d'étudier les comportements à travers des paramètres des MO et de repérer des CS chez les personnes âgées dépressives. L'analyse des fixations oculaires sur un stimulus permettrait d'étudier la manière dont un individu va traiter préférentiellement l'information de son environnement. Ainsi, l'analyse des MO pourrait constituer un outil complémentaire permettant une meilleure compréhension des processus cognitifs sous-jacents aux CS.

Cet article est publié dans la revue *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillessement* (IF : 0.838).

Intérêt potentiel des saccades oculaires pour la détection des conduites suicidaires chez la personne dépressive âgée

Potential interest of ocular saccades for detection of suicidal behavior in depressed elderly

YOAN BARSZNICA^{1,2,4}
NICOLAS NOIRET³
GILLES CHOPARD^{1,2,4}
PIERRE VANDEL^{1,2,4,5}

¹ Département de psychiatrie de l'adulte, Centre Hospitalier Régional Universitaire Jean Minjoz, Besançon, France

² Centre mémoire de ressources et recherche (CMRR), CHRU Jean Minjoz, Besançon, France

³ UMR CNRS 7295, Centre de recherche sur la cognition et l'apprentissage (CeRCA), Université de Tours, Université de Poitiers, France

⁴ EA 481, Laboratoire de neurosciences, Université Bourgogne Franche-Comté, Besançon, France <ybarsznica@chu-besancon.fr>

⁵ CIC-IT 808 Inserm, CHRU Jean Minjoz, Besançon, France

Tirés à part :
Y. Barsznica

Résumé. Les personnes âgées, et particulièrement celles atteintes de dépression, représentent la population la plus à risque de décès par suicide. En complément des tests neuropsychologiques, psychiatriques et biologiques couramment utilisés, l'analyse des saccades oculaires pourrait constituer un outil intéressant pour identifier les conduites suicidaires (CS). Ces CS seraient associées à une altération des structures corticales impliquées dans les fonctions exécutives. Cette altération se manifesterait notamment par une diminution des capacités à contrôler les mouvements oculaires. Ainsi, les personnes âgées dépressives avec CS pourraient avoir une atteinte plus importante des performances oculomotrices que celles sans CS. L'objectif de cet article est de faire une synthèse de la littérature nous permettant d'étayer cette hypothèse.

Mots clés : suicide, dépression, vieillissement, mouvements oculaires

Abstract. Elderly people, especially those with depression, represent the population most at risk for suicide. In addition to commonly used neuropsychological, psychiatric and biological tests, ocular saccadic analysis can be an interesting tool for identifying suicidal behaviors (SB). These SBs could be associated with an alteration of the cortical structures involved in the executive functions. This alteration is particularly manifested by a decrease in the ability to control eye movements (EM). Thus, depressed elderly people with SB may have a greater impairment of oculomotor performance than those without SB. The purpose of this article is to summarize the literature allowing us to support this hypothesis.

Key words: suicide, depression, aging, eye movements

Les conduites suicidaires (CS) représentent un enjeu majeur de santé publique [1]. La notion de CS se situe sur un continuum et renvoie aussi bien à l'idéation suicidaire (IS) qu'aux comportements suicidaires (i.e. tout acte préjudiciable ou létal autodirigé et accompli dans l'intention de mettre fin à sa vie [2]). Les CS comprennent par conséquent le suicide abouti mais également la tentative de suicide (TS) [3], les projets de suicide et les comportements autodestructeurs, tels que la consommation de toxiques, les sports et les conduites à risque ou le jeu pathologique [4]. Les CS renvoient donc à tout acte comportant un risque de décès volontaire, c'est-à-dire au suicide. En France, le nombre total de suicides aboutis était estimé à près de 9 109 décès en 2015, soit environ 2 % de la mortalité générale du pays par an, dont 2 844 étaient des personnes âgées de plus de 65 ans, soit près de 31 % des décès par suicide [5].

Les personnes âgées : une population à haut risque suicidaire

Le risque de suicide est plus élevé chez les personnes âgées (> 65 ans) que chez les adultes jeunes [6]. Chez les personnes âgées, le ratio tentative de suicide/suicide abouti est extrêmement bas [7], de l'ordre de 4/1 contre 200/1 chez les personnes de moins de 25 ans, ce qui souligne les caractéristiques particulières des CS chez les personnes âgées [8, 9].

Les CS sont identifiées comme une entité autonome dans la nosologie psychiatrique du *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM-5) [10] et non seulement comme la manifestation d'une pathologie psychiatrique. Il est donc possible d'identifier une physiopathologie spécifique des CS et un certain nombre de facteurs

de vulnérabilité suicidaire qui permettraient d'identifier des sujets à haut risque [11]. Cette volonté de mettre fin à ses jours serait liée à de multiples facteurs : culturels, socioprofessionnels, environnementaux, biologiques, génétiques ou psychiatriques [1, 12, 13]. Les pathologies psychiatriques telles que la dépression, la schizophrénie ou les troubles bipolaires, sont observées chez 71 à 95 % des personnes âgées suicidées [14]. La dépression majeure en particulier constitue un facteur de risque majeur de suicide [8, 15] et de récurrence chez la personne âgée [16]. Elle a en effet été identifiée dans 80 % des cas de suicide chez les personnes âgées de plus de 74 ans [17].

De plus, le risque suicidaire est encore plus élevé chez les personnes aux antécédents de gestes suicidaires [18]. Une TS antérieure constituerait le facteur de risque de suicide le plus important dans la population générale [19] et particulièrement chez la personne âgée [1]. De plus, chez les personnes âgées dépressives, les IS sont associées, entre autres, à une dépression sévère et des TS antérieures [20-22]. Plusieurs études considèrent l'IS comme un facteur prédictif du suicide [23] et des TS chez les personnes âgées [24]. L'idéation suicidaire reste une indication pour les services psychiatriques d'urgence [25] puisqu'elle entraînerait un passage à l'acte dans près des trois quarts des cas [26].

La fréquence élevée de suicides associés à la dépression incite à être particulièrement vigilant en cas d'IS ou de TS antérieures chez les personnes âgées [26]. Cependant, le passage à l'acte suicidaire reste variable d'un individu à

l'autre [27]. Malgré ce lien entre dépression et CS, toutes les personnes âgées souffrant de dépression ne se suicident pas : ainsi la dépression seule ne semble pas être suffisante pour expliquer une TS [1].

Pour un contexte et des facteurs de risque similaires (situation personnelle difficile, violences, deuil, chômage...), les CS ne sont pas identiques d'une personne à l'autre [11]. La relation entre les facteurs de risques peut être décrite selon le modèle de « stress-vulnérabilité » [2, 28, 29]. Selon ce modèle, les CS sont modélisées comme l'association, d'une part, de traits de vulnérabilité spécifiques (ou facteurs distaux) comprenant les antécédents personnels de TS, les antécédents familiaux de CS, les dimensions de personnalité liées à l'impulsivité agressive, le pessimisme, le désespoir et/ou les abus dans l'enfance [30], avec, d'autre part, des événements stressants (ou facteurs proximaux) comme les troubles psychiatriques, des événements de vie négatifs comme le veuvage [31], la consommation d'alcool, les douleurs physiques [1], les maladies graves ou l'isolement social [32]. Le vieillissement n'apparaît pas dans ce modèle, ce qui laisse suggérer que l'augmentation du taux de suicide retrouvée avec l'avancée en l'âge pourrait être liée à une vulnérabilité suicidaire spécifique appartenant à la catégorie des facteurs distaux (figure 1). Chez les personnes âgées, ce modèle incluant une vulnérabilité suicidaire spécifique à l'âge est soutenu par des études neuropsychologiques, de neuro-imagerie, et par des études moléculaires et génétiques [33].

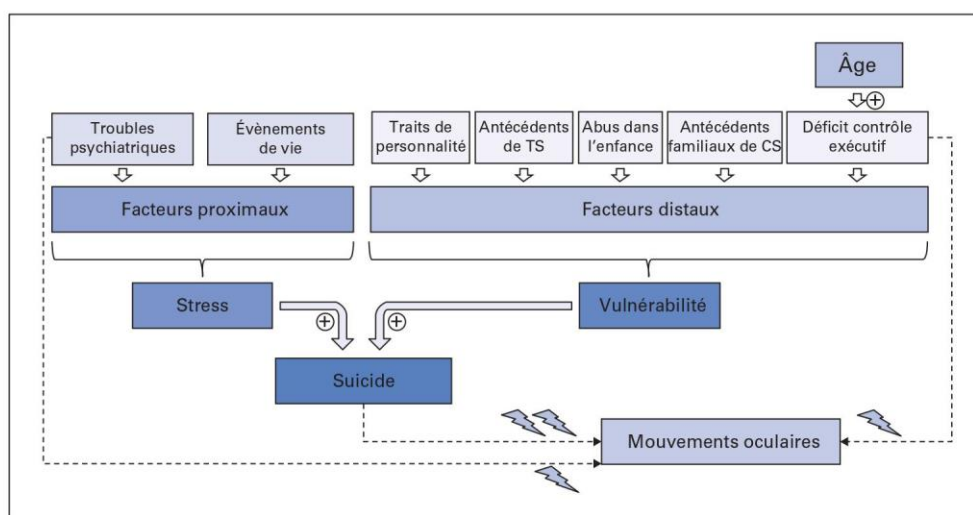


Figure 1. Influence de l'âge et du dysfonctionnement exécutif sur la vulnérabilité suicidaire et sur les paramètres des mouvements oculaires. Inspiré et adapté de la représentation du modèle « stress-vulnérabilité » de [42] et [29] : « + » = augmentation du risque, « ⚡ » = provoque un dysfonctionnement.

Figure 1. Influence of age and executive dysfunction on suicidal vulnerability and eye movement parameters. Inspired and adapted from the representation of the « stress-vulnerability » model of [42] and [29]: « + » = increased risk, « ⚡ » = causes a dysfunction.

Le vieillissement cognitif comme facteur de risque de suicide

La vulnérabilité suicidaire liée à l'âge pourrait être expliquée par une altération de la capacité à répondre de manière adéquate aux facteurs environnementaux stressants, entraînant la survenue d'idées ou d'actes suicidaires [33]. En comparaison avec des individus âgés non malades et non suicidaires, de nombreuses études (voir pour revue [33]) mettent en évidence chez les personnes âgées suicidaires un dysfonctionnement exécutif indépendant du dysfonctionnement associé à la dépression seule et à son degré de sévérité. Les fonctions exécutives regroupent l'ensemble des processus nécessaires à la régulation de l'activité cognitive d'une personne pour s'adapter à des situations nouvelles et/ou complexes [34]. Le dysfonctionnement exécutif semble être similaire chez les personnes âgées dépressives qu'il y ait antécédents de TS ou uniquement IS sans TS [35].

Des études ont montré par exemple un déclin plus important de la flexibilité mentale chez des sujets âgés dépressifs avec antécédent suicidaire [36-38]. Cette altération de la flexibilité mentale pourrait expliquer la difficulté rencontrée par les suicidants âgés à considérer et trouver différentes solutions adaptées face à des situations de stress socio-environnementales [39]. Une atteinte des capacités d'inhibition a également été mise en évidence chez les personnes âgées dépressives suicidaires, en comparaison avec celles non suicidaires [36, 37] : cette atteinte, en ne permettant plus de limiter/d'inhiber l'intrusion d'idées suicidaires, faciliterait le développement de la crise suicidaire via un manque de régulation de l'état émotionnel [37]. Les déficits exécutifs pourraient donc constituer un facteur de risque de comportement suicidaire chez les personnes âgées [40] et conduire à un risque accru de suicide en raison d'une mauvaise appréciation de la situation de vie et d'une mauvaise prise de décision [41] (*figure 1*).

Cette vulnérabilité suicidaire observée chez les personnes âgées, associée à une altération du fonctionnement exécutif, pourrait résulter d'une plus grande sensibilité des régions préfrontales au vieillissement normal avec l'implication d'anomalies des circuits frontolimbiques, indépendamment des conditions psychopathologiques associées comme la dépression [39].

Comparativement à des patients dépressifs âgés sans antécédent suicidaire, les patients suicidaires dépressifs âgés ont montré plus de lésions de la substance grise (SG) [43] et de la substance blanche (SB) [44] en particulier dans les régions frontales, pariétales et temporales, dans les ganglions de la base (GB) et le cervelet [45]. De

plus, les patients dépressifs âgés suicidaires présenteraient plus d'hypersignaux sous-corticaux de la SG que des sujets contrôles dans les GB [43]. Wagner *et al.* [46] ont montré que les patients avec un risque suicidaire élevé avaient une diminution significative de la densité de la SG dans un réseau fronto-striato-limbique comparés à des sujets contrôles ainsi que dans le cortex cingulaire antérieur caudé et rostral par rapport à des sujets avec un risque suicidaire moins élevé. Une autre étude [47] a montré des lésions de la SB dans les GB, particulièrement dans le putamen, chez des personnes âgées suicidaires comparées à des sujets contrôles suggérant que ces lésions striatales pouvaient contribuer au comportement suicidaire.

La diminution du fonctionnement exécutif associé aux IS pourrait être responsable d'une rigidité cognitive [48]. Le cortex préfrontal (CPF) aurait un rôle prépondérant dans la présence d'IS chez les patients atteints de dépression [49]. Au cours d'une tâche de fluence verbale, les changements hémodynamiques dans les régions frontales, particulièrement dans les régions du cortex préfrontal dorsolatéral (CPFDL), du cortex orbito-frontal et du cortex préfrontal droit (CPFD) étaient significativement plus faibles chez les patients dépressifs avec IS que chez ceux sans IS, reflétant un mauvais fonctionnement de ces structures [49]. Les résultats de ces études soutiennent donc l'idée d'un lien entre CS et dysfonctionnement exécutif.

La prédiction du risque suicidaire

La grande variabilité des facteurs de risque de suicide et des profils des personnes présentant un risque suicidaire limite la capacité des outils standards (Échelle de désespoir de Beck ou *Beck hopelessness scale* (BHS) [50], Échelle d'idéation suicidaire ou *Beck scale for suicide ideation* (BSS) [51]) pour obtenir des données fiables sur le statut suicidaire d'une personne. L'utilisation de ces échelles, ou une confiance excessive dans l'identification des facteurs de risque dans la pratique clinique, pourrait parfois constituer une fausse garantie [52]. Ainsi, une méta-analyse récente a montré que près de la moitié des personnes identifiées par ces échelles comme étant à faible risque avait en fait plus de risque de se suicider que les personnes à haut risque [53].

Les tests neuropsychologiques peuvent s'avérer utiles pour l'identification des personnes âgées à risque de suicide en évaluant les fonctions exécutives notamment chez celles affectées par une dépression [8, 15]. Des performances exécutives déficitaires ont été mises en évidence chez les personnes âgées, en particulier chez celles ayant des antécédents de TS [54]. La mesure du dysfonctionnement

exécutif pourrait donc constituer un indicateur intéressant du risque suicidaire. Cependant, ces tests ne permettent pas une mesure pure du fonctionnement exécutif car ils sont aussi sous-tendus par différents processus non exécutifs (aspects sensoriels, perceptifs et langagiers) [55]. Par ailleurs, la présence d'un déficit spécifique ne peut que rarement être décelée sur la base d'une faible performance à un test isolé [56]. De plus, il reste difficile de déterminer si de faibles performances exécutives sont liées au vieillissement, à la dépression ou spécifiquement à des CS associées. À notre connaissance, il n'existe pas à l'heure actuelle de batterie neuropsychologique validée spécifiquement pour l'évaluation du fonctionnement cognitif chez les personnes âgées suicidaires.

Intérêt des saccades oculaires

Les limites des échelles standards et des tests neuropsychologiques pour repérer les personnes à risque de suicide doivent inciter à développer des outils plus spécifiques et fiables. L'analyse des mouvements oculaires (MO) pourrait constituer une aide intéressante dans l'étude des symptômes dépressifs et des facteurs de risque du suicide. L'utilisation d'un oculomètre permet une mesure fiable, répétitive et en continu des MO, limitant les biais de mesure des tests neuropsychologiques (par exemple lancement de la tâche, chronométrage, tremblements des membres supérieurs, difficultés langagières).

Parmi les différents types de MO (réflexe vestibulo-oculaire, réflexe optocinétique, nystagmus, vergence, poursuite visuelle), les saccades oculaires ont fait l'objet d'une attention particulière depuis plusieurs décennies pour diverses raisons. D'une part, les tâches expérimentales utilisées sont relativement brèves et simples à comprendre, ce qui les rend accessibles à la majorité des patients [57]. D'autre part, les enregistrements réalisés permettent de dériver un nombre considérable de paramètres (p. ex. latence, vitesse, durée, amplitude, direction, fréquence) ainsi qu'une analyse objective d'un processus cognitif [58]. Par ailleurs, les circuits neuronaux des saccades oculaires sont relativement bien connus, et un grand nombre d'études [59-63] ont pu mettre en évidence une altération des paramètres oculomoteurs dans diverses pathologies psychiatriques et neurologiques.

Les tâches couramment utilisées pour mesurer les paramètres des saccades oculaires sont les tâches de pro-saccades (PS) et d'antisaccades (AS). Dans ces tâches, un stimulus (par exemple un point, une croix) apparaît au centre d'un écran. Après un certain délai, un stimulus cible apparaît en périphérie du point central qui lui, disparaît. Seule

la consigne diffère entre PS et AS : dans la condition PS, le participant doit engager son regard le plus rapidement et précisément possible sur le stimulus cible ; dans la condition AS, il doit par contre engager son regard le plus rapidement possible à l'opposé du stimulus cible.

Les mesures typiques enregistrées lors de tâches de PS et AS sont la latence (ou temps de réaction qui sépare l'apparition de la cible et le début du MO) et, principalement en AS, le nombre de saccades correctes, incorrectes et incorrectes corrigées [64]. La latence des saccades est généralement associée à la vitesse de traitement de l'information et également aux capacités attentionnelles [65, 66]. La latence peut aussi être associée à la charge cognitive nécessaire pour inhiber la saccade vers la cible dans la condition AS [67]. La capacité à réaliser une AS correcte et à corriger une AS incorrecte est associée aux capacités exécutives mettant en jeu l'inhibition, la flexibilité, la mise à jour de l'information et le maintien des objectifs de la tâche [68-72].

D'un point de vue cérébral, les processus oculomoteurs étant incarnés dans la globalité du fonctionnement cognitif, les circuits neuronaux des saccades oculaires fonctionnent en interconnexion avec différentes régions associées aux multiples processus cités précédemment. Si le colliculus supérieur a un rôle prépondérant dans l'intégration des signaux endogènes et exogènes pour l'orientation et le contrôle du déclenchement des saccades [73], c'est principalement du fait de ces multiples connexions avec d'autres régions comme le cortex pariétal postérieur (CPP), le cortex frontal et les GB [60, 74]. Alors que le CPP a un rôle dans l'intégration spatiale de la cible – direction, amplitude, saillance – les régions frontales (principalement le champ oculomoteur supplémentaire, le champ oculomoteur frontal et le CPFDL), le cortex cingulaire antérieur et les GB sont plutôt impliqués dans le contrôle, l'initiation ou l'inhibition, et le monitoring des saccades (vérification du comportement en fonction des objectifs de la tâche en cours).

Il est actuellement difficile d'avancer des arguments directs sur l'impact des CS sur les paramètres des saccades oculaires chez les personnes âgées dépressives car il n'existe pas d'études sur ce sujet à notre connaissance. Cependant, les fonctions exécutives, sous-tendues par les régions frontales et basales, ont un rôle dans le contrôle des saccades. Ainsi, l'association entre des altérations de ces régions - donc du fonctionnement exécutif - et les CS, laissent supposer que ces dernières pourraient être détectées par l'analyse des paramètres des saccades oculaires sur des tâches simples comme les PS et AS.

Une seule étude [75] a montré une augmentation plus importante de la latence (en PS et AS) et du nombre d'erreurs en conditions AS chez des personnes âgées

dépressives comparées à des sujets témoins. Ces résultats étaient associés à la sévérité de la dépression. Les auteurs ont interprété ces données comme étant dues à un ralentissement du traitement de l'information (latence) et une altération des capacités d'inhibition (erreurs d'AS).

Ainsi, les déficits du fonctionnement exécutif observés chez les personnes âgées dépressives avec idées ou antécédents suicidaires [36, 48, 76-79], et les relations entre fonctionnement exécutif et contrôle oculomoteur [71, 80, 81], nous conduisent à supposer qu'il pourrait exister une altération plus importante des saccades oculaires chez ces patients par rapport à des personnes âgées dépressives sans CS. L'exploration de tâches simples en conditions PS et AS pourrait permettre d'étudier les comportements à travers des paramètres des MO et de repérer des CS chez les personnes âgées dépressives.

Par conséquent, l'étude de la latence en condition PS pourrait permettre d'explorer la vitesse de traitement de l'information, souvent altérée dans la dépression du sujet âgé [82], alors que le taux d'erreur en condition AS pourrait refléter les mécanismes d'inhibition. On peut en effet faire l'hypothèse qu'un dysfonctionnement exécutif pourrait se traduire chez les personnes âgées avec CS comparées à celles sans CS par une augmentation plus importante du nombre d'erreurs en condition AS.

Conclusion

Des tests oculométriques pourraient donc être utilisés comme des outils complémentaires à l'évaluation des capacités exécutives dans les troubles dépressifs de la personne âgée [75]. Il conviendrait de déterminer si des profils oculomoteurs sont spécifiques ou pas des facteurs associés aux CS.

Références

1. Hawton K, van Heeringen K. Suicide. *Lancet* 2009;373:1372-81.
2. Mann JJ. Neurobiology of suicidal behaviour. *Nat Rev Neurosci* 2003;4:819-28.
3. Durães D, Martins J, Borralho R. Risk factors for suicide behaviors in bipolar disorder : a closer look. *European Psychiatry* 2017;41:S421.
4. Richard-Devantoy S, Duverger PP, Gohier B, Garré PJ-B. Conduite suicidaire chez l'adolescent et l'adulte. *Rev Prat* 2010;60:273-8.
5. Computational statistics & data analysis [database on the Internet]. INSERM. Available from : <https://cepidc.inserm.fr/>.
6. Hawton K, Zahl D, Weatherall R. Suicide following deliberate self-harm : long-term follow-up of patients who presented to a general hospital. *Br J Psychiatry* 2003;182:537-42.

Points clés

- Les conduites suicidaires seraient associées à une altération des structures corticales impliquées dans les fonctions exécutives.
- Les dysfonctionnements exécutifs se manifesteraient notamment par une diminution des capacités à contrôler les mouvements oculaires.
- Les mouvements oculaires peuvent constituer un biomarqueur potentiel du comportement suicidaire chez les personnes âgées dépressives.

Si nous n'avons mentionné dans cette revue que des travaux s'intéressant aux saccades oculaires, d'autres paramètres pourraient également être étudiés pour caractériser les CS. Par exemple, l'analyse des fixations oculaires sur un stimulus permet d'étudier la manière dont un individu va traiter préférentiellement l'information de son environnement. Une étude [83] a montré des modifications des patterns de fixations dans la dépression du sujet âgé. Une dégradation des mécanismes de poursuite visuelle a été également observée dans la dépression [84, 85] et serait associée aux troubles cognitifs retrouvés dans cette pathologie [84, 85].

L'analyse des MO pourrait donc s'avérer particulièrement intéressante en raison de la finesse et de l'objectivité des données ainsi que des dimensions supplémentaires qu'elle permet d'aborder par rapport aux tests conventionnels. Des marqueurs neurocognitifs potentiels liés aux MO pourraient, en association avec les signes et symptômes cliniques, participer à une meilleure prédiction des actes suicidaires chez les patients à haut risque.

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt en rapport avec cet article.

7. Conwell Y, Lyness JM, Duberstein P, Cox C, Seidlitz L, DiGiorgio A, *et al.* Completed suicide among older patients in primary care practices : a controlled study. *J Am Geriatr Soc* 2000;48:23-9.
8. Conwell Y, Thompson C. Suicidal behavior in elders. *Psychiatr Clin North Am* 2008;31:333-56.
9. De Leo D, Padoani W, Scocco P, Lie D, Bille-Brahe U, Arensman E, *et al.* Attempted and completed suicide in older subjects : results from the WHO/EURO multicentre study of suicidal behaviour. *Int J Geriatr Psychiatry* 2001;16:300-10.
10. APA. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*, 5th ed. Washington, DC : American psychiatric publishing, 2013.
11. Le Clainche C, Courtet P. Facteurs de risque de suicide et de vulnérabilité au suicide : Observatoire national du suicide, 2016.

12. Cavanagh JT, Carson AJ, Sharpe M, Lawrie SM. Psychological autopsy studies of suicide : a systematic review. *Psychol Med* 2003 ; 33 : 395-405.
13. Dotson VM, Resnick SM, Zonderman AB. Differential association of concurrent, baseline, and average depressive symptoms with cognitive decline in older adults. *Am J Geriatr Psychiatry* 2008 ; 16 : 318-30.
14. Moscicki EK. Identification of suicide risk factors using epidemiologic studies. *Psychiatr Clin North Am* 1997 ; 20 : 499-517.
15. Conwell Y, Duberstein P. Suicide in older adults : determinants of risk and opportunities for prevention. In : Hawton K, ed. *Prevention and treatment of suicidal behaviour*. New York : Oxford University Press, 2005, p. 221-37.
16. Alexopoulos GS. Depression in the elderly. *Lancet* 2005 ; 365 : 1961-70.
17. Conwell Y, Duberstein PR, Cox C, Herrmann JH, Forbes NT, Caine ED. Relationships of age and axis I diagnoses in victims of completed suicide : a psychological autopsy study. *Am J Psychiatry* 1996 ; 153 : 1001-8.
18. Tidemalm D, Langstrom N, Lichtenstein P, Runeson B. Risk of suicide after suicide attempt according to coexisting psychiatric disorder : Swedish cohort study with long term follow-up. *BMJ* 2008 ; 337 : a2205.
19. Hawton K, Casanas ICC, Haw C, Saunders K. Risk factors for suicide in individuals with depression : a systematic review. *J Affect Disord* 2013 ; 147 : 17-28.
20. Alexopoulos GS, Reynolds III M, Charles F, Bruce ML, Katz IR, Raue PJ, Mulsant BH, et al. Reducing suicidal ideation and depression in older primary care patients : 24-month outcomes of the PROSPECT study. *Am J Psychiatry* 2009 ; 166 : 882-90.
21. Bogers IC, Zuidersma M, Boshuisen ML, Comijs HC, Voshaar RCO. Determinants of thoughts of death or suicide in depressed older persons. *Int Psychogeriatr* 2013 ; 25 : 1775-82.
22. Raue PJ, Meyers BS, Rowe JL, Heo M, Bruce ML. Suicidal ideation among elderly homecare patients. *Int J Geriatr Psychiatry* 2007 ; 22 : 32-7.
23. Rowe JL, Bruce ML, Conwell Y. Correlates of suicide among home health care utilizers who died by suicide and community controls. *Suicide Life Threat Behav* 2006 ; 36 : 65-75.
24. Oquendo MA, Bongiovi-Garcia ME, Galfalvy H, Goldberg PH, Grunebaum MF, Burke AK, et al. Sex differences in clinical predictors of suicidal acts after major depression : a prospective study. *Am J Psychiatry* 2007 ; 164 : 134-41.
25. Ting SA, Sullivan AF, Miller I, Espinola JA, Allen MH, Camargo CA, et al. Multicenter study of predictors of suicide screening in emergency departments. *Acad Emerg Med* 2012 ; 19 : 239-43.
26. Bazin N. Conduites suicidaires et dépression du sujet âgé. *Psychol NeuroPsychiatr Vieill* 2004 ; 2 : 29-33.
27. Courtet P, Gottesman II, Jollant F, Gould T. The neuroscience of suicidal behaviors : what can we expect from endophenotype strategies ? *Transl Psychiatry* 2011 ; 1 : e7.
28. Mann JJ, Oquendo M, Underwood MD, Arango V. The neurobiology of suicide risk : a review for the clinician. *J Clin Psychiatry* 1999 ; 60(Suppl. 2) : 7-11.
29. Oquendo MA, Galfalvy H, Russo S, Ellis SP, Grunebaum MF, Burke A, et al. Prospective study of clinical predictors of suicidal acts after a major depressive episode in patients with major depressive disorder or bipolar disorder. *Am J Psychiatry* 2004 ; 161 : 1433-41.
30. Lopez-Castroman J, Jausent I, Beziat S, Guillaume S, Baca-Garcia E, Genty C, et al. Increased severity of suicidal behavior in impulsive aggressive patients exposed to familial adversities. *Psychol Med* 2014 ; 44 : 3059-68.
31. Gregory RJ. Grief and loss among Eskimos attempting suicide in Western Alaska. *Am J Psychiatry* 1994 ; 151 : 1815-6.
32. Cooper J, Kapur N, Webb R, Lawlor M, Guthrie E, Mackway-Jones K, et al. Suicide after deliberate self-harm : a 4-year cohort study. *Am J Psychiatry* 2005 ; 162 : 297-303.
33. Richard-Devantoy S, Turecki G, Jollant F. Neurobiology of elderly suicide. *Arch Suicide Res* 2016 ; 20 : 291-313.
34. Jurado MB, Rosselli M. The elusive nature of executive functions : a review of our current understanding. *Neuropsychol Rev* 2007 ; 17 : 213-33.
35. Gujral S, Dombrovski AY, Butters M, Clark L, Reynolds CF, Szanto K. Impaired executive function in contemplated and attempted suicide in late life. *Am J Geriatr Psychiatry* 2014 ; 22 : 811-9.
36. King DA, Conwell Y, Cox C, Henderson RE, Denning DG, Caine ED. A neuropsychological comparison of depressed suicide attempters and nonattempters. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 2000 ; 12 : 64-70.
37. Richard-Devantoy S, Jollant F, Kefi Z, Turecki G, Olie JP, Annweiler C, et al. Deficit of cognitive inhibition in depressed elderly : a neurocognitive marker of suicidal risk. *J Affect Disord* 2012 ; 140 : 193-9.
38. McGirr A, Dombrovski AY, Butters MA, Clark L, Szanto K. Deterministic learning and attempted suicide among older depressed individuals : cognitive assessment using the Wisconsin Card Sorting Task. *Am J J Psychiatry Res* 2012 ; 46 : 226-32.
39. Richard-Devantoy S, Jollant F, Deguigne F, Letourneau G. Marqueurs neurocognitifs de la vulnérabilité suicidaire de la personne âgée : revue de la littérature. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil* 2013 ; 11 : 367-78.
40. Gorlyn M, Keilp J, Burke A, Oquendo M, Mann JJ, Grunebaum M. Treatment-related improvement in neuropsychological functioning in suicidal depressed patients : paroxetine vs. bupropion. *Psychiatry Res* 2015 ; 225 : 407-12.
41. McGirr A, Dombrovski AY, Butters MA, Clark L, Szanto K. Deterministic learning and attempted suicide among older depressed individuals : cognitive assessment using the Wisconsin Card Sorting Task. *J Psychiatry Res* 2012 ; 46 : 226-32.
42. Mann JJ, Waternaux C, Haas GL, Malone KM. Toward a clinical model of suicidal behavior in psychiatric patients. *Am J Psychiatry* 1999 ; 156 : 181-9.
43. Ahearn EP, Jamison KR, Steffens DC, Cassidy F, Provenzale JM, Lehman A, et al. MRI correlates of suicide attempt history in unipolar depression. *Biol Psychiatry* 2001 ; 50 : 266-70.
44. Sachs-Ericsson N, Hames JL, Joiner TE, Corsentino E, Rushing NC, Palmer E, et al. Differences between suicide attempters and nonattempters in depressed older patients : depression severity, white-matter lesions, and cognitive functioning. *Am J Geriatr Psychiatry* 2014 ; 22 : 75-85.
45. Hwang J-P, Lee T-W, Tsai S-J, Chen T-J, Yang C-H, Lirng J-F, et al. Cortical and subcortical abnormalities in late-onset depression with history of suicide attempts investigated with MRI and voxel-based morphometry. *J Geriatr Psychiatry Neurol* 2010 ; 23 : 171-84.
46. Wagner G, Koch K, Schachtzabel C, Schultz CC, Sauer H, Schlösser RG. Structural brain alterations in patients with major depressive disorder and high risk for suicide : evidence for a distinct neurobiological entity ? *Neuroimage* 2011 ; 54 : 1607-14.
47. Dombrovski AY, Siegle GJ, Szanto K, Clark L, Reynolds C, Aizenstein H. The temptation of suicide : striatal gray matter, discounting of delayed rewards, and suicide attempts in late-life depression. *Psychol Med* 2012 ; 42 : 1203-15.

48. Westheide J, Quednow BB, Kuhn K-U, Hoppe C, Cooper-Mahkorn D, Hawellek B, *et al.* Executive performance of depressed suicide attempters : the role of suicidal ideation. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 2008 ; 258 : 414-21.
49. Pu S, Nakagome K, Yamada T, Yokoyama K, Matsumura H, Yamada S, *et al.* Suicidal ideation is associated with reduced prefrontal activation during a verbal fluency task in patients with major depressive disorder. *J Affect Disord* 2015 ; 181 : 9-17.
50. Beck AT, Epstein N, Brown G, Steer RA. An inventory for measuring clinical anxiety : psychometric properties. *J Consult Clin Psychol* 1988 ; 56 : 893.
51. Beck AT, Kovacs M, Weissman A. Assessment of suicidal intention : the scale for suicide ideation. *J Consult Clin Psychol* 1979 ; 47 : 343.
52. Chan MK, Bhatti H, Meader N, Stockton S, Evans J, O'connor RC, *et al.* Predicting suicide following self-harm : systematic review of risk factors and risk scales. *Br J Psychiatry* 2016 ; 209 : 277-83.
53. Large M, Kaneson M, Myles N, Myles H, Gunaratne P, Ryan C. Meta-analysis of longitudinal cohort studies of suicide risk assessment among psychiatric patients : heterogeneity in results and lack of improvement over time. *PLoS One* 2016 ; 11 : e0156322.
54. Richard-Devantoy S, Jollant F, Deguigne F, Letourneau G. Neurocognitive markers of suicide vulnerability in the elderly : a review. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil* 2013 ; 11 : 367-78.
55. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager TD. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal lobe" tasks : a latent variable analysis. *Cogn Psychol* 2000 ; 41 : 49-100.
56. Iverson GL, Brooks BL, Langenecker SA, Young AH. Identifying a cognitive impairment subgroup in adults with mood disorders. *J Affect Disord* 2011 ; 132 : 360-7.
57. Laurent E, Vandel P. *De l'humeur normale à la dépression en psychologie cognitive, neurosciences et psychiatrie*, 1^{er} ed. Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur, 2016.
58. Hutton SB. Cognitive control of saccadic eye movements. *Brain Cogn* 2008 ; 68 : 327-40.
59. Everling S, Fischer B. The antisaccade task : a review of basic research and clinical studies. *Neuropsychologia* 1998 ; 36 : 885-99.
60. Fielding J, Clough M, Beh S, Millist L, Sears D, Frohman AN, *et al.* Ocular motor signatures of cognitive dysfunction in multiple sclerosis. *Nat Rev Neurol* 2015 ; 11 : 637.
61. Hutton SB, Ettinger U. The antisaccade task as a research tool in psychopathology : a critical review. *Psychophysiology* 2006 ; 43 : 302-13.
62. Jaafari N, Rigalleau F, Rachid F, Delamillieure P, Millet B, Olié JP, *et al.* A critical review of the contribution of eye movement recordings to the neuropsychology of obsessive compulsive disorder. *Acta Psychiatr Scand* 2011 ; 124 : 87-101.
63. Leigh R, Zee D. Diagnosis of nystagmus and saccadic intrusion. In : Leigh R, Zee D, eds. *The neurology of eye movements*. New York : Oxford University Press, 2006, p. 657-768.
64. Currie J, Ramsden B, McArthur C, Maruff P. Validation of a clinical antisaccadic eye movement test in the assessment of dementia. *Arch Neurol* 1991 ; 48 : 644-8.
65. Crawford TJ, Higham S, Mayes J, Dale M, Shaunak S, Lekwuwa G. The role of working memory and attentional disengagement on inhibitory control : effects of aging and Alzheimer's disease. *Age* 2013 ; 35 : 1637-50.
66. Huaman AG, Sharpe JA. Vertical saccades in senescence. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1993 ; 34 : 2588-95.
67. Munoz DP, Everling S. Look away : the anti-saccade task and the voluntary control of eye movement. *Nat Rev Neurosci* 2004 ; 5 : 218.
68. Butler KM, Zacks RT, Henderson JM. Suppression of reflexive saccades in younger and older adults : age comparisons on an antisaccade task. *Mem Cognit* 1999 ; 27 : 584-91.
69. Abel LA, Douglas J. Effects of age on latency and error generation in internally mediated saccades. *Neurobiol Aging* 2007 ; 28 : 627-37.
70. Nieuwenhuis S, Broerse A, Nielen MM, de Jong R. A goal activation approach to the study of executive function : an application to antisaccade tasks. *Brain Cogn* 2004 ; 56 : 198-214.
71. Noiret N, Vigneron B, Diogo M, Vandel P, Laurent É. Saccadic eye movements : what do they tell us about aging cognition ? *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn* 2017 ; 24 : 575-99.
72. Peltsch A, Hemraj A, Garcia A, Munoz D. Age-related trends in saccade characteristics among the elderly. *Neurobiol Aging* 2011 ; 32 : 669-79.
73. Sparks DL. The brainstem control of saccadic eye movements. *Nat Rev Neurosci* 2002 ; 3 : 952.
74. King AJ. The superior colliculus. *Curr Biol* 2004 ; 14 : R335-8.
75. Carvalho N, Noiret N, Vandel P, Monnin J, Chopard G, Laurent E. Saccadic eye movements in depressed elderly patients. *PLoS One* 2014 ; 9 : e105355.
76. Dombrovski AY, Butters MA, Reynolds CF 3rd, Houck PR, Clark L, Mazumdar S, *et al.* Cognitive performance in suicidal depressed elderly : preliminary report. *Am J Geriatr Psychiatry* 2008 ; 16 : 109-15.
77. Jollant F, Lawrence NL, Olie E, Guillaume S, Courtet P. The suicidal mind and brain : a review of neuropsychological and neuroimaging studies. *World J Biol Psychiatry* 2011 ; 12 : 319-39.
78. Keilp J, Goryn M, Russell M, Oquendo M, Burke A, Harkavy-Friedman J, *et al.* Neuropsychological function and suicidal behavior : attention control, memory and executive dysfunction in suicide attempt. *Psychol Med* 2013 ; 43 : 539-51.
79. Keilp JG, Sackeim HA, Brodsky BS, Oquendo MA, Malone KM, Mann JJ. Neuropsychological dysfunction in depressed suicide attempters. *Am J Psychiatry* 2001 ; 158 : 735-41.
80. Pierrot-Deseilligny C, Muri RM, Ploner CJ, Gaymard B, Rivaud-Pechoux S. Cortical control of ocular saccades in humans : a model for motricity. *Prog Brain Res* 2003 ; 142 : 3-17.
81. Pierrot-Deseilligny C, Milea D, Müri RM. Eye movement control by the cerebral cortex. *Curr Opin Neurol* 2004 ; 17 : 17-25.
82. Lemke MR, Broderick A, Zeitelberger M, Hartmann W. Motor activity and daily variation of symptom intensity in depressed patients. *Neuropsychobiology* 1997 ; 36 : 57-61.
83. Noiret N, Carvalho N, Laurent É, Vulliez L, Bennabi D, Chopard G, *et al.* Visual scanning behavior during processing of emotional faces in older adults with major depression. *Aging Mental Health* 2015 ; 19 : 264-73.
84. Fabisch K, Fitz W, Fabisch H, Haas-Krammer A, Klug G, Zapotoczky S, *et al.* Sinusoidal smooth pursuit eye tracking at different stimulus frequencies : position error and velocity error before catch-up saccades in schizophrenia and in major depressive disorder. *Aust N Z J Psychiatry* 2009 ; 43 : 855-65.
85. Lencer R, Trillenber P, Trillenber-Krecker K, Junghanns K, Kordon A, Broocks A, *et al.* Smooth pursuit deficits in schizophrenia, affective disorder and obsessive-compulsive disorder. *Psychol Med* 2004 ; 34 : 451-60.

III. Article 2: Saccadic eye movement in elderly depressed patients with suicidal behaviors: an exploratory eye-tracking study

Notre deuxième étude avait pour objectif de décrire les performances oculomotrices chez des patients dépressifs âgés avec CS. Ce travail a été mené dans une population de personnes âgées dépressives de plus de 65 ans composée de 12 patients dépressifs avec CS et de 12 patients dépressifs sans CS. Nous avons comparé les performances de saccades oculaires de ces deux groupes en utilisant des tâches classiques de PS et d'AS, condition gap, step et overlap, afin de déterminer quels étaient les paramètres des saccades oculaires influencés par les CS chez la personne âgée dépressive. En parallèle, tous les patients ont également bénéficié d'une évaluation neuropsychologique.

Les performances de saccades oculaires étaient différentes chez les patients avec CS par rapport à ceux sans CS : ils présentaient en effet un pourcentage significativement plus faible d'AS corrigées et des temps de correction plus élevés en AS. De plus, les deux groupes avaient des performances similaires pour les latences en PS et les latences correctes en AS correctes. Ces résultats suggèrent un déficit exécutif plus important chez les patients suicidaires par rapport aux non-suicidaires et particulièrement au niveau de la flexibilité, mais pas de déficit spécifique au niveau de la vitesse de traitement de l'information. Par ailleurs, l'évaluation neuropsychologique a montré des résultats similaires entre les deux groupes en termes d'attention, de vitesse de traitement, de mémoire épisodique verbale mais aussi de fonctionnement exécutif. Ces résultats soutiennent l'idée que l'utilisation des saccades oculaires pourrait être un outil plus pertinent pour étudier les CS chez les personnes âgées.

Cet article apporte de nouvelles perspectives concernant l'étude des facteurs de risques cognitifs du suicide chez la personne âgée.

Cet article est publié dans la revue *Frontiers in Psychology* (IF : 2.990)



Saccadic Eye Movements in Elderly Depressed Patients With Suicidal Behaviors: An Exploratory Eye-Tracking Study

Yvan Barsznica^{1,2,3,4*}, Nicolas Noiret⁵, Bérénice Lambert⁶, Julie Monnin^{1,3,4}, Claire De Pinho⁷, Julia Hickel⁷, Caroline Masse^{1,3}, Stéphane Richard-Devantoy⁸, Cynthia Morgny⁶, Djamila Bennabi^{1,3}, Emmanuel Haffen^{1,3}, Eric Laurent³, Pierre Vandell^{1,3,4,6} and Gilles Chopard^{1,2,3,4}

¹ Department of Clinical Psychiatry, Besançon University Hospital, Besançon, France, ² Department of Neurology, Besançon University Hospital, Besançon, France, ³ Laboratory of Neurosciences and Cognitive Psychology, University of Bourgogne Franche-Comté, Besançon, France, ⁴ Memory Center of Research and Resources (CMRR), Besançon University Hospital, Besançon, France, ⁵ UMR CNRS 7295 "Research Centre on Cognition and Learning," University of Poitiers, Poitiers, France, ⁶ Regional Health Observatory, Bourgogne-Franche-Comté, France, ⁷ Department of Old Age Psychiatry, Association Hospitalière de Bourgogne Franche-Comté Hospital, Baviilliers, France, ⁸ McGill Group for Suicide Studies, Douglas Mental Health University Institute, Department of Psychiatry, McGill University, Montreal, QC, Canada

OPEN ACCESS

Edited by:

Jun Gao,
Southwest University, China

Reviewed by:

Niharika Singh,
University of Allahabad, India
Dongsheng Zhou,
Ningbo Kangning Hospital, China

*Correspondence:

Yvan Barsznica
ybarsznica@chu-besancon.fr

Specialty section:

This article was submitted to
Psychopathology,
a section of the journal
Frontiers in Psychology

Received: 20 May 2021

Accepted: 11 October 2021

Published: 11 November 2021

Citation:

Barsznica Y, Noiret N, Lambert B, Monnin J, De Pinho C, Hickel J, Masse C, Richard-Devantoy S, Morgny C, Bennabi D, Haffen E, Laurent E, Vandell P and Chopard G (2021) Saccadic Eye Movements in Elderly Depressed Patients With Suicidal Behaviors: An Exploratory Eye-Tracking Study. *Front. Psychol.* 12:712347. doi: 10.3389/fpsyg.2021.712347

Suicidal behaviors (SBs) are often associated with impaired performance on neuropsychological executive functioning (EF) measures that encourage the development of more specific and reliable tools. Recent evidence could suggest that saccadic movement using eye tracking can provide reliable information on EF in depressive elderly. The aim of this study was to describe oculomotor performances in elderly depressed patients with SB. To achieve this aim, we compared saccadic eye movement (SEM) performances in elderly depressed patients ($N = 24$) with SB and with no SB in prosaccade (PS) and antisaccade (AS) tasks under the gap, step, and overlap conditions. All participants also underwent a complete neuropsychological battery. Performances were impaired in patients with SB who exhibited less corrected AS errors and longer time to correct them than patients with no SB. Moreover, both groups had a similar performance for PS latencies and correct AS. These preliminary results suggested higher cognitive inflexibility in suicidal patients compared to non-suicidal. This inflexibility may explain the difficulty of the depressed elderly in generating solutions to the resurgence of suicidal ideation (SI) to respond adequately to stressful environments. The assessment of eye movement parameters in depressed elderly patients may be a first step in identifying high-risk patients for suicide.

Keywords: depression, elderly suicide, executive function, eye movement analysis, eye tracking

Abbreviations: AS, Antisaccade; AVF, Alternate Verbal Fluency; C-SSRS, Columbia Suicide Severity Rating Scale; C/W, Stroop color interference; EF, executive function; MMSE, Mini-Mental State Examination; PS, Prosaccade; PVF, Phonemic Verbal Fluency; SA, Suicide Attempt; SB, Suicidal Behaviors; SEM, saccadic eye movements; SI, Suicidal Ideation; SVE, Semantic Verbal Fluency; TMT, Trail Making Test.

INTRODUCTION

Around one million people die by suicide and ten million people make a suicide attempt (SA) each year worldwide (World Health Organization, 2014). Suicide is therefore a major public health problem, especially among the elderly population (Shah et al., 2016). The ratio between SA and completed suicide has been estimated to be 4:1 in the elderly versus 200:1 in young adults (De Leo et al., 2001; Conwell and Thompson, 2008). Additionally, suicide is often associated with unipolar depression among the elderly (Alexopoulos et al., 1999; Szanto et al., 2001). Thus, age-related suicide vulnerability associated with depression requires great vigilance (Bazin, 2004) and emphasizes the need to identify high-risk patients.

Age-related suicide vulnerability could be explained by cognitive and emotional inability to respond adequately to stressful environmental factors (Richard-Devantoy et al., 2012). In accordance with this proposal, executive function (EF) seems to play a crucial role in the suicide vulnerability in aging people in that it refers to abilities required to facilitate adaptation to novel and/or complex situations (Jurado and Rosselli, 2007). Elderly depressed patients with a history of SA or suicidal ideation (SI) are found to have poorer executive performance than non-suicidal depressed and healthy elderly especially on tasks that rely on inhibitory control and cognitive flexibility (King et al., 2000; Marzuk et al., 2005; Westheide et al., 2008; Mcgirr et al., 2012; Richard-Devantoy et al., 2012, 2015, 2016).

From a clinical perspective, the neuropsychological tests measuring EFs, such as the Trail Making Test (TMT) B (Richard-Devantoy et al., 2012) or the Stroop test (Stroop, 1935; Meulemans, 2008), might be used as a potential predictive indicator of the risk of suicidal behavior (SB). However, the neuropsychological tests do not provide a pure measure of EF and include other non-executive processes which make validation difficult (Miyake et al., 2000). Furthermore, it is well established that an isolated low score may have little relevance in clinical evaluation (Iverson et al., 2011). Therefore, it is still too early to use neuropsychological tests as predictors of SB (Richard-Devantoy et al., 2013). This should encourage the development of more specific and reliable tools.

Another approach for assessing executive impairment is based on oculomotor measurements. Eye-tracking tasks allow more detailed analysis and limiting the measurement bias of neuropsychological tests (for example, launching the task, timing, language, or motor difficulties). They are simple, short, and easily understandable for patients. Among the different tasks used in eye tracking are the prosaccade (PS) and antisaccade (AS) tasks (Leigh and Kennard, 2004; Hutton and Ettinger, 2006). In the PS task, participants are typically instructed to look from a central fixation dot toward a sudden onset peripheral target dot as quickly as possible. Although PS latency usually serves as a measure of processing speed (Carvalho et al., 2014; Noiret et al., 2017), it is also used to investigate the process of disengagement of attention by introducing gap periods between the disappearance of the central fixation dot and the appearance of the target dot (known as gap and overlap saccadic paradigms) (Saslow, 1967;

Fischer and Boch, 1983; Kalesnykas and Hallett, 1987; Braun and Breitmeyer, 1988; Fischer et al., 1993). In the gap condition, attention is not focused on the central dot when the target appears, resulting in faster saccadic engagement on the target, and so faster saccadic latency than overlap conditions (Pratt et al., 2006). In AS task, participants are instructed to refrain from looking at the peripheral target dot and direct their gaze in the opposite direction. The AS task is used to investigate the ability to inhibit saccades toward the stimulus and to correct potential saccade errors (i.e., saccade toward the peripheral target dot). In this sense, AS measures (e.g., latency, proportions of AS correct and corrected, and the time to correct AS errors) may reliably inform on EF.

Although many studies have used PS and AS tasks in several psychiatric and neurological conditions (Everling and Fischer, 1998; Hutton and Ettinger, 2006; Armstrong and Olatunji, 2012; Carvalho et al., 2014; Levy et al., 2018), few have examined saccadic eye movement (SEM) performances in normal aging or in elderly depression. Noiret et al. (2017) reported that latencies, time to correct AS errors, and proportion of uncorrected AS increased with aging. Elderly depressed patients were found to have longer latency in PS and AS tasks and a higher proportion of uncorrected saccades in AS task (Carvalho et al., 2014).

However, to our knowledge, no information is available concerning oculomotor measurement in elderly depressed patients with SB (Barsznica et al., 2019). The main objective of our research was to describe oculomotor performances in elderly depressed patients with SB. In this exploratory study, we expected these patients would have lower performances in these SEM tasks compared to elderly depressed patients without SB because of poorer EF that was previously reported compared to other populations (King et al., 2000; Marzuk et al., 2005; Westheide et al., 2008; Mcgirr et al., 2012; Richard-Devantoy et al., 2012, 2015). The use of standard overlap and gap conditions is to measure selective attention (Saslow, 1967; Fischer and Boch, 1983; Kalesnykas and Hallett, 1987; Braun and Breitmeyer, 1988; Fischer et al., 1993).

MATERIALS AND METHODS

Population

Thirty-two inpatients aged from 65 to 86 years were recruited in Nord Franche-Comté Hospital, Bavilliers, France. All patients were interviewed by a trained psychiatrist and presented a current major depressive episode according to diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM)-5 criteria (American Psychiatric Association, 2013) and a Montgomery-Åsberg Depression Rating Scale score >20 (MADRS) (Montgomery and Åsberg, 1979). The patient with no SB group ($n = 12$) did not present the personal history of SA or recurring SI, according to the Columbia Suicide Severity Rating Scale (CSSRS; Posner et al., 2008). The patient with SB group ($n = 12$) presented a recent history of SA or recurring SI according to the CSSRS. Any patient with a previous medical history of a neurological disease (i.e., head trauma, stroke, dementia, Parkinson's disease, epilepsy, or brain tumor) or a psychiatric

disorder (i.e., schizophrenia, bipolar disorder, and addictive behaviors other than smoking or borderline personality) was not included. All patients had a normal or corrected-to-normal vision and reported no visual disorders.

All patients were taking antidepressant medications at the time of testing. Informed written consent was obtained from all participants prior to enrollment. The research was approved by the Committee for the Protection of Persons and was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki as revised in 1989.

Neuropsychological Assessment

All patients underwent a neuropsychological assessment protocol focused on the assessment of attention/processing speed, EFs, and verbal episodic memory. General cognitive function was assessed by Mini-Mental State Examination (MMSE; Folstein et al., 1975; Kalafat et al., 2003). This battery of tests was designed to ensure that no participant had cognitive impairments associated with dementia.

Assessment of Attention and Processing Speed

The TMT, part A (Reitan, 1958; Godefroy, 2008): Participants are required to connect with lines 25 circles numbered from 1 to 25 as quickly as possible.

The Stroop color reading (Stroop, 1935; Meulemans, 2008): Colored rectangles are presented, and participants have to name the colors.

The Stroop word reading (Stroop, 1935; Meulemans, 2008): Participants have to read aloud color names printed in black ink.

The digit span forward task (Wechsler and Naglieri, 2009): Participants are read aloud a sequence of numbers and recall the numbers in the same order.

Assessment of Executive Functions

The TMT, part B (Reitan, 1958; Godefroy, 2008): Participants are required to connect numbers and letters alternatively as quickly as possible. The TMT part B–part A was also calculated as a measure of cognitive flexibility independent of processing speed.

The Phonemic Verbal Fluency (PVF; Godefroy, 2008): Participants are asked to generate as many words as possible beginning with the letter “P” lasting 2 min.

The Semantic Verbal Fluency (SVF; Godefroy, 2008): Participants are asked to generate as many words as possible belonging to the category “animals,” lasting 2 min.

The Alternate Verbal Fluency (AVF; Iudicello et al., 2008): Participants have to continuously alternate words beginning with the letter “P” and words belonging to the category “Animals,” lasting 2 min. A shifting index was computed according to the following formula: $\text{total words generated in the AVF subtest} / [(\text{PVF} + \text{SVF score}) / 2]$. This index was used to assess the shifting cost a participant pays passing from performing the single fluency subtests to performing the AVF subtest (Costa et al., 2014).

The Stroop color interference (C/W, Stroop, 1935; Meulemans, 2008): Participants have to name the ink color of a printed word that spells the name of a different color. A Stroop difference score was computed (i.e., C/W – Stroop

color read) as a measure of response inhibition independent of processing speed (Meulemans, 2008).

The digit span backward task (Wechsler and Naglieri, 2009): Participants are read aloud a sequence of numbers and recall the numbers in reverse order. A digit difference score was calculated (i.e., digit span forward – digit span backward) as a measure of data manipulation independent of storage information (Wager and Smith, 2003; Ruscheweyh et al., 2013).

The Frontal Assessment Battery (FAB; Dubois et al., 2000): This battery consists of six subtests exploring the following: conceptualization, mental flexibility, motor programming, sensitivity to interference, inhibitory control, and environmental autonomy. In addition to the global score, we also used the Go-No Go task subscore that explores the domain of inhibitory control.

Assessment of Verbal Episodic Memory

The Free and Cued Selective Reminding Test (FCSRT; Grober and Buschke, 1987; Van der Linden et al., 2004): This test assesses the ability to learn a 16 written word list that refers to 16 semantic categories. This test provided an immediate cued recall score (i.e., encoding phase), a total free recall score (i.e., participants are asked to retrieve the words spontaneously), and a total recall score, which was the sum of free and cued recall (i.e., participants are asked to retrieve the words with the help of a semantic cue). The total number of intrusions (i.e., words absent from the list and falsely recalled) was also recorded.

Apparatus

Saccadic eye movements were recorded using a remote eye-tracking device at a frequency of 250 Hz, an accuracy of 0.4°, and a spatial resolution of 0.03° (RED 500, SMI®, Teltow, Germany). We used DELL E6530 Laptop with an Intel Core i7 processor and a 22-inch display screen with a resolution of 1920 × 1080 pixels and a refresh rate at 60 Hz.

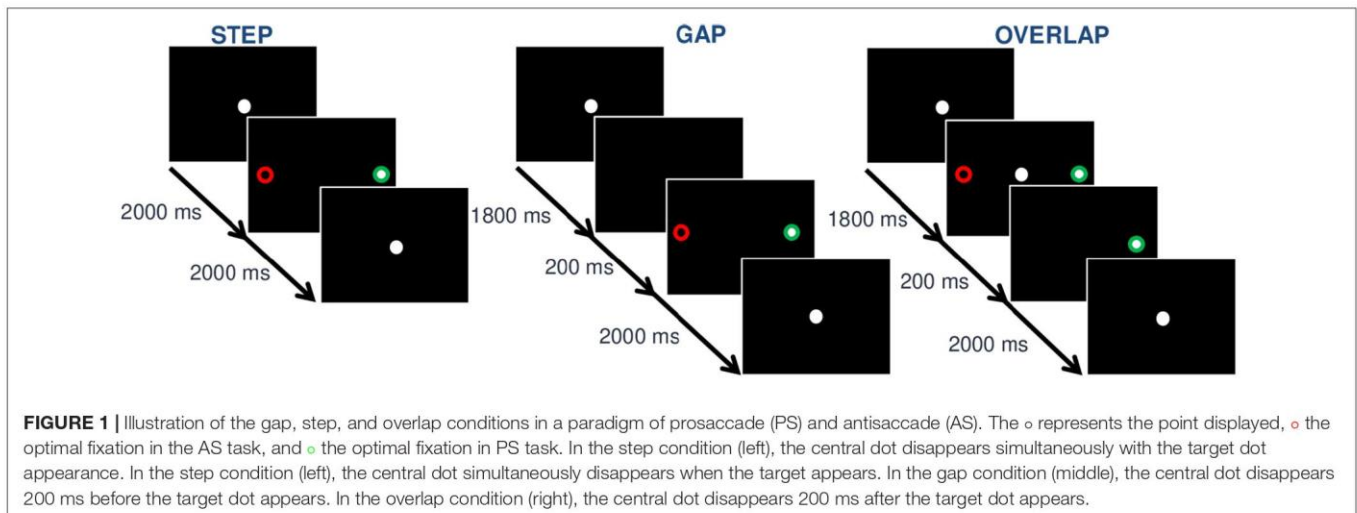
Saccadic Eye Movement Tasks

Prosaccade Task

Each trial started with a central white fixation point (0.5° of visual angle) on a black background. After 2,000 ms, a white target-point (0.5° of visual angle) appeared for 2,000 ms. Then a new central fixation-point appeared to signal the start of the next trial. In the step condition, the central dot disappears simultaneously with the target dot appearance. In the gap condition, the central dot disappears 200 ms before the target dot appears (i.e., “gap” condition). In the overlap condition, the central dot disappears 200 ms after the target dot appears (Figure 1). Every target-point was displayed with an eccentricity of ±8° or ±16° of visual angle in the horizontal plane. Participants were instructed to keep their gaze on the central fixation-point until the peripheral target point appeared and at this time, they had to look at the target point as accurately and quickly as possible.

Antisaccade Task

The AS task was similar to the PS task except for the instructions given to the participants (see Figure 1). Participants were instructed to keep their gaze on the central fixation-point until



the peripheral target-point appeared. After the target-point onset, they had to direct their gaze in the opposite direction to the target-point as quickly and accurately as possible.

Procedure

The experiment was divided into two sessions. In the first session, patients underwent a neuropsychological assessment. In the second session, patients performed the SEM tasks. Neuropsychological tests and SEM tasks were performed 1 week apart. At the beginning of the second session, the patient was seated in a quiet room, 60 cm in front of the monitor, and the eye-tracking system. Each participant completed two blocks of 48 trials. Block orders were counterbalanced between patients (i.e., PS-AS or AS-PS) with a 5-min break and a 5-point calibration between each block. The three conditions were randomly distributed in each block (i.e., 16 steps, 16 gaps, and 16 overlaps). Five practice trials for each block were performed to ensure that participants understood instructions.

Data Reduction and Analysis

Saccade onset and offset were defined by a fixed velocity threshold of $30^\circ/s$. The direction of a saccade was determined by the eye position difference between the start and the end of the saccade. Trials containing anticipated saccades (less than 80 ms) or delayed saccades (more than 800 ms) at the target onset were excluded from the analysis. Trials were also excluded when the eye tracker failed to record the eye coordinates (e.g., eye blink, loss of pupil, or corneal reflection).

Saccades directed toward the targets in the PS task and in the opposite direction in AS task were defined as correct saccades. Saccades directed toward the targets in AS task were defined as AS errors. PS errors were not analyzed because their number was too low for an informative statistical analysis. In AS task, when a subsequent saccade goes in the opposite direction after an AS error, the former was classified as a corrected AS error. Finally, we calculated a gap-effect index [i.e., gap-step ratios: $(\text{gap} - \text{step})/(\text{gap} + \text{step})$] and overlap-effect ratios [i.e.,

overlap-step ratios: $(\text{overlap} - \text{step})/(\text{overlap} + \text{step})$] for each SEM latency just cited above.

As the Shapiro-Wilk's test did not show non-normality distributions and the Levene's test did not show heterogeneity of the variances for all SEM parameters, we decided to use parametric ANOVA. Patients (patients with SB vs. patients with no SB) were the between-subject factor and conditions (gap, step, and overlap) the within-subject factor. When the assumption of sphericity was violated, we used the Greenhouse-Geisser correction.

RESULTS

Demographic, Clinical, and Neuropsychological Variables

As indicated by **Table 1**, participant groups did not differ significantly on demographic variables, such as male/female ratio, age, and years of education. There was no statistically significant difference according to the severity level of depression. There were no statistically significant differences in cognition performance between the two participant groups.

Saccadic Eye Movement Variables Prosaccade Task

Analysis of variance on PS latency revealed only a main effect of conditions, $F(2,44) = 66.09$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.75$. Saccades were faster in gap condition ($M = 237.62$, $SD = 30.01$) than in step ($M = 288.45$, $SD = 35.19$, $p < 0.001$) and overlap conditions ($M = 326.62$, $SD = 50.97$, $p < 0.001$), and they were faster in step than overlap conditions ($p < 0.001$). The main effect of patients [$F(1,22) = 0.54$, $p = 0.47$, $\eta^2_p = 0.02$] and the patients \times conditions interaction [$F(2,44) = 2.13$, $p = 0.13$, $\eta^2_p = 0.09$] were not statistically significant (**Figure 2**).

As regards the gap-step and the overlap-step ratios, a main effect of conditions was found [$F(1,22) = 129.63$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.86$]. Gap-step ratio ($M = -0.10$, $SD = 0.06$) was lower than the overlap-step ratio ($M = 0.06$, $SD = 0.06$). Gap-step

TABLE 1 | Demographic, clinical, and neuropsychological characteristics of the study sample.

Variables	SB patients	no SB patients	t, U or χ^2	p	Cohen's d
Sex (male/female)	5/7	3/9	0.75 ^b	0.39	
Age	76.25 (6.70)	73.00 (6.72)	0.67	0.51	0.27
Education (years)	7.67 (3.31)	8.42 (3.82)	68.50 ^a	0.84	0.21
MADRS	28.50 (5.13)	25.00 (4.31)	1.81	0.08	0.74
MMSE	24.75 (2.70)	24.92 (2.68)	-0.15	0.88	0.06
FCSRT Immediate recall	13.00 (2.80)	14.92 (1.44)	42.50 ^a	0.08	0.86
FCSRT Free recall	19.83 (7.63)	26.00 (7.43)	-2.01	0.06	0.82
FCSRT Total recall	41.58 (5.87)	44.42 (4.62)	43.00 ^a	0.10	0.54
FCSRT Intrusions	1.83 (3.13)	0.75 (1.48)	58.00 ^a	0.38	0.44
SVF	16.42 (7.82)	16.00 (6.51)	0.14	0.89	0.06
PVF	13.33 (4.10)	13.25 (5.82)	0.04	0.97	0.02
AVF	12.3 (8.94)	8.83 (5.15)	1.18	0.25	0.48
Shifting Index	1.11 (1.39)	0.62 (0.36)	69	0.88	0.49
TMT A (s)	66.33 (26.33)	69.09 (36.95)	61.00 ^a	0.78	0.09
TMT B (s)	257 (47.9)	236 (59.1)	0.99	0.33	0.40
TMT B-A (s)	202 (43.2)	175 (45.4)	1.47	0.16	0.60
Stroop C	87.42 (25.39)	79.00 (12.07)	48.50 ^a	0.29	0.42
Stroop W	60.17 (15.41)	64.73 (25.23)	65.50 ^a	1.00	0.22
Stroop C/W	206 (72.3)	182 (35.7)	0.94	0.36	0.38
Stroop C/W - C	118 (55.7)	102 (42.0)	0.83	0.41	0.34
Digit span forward	4.75 (0.87)	4.42 (0.79)	55.50 ^a	0.28	0.40
Digit span backward	3.75 (0.97)	3.42 (0.67)	58.00 ^a	0.38	0.40
Digit difference score	1.00 (0.74)	1.00 (0.95)			
FAB total score	13.75 (2.14)	14.67 (2.50)	-0.97	0.35	0.39
FAB (Go-No Go)	1.67 (1.07)	2.17 (1.27)	-1.04	0.31	0.43

If the data did not comply with the t-test parameters (heterogeneity or normality), we used Mann-Whitney U-test as a non-parametric statistical test. For frequency data, we used the chi-square test (χ^2). "a" exponent: Mann-Whitney test, "b" exponent: the chi-square test. SB, suicidal behaviors; MADRS, Montgomery-Åsberg Depression Rating Scale; MMSE, Mini-Mental State Examination; FCSRT, Free and Cued Selective Reminding Test; SVF, Semantic Verbal Fluency; PVF, Phonemic Verbal Fluency; AVF, Alternate Verbal Fluency test; TMT, Trail Making Test; Stroop C, Stroop color reading; Stroop W, Stroop Word reading; Stroop C/W, The Stroop Color interference; FAB, Frontal Assessment Battery.

ratio and overlap-step ratio were statistically different from zero [$t(23) = -7.71, p < 0.001, t(23) = 4.47, p < 0.001$, respectively]. The main effect of patients [$F(1,22) = 0.52, p = 0.48, \eta^2_p = 0.02$] as well as patients \times conditions were not statistically significant (see **Figure 2**).

Antisaccade Task

Correct Antisaccade

We found only a main effect of conditions on correct AS latency, $F(2,44) = 28.49, p < 0.001, \eta^2_p = 0.56$. Saccades were longer in overlap condition ($M = 581.24, SD = 100.86$) than in step ($M = 459.55, SD = 67.93, p < 0.001$) and gap conditions ($M = 426.72, SD = 93.88, p < 0.001$). There was no statistical difference between step and gap conditions ($p = 0.41$). The main effect of patients [$F(1,22) = 1.35, p = 0.26, \eta^2_p = 0.06$] and the patients \times conditions interaction [$F(2,44) = 0.84, p = 0.44, \eta^2_p = 0.04$] were not statistically significant.

The gap-step and the overlap-step ratios, a main effect of conditions was found [$F(1,22) = 41.25, p < 0.001, \eta^2_p = 0.65$]. Gap-step ratio was ($M = -0.04, SD = 0.12$) lower than the overlap-step ratio ($M = 0.11, SD = 0.10$). Overlap-step ratio was statistically different from zero [$t(23) = 5.59, p < 0.001$], contrary to gap-step ratio [$t(23) = -1.89, p = 0.07$]. The main effect of patients

[$F(1,22) = 0.89, p = 0.35, \eta^2_p = 0.04$] and patients \times conditions interaction [$F(1,22) = 0.67, p = 0.42, \eta^2_p = 0.03$] were not statistically significant.

As regards the proportion of correct AS, a main effect of condition was found, $F(2,44) = 3.96, p = 0.03, \eta^2_p = 0.15$. Patients made more correct AS in overlap condition ($M = 33.71, SD = 5.66$) than step conditions ($M = 24.33, SD = 22.10, p = 0.04$). There was no difference between gap ($M = 25.96, SD = 26.05$) and overlap ($p = 0.09$) or step conditions ($p = 0.89$). ANOVA neither revealed main effect of patients [$F(1,22) = 0.31, p = 0.58, \eta^2_p = 0.01$] nor patients \times conditions interaction [$F(2,44) = 2.14, p = 0.13, \eta^2_p = 0.09$].

Antisaccade Errors

As regards AS error latency, we found a main effect of conditions, $F(1.38,30.29) = 36.47, p < 0.001, \eta^2_p = 0.62$. Saccades were faster in gap condition ($M = 249.38, SD = 42.40$) than in step ($M = 298.17, SD = 43.29, p = 0.004$) and overlap conditions ($M = 352.26, SD = 68.04, p < 0.001$), and they were faster in step than overlap condition ($p < 0.001$). The main effect of patients [$F(1,22) = 2.04, p = 0.17, \eta^2_p = 0.09$] and the patients \times conditions interaction [$F(1.38,30.29) = 1.49, p = 0.24, \eta^2_p = 0.07$] were not statistically significant.

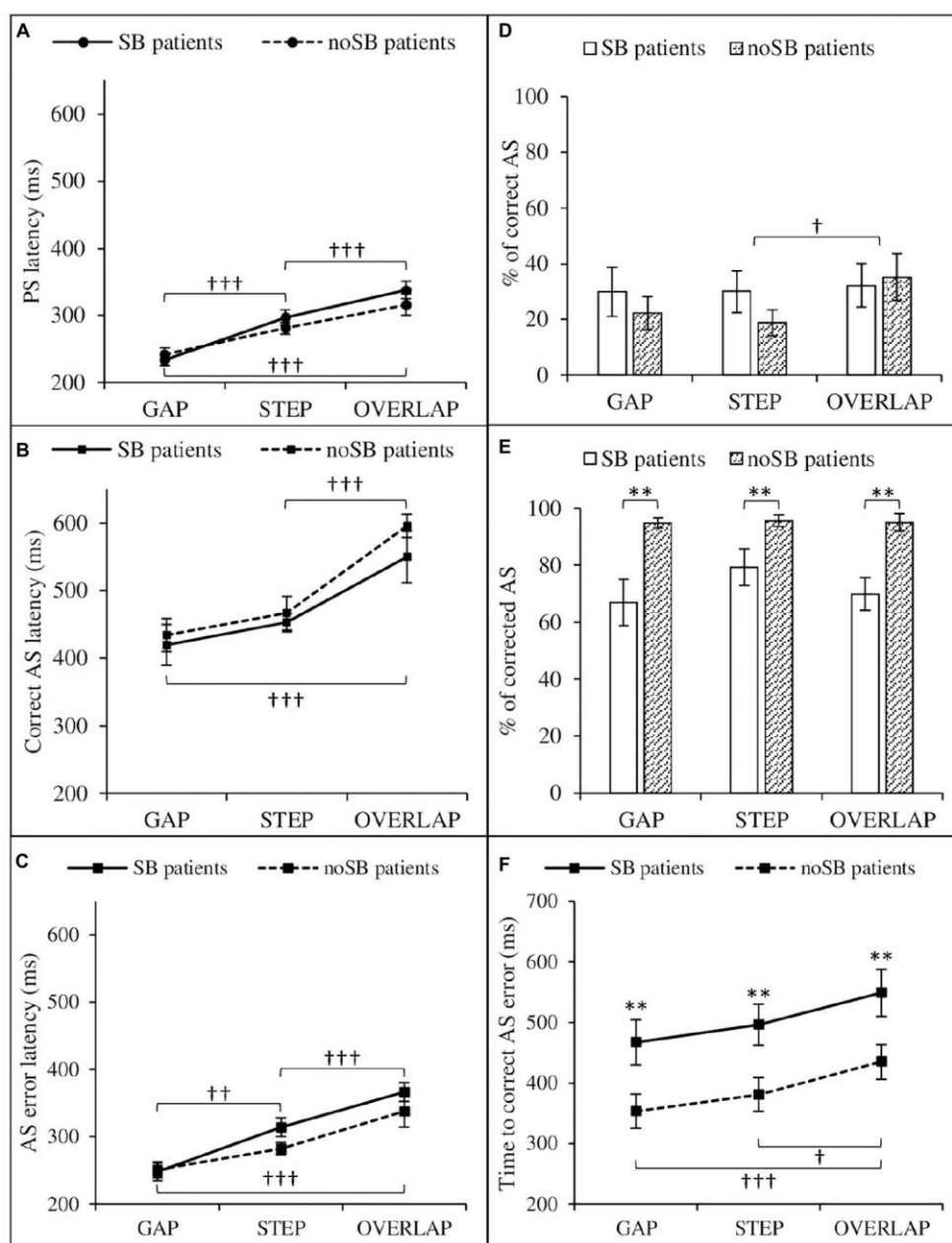


FIGURE 2 | Saccadic eye movement parameters as a function of condition (gap, step, and overlap) and patient group (SB patients and no SB patients). Left: prosaccades (A), correct antisaccades (B), and antisaccade errors (C) latencies. Right: proportion (i.e., percentage of the total number of saccades) of correct antisaccades (D), proportion of corrected antisaccades among antisaccade errors (E), time to correct antisaccade errors (F). AS, antisaccade; no SB, no suicidal behaviors; PS, prosaccade; SB, suicidal behaviors. Error bars: ± 1 standard errors. Significant differences between condition are represented by “†” ($p < 0.05$; †† $p < 0.01$; ††† $p < 0.001$). Significant differences between patients with SB and patients with no SB are represented by “**” (** $p < 0.01$).

The gap-step and the overlap-step ratios analysis showed a main effect of conditions [$F(1,22) = 63.88, p < 0.001, \eta^2_p = 0.74$]; gap-step ratio ($M = -0.10, SD = 0.07$) was lower than the overlap-step ratio ($M = 0.10, SD = 0.12$). Gap-step ratio and overlap-step ratio were statistically different from zero [$t(23) = -7.34, p < 0.001, t(23) = 4.30, p < 0.001$, respectively]. The main effect of patients [$F(1,22) = 0.31, p = 0.59, \eta^2_p = 0.01$] and patients \times conditions

interaction [$F(1,22) = 0.85, p = 0.37, \eta^2_p = 0.04$] were not statistically significant.

Analysis of variance on the proportion of corrected errors among the total of AS errors revealed only a main effect of patients [$F(1,22) = 13.00, p = 0.002, \eta^2_p = 0.37$]. Patients with SB made less corrections ($M = 72.03, SD = 24.43$) than patients with no SB ($M = 95.13, SD = 7.95$). The main effect of conditions [$F(1.48,32.56) = 3.02, p = 0.08, \eta^2_p = 0.12$], and the

patients conditions interaction [$F(1.48,32.56) = 2.35, p = 0.12, \eta^2_p = 0.10$] did not reach statistical significance.

Finally, concerning the time to correct AS errors, we found a main effect of patients [$F(2,44) = 8.99, p < 0.001, \eta^2_p = 0.29$]. Patients with SB took more time to correct AS errors ($M = 504.09, SD = 128.00$) than patients with no SB ($M = 384.82, SD = 95.43$). A main effect of conditions was also found [$F(1,22) = 9.46, p = 0.006, \eta^2_p = 0.30$]. The time to correct AS errors was longer in overlap condition ($M = 490.80, SD = 126.82$) than in gap ($M = 407.86, SD = 125.02, p < 0.001$) and step conditions ($M = 434.69, SD = 120.29, p = 0.02$). There was no statistical difference between gap and step conditions ($p = 0.56$). Patients \times conditions interaction did not reach statistical significance [$F(1,22) = 0.02, p = 0.98, \eta^2_p = 0.001$].

DISCUSSION

In this study, oculomotor impairments were found in elderly patients with SB. In AS tasks, although patients with SB and no SB had a similar proportion of correct AS, patients with SB had fewer corrected AS errors and they took more time to correct them than patients with no SB. Our results are consistent with the literature since Noiret et al. (2017) have reported a link between oculomotor impairments and inhibitory and cognitive flexibility measures in healthy elderly while other studies have found cognitive inflexibility among suicidal elderly (Neuringer, 1964; Richard-Devantoy et al., 2013). Our results suggested higher cognitive inflexibility in suicidal patients compared to non-suicidal. Cognitive flexibility can be defined as the ability to adapt cognitive processing strategies to face new and unexpected conditions in the environment (Cañas et al., 2003). Flexibility function impairment could explain the difficulty of depressed elderly with SB in generating solutions to the resurgence of SI to respond adequately to stressful environments as well as the difficulty to correct their errors in AS task.

Moreover, both groups had similar performances for PS latency. This result suggests that patients with SB do not result in a more pronounced decline in processing speed affecting saccade triggering than patients with no SB. Regardless of the groups, our study showed an increase in PS, correct AS and AS error latencies in overlap conditions compared to gap and step conditions. These results are in agreement with reported literature about gap and overlap effect (Saslow, 1967; Fischer and Boch, 1983; Kalesnykas and Hallett, 1987; Braun and Breitmeyer, 1988; Fischer et al., 1993; Crevits and Vandierendonck, 2005; Kristjansson, 2007; Noiret et al., 2017). Overlap condition requires attentional disengagement of the dot, which may explain higher saccadic latency than in gap and step conditions. Our results suggest a similar disengagement process and attentional capture for both patient groups in PS and AS tasks.

Some studies (Keilp et al., 2008, 2013) have shown that poorer performance on the Stroop task suggested a relatively independent marker of suicide risk within the context of depression. However, in our study, the neuropsychological assessment not only showed similar results between both groups

in term of attention, processing speed, verbal episodic memory but also EF. These results support the idea that the SEM might be a more relevant tool for studying SB in the elderly. In our experiment, simple measures, such as reaction time (i.e., latency) or correct/incorrect trial, were failed to differentiate between patient groups. However, the precision and the continuous recording of the data during trials had produced finer variables (i.e., proportion of corrected errors and time to correct errors). These variables showed that correcting errors is more difficult for patients with SB than for patients with no SB.

A possible limitation of this study is related to the effect of drugs on SEMs. Some studies showed that drugs can affect eye movements (Wells et al., 2014), while others did not show any treatment effect on eye movements in depressed patients (Katsanis et al., 1997; Flechtner et al., 2002). To reduce the effects of the drugs, all of our patients took psychotropic drugs from the same family and were in a stable phase of their disease. Another limitation of this study was the small number of participants due to the difficulty to enroll this type of population. Furthermore, we used a convenience sample of inpatients that may not be representative of community-dwelling older adults. A larger sample size using randomly recruited representative samples should be needed to replicate our findings and further specifying SEM characteristics in patients with SB.

Our main findings showed that elderly depressed patients with SB had difficulties in correcting errors in AS task in comparison with elderly depressed patients with no SB. The assessment of eye movement parameters in depressed elderly patients with SB maybe a first step in identifying patients at risk. Our results are hopeful and encourage further research to confirm the interest in using eye movement measurements as a complementary tool for EF evaluation and to predict suicidal risks in the elderly patients.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

ETHICS STATEMENT

The studies involving human participants were reviewed and approved by the Committee for the Protection of Persons (CPP) and was conducted in accordance with declaration of Helsinki Declaration as revised in 1989. The patients/participants provided their written informed consent to participate in this study.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

YB: study concept and design, methodology, analysis and interpretation of the data, preparation of the manuscript, and revising the manuscript. NN: study concept and design, statistical analysis and interpretation of the data, methodology, and revising the manuscript. BL: analysis interpretation and acquisition of the data. JM: funding acquisition and project administration.

CD: acquisition of the data. JH: patient enrollment. CMa and DB: study concept and design. SR-D, CMo, EH, and EL: study concept and design and funding acquisition. PV: study concept and design, funding acquisition, project administration, patient enrollment, and revising the manuscript. GC: study concept and design, methodology, and revising the manuscript. All authors contributed to the article and approved the submitted version.

REFERENCES

- Alexopoulos, G. S., Bruce, M. L., Hull, J., Sirey, J. A., and Kakuma, T. (1999). Clinical determinants of suicidal ideation and behavior in geriatric depression. *Arch. Gen. Psychiatry* 56, 1048–1053. doi: 10.1001/archpsyc.56.11.1048
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Armstrong, T., and Olatunji, B. O. (2012). Eye tracking of attention in the affective disorders: a meta-analytic review and synthesis. *Clin. Psychol. Rev.* 32, 704–723. doi: 10.1016/j.cpr.2012.09.004
- Barsznica, Y., Noiret, N., Chopard, G., and Vandell, P. (2019). Potential interest of ocular saccades for detection of suicidal behavior in depressed elderly. *Geriatr. Psychol. Neuropsychiatr. Vieil.* 17, 92–98. doi: 10.1684/pnv.2019.0785
- Bazin, N. (2004). Conduites suicidaires et dépression du sujet âgé. *Psychol. Neuropsychiatr. Vieil.* 2, 29–33.
- Braun, D., and Breitmeyer, B. (1988). Relationship between directed visual attention and saccadic reaction times. *Exp. Brain Res.* 73, 546–552. doi: 10.1007/BF00406613
- Cañas, J., Quesada, J., Antolí, A., and Fajardo, I. (2003). Cognitive flexibility and adaptability to environmental changes in dynamic complex problem-solving tasks. *Ergonomics* 46, 482–501. doi: 10.1080/0014013031000061640
- Carvalho, N., Noiret, N., Vandell, P., Monnin, J., Chopard, G., and Laurent, E. (2014). Saccadic eye movements in depressed elderly patients. *PLoS One* 9:e105355. doi: 10.1371/journal.pone.0105355
- Conwell, Y., and Thompson, C. (2008). Suicidal behavior in elders. *Psychiatr. Clin. N. Am.* 31, 333–356. doi: 10.1016/j.psc.2008.01.004
- Costa, A., Bagoj, E., Monaco, M., Zabberoni, S., De Rosa, S., Papantonio, A. M., et al. (2014). Standardization and normative data obtained in the Italian population for a new verbal fluency instrument, the phonemic/semantic alternate fluency test. *Neurol. Sci.* 35, 365–372. doi: 10.1007/s10072-013-1520-8
- Crevits, L., and Vandierendonck, A. (2005). Gap effect in reflexive and intentional prosaccades. *Neuropsychobiology* 51, 39–44. doi: 10.1159/000082854
- De Leo, D., Padoani, W., Scocco, P., Lie, D., Bille-Brahe, U., Arensman, E., et al. (2001). Attempted and completed suicide in older subjects: results from the WHO/EURO multicentre study of suicidal behaviour. *Int. J. Geriatr. Psychiatry* 16, 300–310. doi: 10.1002/gps.337
- Dubois, B., Slachevsky, A., Litvan, I., and Pillon, B. (2000). The FAB: a frontal assessment battery at bedside. *Neurology* 55, 1621–1626. doi: 10.1212/WNL.55.11.1621
- Everling, S., and Fischer, B. (1998). The antisaccade: a review of basic research and clinical studies. *Neuropsychologia* 36, 885–899. doi: 10.1016/S0028-3932(98)00020-7
- Fischer, B., and Boch, R. (1983). Saccadic eye movements after extremely short reaction times in the monkey. *Brain Res.* 260, 21–26. doi: 10.1016/0006-8993(83)90760-6
- Fischer, B., Weber, H., Biscaldi, M., Aiple, F., Otto, P., and Stuhr, V. (1993). Separate populations of visually guided saccades in humans: reaction times and amplitudes. *Exp. Brain Res.* 92, 528–541. doi: 10.1007/BF00229043
- Flechner, K.-M., Steinacher, B., Sauer, R., and Mackert, A. (2002). Smooth pursuit eye movements of patients with schizophrenia and affective disorder during clinical treatment. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci.* 252, 49–53. doi: 10.1007/s004060200011
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., and McHugh, P. R. (1975). “Mini-mental state”: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J. Psychiatr. Res.* 12, 189–198. doi: 10.1016/0022-3956(75)90026-6
- Godefroy, O. (2008). *Fonctions Exécutives et Pathologies Neurologiques et Psychiatriques: Évaluation en Pratique Clinique*. Marseille: Solal.
- Grober, E., and Buschke, H. (1987). Genuine memory deficits in dementia. *Dev. Neuropsychol.* 3, 13–36. doi: 10.1080/87565648709540361
- Hutton, S. B., and Ettinger, U. (2006). The antisaccade task as a research tool in psychopathology: a critical review. *Psychophysiology* 43, 302–313. doi: 10.1111/j.1469-8986.2006.00403.x
- Iudicello, J. E., Woods, S. P., Weber, E., Dawson, M. S., Scott, J. C., Carey, C. L., et al. (2008). Cognitive mechanisms of switching in HIV-associated category fluency deficits. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 30, 797–804. doi: 10.1080/13803390701779578
- Iverson, G. L., Brooks, B. L., Langenecker, S. A., and Young, A. H. (2011). Identifying a cognitive impairment subgroup in adults with mood disorders. *J. Affect. Disord.* 132, 360–367. doi: 10.1016/j.jad.2011.03.001
- Jurado, M. B., and Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychol. Rev.* 17, 213–233. doi: 10.1007/s11065-007-9040-z
- Kalafat, M., Hugonot-Diener, L., and Poitrenaud, J. (2003). Standardisation et étalonnage français du “mini mental state”(MMS) version GRECO. *Rev. Neuropsychol.* 13, 209–236.
- Kalesnykas, R., and Hallett, P. (1987). The differentiation of visually guided and anticipatory saccades in gap and overlap paradigms. *Exp. Brain Res.* 68, 115–121. doi: 10.1007/BF00255238
- Katsanis, J., Kortenkamp, S., Iacono, W. G., and Grove, W. M. (1997). Antisaccade performance in patients with schizophrenia and affective disorder. *J. Abnorm. Psychol.* 106, 468–472. doi: 10.1037/0021-843X.106.3.468
- Keilp, J., Gorlyn, M., Russell, M., Oquendo, M., Burke, A., Harkavy-Friedman, J., et al. (2013). Neuropsychological function and suicidal behavior: attention control, memory and executive dysfunction in suicide attempt. *Psychol. Med.* 43, 539–551. doi: 10.1017/S0033291712001419
- Keilp, J. G., Gorlyn, M., Oquendo, M. A., Burke, A. K., and Mann, J. J. (2008). Attention deficit in depressed suicide attempters. *Psychiatry Res.* 159, 7–17. doi: 10.1016/j.psychres.2007.08.020
- King, D. A., Conwell, Y., Cox, C., Henderson, R. E., Denning, D. G., and Caine, E. D. (2000). A neuropsychological comparison of depressed suicide attempters and nonattempters. *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 12, 64–70. doi: 10.1176/jnp.12.1.64
- Kristjansson, A. (2007). Saccade landing point selection and the competition account of pro- and antisaccade generation: the involvement of visual attention—A review. *Scand. J. Psychol.* 48, 97–113. doi: 10.1111/j.1467-9450.2007.00537.x
- Leigh, R. J., and Kennard, C. (2004). Using saccades as a research tool in the clinical neurosciences. *Brain* 127, 460–477. doi: 10.1093/brain/awh035
- Levy, N. K., Lavidor, M., and Vakil, E. (2018). Prosaccade and antisaccade paradigms in persons with Alzheimer’s disease: a meta-analytic review. *Neuropsychol. Rev.* 28, 16–31. doi: 10.1007/s11065-017-9362-4
- Marzuk, P. M., Hartwell, N., Leon, A., and Portera, L. (2005). Executive functioning in depressed patients with suicidal ideation. *Acta Psychiatr. Scand.* 112, 294–301. doi: 10.1111/j.1600-0447.2005.00585.x
- McGirr, A., Dombrovski, A. Y., Butters, M. A., Clark, L., and Szanto, K. (2012). Deterministic learning and attempted suicide among older depressed individuals: cognitive assessment using the wisconsin card sorting task. *J. Psychiatr. Res.* 46, 226–232. doi: 10.1016/j.jpsychires.2011.10.001
- Meulemans, T. (2008). “La batterie GREFEX,” in *Fonctions Exécutives et Pathologies Neurologiques et Psychiatriques*, ed. Deboeck (Marseille: Solal), 217–229. doi: 10.1080/13825585.2016.1226248
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., and Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cogn. Psychol.* 41, 49–100. doi: 10.1006/cogp.1999.0734

FUNDING

This research was supported jointly by the research mission of the Research, Studies, Evaluation, and Statistics (Mire-DREES), Ministry of Health (DGS), and National Health Insurance Fund for Salaried Workers (CNAMTS), as part of the call for research launched by IRESP in 2015.

- Montgomery, S. A., and Asberg, M. (1979). A new depression scale designed to be sensitive to change. *Br. J. Psychiatry* 134, 382–389. doi: 10.1192/bjp.134.4.382
- Neuringer, C. (1964). Rigid thinking in suicidal individuals. *J. Consult. Clin. Psychol.* 28, 54–58. doi: 10.1037/h0045809
- Noiret, N., Vigneron, B., Diogo, M., Vandel, P., and Laurent, É (2017). Saccadic eye movements: what do they tell us about aging cognition? *Aging Neuropsychol. Cogn.* 24, 575–599. doi: 10.1080/13825585.2016.1237613
- Posner, K., Brent, D., Lucas, C., Gould, M., Stanley, B., Brown, G., et al. (2008). *Columbia-Suicide Severity Rating Scale (C-SSRS)*. New York, NY: Columbia University Medical Center.
- Pratt, J., Dodd, M., and Welsh, T. (2006). Growing older does not always mean moving slower: examining aging and the saccadic motor system. *J. Mot. Behav.* 38, 373–382. doi: 10.3200/JMBR.38.5.373-382
- Reitan, R. M. (1958). Validity of the trail making test as an indicator of organic brain damage. *Percept. Mot. Skill* 8, 271–276. doi: 10.2466/pms.1958.8.3.271
- Richard-Devantoy, S., Jollant, F., Deguigne, F., and Letourneau, G. (2013). Neurocognitive markers of suicide vulnerability in the elderly: a review. *Geriatr. Psychol. Neuropsychiatr. Vieil.* 11, 367–378. doi: 10.1684/pnv.2013.0442
- Richard-Devantoy, S., Jollant, F., Kefi, Z., Turecki, G., Olie, J. P., Annweiler, C., et al. (2012). Deficit of cognitive inhibition in depressed elderly: a neurocognitive marker of suicidal risk. *J. Affect. Disord.* 140, 193–199. doi: 10.1016/j.jad.2012.03.006
- Richard-Devantoy, S., Szanto, K., Butters, M. A., Kalkus, J., and Dombrowski, A. Y. (2015). Cognitive inhibition in older high-lethality suicide attempters. *Int. J. Geriatr. Psychiatry* 30, 274–283. doi: 10.1002/gps.4138
- Richard-Devantoy, S., Turecki, G., and Jollant, F. (2016). Neurobiology of elderly suicide. *Arch. Suicide Res.* 20, 291–313. doi: 10.1080/13811118.2015.1048397
- Ruscheweyh, R., Deppe, M., Lohmann, H., Wersching, H., Korsukewitz, C., Duning, T., et al. (2013). Executive performance is related to regional gray matter volume in healthy older individuals. *Hum. Brain Mapp.* 34, 3333–3346. doi: 10.1002/hbm.22146
- Saslow, M. (1967). Effects of components of displacement-step stimuli upon latency for saccadic eye movement. *J. Opt. Soc. Am.* 57, 1024–1029. doi: 10.1364/JOSA.57.001024
- Shah, A., Bhat, R., Zarate-Escudero, S., Deleo, D., and Erlangsen, A. (2016). Suicide rates in five-year age-bands after the age of 60 years: the international landscape. *Aging Ment. Health* 20, 131–138. doi: 10.1080/13607863.2015.1055552
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *J. Exp. Psychol.* 18, 643–662. doi: 10.1037/h0054651
- Szanto, K., Mulsant, B. H., Houck, P. R., Miller, M. D., Mazumdar, S., and Reynolds, C. F. III (2001). Treatment outcome in suicidal vs. non-suicidal elderly patients. *Am. J. Geriatr. Psychiatry* 9, 261–268. doi: 10.1097/00019442-200108000-00010
- Van der Linden, M., Coyette, F., Poitrenaud, J., Kalafat, M., Calicis, F., Wyns, C., et al. (2004). “L'épreuve de rappel libre/rappel indicé à 16 items (RL/RI-16)” in *L'évaluation des Troubles de la Mémoire : Présentation de Quatre Tests de Mémoire Épisodique (avec leur Étalonnage)*, eds S. A. Van Der Linden, A. Agniel, and C. Baisset Mouly et les membres du GREMEM (Marseille: Solal), 25–47.
- Wager, T. D., and Smith, E. E. (2003). Neuroimaging studies of working memory. *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.* 3, 255–274. doi: 10.3758/CABN.3.4.255
- Wechsler, D., and Naglieri, J. A. (2009). *WNV: Échelle Non Verbale D'intelligence: Manuel*. Paris: les Éd. du Centre de psychologie appliquée.
- Wells, T. T., Clerkin, E. M., Ellis, A. J., and Beevers, C. G. (2014). Effect of antidepressant medication use on emotional information processing in major depression. *Am. J. Psychiatry* 171, 195–200. doi: 10.1176/appi.ajp.2013.12091243
- Westheide, J., Quednow, B. B., Kuhn, K.-U., Hoppe, C., Cooper-Mahkorn, D., Hawellek, B., et al. (2008). Executive performance of depressed suicide attempters: the role of suicidal ideation. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci.* 258, 414–421. doi: 10.1007/s00406-008-0811-1
- World Health Organization (2014). *Preventing Suicide: A Global Imperative*. Geneva: World Health Organization.

Conflict of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.

Copyright © 2021 Barsznica, Noiret, Lambert, Monnin, De Pinho, Hickel, Masse, Richard-Devantoy, Morgny, Bennabi, Haffen, Laurent, Vandel and Chopard. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

IV. Article 3: Emotional information processing in depressed elderly with suicidal behavior

Cette troisième étude avait pour objectif d'étudier les stratégies visuelles afin d'identifier les caractéristiques du traitement de l'information émotionnelle chez les patients âgés dépressifs avec CS en étudiant les MO lors de la présentation de visages expressifs. Cette recherche a été menée dans une population de personnes dépressives âgées de 65 ans et plus incluant 10 patients dépressifs avec CS et 11 patients dépressifs sans CS. Nous avons comparé les fixations oculaires de ces deux échantillons en utilisant une série de 36 photographies de visages exprimant les 6 émotions de base (la joie, la tristesse, la peur, la colère, le dégoût et la neutralité). Pour chaque image présentée, nous avons calculé le temps total de fixation sur les régions émotionnelles (yeux et bouche) particulièrement pertinentes pour le décodage des expressions émotionnelles.

Les patients dépressifs avec CS ont montré des temps de fixation plus longs que les patients sans CS sur les régions émotionnelles des visages exprimant du dégoût, de la peur mais également sur des visages neutres. Ces temps de fixation plus élevés pourraient également refléter des difficultés de désengagement attentionnel des informations émotionnelles congruentes avec l'état émotionnel du patient. Les CS chez les personnes âgées dépressives pourraient être associées à un biais de traitement de l'information qui peut concerner la peur, le dégoût et les visages neutres. Une autre explication possible de nos résultats pourrait être liée aux troubles de l'évaluation et de l'identification de la signification émotionnelle du stimulus. Les patients dépressifs avec CS pourraient rencontrer des difficultés dans la reconnaissance des visages exprimant la peur, le dégoût ou encore les visages neutres.

Nos premiers résultats sont encourageants et suggèrent des biais attentionnels spécifiques aux CS chez les personnes âgées dépressives.

Cet article est en cours de préparation.

Emotional information processing in depressed elderly with suicidal behavior

Yoan Barsznica^{a,b,c,d,*}; Pierre Vandel^{a,c,d,e}; Bérénice Lambert^g; Julie Monnin^{a,c,d}; Claire De
Pinho^e; Julia Hickel^e; Caroline Masse^{a,c}; Stephane Richard-Devantoy^h; Cynthia Morgny^g;
Djamila Bennabi^{a,c}; Emmanuel Haffen^{a,c}; Eric Laurent^c; Gilles Chopard^{a,b,c,d}; Nicolas Noiretⁱ

^a Department of Clinical Psychiatry, Besançon University Hospital, Besançon, France.

^b Department of Neurology, Besançon University Hospital, Besançon, France

^c Integrative Research Laboratory in Neurosciences and Cognitive Psychology, Bourgogne
Franche-Comté University, F-25000, Besançon, France.

^d Memory Center of Research and Resources (CMRR), Besançon University Hospital,
Besançon, France.

^e Department of old age Psychiatry 90Z01, Association Hospitalière Bourgogne Franche-
Comté Hospital, Bavilliers, France.

^f Regional Observatory of Health, Bourgogne-Franche-Comté, France

^g McGill University, Department of Psychiatry & Douglas Mental Health University, Institute
McGill Group for Suicide Studies, Canada

^h UMR CNRS 7295 “Research Centre on Cognition and Learning”, University of Poitiers,
University of Tours, Poitiers, France

*Corresponding author at: Department of Clinical Psychiatry, University Hospital, 3
Boulevard Alexandre Fleming, 25000 Besançon, France. E-mail: ybarsznica@chu-besancon.fr

Phone number: 00 33 3 81 66 82 18. Fax: 00 33 3 81 66 86 05.

Abstract

Suicidal behaviors (SB) are often associated with perturbations of emotional information processing. Recent evidences suggest that eye-tracking can provide specific visual strategies displayed during exploration of emotional facial expressions as a function of age, pathological status or facial emotion shown. The aim of this study was to identify the characteristics of emotional facial information processing in elderly depressed patients with SB. For this purpose, we compared fixation time of elderly depressed patients (N=26) with SB and with no SB on emotional naturalistic faces. SB patients spent more time than noSB patients on emotional regions (i.e. eyes and mouth) of disgust, fear and neutral emotions. Fixation time did not statistically differ between groups for angry, sad and happy emotions. We discuss these results invoking difficulties in recognizing these emotions or difficulties in disengaging attention from emotional information congruent with the patient's emotional state. Specific attentional biases observed in suicidal individuals could be used as novel risk factors, to more accurately assess and thus allow predicting suicide risk.

1. Introduction

Elderly suicide is a major public health problem (WHO, 2014; Shah et al., 2016) especially since they have a higher suicide risk than young adults (Shah et al., 2016). Suicide behaviors (SB) in elderly people are often associated with depression (Links et al., 2012) but also with impairments of emotional information processing (Szanto et al., 2012). For instance, suicide attempters showed higher sensitivity to negative social signals (Jollant et al., 2011). It has been suggested that age-related suicidal vulnerability may be explained both by cognitive and emotional inability to respond adequately to stressful environmental factors (Richard-Devantoy et al., 2012). This inability may lead to the development of a suicidal crisis through a lack of regulation of the emotional state (Richard-Devantoy et al., 2012). Indeed, a lack of adequate emotional regulation may expose depressed elderly with SB to intense emotional response leading to increase negative emotions, stress and/or depression, the risk of interpersonal conflict, which play a key role on social isolation and trigger suicidal processes (O'Connell et al., 2004b; Jollant et al., 2011; Richard-Devantoy et al., 2013a; Sinyor et al., 2016).

Before interpreting and recognizing emotion from others, one should perceptively process these emotions (e.g. visually or audibly). In the case of visual emotional processing, facial expressions can be considered as the most relevant stimuli (Nummenmaa et al., 2006; Bradley et al., 2011). Eye-tracking studies have demonstrated that emotional processing of facial expressions requires specific visual patterns (i.e. visual processing mainly focused on eyes and mouth), which can be modulated by several factors such age, pathological status or facial emotion displayed (Wong et al., 2005; Marsh and Williams, 2006; Eisenbarth and Alpers, 2011; Deschamps et al., 2014; Noiret et al., 2015; Chaby et al., 2017; Tsypes et al., 2017).

SB-related emotional information processing in depressed elderly could lead to changes in visual processing of emotional faces. Indeed, attentional biases lead suicidal attempters to turn their attention to stimuli congruent with the content of thoughts related to suicide and remove other alternatives (Becker et al., 1999). Attentional biases are characterized by difficulty in disengaging stimuli congruent with the patient's emotional state (Wenzel and Beck, 2008).

So, an emotional bias would lead to a more important treatment on the emotional areas of faces particularly prominent for SB. The analysis of visual processing on emotional faces in elderly depressed patients with SB has never been reported. The aim of this study was to examine emotional information processing in elderly depressed patients with SB compared to those without SB by investigating eye movements during the presentation of facial expressions. We suppose that elderly patients with SB will gaze the AOIs of certain negative facial expressions longer than patients without SB which may be associated with difficulty in attentional disengagement.

2. Materials and Methods

2.1 Population

Thirty-one inpatients aged from 65 to 86 years were recruited in North Franche-Comté Hospital, Bavilliers, France. All patients were interviewed by a trained psychiatrist and presented a current major depressive episode according to DSM-5 criteria (APA, 2013) and a Montgomery-Åsberg Depression Rating Scale score >20 (MADRS, Montgomery and Asberg, 1979). The SB patient group (n=10) presented a recent history of SA or recurring SI according to the Columbia Suicide Severity Rating Scale (C-SSRS, Posner et al., 2008) C-SSRS. The noSB patient group (n=11) did not present personal history of suicide attempts or recurring suicide ideation, according to the C-SSRS (Posner et al., 2008). No patients have previous medical history of a psychiatric disease (e.g. bipolar disorder, schizophrenia, borderline personality). All patients were taking antidepressant medications at the time of testing. Informed written consent was obtained from all participants prior to enrollment. The research was approved by the Committee for the Protection of Persons and was conducted in accordance with the declaration of Helsinki as revised in 1989. In addition to the Mini-Mental State Examination (MMSE, Folstein et al., 1975; Kalafat et al., 2003) all patients were administered a neuropsychological (Sylvestre et al., 2011; Sylvestre et al., 2017) to ensure that nobody had cognitive impairments associated with dementia.

Table 1. Demographic, clinical, scores of SB and noSB patients.

	SB (N=10)	noSB (N=11)	U or χ^2	p
Sexe (F/M)	6/4	9/2	1.22	.27
Education (years)	6.9 (2.6)	7.45 (3.45)	52	.84
Age	77.1 (6.72)	73.3 (6.25)	37.5	.23
MADRS	28.00 (5.96)	24.10 (4.57)	33.5	0.14
MMSE	23.90 (2.96)	25.80 (2.71)	34.5	0.16

Note: if the data did not comply with the t-test parameters (heterogeneity or normality), we used Mann-Whitney U-test as non-parametric statistical test. For frequency data, we used chi-square-test (χ^2). Abbreviations: SB, Suicidal Behaviors - MADRS, Montgomery-Åsberg Depression Rating Scale

2.2 Material and procedure

At the beginning of the experiment, all participants were invited to seat in a quiet room, 60 cm in front of a remote video eye tracking system (RED 500, SMI®, with a frequency of 250 Hz, an accuracy of 0.4° and a spatial resolution of 0.03°). Once the 5-point calibration was successfully completed, instructions were given, via the screen (22 inch, resolution of 1920 x 1080 pixels and refresh rate at 60 Hz) and verbally by the experimenter.

The experimental task was constituted by a series of 36 photographs of naturalistic faces selected from the FACES database (Ebner et al., 2010) and displayed sequentially. There were six emotions (i.e. joy, sadness, fear, anger, disgust and neutrality). Each of them was expressed by three men and three women (one young, one middle-aged, and one older). Each trial began with a central fixation cross during 2000 ms following by an emotional face during 5000 ms. Patients were instructed to look freely at each photograph without any other constraint, as if they were watching television or viewing images in a photo album. The 36 trials appeared randomly for each patient.

2.3 Data reduction and analysis

The eyes and mouth are particularly relevant for the decoding emotional expressions (Eisenbarth and Alpers, 2011). Therefore, and in order to simplify analyses, we chose only to examine data on these two emotional regions: the eyes (and eyebrows) and the mouth were gathered in one emotional area of interest (EAOI). Eye behaviors were considered as

fixations when they were within 1° of visual angle during more than 100ms. Patients whose eye movements could not be calibrated or whose eye fixations were not successfully tracked for at least 25% of trials were excluded, leaving 11 noSB patients and 10 SB patients for analysis. As our samples are small, the Wilcoxon-Mann-Whitney test was used to compare fixation time of SB and noSB patient groups on EAOI of each emotional face.

3. Results

SB patients spent more time than noSB patients on EAOI of disgust, fear and neutral emotions (Table 2). There were no statistical differences for angry, sad and happy emotions.

Table 2. Mean (standard deviation) of fixation time (s) on emotional regions (eyes and mouth) for SB and noSB patients as a function of emotional faces.

Emotional faces	SB patients	noSB patients	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>Effect size</i>
Happiness	2,91 (1,11)	2,36 (1,11)	36	.20	.35
Angry	2,88 (0,31)	2,08 (0,91)	29	.07	.47
Sadness	3,05 (0,74)	2,30 (1,04)	34	.15	.38
Disgust	2,91 (0,96)	1,95 (0,89)	24	.03*	.56
Fear	3,30 (0,59)	2,33 (1,12)	24	.03*	.56
Neutral	3,21 (0,68)	2,48 (0,91)	24	.03*	.56

Notes. SB: Suicidal behaviour; U: Mann-Whitney's test

4. Discussion

We found that SB patients spent more time on emotional features (i.e. eyes and mouth) than noSB patients in response to fear, disgust and neutral faces. An explanation of our results could be that the elevated fixation time on emotional features reflects attentional disengagement difficulties from emotional information congruent with the patient's emotional state (Becker et al., 1999; Wenzel and Beck, 2008). How individuals understand emotions depends in part on their ability to understand the emotional states of others in themselves through a process of simulation (Gallese, 2003; Gallese et al., 2004). In this way,

the faces presented to the participants could reflect what the patient thinks of himself. Thus, elevated fixation time on disgust stimuli could be associated with self-disgust felt by patients with SB (Wicker et al., 2003). Associated to depression, self-disgust is a particularly strong predictor of completed suicide (Bostwick and Pankratz, 2000; Wicker et al., 2003; Van Orden et al., 2010). Attentional bias for fear with significantly greater sustained attention toward fearful faces point to the salience of signals of social threat in relation to suicide risk (Joiner, 2005; Jokinen and Nordström, 2008; Jollant et al., 2011; O'Connor, 2011; Olié et al., 2015). These results suggested that perceived interpersonal conflict during the presentation of fear images, could serve as a potential mechanism through which this attentional bias might develop (Tsypes et al., 2017).

Another possible explanation of our results could be related to emotional recognition impairments related to suicidal vulnerability. Richard-Devantoy et al. (2013a) reported that suicide depressed attempters had difficulties in the recognition of disgust compared to depressed attempters, and fear compared to healthy controls. Another study (Szanto et al., 2012) showed that complex emotions recognition appeared to be impaired in depressed elderly with SB. Future research should also focus on both analysis and recognition of complex emotions. Thus, elevated fixation time on EAOI for disgust and fear faces could be due to difficulties in interpreting facial emotions. Compared with non-attempters, suicide attempters showed alterations in brain activation during facial emotional processing, especially in fusiform gyrus (Ai et al., 2018), orbitofrontal cortex (Jollant et al., 2008) and amygdala (Olié et al., 2015), key brain regions in the facial recognition.

As regards our results on neutral expressions, it is known that the latter are ambiguous resulting in over visual processing and facilitating misinterpretation of their valence (Elliott et al., 2002). In this sense our results could be linked to difficulties in interpreting neutral images associated with greater processing of their emotional areas. A misinterpretation of neutral expressions could also lead to congruence bias. In this sense neutral emotions would be recognized as salient emotions for patients with SB. An emotion recognition test would make it possible to understand which mechanisms are involved.

A limitation of the present study was the small number of participants (N = 21) mainly due to the difficulty to enroll this type of population (especially during pandemic circumstances). Larger sample size should be needed to replicate and refine our findings. Another limitation was that we did not take into account pharmacological treatment that could affect eye movements (Wells et al., 2014). However, some studies did not show any treatment effect on eye movements in depressed patients (Katsanis et al., 1997; Flechtner et al., 2002). Lastly, we choose to carry out a visual inspection task without constraint or instructions such as recognition of emotional content in order to have the most naturalistic emotional processing. However, this procedure did not allow us to directly examine relations between visual processing and emotion recognition. Further studies should examine face recognition ability after visual exploration task in order to clarify the link between visual processing and recognition ability.

SB associated to depression in elderly seems to be associated with visual information processing modifications which may concern fear, disgust and neutral facial expressions. Our experiment is the first to analyze visual processing of emotional faces on elderly depressed patients with SB. Studies are needed to deepen our understanding of these particular visual treatments related to SB. If additional research will need to be carried out, our preliminary results are encouraging and suggest that attentional biases could serve as an assessment and intervention tools for the prevention of suicide.

References

- Ai, H., Van Tol, M.-J., Marsman, J.-B.C., Veltman, D.J., Ruhé, H.G., Van Der Wee, N.J., Opmeer, E.M., and Aleman, A. (2018). Differential relations of suicidality in depression to brain activation during emotional and executive processing. *Journal of psychiatric research* 105, 78-85.
- Becker, E.S., Strohbach, D., and Rinck, M. (1999). A specific attentional bias in suicide attempters. *The Journal of nervous and mental disease* 187, 730-735.
- Bostwick, J.M., and Pankratz, V.S. (2000). Affective disorders and suicide risk: a reexamination. *American Journal of Psychiatry* 157, 1925-1932.
- Bradley, M.M., Houbova, P., Miccoli, L., Costa, V.D., and Lang, P.J. (2011). Scan patterns when viewing natural scenes: Emotion, complexity, and repetition. *Psychophysiology* 48, 1544-1553.
- Chaby, L., Hupont, I., Avril, M., Luherne-Du Boullay, V., and Chetouani, M. (2017). Gaze behavior consistency among older and younger adults when looking at emotional faces. *Frontiers in Psychology* 8, 548.
- Chopard, G., Pitard, A., Ferreira, S., Vanholsbeeck, G., Rumbach, L., and Galmiche, J. (2007). Combining the Memory Impairment Screen and the Isaacs Set Test: a practical tool for screening dementias. *Journal of the American Geriatrics Society* 55, 1426-1430.
- Deschamps, L., Leplain, S., and Vandromme, L. (2014). Fixation oculaire initiale et exploration d'un visage: le cas de l'enfant avec Trouble du spectre de l'autisme et retard développemental. *Enfance*, 399-425.
- Ebner, N.C., Riediger, M., and Lindenberger, U. (2010). FACES—A database of facial expressions in young, middle-aged, and older women and men: Development and validation. *Behavior research methods* 42, 351-362.
- Eisenbarth, H., and Alpers, G.W. (2011). Happy mouth and sad eyes: scanning emotional facial expressions. *Emotion* 11, 860.
- Elliott, R., Rubinsztein, J.S., Sahakian, B.J., and Dolan, R.J. (2002). The neural basis of mood-congruent processing biases in depression. *Archives of general psychiatry* 59, 597-604.
- Flechtner, K.-M., Steinacher, B., Sauer, R., and Mackert, A. (2002). Smooth pursuit eye movements of patients with schizophrenia and affective disorder during clinical treatment. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci.* 252, 49-53. <https://doi.org/10.1007/s004060200011>
- Folstein, M.F., Folstein, S.E., and Mchugh, P.R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J. Psychiatr. Res.* 12, 189-198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- Gallese, V. (2003). The roots of empathy: the shared manifold hypothesis and the neural basis of intersubjectivity. *Psychopathology* 36, 171-180.
- Gallese, V., Keysers, C., and Rizzolatti, G. (2004). A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in cognitive sciences* 8, 396-403.
- Godefroy, O. (2008). *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques: évaluation en pratique clinique*. Marseille: Solal.
- Grober, E., and Buschke, H. (1987). Genuine memory deficits in dementia. *Dev. Neuropsychol.* 3, 13-36. <https://doi.org/10.1080/87565648709540361>
- Isaacs, B., and Kennie, A.T. (1973). The Set test as an aid to the detection of dementia in old people. *The British Journal of Psychiatry* 123, 467-470.
- Joiner, T.E. (2005). *Why people die by suicide*. Harvard University Press.
- Jokinen, J., and Nordström, P. (2008). HPA axis hyperactivity as suicide predictor in elderly mood disorder inpatients. *Psychoneuroendocrinology* 33, 1387-1393.
- Jollant, F., Lawrence, N.L., Olie, E., Guillaume, S., and Courtet, P. (2011). The suicidal mind and brain: a review of neuropsychological and neuroimaging studies. *The world journal of biological*

- psychiatry : the official journal of the World Federation of Societies of Biological Psychiatry* 12, 319-339. 10.3109/15622975.2011.556200
- Jollant, F., Lawrence, N.S., Giampietro, V., Brammer, M.J., Fullana, M.A., Drapier, D., Courtet, P., and Phillips, M.L. (2008). Orbitofrontal cortex response to angry faces in men with histories of suicide attempts. *American Journal of Psychiatry* 165, 740-748.
- Kalafat, M., Hugonot-Diener, L., and Poitrenaud, J. (2003). Standardisation et étalonnage français du "Mini Mental State"(MMS) version GRECO. *Rev. de Neuropsychol.* 13, 209-236.
- Katsanis, J., Kortenkamp, S., Iacono, W.G., and Grove, W.M. (1997). Antisaccade performance in patients with schizophrenia and affective disorder. *J. Abnorm. Psychol.* 106, 468-472. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.106.3.468>
- Links, P., Nisenbaum, R., Ambreen, M., Balderson, K., Bergmans, Y., Eynan, R., Harder, H., and Cutcliffe, J. (2012). Prospective study of risk factors for increased suicide ideation and behavior following recent discharge. *General Hospital Psychiatry* 34, 88-97.
- Marsh, P.J., and Williams, L.M. (2006). ADHD and schizophrenia phenomenology: visual scanpaths to emotional faces as a potential psychophysiological marker? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 30, 651-665.
- Meulemans, T. (2008). "La batterie GREFEX," in *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques.*, ed. Deboeck. (Marseille: Solal), 217-229.
- Montgomery, S.A., and Asberg, M. (1979). A new depression scale designed to be sensitive to change. *Br. J. Psychiatry* 134, 382-389. <https://doi.org/10.1192/bjp.134.4.382>
- Noiret, N., Carvalho, N., Laurent, É., Vulliez, L., Bennabi, D., Chopard, G., Haffen, E., Nicolier, M., Monnin, J., and Vandel, P. (2015). Visual scanning behavior during processing of emotional faces in older adults with major depression. *Aging & mental health* 19, 264-273.
- Nummenmaa, L., Hyönä, J., and Calvo, M.G. (2006). Eye movement assessment of selective attentional capture by emotional pictures. *Emotion* 6, 257.
- O'connell, H., Chin, A.V., Cunningham, C., and Lawlor, B.A. (2004). Recent developments: suicide in older people. *Bmj* 329, 895-899. 10.1136/bmj.329.7471.895
- O'connor, R.C. (2011). "The integrated motivational-volitional model of suicidal behavior". Hogrefe Publishing).
- Olié, E., Ding, Y., Le Bars, E., De Champfleury, N.M., Mura, T., Bonafé, A., Courtet, P., and Jollant, F. (2015). Processing of decision-making and social threat in patients with history of suicidal attempt: A neuroimaging replication study. *Psychiatry Research: Neuroimaging* 234, 369-377.
- Posner, K., Brent, D., Lucas, C., Gould, M., Stanley, B., Brown, G., Fisher, P., Zelazny, J., Burke, A., and Oquendo, M. (2008). Columbia-suicide severity rating scale (C-SSRS). *New York, NY: Columbia University Medical Center.*
- Reitan, R.M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Percept. Mot. Ski.* 8, 271-276. <https://doi.org/10.2466/pms.1958.8.3.271>
- Richard-Devantoy, S., Guillaume, S., Olie, E., Courtet, P., and Jollant, F. (2013). Altered explicit recognition of facial disgust associated with predisposition to suicidal behavior but not depression. *Journal of affective disorders* 150, 590-593.
- Richard-Devantoy, S., Jollant, F., Kefi, Z., Turecki, G., Olie, J.P., Annweiler, C., Beauchet, O., and Le Gall, D. (2012). Deficit of cognitive inhibition in depressed elderly: a neurocognitive marker of suicidal risk. *J. Affect. Disord.* 140, 193-199. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jad.2012.03.006>
- Shah, A., Bhat, R., Zarate-Escudero, S., Deleo, D., and Erlangsen, A. (2016). Suicide rates in five-year age-bands after the age of 60 years: the international landscape. *Aging Ment. Health* 20, 131-138. <https://doi.org/10.1080/13607863.2015.1055552>
- Sinyor, M., Tan, L.P.L., Schaffer, A., Gallagher, D., and Shulman, K. (2016). Suicide in the oldest old: an observational study and cluster analysis. *International journal of geriatric psychiatry* 31, 33-40.

- Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *J. Exp. Psychol.* 18, 643-662.
<https://dx.doi.org/10.1037/h0054651>
- Sylvestre, G., Chopard, G., Tio, G., Magnin, E., Rumbach, L., Vandell, P., & Galmiche, J. (2011). Diagnostic norms of RAPID neuropsychological battery tests for subjects aged 60 to 89 years with Alzheimer's disease. *Revue neurologique*, 167(6-7), 495-504.
- Sylvestre, G., Mauny, F., Lavaux, M., Puyraveau, M., Binetruy, M., Meyer, A., ... & Chopard, G. (2017). The RAPID Neuropsychological Test Battery for Subjects Aged 50–89: From Norms to Cognitive Profile. *European neurology*, 78(5-6), 247-256.
- Szanto, K., Dombrovski, A.Y., Sahakian, B.J., Mulsant, B.H., Houck, P.R., Reynolds, C.F., 3rd, and Clark, L. (2012). Social emotion recognition, social functioning, and attempted suicide in late-life depression. *The American journal of geriatric psychiatry : official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry* 20, 257-265. 10.1097/JGP.0b013e31820eea0c
- Tada, M., Uchida, H., Maeda, T., Konishi, M., Umeda, S., Terasawa, Y., Nakajima, S., Mimura, M., Miyazaki, T., and Takahashi, T. (2015). Fear conditioning induced by interpersonal conflicts in healthy individuals. *PloS one* 10, e0125729.
- Tsypes, A., Owens, M., and Gibb, B.E. (2017). Suicidal ideation and attentional biases in children: An eye-tracking study. *Journal of affective disorders* 222, 133-137.
- Van Der Linden, M., Coyette, F., Poitrenaud, J., Kalafat, M., Calicis, F., Wyns, C., and Adam, S. (2004). "L'épreuve de rappel libre/rappel indicé à 16 items (RL/RI-16)," in *L'évaluation des troubles de la mémoire : présentation de quatre tests de mémoire épisodique (avec leur étalonnage)*, ed. S.A. Van Der Liden, A. Agniel, C. Baisset Mouly, Et Al. (Marseille: Solal), 25-47.
- Van Orden, K.A., Witte, T.K., Cukrowicz, K.C., Braithwaite, S.R., Selby, E.A., and Joiner Jr, T.E. (2010). The interpersonal theory of suicide. *Psychological review* 117, 575.
- Wells, T.T., Clerkin, E.M., Ellis, A.J., and Beevers, C.G. (2014). Effect of antidepressant medication use on emotional information processing in major depression. *Am. J. Psychiatry* 171, 195-200.
<https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2013.12091243>
- Wenzel, A., and Beck, A.T. (2008). A cognitive model of suicidal behavior: Theory and treatment. *Applied and preventive psychology* 12, 189-201.
- Who (2014). Preventing suicide: a global imperative. *World Health Organization*.
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.-P., Gallese, V., and Rizzolatti, G. (2003). Both of us disgusted in My insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron* 40, 655-664.
- Wong, B., Cronin-Golomb, A., and Nearing, S. (2005). Patterns of visual scanning as predictors of emotion identification in normal aging. *Neuropsychology* 19, 739.

Discussion générale

L'objectif de cette thèse était de mieux comprendre l'impact des caractéristiques cognitives associées aux CS dans la dépression de la personne âgée. La technique d'études des MO a été utilisée pour identifier des facteurs cognitifs de risque du suicide. Dans notre premier article (Barsznica et al., 2019), nous avons suggéré que le dysfonctionnement exécutif plus important associé aux CS chez des individus âgés (Richard-Devantoy et al., 2016b), et les modifications corticales et sous corticales qui leur sont associées (Pu et al., 2015), pouvaient être liés à un déficit du contrôle cognitif et émotionnel, entraînant ainsi des modifications des MO. D'un point de vue cérébral, les processus oculomoteurs sont incarnés dans la globalité du fonctionnement cognitif. Les fonctions exécutives, sous tendues par les régions frontales, ont un rôle dans le contrôle des saccades. Ainsi, l'association entre des altérations de ces régions - donc du fonctionnement exécutif - et les CS, laissent supposer que ces dernières pourraient être détectées par l'analyse des paramètres des saccades oculaires sur des tâches simples comme les PS et AS.

En effet, les résultats de notre deuxième article ont montré des modifications des paramètres des saccades oculaires dans une tâche de PS et d'AS chez les personnes âgées dépressives avec CS comparées à celles sans CS. Dans la tâche d'AS, bien que les deux groupes présentaient une proportion similaire d'AS correctes, les patients avec CS corrigeaient moins d'erreurs et passaient plus de temps pour corriger ces erreurs en condition AS. Dans une étude en eye-tracking, Noiret et al. (Noiret et al., 2017) ont calculé des régressions multiples, afin d'examiner l'importance de la relation entre les performances cognitives et les paramètres des saccades oculaires. Globalement, les mesures d'inhibition (Stroop interférence) constituaient les meilleurs prédicteurs de la proportion des AS correctes (conditions gap et overlap) et d'AS corrigées (conditions gap et step); de la performance de flexibilité cognitive (TMT B), du taux d'AS correctes, du taux d'erreurs en AS corrigées et du temps nécessaire pour corriger les erreurs AS. Les auteurs (Noiret et al., 2017) ont donc conclu que les mesures des paramètres des saccades oculaires pouvaient refléter les différents processus du contrôle cognitif. Ainsi, la réalisation d'une AS correcte

nécessiterait des capacités d'inhibition (pour réprimer une saccade exogène ou PS vers la cible). Lors de la survenue d'une erreur (réalisation d'une PS vers la cible), le sujet doit mettre à jour l'information pour permettre le contrôle en continu des comportements et ainsi corriger l'erreur en fonction de la tâche en cours. La flexibilité permettrait par la suite de corriger cette erreur rapidement (fixer à l'opposé de la cible) (Miller and Cohen, 2001; Hutton, 2008). La mise à jour en MdT serait également impliquée dans la réalisation d'une tâche d'AS (Klein et al., 2000; Miller and Cohen, 2001; Crawford et al., 2013; Crawford and Higham, 2016). Cette mise à jour permettrait de gérer et manipuler les informations en continu afin de réviser les éléments qui ne sont plus pertinents durant la tâche pour les remplacer par des informations nouvelles appropriées (Morris and Jones, 1990). La correction d'une erreur d'AS suppose que la consigne ou les objectifs de la tâche (à savoir orienter son regard à l'opposé du point présenté en périphérie) soient bien maintenues en MdT.

Ainsi, dans les résultats présentés dans notre deuxième article, le faible nombre d'erreurs corrigées en AS et l'augmentation du temps de correction des saccades corrigées chez les personnes âgées avec CS pourraient être en lien avec un déclin plus important du fonctionnement exécutif (King, 2004; McGirr et al., 2012; Richard-Devantoy et al., 2016a) et donc du contrôle cognitif (Collette and Salmon, 2014). Cependant, malgré des différences observées à plusieurs paramètres des saccades oculaires, l'évaluation neuropsychologique a montré des résultats similaires entre les deux groupes (patients dépressifs âgés avec CS vs sans CS) en termes d'attention (Empans), de vitesse de traitement (TMT A, Stroop), de mémoire épisodique verbale (RL/RI 16) mais aussi de fonctionnement exécutif (Fluence verbale alternée pour évaluer les capacités de flexibilité, Stroop Color interference pour l'inhibition, BREF pour l'inhibition et la flexibilité). Ces résultats laissent donc supposer qu'une analyse fine des composantes des MO pourrait apporter des informations complémentaires et plus précises sur les CS chez les personnes âgées dépressives. Par ailleurs, nos deux groupes présentaient des latences similaires en PS mais également en AS.

Des études en eye-tracking ont montré que les personnes âgées avaient des latences plus importantes en tâche de PS et d'AS comparé aux adultes jeunes (Klein et al., 2000; Noiret et al., 2017). Par rapport à des individus âgés sains, les personnes âgées dépressives

présentent également une augmentation des latences dans des tâches de PS et d'AS (Carvalho et al., 2014). Des résultats similaires ont été retrouvés dans la littérature chez des adultes dépressifs jeunes (Gooding et al., 2004; Godijn and Kramer, 2007). Dans son étude, Noiret et al. (2017), a montré que les mesures de vitesse de traitement de l'information (TMTA, Stroop test) étaient les meilleurs prédicteurs des latences des saccades oculaires (Noiret et al., 2017). D'autres recherches ont retrouvé un lien entre l'augmentation des latences et un ralentissement du traitement de l'information (Klein et al., 2000; Carvalho et al., 2014; Noiret et al., 2017). La différence non significative dans nos deux groupes entre l'évaluation neuropsychologique de la rapidité d'exécution (TMT A, Stroop) et dans les latences en PS et AS suggère l'absence d'un ralentissement du traitement de l'information spécifique aux CS.

Par ailleurs, dans notre dispositif expérimental, les tâches de PS et d'AS étaient réalisées sous trois conditions : step, gap et overlap. Nos deux groupes ne présentaient aucune différence significative en gap, step et overlap dans la tâche de PS et d'AS. De plus, nos deux groupes montraient une augmentation des latences des PS, des AS correctes et AS corrigées dans les conditions d'overlap par rapport aux conditions gap et step. Dans la condition gap, l'attention n'est pas focalisée sur le point central lorsque la cible apparaît ce qui entraîne un engagement des saccades plus rapide sur le point cible, et donc des latences plus courtes que pour les conditions step et overlap (Pratt et al., 2006a). A l'inverse, la condition overlap nécessite un désengagement attentionnel du point central, ce qui explique une latence plus élevée que dans les conditions gap et step. Ainsi, nos résultats ne suggèrent pas de déficit de l'attention sélective avec une capture attentionnelle et un processus de désengagement de l'attention similaire pour les deux groupes de patients dans les tâches PS et AS (Saslow, 1967; Fischer and Boch, 1983; Kalesnykas and Hallett, 1987; Braun and Breitmeyer, 1988; Fischer et al., 1993; Crevits and Vandierendonck, 2005; Kristjansson, 2007; Noiret et al., 2017). Des difficultés dans le désengagement attentionnel du point central auraient entraîné une capture attentionnelle plus rapide de la cible (point périphérique), se traduisant par une diminution des latences en condition overlap. A l'inverse, une capture attentionnelle amplifiée par le point cible périphérique en condition gap aurait entraîné une augmentation des latences.

Dans notre troisième article, notre objectif était d'examiner les caractéristiques du traitement de l'information émotionnelle par l'analyse des stratégies d'explorations visuelles chez les personnes âgées dépressives avec CS. Ainsi, nos résultats ont montré que, comparé au groupe de patients sans CS, les patients avec CS avaient un temps de fixation plus long sur les caractéristiques émotionnelles (c'est-à-dire les yeux et la bouche) en réponse à la peur, au dégoût et aux visages neutres mais pas pour la joie, la tristesse ou la colère. Une explication possible de nos résultats pourrait être liée à des difficultés d'identification de la signification émotionnelle des stimuli (Richard-Devantoy et al., 2013a). Une étude (Richard-Devantoy et al., 2013a) a évalué la capacité de reconnaissance de six émotions faciales (colère, dégoût, peur, tristesse, bonheur et neutre) de patients dépressifs âgés de 18 à 65 ans avec des antécédents de TS comparé à celle de patients ayant des antécédents de troubles de l'humeur mais sans antécédent de TS, et à celle de contrôles sains sans antécédents de troubles de l'humeur ou de TS de la même tranche d'âge. Cette étude a rapporté que les patients dépressifs avec des TS récentes avaient fait beaucoup plus d'erreurs dans la reconnaissance explicite du dégoût. De plus, les patients dépressifs avec des TS récentes avaient également une tendance à faire plus d'erreurs dans la reconnaissance de la peur par rapport aux témoins sains. Dans une autre recherche (Maniglio et al., 2014), des participants avec un âge moyen de 39,9 ans (SD = 14,57) ont effectué une tâche de reconnaissance des émotions avec des visages exprimant la peur, la colère, la tristesse, la joie et des visages neutres. Les résultats de cette étude ont montré que les participants avec des CS, comparé à ceux sans CS, avaient plus de difficultés pour reconnaître les visages neutres mais pas les expressions faciales de joie, de tristesse, de peur et de colère (Maniglio et al., 2014). Les participants dépressifs avec des CS ont montré une tendance accrue à interpréter les expressions faciales neutres comme des expressions faciales émotionnelles. En effet, les expressions faciales neutres étaient interprétées de manière plus négative, principalement comme des expressions faciales tristes.

Ces difficultés de reconnaissance seraient associées à des altérations de l'activation cérébrale lors du traitement émotionnel des visages. En effet, chez les adultes dépressifs suicidaires, comparé à des non suicidaires, des études ont montré des altérations de l'activation cérébrale au cours du traitement des émotions faciales dans le CO-F (Jollant et

al., 2008) et l'amygdale (Olié et al., 2015), régions cérébrales clés dans la reconnaissance des traits du visage (Blair, 2017). Des lésions uni- ou bilatérale du CO-F entraîneraient des perturbations affectant l'identification des émotions par les expressions faciales (Hornak et al., 2003). Des études chez des patients présentant des lésions de l'amygdale ont impliqué cette dernière dans la réponse à des stimuli effrayants présentés en visuel (Adolphs et al 1994; Phelps et Anderson 1997). L'amygdale serait également impliquée dans la réponse aux présentations visuelles de mots menaçants (Isenberg et al 1999), de vocalisations effrayantes (Phillips et al 1998) ou de stimuli olfactifs désagréables (Zald et Pardo 1997). Comparés à des patients âgés dépressifs non suicidaire, les patients dépressifs suicidants âgés présentaient également une diminution du volume de matière grise et blanche dans l'insula (Hwang et al., 2010), impliquée dans la représentation des états émotionnels (Singer et al., 2009). L'insula interviendrait dans le conditionnement de la peur retardée (Buchel et al 1999) et dans l'identification des manifestations de dégoût, et des expressions faciales de dégoût (Phillips et al 1997).

Ainsi, des lésions de ces structures pourraient expliquer des difficultés de reconnaissance émotionnelle. Cependant il est difficile de conclure sur les processus en jeu dans la reconnaissance émotionnelle car il peut s'agir soit d'un problème d'interprétation des expressions, qui entrainerait donc plutôt un traitement visuel plus important sur les zones émotionnelles de ces expressions en particulier, soit d'un évitement du traitement visuel des zones émotionnelles en général, ne permettant que la reconnaissance des émotions facilement interprétables. En effet, certains auteurs suggèrent qu'un désengagement des caractéristiques émotionnelles pourrait conduire à une plus faible capacité à reconnaître les émotions (Wong et al., 2005; Noiret et al., 2015). Par exemple, dans une étude en eye-tracking (Noiret et al., 2015), des patients âgés dépressifs avaient un traitement visuel plus important sur les zones émotionnelles (yeux et bouche) des visages joyeux que sur celles des visages tristes et neutres. Ces auteurs (Noiret et al., 2015) ont donc supposé que le désengagement émotionnel des visages tristes et neutres pouvait se traduire par une mauvaise reconnaissance de ces derniers. Les expressions neutres sont ambiguës, facilitant ainsi une surinterprétation de leur valence (Elliott et al., 2002). L'ambiguïté émotionnelle des visages neutres pourrait pousser l'exploration visuelle sur n'importe quelle région

permettant d'identifier l'émotion (Ferrer et al., 2020). En ce sens, nos résultats pourraient être liés à des difficultés d'interprétation des images neutres associées à un plus grand traitement de leurs zones émotionnelles. Dans notre étude, la reconnaissance faciale n'a pas été évaluée et ne permet donc pas de conclure à une éventuelle difficulté de reconnaissance émotionnelle. Des travaux futurs devront contrôler ce paramètre après la tâche d'inspection visuelle afin de confirmer un lien entre le traitement visuel et la capacité de reconnaissance.

Nos résultats obtenus chez les personnes âgées dépressives avec CS pourraient également être expliqués par l'influence de leur propre état affectif lors de la génération de l'état émotionnel (Phillips et al., 2003). En effet, la façon dont les individus comprennent les émotions dépend en partie de leur capacité à refléter les états émotionnels des autres en eux-mêmes à travers un processus de simulation (Gallese, 2003; Gallese et al., 2004). Les biais attentionnels pourraient conduire un individu à orienter son attention vers des stimuli congruents avec le contenu de ses pensées et à supprimer d'autres alternatives (Becker et al., 1999). Des difficultés d'interprétation des émotions pourraient entraîner un biais émotionnel caractérisé par un traitement plus important des zones émotionnelles de visages particulièrement saillant pour les personnes âgées avec des CS. Par exemple, les personnes âgées présentent un biais de positivité (Carstensen and Mikels, 2005; Mather and Carstensen, 2005; Isaacowitz et al., 2006a; Isaacowitz et al., 2008) qui va se traduire par un nombre de fixations plus importants sur les zones d'intérêts des stimuli positifs (Allard and Isaacowitz, 2008). Chez les adultes jeunes, la dépression est caractérisée par un biais de négativité (Armstrong and Olatunji, 2012) qui se traduit en eye-tracking par une augmentation du temps de fixation des images négatives dans des tâches d'inspection visuelle libre (Kellough et al., 2008). Cette capacité à refléter les états émotionnels des autres en soi rappelle le système neuronal miroir décrit comme un mécanisme automatique qui consiste en l'activation des mêmes neurones lors de l'exécution d'une action et lors de son observation (Iacoboni 2008). Par exemple, les mêmes neurones sont activés lors de l'expérience du dégoût et lors de sa perception face à une autre personne (Wicker et al., 2003). Un temps de fixation élevé sur les zones émotionnelles de dégoût pourrait ainsi être associé au dégoût de soi ressenti par les patients avec CS (Wicker et al., 2003). En effet, le dégoût de soi serait un prédicteur majeur de suicide réussi. Il a été associé à une diminution

du bien-être psychologique et à divers troubles psychiatriques, notamment la dépression (Overton et al., 2008). Une étude par questionnaire concentrée sur le rôle du dégoût de soi dans les idées et les comportements suicidaires au cours de la vie a montré sur 1167 personnes ayant participé à cette enquête sur internet que le dégoût de soi était le prédicteur le plus pertinent du risque de suicide parmi les variables évaluées (sexe, âge, diagnostic d'un trouble mental, tendance au dégoût, dégoût de soi) (Schienle et al., 2020). Cette étude suggère que le dégoût de soi (une image déformée par le dégoût de son propre corps, de sa personnalité et de son comportement) prédirait les CS.

Les individus suicidaires auraient une tendance à surévaluer les signaux de menace sociale en réponse aux expressions faciales socialement menaçantes (Jollant et al., 2008; Olié et al., 2015). Un biais attentionnel pour la peur, avec une attention soutenue significativement plus longue envers les visages de peur, reflèterait l'importance des signaux de menace sociale par rapport au risque de suicide (Joiner, 2005; Jokinen and Nordström, 2008; Jollant et al., 2011; O'Connor, 2011; Olié et al., 2015). La présentation d'images de peur pourrait entraîner un conflit interpersonnel et servir de mécanisme potentiel par lequel un biais attentionnel pourrait se développer (Tsypes et al., 2017). Par exemple, Tsypes et al. (Tsypes et al., 2017) ont indiqué que les enfants avec des antécédents d'IS présentaient des biais de l'attention soutenue vers les expressions faciales socialement menaçantes avec une durée de regard nettement plus longue vers des visages de peur, indépendamment des antécédents de dépression majeure. Dans cette optique, les visages de peur pourraient refléter des signaux de menaces pour les patients dépressifs âgés avec CS et expliquer le traitement visuel plus important sur les zones émotionnelles de la peur chez les patients avec CS. Ainsi, le temps de fixation élevé sur les caractéristiques émotionnelles des visages de peur et de dégoût pourrait refléter des difficultés de désengagement attentionnel de l'information émotionnelle congruente avec l'état émotionnel des patients (Becker et al., 1999). Les visages de peur et de dégoût pourraient être des stimuli particulièrement saillants pour les personnes âgées dépressives à risque de suicide, de la même manière que les signaux tristes sont saillants pour les personnes dépressives (Elliott et al., 2002). Une mauvaise interprétation des expressions neutres pourrait également conduire à un biais de congruence. Les expressions neutres pourraient alors être reconnues comme des émotions marquantes pour les patients avec des CS.

Nos résultats pourraient également s'expliquer par des difficultés de régulation de l'état affectif et du comportement émotionnel. La régulation émotionnelle pourrait inhiber ou moduler l'évaluation et l'identification de la signification émotionnelle du stimulus, mais également la production d'un état et d'un comportement affectifs spécifiques en réponse au stimulus, ce qui permet à un individu d'influencer la nature et l'intensité de ses émotions, ainsi que leur expression (Gross, 1998). D'un point de vue des structures cérébrales, le réseau de contrôle cognitif comprend le CPF, le CO-F, le CCA dorsal et les régions pariétales (Niendam et al., 2012; Cole et al., 2013; Collette and Salmon, 2014; Tadayonnejad and Ajilore, 2014). Certaines structures communes comme le CPF, le CP, ou le CCA, seraient également impliquées dans la régulation émotionnelle (Moore et al., 2003; Fecteau and Munoz, 2006; Clark et al., 2015). Des lésions plus importantes du réseau fronto-striato- limbique, impliquant le CPFDL, le CO-F, le CCA ou encore les GB (Wagner et al., 2011; Pu et al., 2015), pourraient expliquer un déficit de contrôle cognitif plus important et entraîner un manque de régulation de l'état émotionnel (Albin et al., 1989; Alexander et al., 1991). Chez les personnes âgées, une baisse des ressources cognitives entraînerait l'utilisation d'une stratégie de redéploiement attentionnel préférentiellement sur les stimuli positifs, en évitant les négatifs, pour maintenir ou améliorer leur état de bien-être (Labouvie-Vief, 2003). Ce biais de positivité se traduit dans les études en eye-tracking par un nombre plus important de fixations sur les zones d'intérêts des stimuli positifs (Allard and Isaacowitz, 2008). Chez les personnes âgées dépressives, plusieurs auteurs ont souligné une additivité du déclin cognitif lié au vieillissement avec l'altération cognitive associée à la dépression (Dotson et coll., 2008 ; Korsnes & Ulstein, 2014). Cette additivité se reflète en eye-tracking par une diminution des fixations sur les zones émotionnelles des portraits tristes et neutres des patients âgés dépressifs par rapport aux participants âgés en bonne santé (Noiret et al., 2017). Les déficits du contrôle cognitif retrouvés dans le vieillissement physiologique (Charles et al., 2003) et la dépression de la personne âgée (Korsnes and Ulstein, 2014) modifient ainsi le traitement de l'information visuelle (Noiret et al., 2015). Un déficit plus important du contrôle cognitif associé aux CS pourrait empêcher une réévaluation de la situation, comme l'identification de la signification émotionnelle du stimulus ou la production d'un état et d'un comportement affectifs spécifiques en réponse au stimulus, ce qui expliquerait les modifications du traitement de l'information émotionnelle. Le manque

de régulation émotionnelle associé aux CS pourrait amener des difficultés pour se désengager des informations négatives comme le dégoût et la peur. L'exploration visuelle pourrait être modulée par des stratégies de régulation émotionnelle spécifiques, employant ainsi un redéploiement attentionnel associées aux CS chez les patients âgés dépressifs.

Nos 3 articles ont montré une modification des paramètres des saccades oculaires et dans l'analyse des informations émotionnelles associées aux CS chez les personnes âgées dépressives. Ces résultats ouvrent des pistes intéressantes pour comprendre la relation entre le fonctionnement cognitif et les MO dans les CS de la personne âgée dépressive. Ces études présentent toutefois un certain nombre de limites. Une limite récurrente de nos articles 2 et 3, était le petit nombre de participants. Nos résultats devront en effet être confirmés à partir d'un échantillon plus large de patients qui devrait permettre également de sélectionner des groupes plus spécifiques comprenant par exemple des patients avec IS, ou encore des patients avec des TS de faible létalité et de forte létalité. De plus, l'inclusion d'un groupe de personnes âgées saines sans dépression et sans CS permettrait également de contrôler le facteur vieillissement et dépression sur la modification des paramètres des MO, mais également de vérifier l'absence du biais de positivité chez les personnes âgées avec CS. Une autre limite à nos études est que nous n'avons pas tenu compte de l'âge de début du trouble dépressif : en effet, les personnes âgées déclarant un premier épisode dépressif jeunes présenteraient une altération des capacités cognitives différente de celle observée chez des sujets ayant développé une dépression à un âge avancé (Delaloye et al., 2010; Weber et al., 2010). Chez les premiers ont été décrits une altération au niveau des fonctions exécutives, de l'attention et de la vitesse de traitement de l'information (Butters et al., 2004) alors que chez les seconds, seuls des déficits en mémoire épisodique ont été rapportés (Salloway et al., 1996; Rapp et al., 2005). Dans ce sens, il est permis de supposer que les personnes âgées déclarant un premier épisode dépressif jeune pourraient présenter des modifications plus importantes des caractéristiques des MO en raison d'un déficit exécutif plus conséquent qui se traduirait par un risque suicidaire plus élevé. Une autre limite pourrait être liée à l'effet des médicaments sur les MO. Cette limite retrouvée régulièrement dans les études en eye-tracking peut principalement être expliquée par des contraintes institutionnelles puisqu'il est difficile d'inclure des patients dépressifs sans traitement dans un protocole. Par exemple, des études ont montré que les latences et le nombre d'AS

incorrectes étaient augmentées par les benzodiazépines (Fafrowicz et coll., 1995 ; Green & King, 1998) et les antidépresseurs (Green, King, & Trimble, 2000). Chez les sujets sains traités par paroxétine une augmentation des pics de vitesse des saccades oculaires a été retrouvée (Morrens et al. 2007). Les antidépresseurs augmentent le temps moyen des fixations sur les images positives et réduisent le nombre de fixations sur les images tristes chez des patients dépressifs (Wells et al., 2014). Cependant, d'autres études n'ont montré aucun effet des antidépresseurs sur les MO chez les patients dépressifs (Katsanis et al., 1997; Flechtner et al., 2002) ou sur la reconnaissance des émotions négatives et positives (Garcia-Blanco et al., 2014).

Nos travaux ont permis de décrire les modifications oculomotrices associées aux CS chez les personnes âgées dépressives. Les techniques d'eye-tracking sont peu coûteuses, non invasives et faciles d'utilisation ce qui pourrait en faire un outil d'évaluation fiable. Les tâches expérimentales utilisées permettent une mesure en continu des MO, sont bien tolérées par la majorité des patients. La réalisation d'une tâche de PS et d'AS peut être rapide (généralement entre 5 et 10 min) et permet une mesure des MO en continu. L'utilisation d'un eye-tracking peut donc constituer une alternative aux techniques actuelles dans l'évaluation des modifications neurobiologiques et comportementales associées aux CS. L'analyse des MO pourrait s'avérer particulièrement intéressante en raison de la finesse et de l'objectivité des données qu'elle permet d'aborder par rapport aux tests conventionnels et peut être envisagée comme une procédure d'exploration non invasive des troubles attentionnels et cognitifs retrouvés chez les personnes âgées dépressives avec CS.

Références

- Abel, L.A., and Douglas, J. (2007). Effects of age on latency and error generation in internally mediated saccades. *Neurobiol Aging* 28, 627-637. 10.1016/j.neurobiolaging.2006.02.003
- Ahearn, E.P., Jamison, K.R., Steffens, D.C., Cassidy, F., Provenzale, J.M., Lehman, A., Weisler, R.H., Carroll, B.J., and Krishnan, K.R.R. (2001). MRI correlates of suicide attempt history in unipolar depression. *Biological psychiatry* 50, 266-270.
- Ai, H., Van Tol, M.-J., Marsman, J.-B.C., Veltman, D.J., Ruhé, H.G., Van Der Wee, N.J., Opmeer, E.M., and Aleman, A. (2018). Differential relations of suicidality in depression to brain activation during emotional and executive processing. *Journal of psychiatric research* 105, 78-85.
- Alahyane, N., Salemme, R., Urquizar, C., Cotti, J., Guillaume, A., Vercher, J.-L., and Péliisson, D. (2007). Oculomotor plasticity: are mechanisms of adaptation for reactive and voluntary saccades separate? *Brain research* 1135, 107-121.
- Albin, R.L., Young, A.B., and Penney, J.B. (1989). The functional anatomy of basal ganglia disorders. *Trends in neurosciences* 12, 366-375.
- Albinet, C.T., Boucard, G., Bouquet, C.A., and Audiffren, M. (2012). Processing speed and executive functions in cognitive aging: how to disentangle their mutual relationship? *Brain and cognition* 79, 1-11.
- Alexander, G.E., Crutcher, M.D., and DeLong, M.R. (1991). Basal ganglia-thalamocortical circuits: parallel substrates for motor, oculomotor, "prefrontal" and "limbic" functions. *Progress in brain research* 85, 119-146.
- Alexander, G.E., DeLong, M.R., and Strick, P.L. (1986). Parallel organization of functionally segregated circuits linking basal ganglia and cortex. *Annual review of neuroscience* 9, 357-381.
- Alexopoulos, G.S., Bruce, M.L., Hull, J., Sirey, J.A., and Kakuma, T. (1999). Clinical determinants of suicidal ideation and behavior in geriatric depression. *Arch. Gen. Psychiatry*. 56, 1048-1053. <https://dx.doi.org/10.1001/archpsyc.56.11.1048>
- Allan, C.E., Valkanova, V., and Ebmeier, K.P. (2014). Depression in older people is underdiagnosed. *The Practitioner* 258, 19-22, 12.
- Allard, E.S., and Isaacowitz, D.M. (2008). Are preferences in emotional processing affected by distraction? Examining the age-related positivity effect in visual fixation within a dual-task paradigm. *Aging, Neuropsychology, and Cognition* 15, 725-743.
- Allman, J.M., Hakeem, A., Erwin, J.M., Nimchinsky, E., and Hof, P. (2001). The anterior cingulate cortex: the evolution of an interface between emotion and cognition. *Annals of the New York Academy of Sciences* 935, 107-117.
- Amador, N., Schlag-Rey, M., and Schlag, J. (2004). Primate antisaccade. II. Supplementary eye field neuronal activity predicts correct performance. *Journal of neurophysiology* 91, 1672-1689.
- Angelova, M., Benkelfat, C., and Turecki, G. (2003). A systematic review of association studies investigating genes coding for serotonin receptors and the serotonin transporter: II. Suicidal behavior. *Molecular psychiatry* 8, 646-653.
- Apa (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®).
- Armstrong, T., and Olatunji, B.O. (2012). Eye tracking of attention in the affective disorders: a meta-analytic review and synthesis. *Clin. Psychol. Rev.* 32, 704-723. <https://dx.doi.org/10.1016/j.cpr.2012.09.004>
- Baddeley, R.J., and Tatler, B.W. (2006). High frequency edges (but not contrast) predict where we fixate: A Bayesian system identification analysis. *Vision research* 46, 2824-2833.
- Bahill, A.T., Clark, M.R., and Stark, L. (1975). The main sequence, a tool for studying human eye movements. *Mathematical biosciences* 24, 191-204.

- Ballard, D.H., and Hayhoe, M.M. (2009). Modelling the role of task in the control of gaze. *Visual cognition* 17, 1185-1204.
- Ballmaier, M., Sowell, E.R., Thompson, P.M., Kumar, A., Narr, K.L., Lavretsky, H., Welcome, S.E., Deluca, H., and Toga, A.W. (2004). Mapping brain size and cortical gray matter changes in elderly depression. *Biological psychiatry* 55, 382-389.
- Banich, M.T. (2009). Executive function: The search for an integrated account. *Current directions in psychological science* 18, 89-94.
- Barker, P.J., and Buchanan-Barker, P. (2004). *The Tidal Model: A guide for mental health professionals*. Routledge.
- Barracough, B. (1971). Suicide in the elderly: recent developments in psychogeriatrics. *Br. J. Psychiatry* 6, 87-97.
- Barsznica, Y., Noiret, N., Chopard, G., and Vandell, P. (2019). Potential interest of ocular saccades for detection of suicidal behavior in depressed elderly. *Geriatr. Psychol. Neuropsychiatr. Vieil.* 17, 92-98. <https://dx.doi.org/10.1684/pnv.2019.0785>
- Basso, M.A., and Sommer, M.A. (2011). Exploring the role of the substantia nigra pars reticulata in eye movements. *Neuroscience* 198, 205-212.
- Batty, M., and Taylor, M.J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research* 17, 613-620.
- Baudic, S., Tzortzis, C., Barba, G.D., and Traykov, L. (2004). Executive deficits in elderly patients with major unipolar depression. *Journal of geriatric psychiatry and neurology* 17, 195-201.
- Bazin, N. (2004). Conduites suicidaires et dépression du sujet âgé. *Psychol. Neuropsychiatr. Vieil.* 2, 29-33.
- Beats, B., Sahakian, B.J., and Levy, R. (1996). Cognitive performance in tests sensitive to frontal lobe dysfunction in the elderly depressed. *Psychological medicine* 26, 591-603.
- Beck, A.T., Brown, G.K., Steer, R.A., Kuyken, W., and Grisham, J. (2001). Psychometric properties of the beck self-esteem scales. *Behaviour research and therapy* 39, 115-124.
- Beck, A.T., Epstein, N., Brown, G., and Steer, R.A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties. *J Consult Clin Psychol* 56, 893.
- Beck, A.T., Kovacs, M., and Weissman, A. (1979). Assessment of suicidal intention: the Scale for Suicide Ideation. *J Consult Clin Psychol* 47, 343.
- Beck, A.T., Steer, R.A., Kovacs, M., and Garrison, B. (1985). Hopelessness and eventual suicide: a 10-year prospective study of patients hospitalized with suicidal ideation. *Am J Psychiatry* 142, 559-563. 10.1176/ajp.142.5.559
- Becker, E.S., Strohbach, D., and Rinck, M. (1999). A specific attentional bias in suicide attempters. *The Journal of nervous and mental disease* 187, 730-735.
- Becker, W., and Fuchs, A.F. (1969). Further properties of the human saccadic system: eye movements and correction saccades with and without visual fixation points. *Vision research* 9, 1247-1258.
- Beckmann, M., Johansen-Berg, H., and Rushworth, M.F. (2009). Connectivity-based parcellation of human cingulate cortex and its relation to functional specialization. *Journal of Neuroscience* 29, 1175-1190.
- Behrmann, M., Geng, J.J., and Shomstein, S. (2004). Parietal cortex and attention. *Current opinion in neurobiology* 14, 212-217.
- Bellivier, F., Chaste, P., and Malafosse, A. (2004). Association between the TPH gene A218C polymorphism and suicidal behavior: a meta-analysis. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics* 124, 87-91.
- Berman, A.L., Silverman, M.M., and Bongar, B.M. (2000). *Comprehensive textbook of suicidology*. Guilford Press.
- Bishop, S.J. (2008). Neural mechanisms underlying selective attention to threat. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1129, 141-152.

- Blair, R. (2017). The roles of orbital frontal cortex in the modulation of antisocial behavior. *Biosocial Theories of Crime*, 423-433.
- Blow, F.C., Brockmann, L.M., and Barry, K.L. (2004). Role of alcohol in late-life suicide. *Alcoholism, clinical and experimental research* 28, 48S-56S.
- Bonelli, R.M., and Cummings, J.L. (2007). Frontal-subcortical circuitry and behavior. *Dialogues in clinical neuroscience* 9, 141.
- Bonnewyn, A., Shah, A., and Demyttenaere, K. (2009). Suicidality and suicide in older people. *Reviews in Clinical Gerontology* 19, 271-294.
- Boone, K.B., Lesser, I.M., Miller, B.L., Wohl, M., Berman, N., Lee, A., Palmer, B., and Back, C. (1995). Cognitive functioning in older depressed outpatients: Relationship of presence and severity of depression to neuropsychological test scores. *Neuropsychology* 9, 390.
- Boraston, Z., and Blakemore, S.J. (2007). The application of eye-tracking technology in the study of autism. *The Journal of physiology* 581, 893-898.
- Bostwick, J.M., and Pankratz, V.S. (2000). Affective disorders and suicide risk: a reexamination. *American Journal of Psychiatry* 157, 1925-1932.
- Bradfield, L.A., and Balleine, B.W. (2017). Thalamic control of dorsomedial striatum regulates internal state to guide goal-directed action selection. *Journal of Neuroscience* 37, 3721-3733.
- Bradfield, L.A., Bertran-Gonzalez, J., Chieng, B., and Balleine, B.W. (2013). The thalamostriatal pathway and cholinergic control of goal-directed action: interlacing new with existing learning in the striatum. *Neuron* 79, 153-166.
- Bradley, M.M., Houbova, P., Miccoli, L., Costa, V.D., and Lang, P.J. (2011). Scan patterns when viewing natural scenes: Emotion, complexity, and repetition. *Psychophysiology* 48, 1544-1553.
- Braun, D., and Breitmeyer, B. (1988). Relationship between directed visual attention and saccadic reaction times. *Exp. Brain Res.* 73, 546-552. <https://doi.org/10.1007/BF00406613>
- Brent, D.A., and Mann, J.J. (Year). "Family genetic studies, suicide, and suicidal behavior", in: *American Journal of Medical Genetics Part C: Seminars in Medical Genetics: Wiley Online Library*), 13-24.
- Bridgeman, B., Hendry, D., and Stark, L. (1975). Failure to detect displacement of the visual world during saccadic eye movements. *Vision research* 15, 719-722.
- Brown, G.K., Beck, A.T., Steer, R.A., and Grisham, J.R. (2000). Risk factors for suicide in psychiatric outpatients: a 20-year prospective study. *Journal of consulting and clinical psychology* 68, 371.
- Brown, M.Z., Comtois, K.A., and Linehan, M.M. (2002). Reasons for suicide attempts and nonsuicidal self-injury in women with borderline personality disorder. *Journal of abnormal psychology* 111, 198.
- Bush, G., Luu, P., and Posner, M.I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in cognitive sciences* 4, 215-222.
- Butler, K.M., Zacks, R.T., and Henderson, J.M. (1999). Suppression of reflexive saccades in younger and older adults: Age comparisons on an antisaccade task. *Mem Cognit* 27, 584-591.
- Butters, M.A., Whyte, E.M., Nebes, R.D., Begley, A.E., Dew, M.A., Mulsant, B.H., Zmuda, M.D., Bhalla, R., Meltzer, C.C., and Pollock, B.G. (2004). The nature and determinants of neuropsychological functioning in late-lifedepression. *Archives of general psychiatry* 61, 587-595.
- Büttner, U., and Büttner-Ennever, J. (2006). Present concepts of oculomotor organization. *Progress in brain research* 151, 1-42.
- Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in older adults: the HAROLD model. *Psychology and aging* 17, 85.

- Camus, V., Dubois-Carmagnat, F., Péru, N., Suzanne, I., and Fillatre, M. (2008). De quelques questions éthiques posées par l'intentionnalité et les conduites suicidaires. *Revue d'éthique et de théologie morale*, 59-78.
- Cañas, J., Quesada, J., Antolí, A., and Fajardo, I. (2003). Cognitive flexibility and adaptability to environmental changes in dynamic complex problem-solving tasks. *Ergonomics* 46, 482-501. <https://doi.org/10.1080/0014013031000061640>
- Canetto, S.S., and Sakinofsky, I. (1998). The gender paradox in suicide. *Suicide and Life-Threatening Behavior* 28, 1-23.
- Carlsten, A., and Waern, M. (2009). Are sedatives and hypnotics associated with increased suicide risk of suicide in the elderly? *BMC geriatrics* 9, 1-6.
- Carpenter, R.H. (1981). Oculomotor procrastination. *Eye movements: Cognition and visual perception*.
- Carretié, L., Hinojosa, J.A., Martín-Loeches, M., Mercado, F., and Tapia, M. (2004). Automatic attention to emotional stimuli: neural correlates. *Human brain mapping* 22, 290-299.
- Carstensen, L.L., and Mikels, J.A. (2005). At the intersection of emotion and cognition: Aging and the positivity effect. *Current directions in psychological science* 14, 117-121.
- Carstensen, L.L., Pasupathi, M., Mayr, U., and Nesselrode, J.R. (2000). Emotional experience in everyday life across the adult life span. *Journal of personality and social psychology* 79, 644.
- Carter, C.S., and Van Veen, V. (2007). Anterior cingulate cortex and conflict detection: an update of theory and data. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 7, 367-379.
- Carvalho, N., Noiret, N., Vandell, P., Monnin, J., Chopard, G., and Laurent, E. (2014). Saccadic eye movements in depressed elderly patients. *PLoS one* 9, e105355. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105355>
- Castelhano, M.S., and Henderson, J.M. (2008). Stable individual differences across images in human saccadic eye movements. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale* 62, 1.
- Cattell, H., and Jolley, D.J. (1995). One hundred cases of suicide in elderly people. *The British Journal of Psychiatry* 166, 451-457.
- Cavada, C., and Goldman-Rakic, P.S. (1989). Posterior parietal cortex in rhesus monkey: II. Evidence for segregated corticocortical networks linking sensory and limbic areas with the frontal lobe. *Journal of Comparative Neurology* 287, 422-445.
- Cavanagh, J.T., Carson, A.J., Sharpe, M., and Lawrie, S.M. (2003). Psychological autopsy studies of suicide: a systematic review. *Psychological medicine* 33, 395-405.
- Chaby, L., Jemel, B., George, N., Renault, B., Fiori, N. (2001). An ERP study of famous face incongruity detection in middle age. *Brain Cogn* 2001 ; 45 : 357-77 ; Crook TH, Larrabee GJ. Changes in face recognition memory across the adult life span. *The Journals of Gerontology* 47, 138-41.
- Chaby, L., Hupont, I., Avril, M., Luherne-Du Boullay, V., and Chetouani, M. (2017). Gaze behavior consistency among older and younger adults when looking at emotional faces. *Frontiers in Psychology* 8, 548.
- Chan, C.S., Rhodes, J.E., Howard, W.J., Lowe, S.R., Schwartz, S.E., and Herrera, C. (2013). Pathways of influence in school-based mentoring: The mediating role of parent and teacher relationships. *Journal of School Psychology* 51, 129-142.
- Chan, J., Draper, B., and Banerjee, S. (2007). Deliberate self-harm in older adults: a review of the literature from 1995 to 2004. *International journal of geriatric psychiatry* 22, 720-732. 10.1002/gps.1739
- Chan, L.F., Shamsul, A.S., and Maniam, T. (2014). Are predictors of future suicide attempts and the transition from suicidal ideation to suicide attempts shared or distinct: a 12-month prospective study among patients with depressive disorders. *Psychiatry research* 220, 867-873. 10.1016/j.psychres.2014.08.055

- Chan, M.K., Bhatti, H., Meader, N., Stockton, S., Evans, J., O'connor, R.C., Kapur, N., and Kendall, T. (2016). Predicting suicide following self-harm: systematic review of risk factors and risk scales. *The British journal of psychiatry : the journal of mental science* 209, 277-283.
- Channon, S. (1996). Executive dysfunction in depression: the Wisconsin card sorting test. *Journal of affective disorders* 39, 107-114.
- Charles, S.T., Mather, M., and Carstensen, L.L. (2003). Aging and emotional memory: the forgettable nature of negative images for older adults. *Journal of Experimental Psychology: General* 132, 310.
- Chen, L.L., and Walton, M.M. (2005). Head movement evoked by electrical stimulation in the supplementary eye field of the rhesus monkey. *Journal of neurophysiology* 94, 4502-4519.
- Clark, K., Squire, R.F., Merrikhi, Y., and Noudoost, B. (2015). Visual attention: linking prefrontal sources to neuronal and behavioral correlates. *Progress in neurobiology* 132, 59-80.
- Clark, U.S., Nearing, S., and Cronin-Golomb, A. (2010). Visual exploration of emotional facial expressions in Parkinson's disease. *Neuropsychologia* 48, 1901-1913.
- Cochrane-Brink, K.A., Lofchy, J.S., and Sakinofsky, I. (2000). Clinical rating scales in suicide risk assessment. *General Hospital Psychiatry* 22, 445-451.
- Cohen, A., Gilman, S.E., Houck, P.R., Szanto, K., and Reynolds, C.F. (2009). Socioeconomic status and anxiety as predictors of antidepressant treatment response and suicidal ideation in older adults. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology* 44, 272.
- Cohen, C.I., Abdallah, C.G., and Diwan, S. (2010). Suicide attempts and associated factors in older adults with schizophrenia. *Schizophrenia Research* 119, 253-257.
- Cohen, R.A. (2014). "Models and mechanisms of attention," in *The neuropsychology of attention*. Springer), 265-280.
- Cole, M.W., Reynolds, J.R., Power, J.D., Repovs, G., Anticevic, A., and Braver, T.S. (2013). Multi-task connectivity reveals flexible hubs for adaptive task control. *Nature neuroscience* 16, 1348-1355.
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., and Van Der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience* 139, 209-221.
- Collette, F., and Salmon, E. (2014). Fonctionnement exécutif et réseaux cérébraux. *Revue de neuropsychologie* 6, 256-266.
- Collette, F., and Van Der Linden, M. (2002). Brain imaging of the central executive component of working memory. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 26, 105-125.
- Collette, F., Van Der Linden, M., Delfiore, G., Degueldre, C., Luxen, A., and Salmon, E. (2001). The functional anatomy of inhibition processes investigated with the Hayling task. *Neuroimage* 14, 258-267.
- Collins, T., Doré-Mazars, K., and Lappe, M. (2007). Motor space structures perceptual space: Evidence from human saccadic adaptation. *Brain research* 1172, 32-39.
- Conner, K.R., and Duberstein, P.R. (2004). Predisposing and precipitating factors for suicide among alcoholics: empirical review and conceptual integration. *Alcoholism, clinical and experimental research* 28, 6S-17S.
- Connolly, J.D., Goodale, M.A., Desouza, J.F., Menon, R.S., Vilis, T., Action, M.R.C.G.F., and Perception) (2000). A comparison of frontoparietal fMRI activation during anti-saccades and anti-pointing. *Journal of neurophysiology* 84, 1645-1655.
- Conwell, Y., Duberstein, P.R., and Caine, E.D. (2002). Risk factors for suicide in later life. *Biological psychiatry* 52, 193-204.
- Conwell, Y., Duberstein, P.R., Cox, C., Herrmann, J., Forbes, N., and Caine, E.D. (1998). Age differences in behaviors leading to completed suicide. *The American journal of geriatric psychiatry : official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry* 6, 122-126.

- Conwell, Y., Duberstein, P.R., Cox, C., Herrmann, J.H., Forbes, N.T., and Caine, E.D. (1996). Relationships of age and axis I diagnoses in victims of completed suicide: a psychological autopsy study. *Am J Psychiatry* 153, 1001-1008. [10.1176/ajp.153.8.1001](https://doi.org/10.1176/ajp.153.8.1001)
- Conwell, Y., Lyness, J.M., Duberstein, P., Cox, C., Seidlitz, L., Digiorgio, A., and Caine, E.D. (2000). Completed suicide among older patients in primary care practices: a controlled study. *Journal of the American Geriatrics Society* 48, 23-29.
- Conwell, Y., Olsen, K., Caine, E.D., and Flannery, C. (1991). Suicide in later life: psychological autopsy findings. *International psychogeriatrics* 3, 59-66.
- Conwell, Y., and Thompson, C. (2008). Suicidal behavior in elders. *Psychiatr. Clin. N. Am.* 31, 333-356. <https://dx.doi.org/10.1016/j.psc.2008.01.004>
- Cooper, R.P. (2010). Cognitive control: componential or emergent? *Topics in Cognitive Science* 2, 598-613.
- Coppin, G., and Sander, D. (2010). Théories et concepts contemporains en psychologie de l'émotion. *Systèmes d'interaction émotionnelle*, 25-56.
- Cornelissen, F.W., Kimmig, H., Schira, M., Rutschmann, R.M., Maguire, R.P., Broerse, A., Den Boer, J.A., and Greenlee, M.W. (2002). Event-related fMRI responses in the human frontal eye fields in a randomized pro-and antisaccade task. *Experimental brain research* 145, 270-274.
- Costa, A., Bagoj, E., Monaco, M., Zabberoni, S., De Rosa, S., Papantonio, A.M., Mundi, C., Caltagirone, C., and Carlesimo, G.A. (2014). Standardization and normative data obtained in the Italian population for a new verbal fluency instrument, the phonemic/semantic alternate fluency test. *Neurol. Sci.* 35, 365-372. <https://doi.org/10.1007/s10072-013-1520-8>
- Courtet, P., Guillaume, S., Jollant, F., Castelnaud, D., and Malafosse, A. (2008). Neurobiologie des conduites suicidaires: voies de recherche actuelles. *EMC, Elsevier Masson. EPEL, ES, BLACKBURN, EH, et coll.(2004). Accelerated telomere shortening in response to life stress, PNAS,(101) 49, 17312-17315.*
- Crapse, T.B., and Sommer, M.A. (2008). The frontal eye field as a prediction map. *Progress in brain research* 171, 383-390.
- Crawford, T.J., and Higham, S. (2016). Distinguishing between impairments of working memory and inhibitory control in cases of early dementia. *Neuropsychologia* 81, 61-67.
- Crawford, T.J., Higham, S., Mayes, J., Dale, M., Shaunak, S., and Lekwuwa, G. (2013). The role of working memory and attentional disengagement on inhibitory control: effects of aging and Alzheimer's disease. *Age* 35, 1637-1650.
- Crevits, L., Van Den Abbeele, D., Audenaert, K., Goethals, M., and Dierick, M. (2005). Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on saccades in depression: a pilot study. *Psychiatry research* 135, 113-119.
- Crevits, L., and Vandierendonck, A. (2005). Gap effect in reflexive and intentional prosaccades. *Neuropsychobiology* 51, 39-44. <https://doi.org/10.1159/000082854>
- Currie, J., Ramsden, B., Mearthur, C., and Maruff, P. (1991). Validation of a clinical antisaccadic eye movement test in the assessment of dementia. *Archives of neurology* 48, 644-648.
- Damasio, A.R. (1994). Descartes' error: Emotion, rationality and the human brain.
- Davidson, C.L., Babson, K.A., Bonn-Miller, M.O., Souter, T., and Vannoy, S. (2013). The impact of exercise on suicide risk: examining pathways through depression, PTSD, and sleep in an inpatient sample of veterans. *Suicide and Life-Threatening Behavior* 43, 279-289.
- Davis, M., and Whalen, P.J. (2001). The amygdala: vigilance and emotion. *Molecular psychiatry* 6, 13-34.
- De Leo, D., Padoani, W., Scocco, P., Lie, D., Bille-Brahe, U., Arensman, E., Hjelmeland, H., Crepet, P., Haring, C., Hawton, K., Lonqvist, J., Michel, K., Pommereau, X., Querejeta, I., Phillippe, J., Salander-Renberg, E., Schmidtke, A., Fricke, S., Weinacker, B., Tamesvary, B., Wasserman, D., and Faria, S. (2001). Attempted and completed suicide in older subjects: results from the

- WHO/EURO Multicentre Study of Suicidal Behaviour. *Int. J. Geriatr. Psychiatry* 16, 300-310. <https://doi.org/10.1002/gps.337>
- Delaloye, C., Moy, G., De Bilbao, F., Baudois, S., Weber, K., Hofer, F., Paquier, C.R., Donati, A., Canuto, A., and Giardini, U. (2010). Neuroanatomical and neuropsychological features of elderly euthymic depressed patients with early-and late-onset. *Journal of the neurological sciences* 299, 19-23.
- Delgado, M.R., Li, J., Schiller, D., and Phelps, E.A. (2008). The role of the striatum in aversive learning and aversive prediction errors. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363, 3787-3800.
- Denning, D.G., Conwell, Y., King, D., and Cox, C. (2000). Method choice, intent, and gender in completed suicide. *Suicide and Life-Threatening Behavior* 30, 282-288.
- Deschamps, L., Leplain, S., and Vandromme, L. (2014). Fixation oculaire initiale et exploration d'un visage: le cas de l'enfant avec Trouble du spectre de l'autisme et retard développemental. *Enfance*, 399-425.
- Desouza, J.F., Menon, R.S., and Everling, S. (2003). Preparatory set associated with pro-saccades and anti-saccades in humans investigated with event-related fMRI. *Journal of Neurophysiology* 89, 1016-1023.
- Deubel, H. (1995). Separate adaptive mechanisms for the control of reactive and volitional saccadic eye movements. *Vision research* 35, 3529-3540.
- Dolcos, F., and McCarthy, G. (2006). Brain systems mediating cognitive interference by emotional distraction. *Journal of Neuroscience* 26, 2072-2079.
- Dombrovski, A.Y., Butters, M.A., Reynolds, C.F., 3rd, Houck, P.R., Clark, L., Mazumdar, S., and Szanto, K. (2008). Cognitive performance in suicidal depressed elderly: preliminary report. *The American journal of geriatric psychiatry : official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry* 16, 109-115. [10.1097/JGP.0b013e3180f6338d](https://doi.org/10.1097/JGP.0b013e3180f6338d)
- Dombrovski, A.Y., Siegle, G.J., Szanto, K., Clark, L., Reynolds, C., and Aizenstein, H. (2012). The temptation of suicide: striatal gray matter, discounting of delayed rewards, and suicide attempts in late-life depression. *Psychological medicine* 42, 1203-1215.
- Dorris, M.C., and Munoz, D.P. (1998). Saccadic probability influences motor preparation signals and time to saccadic initiation. *Journal of Neuroscience* 18, 7015-7026.
- Dotson, V.M., Resnick, S.M., and Zonderman, A.B. (2008). Differential association of concurrent, baseline, and average depressive symptoms with cognitive decline in older adults. *The American journal of geriatric psychiatry : official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry* 16, 318-330.
- Drevets, W.C., and Raichle, M.E. (1998). Reciprocal suppression of regional cerebral blood flow during emotional versus higher cognitive processes: Implications for interactions between emotion and cognition. *Cognition and emotion*.
- Duberstein, P.R., Conwell, Y., Seidlitz, L., Lyness, J.M., Cox, C., and Caine, E.D. (1999). Age and suicidal ideation in older depressed inpatients. *The American Journal of Geriatric Psychiatry* 7, 289-296.
- Dubois, B., Slachevsky, A., Litvan, I., and Pillon, B. (2000). The FAB: a frontal assessment battery at bedside. *Neurology* 55, 1621-1626. <https://doi.org/10.1212/WNL.55.11.1621>
- Ducher, J., and Terra, J. (2006). L'échelle d'évaluation du risque suicidaire RSD possède-t-elle une valeur prédictive. *L'Encéphale* 32, 738-745.
- Dumel, F. (2000). Comment évaluer le risque suicidaire et notamment l'imminence ou la gravité d'un passage à l'acte en médecine générale? " *La crise suicidaire: reconnaître et prendre en charge*.
- Dybedal, G.S., Tanum, L., Sundet, K., Gaarden, T.L., and Bjølseth, T.M. (2013). Neuropsychological functioning in late-life depression. *Frontiers in psychology* 4, 381.

- Ebner, N.C., Riediger, M., and Lindenberger, U. (2010). FACES—A database of facial expressions in young, middle-aged, and older women and men: Development and validation. *Behavior research methods* 42, 351-362.
- Eisenbarth, H., and Alpers, G.W. (2011). Happy mouth and sad eyes: scanning emotional facial expressions. *Emotion* 11, 860.
- Ekman, P. (1976). Pictures of facial affect. *Consulting Psychologists Press*.
- Ekman, P., and Friesen, W.V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of personality and social psychology* 17, 124.
- Ekman, P., and Friesen, W.V. (2003). *Unmasking the face: A guide to recognizing emotions from facial clues*. Ishk.
- Elliott, R., Rubinsztein, J.S., Sahakian, B.J., and Dolan, R.J. (2002). The neural basis of mood-congruent processing biases in depression. *Archives of general psychiatry* 59, 597-604.
- Erlangsen, A., Zarit, S.H., and Conwell, Y. (2008). Hospital-diagnosed dementia and suicide: a longitudinal study using prospective, nationwide register data. *The American journal of geriatric psychiatry* 16, 220-228.
- Ettinger, U., Antonova, E., Crawford, T.J., Mitterschiffthaler, M.T., Goswami, S., Sharma, T., and Kumari, V. (2005). Structural neural correlates of prosaccade and antisaccade eye movements in healthy humans. *Neuroimage* 24, 487-494.
- Evdokimidis, I., Smyrnis, N., Constantinidis, T., Stefanis, N., Avramopoulos, D., Paximadis, C., Theleritis, C., Efstratiadis, C., Kastrinakis, G., and Stefanis, C. (2002). The antisaccade task in a sample of 2,006 young men. *Experimental Brain Research* 147, 45-52.
- Everling, S., and Fischer, B. (1998). The antisaccade: a review of basic research and clinical studies. *Neuropsychologia* 36, 885-899. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(98\)00020-7](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(98)00020-7)
- Everling, S., and Munoz, D.P. (2000). Neuronal correlates for preparatory set associated with pro-saccades and anti-saccades in the primate frontal eye field. *Journal of Neuroscience* 20, 387-400.
- Fabisch, K., Fitz, W., Fabisch, H., Haas-Krammer, A., Klug, G., Zapotoczky, S., and Kapfhammer, H.-P. (2009). Sinusoidal smooth pursuit eye tracking at different stimulus frequencies: position error and velocity error before catch-up saccades in schizophrenia and in major depressive disorder. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry* 43, 855-865.
- Fässberg, M.M., Cheung, G., Canetto, S.S., Erlangsen, A., Lapierre, S., Lindner, R., Draper, B., Gallo, J.J., Wong, C., and Wu, J. (2016). A systematic review of physical illness, functional disability, and suicidal behaviour among older adults. *Aging & Mental Health* 20, 166-194.
- Fawcett, J., Busch, K.A., Jacobs, D., Kravitz, H.M., and Fogg, L. (1997). Suicide: a four-pathway clinical-biochemical model. *Annals of the New York Academy of Sciences* 836, 288-301.
- Fecteau, J.H., and Munoz, D.P. (2006). Saliency, relevance, and firing: a priority map for target selection. *Trends in cognitive sciences* 10, 382-390.
- Fehr, B., and Russell, J.A. (1984). Concept of emotion viewed from a prototype perspective. *Journal of experimental psychology: General* 113, 464.
- Ferrer, I., Alacreu-Crespo, A., Salvador, A., Genty, C., Dubois, J., Sénèque, M., Courtet, P., and Olié, E. (2020). I cannot read your eye expression: Suicide attempters have difficulties in interpreting complex social emotions. *Frontiers in psychiatry* 11, 1269.
- Fielding, J., Clough, M., Beh, S., Millist, L., Sears, D., Frohman, A.N., Lizak, N., Lim, J., Kolbe, S., and Rennaker Ii, R.L. (2015). Ocular motor signatures of cognitive dysfunction in multiple sclerosis. *Nat Rev Neurol* 11, 637.
- Fischer, B., and Boch, R. (1983). Saccadic eye movements after extremely short reaction times in the monkey. *Brain Res.* 260, 21-26. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(83\)90760-6](https://doi.org/10.1016/0006-8993(83)90760-6)
- Fischer, B., and Breitmeyer, B. (1987). Mechanisms of visual attention revealed by saccadic eye movements. *Neuropsychologia* 25, 73-83.

- Fischer, B., and Weber, H. (1993). Express saccades and visual attention. *Behavioral and Brain Sciences* 16, 553-567.
- Fischer, B., Weber, H., Biscaldi, M., Aiple, F., Otto, P., and Stuhr, V. (1993). Separate populations of visually guided saccades in humans: reaction times and amplitudes. *Exp. Brain Res.* 92, 528-541. <https://doi.org/10.1007/BF00229043>
- Flechtner, K.-M., Steinacher, B., Sauer, R., and Mackert, A. (2002). Smooth pursuit eye movements of patients with schizophrenia and affective disorder during clinical treatment. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci.* 252, 49-53. <https://doi.org/10.1007/s004060200011>
- Folstein, M.F., Folstein, S.E., and McHugh, P.R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J. Psychiatr. Res.* 12, 189-198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- Ford, K.A., Goltz, H.C., Brown, M.R., and Everling, S. (2005). Neural processes associated with antisaccade task performance investigated with event-related fMRI. *Journal of neurophysiology* 94, 429-440.
- Furlan, M., Smith, A.T., and Walker, R. (2016). An fMRI investigation of preparatory set in the human cerebral cortex and superior colliculus for pro-and anti-saccades. *PLoS one* 11, e0158337.
- Gaither, N.S., and Stein, B.E. (1979). Reptiles and mammals use similar sensory organizations in the midbrain. *Science* 205, 595-597.
- Gallese, V. (2003). The roots of empathy: the shared manifold hypothesis and the neural basis of intersubjectivity. *Psychopathology* 36, 171-180.
- Gallese, V., Keysers, C., and Rizzolatti, G. (2004). A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in cognitive sciences* 8, 396-403.
- Gaymard, B., Ploner, C.J., Rivaud, S., Vermersch, A., and Pierrot-Deseilligny, C. (1998). Cortical control of saccades. *Experimental Brain Research* 123, 159-163.
- Gazzaniga, Ivry, Mangun, and Coquery (2001). *Neurosciences cognitives: la biologie de l'esprit*. De Boeck et Larcier.
- Ghashghaei, H., Hilgetag, C.C., and Barbas, H. (2007). Sequence of information processing for emotions based on the anatomic dialogue between prefrontal cortex and amygdala. *Neuroimage* 34, 905-923.
- Godefroy, O. (2008). *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques: évaluation en pratique clinique*. Marseille: Solal.
- Godijn, R., and Kramer, A.F. (2007). Antisaccade costs with static and dynamic targets. *Perception & psychophysics* 69, 802-815.
- Gooding, D., Mohapatra, L., and Shea, H. (2004). Temporal stability of saccadic task performance in schizophrenia and bipolar patients. *Psychological medicine* 34, 921-932.
- Gotlib, I.H., and Joormann, J. (2010). Cognition and depression: current status and future directions. *Annual review of clinical psychology* 6, 285-312.
- Gotlib, I.H., Krasnoperova, E., Yue, D.N., and Joormann, J. (2004). Attentional biases for negative interpersonal stimuli in clinical depression. *Journal of abnormal psychology* 113, 127.
- Gottlieb, J. (2007). From thought to action: the parietal cortex as a bridge between perception, action, and cognition. *Neuron* 53, 9-16.
- Grober, E., and Buschke, H. (1987). Genuine memory deficits in dementia. *Dev. Neuropsychol.* 3, 13-36. <https://doi.org/10.1080/87565648709540361>
- Groh, J.M., and Sparks, D.L. (1996). Saccades to somatosensory targets. I. Behavioral characteristics. *Journal of neurophysiology* 75, 412-427.
- Grosbras, M.-H., Lobel, É., and Berthoz, A. (2004). Contrôle du mouvement du regard (2)-Imagerie fonctionnelle cérébrale des saccades volontaires. *médecine/sciences* 20, 225-230.
- Grosbras, M.-H., Lobel, E., Van De Moortele, P.-F., Lebihan, D., and Berthoz, A. (1999). An anatomical landmark for the supplementary eye fields in human revealed with functional magnetic resonance imaging. *Cerebral Cortex* 9, 705-711.

- Gross, J.J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of general psychology* 2, 271-299.
- Gunner, J.H., Miele, A.S., Lynch, J.K., and McCaffrey, R.J. (2012). Performance of non-neurological older adults on the Wisconsin Card Sorting Test and the Stroop Color-Word Test: Normal variability or cognitive impairment? *Archives of clinical neuropsychology* 27, 398-405.
- Haber, S.N. (2003). The primate basal ganglia: parallel and integrative networks. *Journal of chemical neuroanatomy* 26, 317-330.
- Hall, W.C., and Lee, P. (1997). Interlaminar connections of the superior colliculus in the tree shrew. III: The optic layer. *Visual neuroscience* 14, 647-661.
- Hampshire, A., Chamberlain, S.R., Monti, M.M., Duncan, J., and Owen, A.M. (2010). The role of the right inferior frontal gyrus: inhibition and attentional control. *Neuroimage* 50, 1313-1319.
- Hanes, D.P., and Wurtz, R.H. (2001). Interaction of the frontal eye field and superior colliculus for saccade generation. *Journal of Neurophysiology* 85, 804-815.
- Harris, E.C., and Barraclough, B. (1997). Suicide as an outcome for mental disorders. A meta-analysis. *The British journal of psychiatry : the journal of mental science* 170, 205-228.
- Harrison, K.E., Dombrovski, A.Y., Morse, J.Q., Houck, P., Schlerwitzauer, M., Reynolds Iii, C.F., and Szanto, K. (2010). Alone? Perceived social support and chronic interpersonal difficulties in suicidal elders. *International psychogeriatrics/IPA* 22, 445.
- Harwood, D., Hawton, K., Hope, T., and Jacoby, R. (2001). Psychiatric disorder and personality factors associated with suicide in older people: a descriptive and case-control study. *International journal of geriatric psychiatry* 16, 155-165.
- Harwood, D.M., Hawton, K., Hope, T., Harriss, L., and Jacoby, R. (2006). Life problems and physical illness as risk factors for suicide in older people: a descriptive and case-control study. *Psychological medicine* 36, 1265-1274. 10.1017/S0033291706007872
- Harwood, D.M.J., Hawton, K., Hope, T., and Jacoby, R. (2000). Suicide in older people: mode of death, demographic factors, and medical contact before death. *International journal of geriatric psychiatry* 15, 736-743.
- Hasher, L., Zacks, R.T., and May, C.P. (1999). Inhibitory control, circadian arousal, and age.
- Haw, C., Harwood, D., and Hawton, K. (2009). Dementia and suicidal behavior: a review of the literature. *International psychogeriatrics* 21, 440-453.
- Hawton, K., Casanas, I.C.C., Haw, C., and Saunders, K. (2013). Risk factors for suicide in individuals with depression: a systematic review. *Journal of affective disorders* 147, 17-28. 10.1016/j.jad.2013.01.004
- Hawton, K., and Van Heeringen, K. (2009). Suicide. *Lancet* 373, 1372-1381. 10.1016/S0140-6736(09)60372-X
- Hawton, K., Zahl, D., and Weatherall, R. (2003). Suicide following deliberate self-harm: long-term follow-up of patients who presented to a general hospital. *The British journal of psychiatry : the journal of mental science* 182, 537-542.
- Heberlein, A.S., Padon, A.A., Gillihan, S.J., Farah, M.J., and Fellows, L.K. (2008). Ventromedial frontal lobe plays a critical role in facial emotion recognition. *Journal of cognitive neuroscience* 20, 721-733.
- Heisel, M.J., and Flett, G.L. (2006). The development and initial validation of the Geriatric Suicide Ideation Scale. *The American Journal of Geriatric Psychiatry* 14, 742-751.
- Heisel, M.J., and Flett, G.L. (2016). Investigating the psychometric properties of the Geriatric Suicide Ideation Scale (GSIS) among community-residing older adults. *Aging & Mental Health* 20, 208-221.
- Heisel, M.J., Flett, G.L., Duberstein, P.R., and Lyness, J.M. (2005). Does the geriatric depression scale (GDS) distinguish between older adults with high versus low levels of suicidal ideation? *The American Journal of Geriatric Psychiatry* 13, 876-883.

- Heisel, M.J., Links, P.S., Conn, D., Van Reekum, R., and Flett, G.L. (2007). Narcissistic personality and vulnerability to late-life suicidality. *The American Journal of Geriatric Psychiatry* 15, 734-741.
- Heitger, M.H., Jones, R.D., Macleod, A., Snell, D.L., Frampton, C.M., and Anderson, T.J. (2009). Impaired eye movements in post-concussion syndrome indicate suboptimal brain function beyond the influence of depression, malingering or intellectual ability. *Brain* 132, 2850-2870.
- Henriksson, M.M., Aro, H.M., Marttunen, M.J., Heikkinen, M.E., Isometsa, E.T., Kuoppasalmi, K.I., and Lonnqvist, J.K. (1993). Mental disorders and comorbidity in suicide. *Am J Psychiatry* 150, 935-940. [10.1176/ajp.150.6.935](https://doi.org/10.1176/ajp.150.6.935)
- Hepple, J., and Quinton, C. (1997). One hundred cases of attempted suicide in the elderly. *The British Journal of Psychiatry* 171, 42.
- Hercher, C., Canetti, L., Turecki, G., and Mechawar, N. (2010). Anterior cingulate pyramidal neurons display altered dendritic branching in depressed suicides. *Journal of psychiatric research* 44, 286-293.
- Hollingworth, A., Schrock, G., and Henderson, J.M. (2001). Change detection in the flicker paradigm: The role of fixation position within the scene. *Memory & Cognition* 29, 296-304.
- Holmes, A., Vuilleumier, P., and Eimer, M. (2003). The processing of emotional facial expression is gated by spatial attention: evidence from event-related brain potentials. *Cognitive Brain Research* 16, 174-184.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., and Van De Weijer, J. (2011). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford: Oxford university press.
- Holroyd, C.B., and Yeung, N. (2012). Motivation of extended behaviors by anterior cingulate cortex. *Trends in cognitive sciences* 16, 122-128.
- Horn, A.K., and Leigh, R.J. (2011). The anatomy and physiology of the ocular motor system. *Handbook of clinical neurology* 102, 21-69.
- Hornak, J., Bramham, J., Rolls, E.T., Morris, R.G., O'doherty, J., Bullock, P., and Polkey, C. (2003). Changes in emotion after circumscribed surgical lesions of the orbitofrontal and cingulate cortices. *Brain* 126, 1691-1712.
- Huerta, M.F., Krubitzer, L.A., and Kaas, J.H. (1986). Frontal eye field as defined by intracortical microstimulation in squirrel monkeys, owl monkeys, and macaque monkeys: I. Subcortical connections. *Journal of Comparative Neurology* 253, 415-439.
- Humphrey, K., and Underwood, G. (2009). Domain knowledge moderates the influence of visual saliency in scene recognition. *British Journal of Psychology* 100, 377-398.
- Hutton, S.B. (2008). Cognitive control of saccadic eye movements. *Brain and Cognition* 68, 327-340. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.08.021>
- Hutton, S.B., and Ettinger, U. (2006). The antisaccade task as a research tool in psychopathology: a critical review. *Psychophysiology* 43, 302-313. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2006.00403.x>
- Hwang, J.-P., Lee, T.-W., Tsai, S.-J., Chen, T.-J., Yang, C.-H., Lirng, J.-F., and Tsai, C.-F. (2010). Cortical and subcortical abnormalities in late-onset depression with history of suicide attempts investigated with MRI and voxel-based morphometry. *J Geriatr Psychiatry Neurol* 23, 171-184.
- Hwang, J.-P., Yang, C.-H., Hong, C.-J., Lirng, J.-F., Yang, Y.-M., and Tsai, S.-J. (2006). Association of APOE genetic polymorphism with cognitive function and suicide history in geriatric depression. *Dementia and geriatric cognitive disorders* 22, 334-338.
- Isaacowitz, D.M., Allard, E.S., Murphy, N.A., and Schlangel, M. (2009). The time course of age-related preferences toward positive and negative stimuli. *Journals of Gerontology: Series B* 64, 188-192.

- Isaacowitz, D.M., Toner, K., Goren, D., and Wilson, H.R. (2008). Looking while unhappy: Mood-congruent gaze in young adults, positive gaze in older adults. *Psychological Science* 19, 848-853.
- Isaacowitz, D.M., Lockenhoff, C.E., Lane, R.D., Wright, R., Sechrest, L., Riedel, R., et al. (2007). Age differences in recognition of emotion in lexical stimuli and facial expressions. *Psychology and aging* 21, 147-59.
- Isaacowitz, D.M., Wadlinger, H.A., Goren, D., and Wilson, H.R. (2006a). Is there an age-related positivity effect in visual attention? A comparison of two methodologies. *Emotion* 6, 511.
- Isaacowitz, D.M., Wadlinger, H.A., Goren, D., and Wilson, H.R. (2006b). Selective preference in visual fixation away from negative images in old age? An eye-tracking study. *Psychology and aging* 21, 40.
- Itti, L., and Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision research* 40, 1489-1506.
- Itti, L., and Koch, C. (2001). Computational modelling of visual attention. *Nature reviews neuroscience* 2, 194-203.
- Iudicello, J.E., Woods, S.P., Weber, E., Dawson, M.S., Scott, J.C., Carey, C.L., Grant, I., and Group, H.N.R.C. (2008). Cognitive mechanisms of switching in HIV-associated category fluency deficits. *J. Clin. Exp. Neuropsychol* 30, 797-804. <https://doi.org/10.1080/13803390701779578>
- Iverson, G.L., Brooks, B.L., Langenecker, S.A., and Young, A.H. (2011). Identifying a cognitive impairment subgroup in adults with mood disorders. *J. Affect. Disord.* 132, 360-367.
- Jacob, R.J., and Karn, K.S. (2003). "Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises," in *The mind's eye*. Elsevier), 573-605.
- Johnson, J., Wood, A.M., Gooding, P., Taylor, P.J., and Tarrier, N. (2011). Resilience to suicidality: the buffering hypothesis. *Clinical psychology review* 31, 563-591. 10.1016/j.cpr.2010.12.007
- Johnstone, T., Van Reekum, C.M., Urry, H.L., Kalin, N.H., and Davidson, R.J. (2007). Failure to regulate: counterproductive recruitment of top-down prefrontal-subcortical circuitry in major depression. *Journal of Neuroscience* 27, 8877-8884.
- Joiner, T.E. (2005). *Why people die by suicide*. Harvard University Press.
- Jokinen, J., and Nordström, P. (2008). HPA axis hyperactivity as suicide predictor in elderly mood disorder inpatients. *Psychoneuroendocrinology* 33, 1387-1393.
- Jollant, F., Lawrence, N.L., Olie, E., Guillaume, S., and Courtet, P. (2011). The suicidal mind and brain: a review of neuropsychological and neuroimaging studies. *The world journal of biological psychiatry : the official journal of the World Federation of Societies of Biological Psychiatry* 12, 319-339. 10.3109/15622975.2011.556200
- Jollant, F., Lawrence, N.S., Giampietro, V., Brammer, M.J., Fullana, M.A., Drapier, D., Courtet, P., and Phillips, M.L. (2008). Orbitofrontal cortex response to angry faces in men with histories of suicide attempts. *American Journal of Psychiatry* 165, 740-748.
- Joormann, J., and Gotlib, I.H. (2008). Updating the contents of working memory in depression: Interference from irrelevant negative material. *Journal of abnormal psychology* 117, 182.
- Joormann, J., and Siemer, M. (2011). Affective processing and emotion regulation in dysphoria and depression: Cognitive biases and deficits in cognitive control. *Social and Personality Psychology Compass* 5, 13-28.
- Jurado, M.B., and Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychol. Rev.* 17, 213-233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Juurink, D.N., Herrmann, N., Szalai, J.P., Kopp, A., and Redelmeier, D.A. (2004). Medical illness and the risk of suicide in the elderly. *Archives of internal medicine* 164, 1179-1184. 10.1001/archinte.164.11.1179
- Kachur, S., Potter, L.B., Powell, K.E., and Rosenberg, M.L. (1995). Suicide: epidemiology, prevention, and treatment. *Adolescent Medicine (Philadelphia, Pa.)* 6, 171-182.

- Kalafat, M., Hugonot-Diener, L., and Poitrenaud, J. (2003). Standardisation et étalonnage français du "Mini Mental State" (MMS) version GRECO. *Rev. de Neuropsychol.* 13, 209-236.
- Kalesnykas, R., and Hallett, P. (1987). The differentiation of visually guided and anticipatory saccades in gap and overlap paradigms. *Exp. Brain Res.* 68, 115-121.
<https://doi.org/10.1007/BF00255238>
- Kalisch, R. (2009). The functional neuroanatomy of reappraisal: time matters. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 33, 1215-1226.
- Karr, J.E., Garcia-Barrera, M.A., Holdnack, J.A., and Iverson, G.L. (2017). Using multivariate base rates to interpret low scores on an abbreviated battery of the Delis–Kaplan executive function system. *Archives of Clinical Neuropsychology* 32, 297-305.
- Katsanis, J., Kortenamp, S., Iacono, W.G., and Grove, W.M. (1997). Antisaccade performance in patients with schizophrenia and affective disorder. *J. Abnorm. Psychol.* 106, 468-472.
<https://doi.org/10.1037/0021-843X.106.3.468>
- Keefe, R.S. (1995). The contribution of neuropsychology to psychiatry. *The American journal of psychiatry* 152, 6.
- Keilp, J., Gorlyn, M., Russell, M., Oquendo, M., Burke, A., Harkavy-Friedman, J., and Mann, J. (2013). Neuropsychological function and suicidal behavior: attention control, memory and executive dysfunction in suicide attempt. *Psychol. Med.* 43, 539-551.
<https://dx.doi.org/10.1017/S0033291712001419>
- Keilp, J.G., Gorlyn, M., Oquendo, M.A., Burke, A.K., and Mann, J.J. (2008). Attention deficit in depressed suicide attempters. *Psychiatry Res.* 159, 7-17.
<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2007.08.020>
- Kellough, J.L., Beevers, C.G., Ellis, A.J., and Wells, T.T. (2008). Time course of selective attention in clinically depressed young adults: An eye tracking study. *Behaviour research and therapy* 46, 1238-1243.
- Kerns, J.G., Cohen, J.D., Macdonald, A.W., Cho, R.Y., Stenger, V.A., and Carter, C.S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science* 303, 1023-1026.
- King, A.J. (2004). The superior colliculus. *Curr Biol* 14, R335-R338.
- King, D.A., Conwell, Y., Cox, C., Henderson, R.E., Denning, D.G., and Caine, E.D. (2000). A neuropsychological comparison of depressed suicide attempters and nonattempters. *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 12, 64-70. <https://dx.doi.org/10.1176/jnp.12.1.64>
- Klein, C., Fischer, B., Hartnegg, K., Heiss, W., and Roth, M. (2000). Optomotor and neuropsychological performance in old age. *Experimental brain research* 135, 141-154.
- Kleinginna, P.R., and Kleinginna, A.M. (1981). A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and emotion* 5, 345-379.
- Klonsky, E.D., and May, A. (2010). Rethinking impulsivity in suicide. *Suicide and Life-Threatening Behavior* 40, 612-619.
- Knight, M., Seymour, T.L., Gaunt, J.T., Baker, C., Nesmith, K., and Mather, M. (2007). Aging and goal-directed emotional attention: distraction reverses emotional biases. *Emotion* 7, 705.
- Kojima, Y., Soetedjo, R., and Fuchs, A.F. (2010). Behavior of the oculomotor vermis for five different types of saccade. *Journal of neurophysiology* 104, 3667-3676.
- Koo, Y.W., Kölves, K., and De Leo, D. (2017). Suicide in older adults: differences between the young-old, middle-old, and oldest old. *International psychogeriatrics* 29, 1297.
- Korsnes, M.S., and Ulstein, I.D. (2014). Cognitive effects of late life depression: Review of neuropsychological findings. *Journal of Behavioral and Brain Science* 4, 141.
- Krause, N., and Jay, G. (1991). Stress, social support, and negative interaction in later life. *Research on Aging* 13, 333-363.
- Kringelbach, M.L., and Berridge, K.C. (2009). Towards a functional neuroanatomy of pleasure and happiness. *Trends in cognitive sciences* 13, 479-487.

- Kristjansson, A. (2007). Saccade landing point selection and the competition account of pro-and antisaccade generation: The involvement of visual attention—A review. *Scand. J. Psychol.* 48, 97-113. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2007.00537.x>
- Kucharska-Pietura, K., Phillips, M.L., Gernand, W., and David, A.S. (2003). Perception of emotions from faces and voices following unilateral brain damage. *Neuropsychologia* 41, 1082-1090.
- Kuppens, P., Ceulemans, E., Timmerman, M.E., Diener, E., and Kim-Prieto, C. (2006). Universal intracultural and intercultural dimensions of the recalled frequency of emotional experience. *Journal of cross-cultural psychology* 37, 491-515.
- Labouvie-Vief, G. (2003). Dynamic integration: Affect, cognition, and the self in adulthood. *Current directions in psychological science* 12, 201-206.
- Lafleur, C., and Séguin, M. (2008). *Intervenir en situation de crise suicidaire*. Les Presses de l'Université de Laval.
- Langer, T., Kaneko, C., Scudder, C., and Fuchs, A. (1986). Afferents to the abducens nucleus in the monkey and cat. *Journal of Comparative Neurology* 245, 379-400.
- Lapierre, V. (2007). Suicide, rupture, lien. *Gérontologie et société* 30, 265-278.
- Lara, E., Olaya, B., Garin, N., Ayuso-Mateos, J.L., Miret, M., Moneta, V., and Haro, J.M. (2015). Is cognitive impairment associated with suicidality? A population-based study. *European Neuropsychopharmacology* 25, 203-213.
- Large, M., Kaneson, M., Myles, N., Myles, H., Gunaratne, P., and Ryan, C. (2016). Meta-analysis of longitudinal cohort studies of suicide risk assessment among psychiatric patients: heterogeneity in results and lack of improvement over time. *PLoS one* 11, e0156322.
- Laurent, E., and Vandell, P. (2016). *De l'humeur normale à la dépression en psychologie cognitive, neurosciences et psychiatrie*. Louvain-la-Neuve De Boeck Supérieur.
- Le Clainche, C., and Courtet, P. (2016). "Facteurs de risque de suicide et de vulnérabilité au suicide", in: *Suicide, connaître pour prévenir : Dimensions nationales, locales et associatives*. 2 ed.: Observatoire National du Suicide,).
- Leigh, R., and Zee, D. (2006). "Diagnosis of nystagmus and saccadic intrusion", in: *The neurology of eye movements*. (eds.) R. Leigh & D. Zee. (New York Oxford university press).
- Leigh, R.J., and Kennard, C. (2004). Using saccades as a research tool in the clinical neurosciences. *Brain* 127, 460-477. <https://doi.org/10.1093/brain/awh035>
- Leigh, R.J., and Zee, D.S. (2015). *The neurology of eye movements*. Oxford University Press, USA.
- Lemij, H., and Collewyn, H. (1989). Differences in accuracy of human saccades between stationary and jumping targets. *Vision research* 29, 1737-1748.
- Léon, C., Chan-Chee, C., and Du Roscoät, E. (2019). Baromètre de Santé publique France 2017: tentatives de suicide et pensées suicidaires chez les 18-75 ans. *Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire*, 3-4.
- Levy, N.K., Lavidor, M., and Vakil, E. (2018). Prosaccade and antisaccade paradigms in persons with Alzheimer's disease: a meta-analytic review. *Neuropsychol. Rev.* 28, 16-31. <https://doi.org/10.1007/s11065-017-9362-4>
- Li, D., and He, L. (2007). Meta-analysis supports association between serotonin transporter (5-HTT) and suicidal behavior. *Molecular psychiatry* 12, 47-54.
- Lin, P.-Y., and Tsai, G. (2004). Association between serotonin transporter gene promoter polymorphism and suicide: results of a meta-analysis. *Biological psychiatry* 55, 1023-1030.
- Linehan, M.M. (1986). One population or two? *Annals of the New York Academy of Sciences* 487, 16-33.
- Links, P., Nisenbaum, R., Ambreen, M., Balderson, K., Bergmans, Y., Eynan, R., Harder, H., and Cutcliffe, J. (2012). Prospective study of risk factors for increased suicide ideation and behavior following recent discharge. *General Hospital Psychiatry* 34, 88-97.

- Luna, B., Thulborn, K.R., Strojwas, M.H., Mccurtain, B.J., Berman, R.A., Genovese, C.R., and Sweeney, J.A. (1998). Dorsal cortical regions subserving visually guided saccades in humans: an fMRI study. *Cerebral cortex (New York, NY: 1991)* 8, 40-47.
- Luoma, J.B., Martin, C.E., and Pearson, J.L. (2002). Contact with mental health and primary care providers before suicide: a review of the evidence. *American Journal of Psychiatry* 159, 909-916.
- Lynch, J., Graybiel, A., and Lobeck, L. (1985). The differential projection of two cytoarchitectonic subregions of the inferior parietal lobule of macaque upon the deep layers of the superior colliculus. *Journal of Comparative Neurology* 235, 241-254.
- Lyness, J.M., Cox, C., Curry, J., Conwell, Y., King, D.A., and Caine, E.D. (1995). Older age and the underreporting of depressive symptoms. *Journal of the American Geriatrics Society* 43, 216-221.
- Maldonado, T., Orr, J.M., Goen, J.R., and Bernard, J.A. (2020). Age differences in the subcomponents of executive functioning. *The Journals of Gerontology: Series B* 75, e31-e55.
- Manard, M., François, S., Salmon, E., Collette, F., and Bahri, M.A. (2014). Executive function and grey matter atrophy in healthy aging: A "voxel-based morphometry" analysis. *Frontiers in human neuroscience*.
- Maniglio, R., Gusciglio, F., Lofrese, V., Murri, M.B., Tamburello, A., and Innamorati, M. (2014). Biased processing of neutral facial expressions is associated with depressive symptoms and suicide ideation in individuals at risk for major depression due to affective temperaments. *Comprehensive psychiatry* 55, 518-525.
- Mann, J.J. (2003). Neurobiology of suicidal behaviour. *Nature reviews. Neuroscience* 4, 819-828. 10.1038/nrn1220
- Mann, J.J., and Currier, D. (2007). A review of prospective studies of biologic predictors of suicidal behavior in mood disorders. *Archives of Suicide Research* 11, 3-16.
- Mann, J.J., Mcbride, P.A., Brown, R.P., Linnoilam, M., Leon, A.C., Demeo, M., Mieczkowski, T., Myers, J.E., and Stanley, M. (1992). Relationship between central and peripheral serotonin indexes in depressed and suicidal psychiatric inpatients. *Archives of general psychiatry* 49, 442-446.
- Mann, J.J., Oquendo, M., Underwood, M.D., and Arango, V. (1999a). The neurobiology of suicide risk: a review for the clinician. *The Journal of clinical psychiatry* 60 Suppl 2, 7-11.
- Mann, J.J., Waternaux, C., Haas, G.L., and Malone, K.M. (1999b). Toward a clinical model of suicidal behavior in psychiatric patients. *Am J Psychiatry* 156, 181-189.
- Maquestiaux, F. (2013). "Psychologie de l'attention (1ère éd.)". Bruxelles: De Boeck Supérieur).
- Marsh, P.J., and Williams, L.M. (2006). ADHD and schizophrenia phenomenology: visual scanpaths to emotional faces as a potential psychophysiological marker? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 30, 651-665.
- Marzuk, P.M., Hartwell, N., Leon, A., and Portera, L. (2005). Executive functioning in depressed patients with suicidal ideation. *Acta Psychiatr. Scand.* 112, 294-301. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2005.00585.x>
- Masse, C., Vandell, P., Sylvestre, G., Noiret, N., Bennabi, D., Mauny, F., Puyraveau, M., Barsznica, Y., Dartevelle, J., Meyer, A., Binetruy, M., Lavaux, M., Ryff, I., Giustiniani, J., Magnin, E., Galmiche, J., Haffen, E., and Chopard, G. (2021). Cognitive Impairment in Late-Life Depression: A Comparative Study of Healthy Older People, Late-Life Depression, and Mild Alzheimer's Disease Using Multivariate Base Rates of Low Scores. *Frontiers in Psychology* 12. 10.3389/fpsyg.2021.724731
- Massen, C. (2004). Parallel programming of exogenous and endogenous components in the antisaccade task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A* 57, 475-498.
- Mather, M. (2012). The emotion paradox in the aging brain.
- Mather, M., and Carstensen, L.L. (2005). Aging and motivated cognition: The positivity effect in attention and memory. *Trends in cognitive sciences* 9, 496-502.

- Matsuda, T., Matsuura, M., Ohkubo, T., Ohkubo, H., Matsushima, E., Inoue, K., Taira, M., and Kojima, T. (2004). Functional MRI mapping of brain activation during visually guided saccades and antisaccades: cortical and subcortical networks. *Psychiatry Research: Neuroimaging* 131, 147-155.
- Matthews, F., and Brayne, C. (2005). The incidence of dementia in England and Wales: findings from the five identical sites of the MRC CFA Study. *PLoS Med* 2, e193.
- May, P.J. (2006). The mammalian superior colliculus: laminar structure and connections. *Progress in brain research* 151, 321-378.
- Mays, L.E., and Sparks, D.L. (1980). Dissociation of visual and saccade-related responses in superior colliculus neurons. *Journal of Neurophysiology* 43, 207-232.
- Mcgirr, A., Dombrovski, A.Y., Butters, M.A., Clark, L., and Szanto, K. (2012). Deterministic learning and attempted suicide among older depressed individuals: cognitive assessment using the Wisconsin Card Sorting Task. *J. Psychiatr. Res.* 46, 226-232.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.jpsychires.2011.10.001>
- Mclean, J., Maxwell, M., Platt, S., Harris, F.M., and Jepson, R. (2008). *Risk and protective factors for suicide and suicidal behaviour: A literature review*. Scottish Government.
- Menezier, P., and Sagne, A. (2020). Alcool et crise suicidaire du sujet âgé. *NPG Neurologie-Psychiatrie-Gériatrie*.
- Meulemans, T. (2008). "La batterie GREFEX," in *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques.*, ed. Deboeck. (Marseille: Solal), 217-229.
- Meulemans, T., Collette, F., and Van Der Linden, M. (2004). *Neuropsychologie des fonctions exécutives*. Solal.
- Meyer, R.E., Salzman, C., Youngstrom, E.A., Clayton, P.J., Goodwin, F.K., Mann, J.J., Alphas, L.D., Broich, K., Goodman, W.K., and Greden, J.F. (2010). Suicidality and risk of suicide—definition, drug safety concerns, and a necessary target for drug development: a consensus statement. *The Journal of clinical psychiatry* 71, 1046-1046.
- Middleton, F.A., and Strick, P.L. (2000). Basal ganglia and cerebellar loops: motor and cognitive circuits. *Brain research reviews* 31, 236-250.
- Miller, E.K., and Cohen, J.D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience* 24, 167-202. 10.1146/annurev.neuro.24.1.167
- Mireault, M., and De Man, A.F. (1996). Suicidal ideation among the elderly: Personal variables, stress and social support. *Social Behavior and Personality: an international journal* 24, 385-392.
- Mirsky, J.B., Heuer, H.W., Jafari, A., Kramer, J.H., Schenk, A.K., Viskontas, I.V., Neuhaus, J., Miller, B.L., and Boxer, A.L. (2011). Anti-saccade performance predicts executive function and brain structure in normal elders. *Cognitive and behavioral neurology: official journal of the Society for Behavioral and Cognitive Neurology* 24, 50.
- Mishara, B.L., and Tousignant, M. (2004). *Comprendre le suicide*. Montréal, Canada: Presses de l'Université de Montréal.
- Mishkin, M., Ungerleider, L.G., and Macko, K.A. (1983). Object vision and spatial vision: two cortical pathways. *Trends in neurosciences* 6, 414-417.
- Miyake, A., and Friedman, N.P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in psychological science* 21, 8-14.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., and Wager, T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cogn. Psychol.* 41, 49-100. 10.1006/cogp.1999.0734
- Mogg, K., and Bradley, B.P. (2005). Attentional bias in generalized anxiety disorder versus depressive disorder. *Cognitive therapy and research* 29, 29-45.
- Monfort, J.-C. (2001). Spécificités psychologiques des personnes très âgées. *Gérontologie et société* 24, 159-187.

- Montgomery, S.A., and Asberg, M. (1979). A new depression scale designed to be sensitive to change. *Br. J. Psychiatry* 134, 382-389. <https://doi.org/10.1192/bjp.134.4.382>
- Moore, T., Armstrong, K.M., and Fallah, M. (2003). Visuomotor origins of covert spatial attention. *Neuron* 40, 671-683.
- Morin, J., Wiktorsson, S., Marlow, T., Olesen, P.J., Skoog, I., and Waern, M. (2013). Alcohol use disorder in elderly suicide attempters: a comparison study. *The American Journal of Geriatric Psychiatry* 21, 196-203.
- Morris, N., and Jones, D.M. (1990). Memory updating in working memory: The role of the central executive. *British journal of psychology* 81, 111-121.
- Mundt, J.C., Greist, J.H., Gelenberg, A.J., Katzelnick, D.J., Jefferson, J.W., and Modell, J.G. (2010). Feasibility and validation of a computer-automated Columbia-Suicide Severity Rating Scale using interactive voice response technology. *Journal of psychiatric research* 44, 1224-1228.
- Munoz, D., Broughton, J., Goldring, J., and Armstrong, I. (1998). Age-related performance of human subjects on saccadic eye movement tasks. *Experimental brain research* 121, 391-400.
- Munoz, D.P., and Everling, S. (2004). Look away: the anti-saccade task and the voluntary control of eye movement. *Nature reviews. Neuroscience* 5, 218.
- Munoz, D.P., and Istvan, P.J. (1998). Lateral inhibitory interactions in the intermediate layers of the monkey superior colliculus. *Journal of Neurophysiology* 79, 1193-1209.
- Munoz, D.P., and Wurtz, R.H. (1992). Role of the rostral superior colliculus in active visual fixation and execution of express saccades. *Journal of Neurophysiology* 67, 1000-1002.
- Munoz, D.P., and Wurtz, R.H. (1995). Saccade-related activity in monkey superior colliculus. II. Spread of activity during saccades. *Journal of neurophysiology* 73, 2334-2348.
- Müri, R., Iba-Zizen, M., Derosier, C., Cabanis, E., and Pierrot-Deseilligny, C. (1996). Location of the human posterior eye field with functional magnetic resonance imaging. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 60, 445-448.
- Murphy, E., Kapur, N., Webb, R., Purandare, N., Hawton, K., Bergen, H., Waters, K., and Cooper, J. (2012). Risk factors for repetition and suicide following self-harm in older adults: multicentre cohort study. *The British Journal of Psychiatry* 200, 399-404.
- Murphy, N.A., and Isaacowitz, D.M. (2008). Preferences for emotional information in older and younger adults: a meta-analysis of memory and attention tasks. *Psychology and aging* 23, 263.
- Naismith, S.L., Norrie, L.M., Mowszowski, L., and Hickie, I.B. (2012). The neurobiology of depression in later-life: clinical, neuropsychological, neuroimaging and pathophysiological features. *Progress in neurobiology* 98, 99-143.
- Nambu, A., Tokuno, H., and Takada, M. (2002). Functional significance of the cortico-subthalamo-pallidal 'hyperdirect' pathway. *Neuroscience research* 43, 111-117.
- Nashiro, K., Sakaki, M., and Mather, M. (2012). Age differences in brain activity during emotion processing: reflections of age-related decline or increased emotion regulation. *Gerontology* 58, 156-163.
- Neufeld, E., O'rouke, N., and Donnelly, M. (2010). Enhanced measurement sensitivity of hopeless ideation among older adults at risk of self-harm: Reliability and validity of Likert-type responses to the Beck Hopelessness Scale. *Aging & mental health* 14, 752-756.
- Neuringer, C. (1964). Rigid thinking in suicidal individuals. *J. Consult. Clin. Psychol.* 28, 54-58. <https://doi.org/10.1037/h0045809>
- Niendam, T.A., Laird, A.R., Ray, K.L., Dean, Y.M., Glahn, D.C., and Carter, C.S. (2012). Meta-analytic evidence for a superordinate cognitive control network subserving diverse executive functions. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 12, 241-268.
- Noiret, N., Carvalho, N., Laurent, É., Vulliez, L., Bennabi, D., Chopard, G., Haffen, E., Nicolier, M., Monnin, J., and Vandel, P. (2015). Visual scanning behavior during processing of emotional faces in older adults with major depression. *Aging & mental health* 19, 264-273.

- Noiret, N., Vigneron, B., Diogo, M., Vandell, P., and Laurent, É. (2017). Saccadic eye movements: what do they tell us about aging cognition? *Aging Neuropsychol. Cogn.* 24, 575-599. <https://doi.org/10.1080/13825585.2016.1237613>
- Nummenmaa, L., Hyönä, J., and Calvo, M.G. (2006). Eye movement assessment of selective attentional capture by emotional pictures. *Emotion* 6, 257.
- O'connell, H., Chin, A.-V., Cunningham, C., and Lawlor, B.A. (2004a). Recent developments: suicide in older people. *Bmj* 329, 895-899.
- O'connell, H., Chin, A.V., Cunningham, C., and Lawlor, B.A. (2004b). Recent developments: suicide in older people. *Bmj* 329, 895-899. 10.1136/bmj.329.7471.895
- O'Connor, R.C. (2011). "The integrated motivational-volitional model of suicidal behavior". Hogrefe Publishing).
- Olié, E., Ding, Y., Le Bars, E., De Champfleury, N.M., Mura, T., Bonafé, A., Courtet, P., and Jollant, F. (2015). Processing of decision-making and social threat in patients with history of suicidal attempt: A neuroimaging replication study. *Psychiatry Research: Neuroimaging* 234, 369-377.
- Oms (2014). "La prévention du suicide", in: *L'état d'urgence mondiale*. (ed.) Oms. (Genève Suisse: OMS).
- Oquendo, M.A., Galfalvy, H., Russo, S., Ellis, S.P., Grunebaum, M.F., Burke, A., and Mann, J.J. (2004). Prospective study of clinical predictors of suicidal acts after a major depressive episode in patients with major depressive disorder or bipolar disorder. *Am J Psychiatry* 161, 1433-1441. 10.1176/appi.ajp.161.8.1433
- Ortony, A., and Turner, T.J. (1990). What's basic about basic emotions? *Psychological review* 97, 315.
- Overton, P., G., Markland, F., E., Taggart, H., S., Bagshaw, G., L., and Simpson, J. (2008). Self-disgust mediates the relationship between dysfunctional cognitions and depressive symptomatology. *Emotion*, 8(3), 379.
- Oyachi, H., and Ohtsuka, K. (1995). Transcranial magnetic stimulation of the posterior parietal cortex degrades accuracy of memory-guided saccades in humans. *Investigative ophthalmology & visual science* 36, 1441-1449.
- Pa, J., Dutt, S., Mirsky, J.B., Heuer, H.W., Keselman, P., Kong, E., Trujillo, A., Gazzaley, A., Kramer, J.H., and Seeley, W.W. (2014). The functional oculomotor network and saccadic cognitive control in healthy elders. *Neuroimage* 95, 61-68.
- Paneri, S., and Gregoriou, G.G. (2017). Top-down control of visual attention by the prefrontal cortex. functional specialization and long-range interactions. *Frontiers in neuroscience* 11, 545.
- Paraschakis, A., Douzenis, A., Michopoulos, I., Christodoulou, C., Vassilopoulou, K., Koutsaftis, F., and Lykouras, L. (2012). Late onset suicide: distinction between "young-old" vs. "old-old" suicide victims. How different populations are they? *Archives of gerontology and geriatrics* 54, 136-139. 10.1016/j.archger.2011.02.011
- Paré, M., and Dorris, M.C. (2011). The role of posterior parietal cortex in the regulation of saccadic eye movements. *The Oxford handbook of eye movements*, 257-278.
- Péllisson, D., Goffart, L., and Guillaume, A. (2003). Control of saccadic eye movements and combined eye/head gaze shifts by the medio-posterior cerebellum. *Progress in brain research* 142, 69-89.
- Peltsch, A., Hemraj, A., Garcia, A., and Munoz, D. (2011). Age-related trends in saccade characteristics among the elderly. *Neurobiol Aging* 32, 669-679.
- Peltsch, A., Hemraj, A., Garcia, A., and Munoz, D.P. (2014). Saccade deficits in amnesic mild cognitive impairment resemble mild Alzheimer's disease. *European Journal of Neuroscience* 39, 2000-2013.
- Perlman, C., Neufeld, E., Martin, L., Goy, M., and Hirdes, J. (2011). Suicide risk assessment inventory: A resource guide for Canadian health care organizations. *Toronto, ON: Ontario Hospital Association and Canadian Patient Safety Institute*.

- Phan, K.L., Wager, T., Taylor, S.F., and Liberzon, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *Neuroimage* 16, 331-348.
- Phillips, M.L., Drevets, W.C., Rauch, S.L., and Lane, R. (2003). Neurobiology of emotion perception I: the neural basis of normal emotion perception. *Biological psychiatry* 54, 504-514.
- Phillips, W.J., Hine, D.W., and Thorsteinsson, E.B. (2010). Implicit cognition and depression: A meta-analysis. *Clinical psychology review* 30, 691-709.
- Pichon, S., and Vuilleumier, P. (2011). Neuro-imagerie et neuroscience des émotions-Imagerie et cognition (8). *médecine/sciences* 27, 763-770.
- Pierrot-Deseilligny, C., Milea, D., and Müri, R.M. (2004). Eye movement control by the cerebral cortex. *Curr Opin Neurol.* 17, 17-25.
- Pierrot-Deseilligny, C., Müri, R., Ploner, C.J., Gaymard, B., and Rivaud-Péchoix, S. (2003). "Cortical control of ocular saccades in humans: a model for motricity," in *Progress in brain research.*, 3-17.
- Pierrot-Deseilligny, C., Rivaud, S., Gaymard, B., and Agid, Y. (1991). Cortical control of reflexive visually-guided saccades. *Brain* 114, 1473-1485.
- Pierrot-Deseilligny, C., Rivaud, S., Gaymard, B., Müri, R., and Vermersch, A.I. (1995). Cortical control of saccades. *Annals of neurology* 37, 557-567.
- Pitchot, W. (2014). Le suicide chez la personne âgée. *Revue médicale de Liege.*
- Pompili, M., Innamorati, M., Di Vittorio, C., Sher, L., Girardi, P., and Amore, M. (2014). Sociodemographic and clinical differences between suicide ideators and attempters: a study of mood disordered patients 50 years and older. *Suicide and Life-Threatening Behavior* 44, 34-45.
- Posner, K., Brent, D., Lucas, C., Gould, M., Stanley, B., Brown, G., Fisher, P., Zelazny, J., Burke, A., and Oquendo, M. (2008). Columbia-suicide severity rating scale (C-SSRS). *New York, NY: Columbia University Medical Center.*
- Posner, M.I. (2016). Orienting of attention: Then and now. *Quarterly journal of experimental psychology* 69, 1864-1875.
- Pratt, J., Bekkering, H., and Leung, M. (2000). Estimating the components of the gap effect. *Experimental Brain Research* 130, 258-263.
- Pratt, J., Dodd, M., and Welsh, T. (2006a). Growing older does not always mean moving slower: examining aging and the saccadic motor system. *J. Mot. Behav.* 38, 373-382. <https://doi.org/10.3200/JMBR.38.5.373-382>
- Pratt, J., Lajonchere, C.M., and Abrams, R.A. (2006b). Attentional modulation of the gap effect. *Vision research* 46, 2602-2607.
- Préville, M., Hebert, R., Boyer, R., Bravo, G., and Seguin, M. (2005). Physical health and mental disorder in elderly suicide: a case-control study. *Aging & Mental Health* 9, 576-584.
- Pu, S., Nakagome, K., Yamada, T., Yokoyama, K., Matsumura, H., Yamada, S., Sugie, T., Miura, A., Mitani, H., and Iwata, M. (2015). Suicidal ideation is associated with reduced prefrontal activation during a verbal fluency task in patients with major depressive disorder. *Journal of affective disorders* 181, 9-17.
- Pu, S., Setoyama, S., and Noda, T. (2017). Association between cognitive deficits and suicidal ideation in patients with major depressive disorder. *Scientific reports* 7, 11637. 10.1038/s41598-017-12142-8
- Purves, D., Augustine, G., Fitzpatrick, D., Hall, W., Lamantia, A., Mcnamara, J., and Williams, S. (2004). Vision: the eye. *Neuroscience* 1, 179-198.
- Purves, D., Augustine, G.J., Fitzpatrick, D., Hall, W., Lamantia, A.S., White, L., Jeannerod, M., Volterra, A., Coquery, J.M., and Gaily, P. (2015). *Neurosciences*. De Boeck Supérieur.
- Purves, D., Cabeza, R., Huettel, S.A., Labar, K.S., Platt, M.L., Woldorff, M.G., and Brannon, E.M. (2008). *Cognitive neuroscience*. Sunderland: Sinauer Associates, Inc.

- Qin, P., Agerbo, E., and Mortensen, P.B. (2002). Suicide risk in relation to family history of completed suicide and psychiatric disorders: a nested case-control study based on longitudinal registers. *The Lancet* 360, 1126-1130.
- Quan, H., Arboleda-Florez, J., Fick, G.H., Stuart, H.L., and Love, E.J. (2002). Association between physical illness and suicide among the elderly. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology* 37, 190-197.
- Rakotorolahy, M.N., Andrianarisoa, M., and Jalenques, I. (Year). "Échelles d'évaluation du risque suicidaire chez les sujets âgés: revue de la littérature", in: *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*: Elsevier), 505-510.
- Rapp, M.A., Dahlman, K., Sano, M., Grossman, H.T., Haroutunian, V., and Gorman, J.M. (2005). Neuropsychological differences between late-onset and recurrent geriatric major depression. *American Journal of Psychiatry* 162, 691-698.
- Raybourn, M.S., and Keller, E.L. (1977). Colliculoreticular organization in primate oculomotor system. *Journal of Neurophysiology* 40, 861-878.
- Reitan, R.M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Percept. Mot. Ski.* 8, 271-276. <https://doi.org/10.2466/pms.1958.8.3.271>
- Richard-Devantoy, S. (2011). Le suicide de la personne âgée: un risque lié à l'âge? *La Lettre du psychiatre* 7, 161-164.
- Richard-Devantoy, S., Annweiler, C., Le Gall, D., Garré, J.-B., Olié, J.-P., and Beauchet, O. (2011). Cognitive inhibition in suicidal depressed elderly: a case-control pilot study. *The Journal of clinical psychiatry* 72, 871-872.
- Richard-Devantoy, S., Berlim, M., and Jollant, F. (2014). A meta-analysis of neuropsychological markers of vulnerability to suicidal behavior in mood disorders. *Psychological medicine* 44, 1663.
- Richard-Devantoy, S., Ding, Y., Turecki, G., and Jollant, F. (2016a). Attentional bias toward suicide-relevant information in suicide attempters: a cross-sectional study and a meta-analysis. *Journal of affective disorders* 196, 101-108.
- Richard-Devantoy, S., Duverger, P.P., Gohier, B., and Garré, P.J.-B. (2010). Conduite suicidaire chez l'adolescent et l'adulte. *La Revue du Praticien* 60, 273-278.
- Richard-Devantoy, S., Guillaume, S., Olie, E., Courtet, P., and Jollant, F. (2013a). Altered explicit recognition of facial disgust associated with predisposition to suicidal behavior but not depression. *Journal of affective disorders* 150, 590-593.
- Richard-Devantoy, S., Jollant, F., Deguigne, F., and Letourneau, G. (2013b). Neurocognitive markers of suicide vulnerability in the elderly: a review. *Geriatr. Psychol. Neuropsychiatr. Vieil.* 11, 367-378. <https://dx.doi.org/10.1684/pnv.2013.0442>
- Richard-Devantoy, S., Jollant, F., Kefi, Z., Turecki, G., Olie, J.P., Annweiler, C., Beauchet, O., and Le Gall, D. (2012). Deficit of cognitive inhibition in depressed elderly: a neurocognitive marker of suicidal risk. *J. Affect. Disord.* 140, 193-199. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jad.2012.03.006>
- Richard-Devantoy, S., Szanto, K., Butters, M.A., Kalkus, J., and Dombrovski, A.Y. (2015). Cognitive inhibition in older high-lethality suicide attempters. *Int. J. Geriatr. Psychiatry* 30, 274-283. <https://dx.doi.org/10.1002/gps.4138>
- Richard-Devantoy, S., Kefi, Z., Gallarda, T., Brossard, D., & Le Gall, D. (2014). Crise suicidaire et maladie d'Alzheimer débutante: intérêt d'une analyse neuropsychologique détaillée. In *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique* 10, 846-850).
- Richard-Devantoy, S., Turecki, G., and Jollant, F. (2016b). Neurobiology of elderly suicide. *Arch. Suicide Res.* 20, 291-313. <https://doi.org/10.1080/13811118.2015.1048397>
- Rivaud, S., Müri, R., Gaymard, B., Vermersch, A., and Pierrot-Deseilligny, C. (1994). Eye movement disorders after frontal eye field lesions in humans. *Experimental Brain Research* 102, 110-120.

- Rodgers, P. (2011). "Suicide Prevention Resource Center, Understanding risk and protective factors for suicide: A primer for preventing suicide. Newton, MA: Education Development Center". Inc).
- Rodriguez-Oroz, M.C., Jahanshahi, M., Krack, P., Litvan, I., Macias, R., Bezard, E., and Obeso, J.A. (2009). Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms. *The Lancet Neurology* 8, 1128-1139.
- Rogers, R.D., Andrews, T., Grasby, P., Brooks, D., and Robbins, T. (2000). Contrasting cortical and subcortical activations produced by attentional-set shifting and reversal learning in humans. *Journal of cognitive neuroscience* 12, 142-162.
- Rolfs, M. (2009). Microsaccades: small steps on a long way. *Vision research* 49, 2415-2441.
- Romano, H. (2013). Suicide et conduite suicidaire: Repérage et perspectives de prise en charge. *Références en santé au travail*, 89-95.
- Rose, E., and Ebmeier, K. (2006). Pattern of impaired working memory during major depression. *Journal of affective disorders* 90, 149-161.
- Rösler, A., Ulrich, C., Billino, J., Sterzer, P., Weidauer, S., Bernhardt, T., Steinmetz, H., Frölich, L., and Kleinschmidt, A. (2005). Effects of arousing emotional scenes on the distribution of visuospatial attention: Changes with aging and early subcortical vascular dementia. *Journal of the neurological sciences* 229, 109-116.
- Rowe, J.L., Bruce, M.L., and Conwell, Y. (2006). Correlates of suicide among home health care utilizers who died by suicide and community controls. *Suicide & life-threatening behavior* 36, 65-75.
- Roy, A., De Jong, J., and Linnoila, M. (1989). Cerebrospinal fluid monoamine metabolites and suicidal behavior in depressed patients: a 5-year follow-up study. *Archives of general psychiatry* 46, 609-612.
- Rubenowitz, E., Waern, M., Wilhelmson, K., and Allebeck, P. (2001). Life events and psychosocial factors in elderly suicides--a case-control study. *Psychological medicine* 31, 1193-1202.
- Rucker, J. (2010). Eye movement abnormalities in movement disorders. *Encyclopedia of Movement Disorders* 1, 462.
- Rudd, M.D., Berman, A.L., Joiner Jr, T.E., Nock, M.K., Silverman, M.M., Mandrusiak, M., Van Orden, K., and Witte, T. (2006). Warning signs for suicide: Theory, research, and clinical applications. *Suicide and Life-Threatening Behavior* 36, 255-262.
- Rudd, M.D., Joiner, T., and Rajad, M.H. (1996). Relationships among suicide ideators, attempters, and multiple attempters in a young-adult sample. *Journal of abnormal psychology* 105, 541.
- Rujescu, D., Giegling, I., Sato, T., Hartmann, A.M., and Möller, H.-J. (2003). Genetic variations in tryptophan hydroxylase in suicidal behavior: analysis and meta-analysis. *Biological psychiatry* 54, 465-473.
- Ruscheweyh, R., Deppe, M., Lohmann, H., Wersching, H., Korsukewitz, C., Duning, T., Bluhm, S., Stehling, C., Keller, S.S., and Knecht, S. (2013). Executive performance is related to regional gray matter volume in healthy older individuals. *Hum. Brain Mapp.* 34, 3333-3346. <https://doi.org/10.1002/hbm.22146>
- Russo, G.S., and Bruce, C.J. (2000). Supplementary eye field: representation of saccades and relationship between neural response fields and elicited eye movements. *Journal of neurophysiology* 84, 2605-2621.
- Sabatinelli, D., Fortune, E.E., Li, Q., Siddiqui, A., Krafft, C., Oliver, W.T., Beck, S., and Jeffries, J. (2011). Emotional perception: meta-analyses of face and natural scene processing. *Neuroimage* 54, 2524-2533.
- Sadek, J. (2018). *A Clinician's Guide to Suicide Risk Assessment and Management*. Springer.
- Salloway, S., Malloy, P., Kohn, R., Gillard, E., Duffy, J., Rogg, J., Tung, G., Richardson, E., Thomas, C., and Westlake, R. (1996). MRI and neuropsychological differences in early- and late-life-onset geriatric depression. *Neurology* 46, 1567-1574.

- Salthouse, T.A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological review* 103, 403.
- Sánchez, H.G. (2001). Risk factor model for suicide assessment and intervention. *Professional Psychology: Research and Practice* 32, 351.
- Sander, D., Grafman, J., and Zalla, T. (2003). The human amygdala: an evolved system for relevance detection. *Reviews in the Neurosciences* 14, 303-316.
- Saslow, M. (1967). Effects of components of displacement-step stimuli upon latency for saccadic eye movement. *J. Opt. Soc. Am.* 57, 1024-1029. <https://doi.org/10.1364/JOSA.57.001024>
- Schaefer, S.M., Jackson, D.C., Davidson, R.J., Aguirre, G.K., Kimberg, D.Y., and Thompson-Schill, S.L. (2002). Modulation of amygdalar activity by the conscious regulation of negative emotion. *Journal of cognitive neuroscience* 14, 913-921.
- Schienle, A., Schwab, D., Höfler, C., Freudenthaler, H.H. (2020) Self-disgust and its relationship with lifetime suicidal ideation and behavior. *Crisis* 41(5), 344-350. <https://doi.org/10.1027/0227-5910/a000645>
- Schmidt, L., Lebreton, M., Cléry-Melin, M.-L., Daunizeau, J., and Pessiglione, M. (2012). Neural mechanisms underlying motivation of mental versus physical effort. *PLoS Biol* 10, e1001266.
- Séguin, M., and Terra, J.-L. (2004). *Formation à l'intervention de crise suicidaire: manuel du formateur*. Ministère de la santé et de la protection sociale.
- Serafini, G., Calcagno, P., Lester, D., Girardi, P., Amore, M., and Pompili, M. (2016). Suicide risk in Alzheimer's disease: a systematic review. *Current Alzheimer Research* 13, 1083-1099.
- Shah, A., Bhat, R., Zarate-Escudero, S., Deleo, D., and Erlangsen, A. (2016). Suicide rates in five-year age-bands after the age of 60 years: the international landscape. *Aging Ment. Health* 20, 131-138. <https://doi.org/10.1080/13607863.2015.1055552>
- Shamay-Tsoory, S.G., and Aharon-Peretz, J. (2007). Dissociable prefrontal networks for cognitive and affective theory of mind: a lesion study. *Neuropsychologia* 45, 3054-3067.
- Shaw, P., Bramham, J., Lawrence, E.J., Morris, R., Baron-Cohen, S., and David, A.S. (2005). Differential effects of lesions of the amygdala and prefrontal cortex on recognizing facial expressions of complex emotions. *Journal of cognitive neuroscience* 17, 1410-1419.
- Sheline, Y.I., Barch, D.M., Garcia, K., Gersing, K., Pieper, C., Welsh-Bohmer, K., Steffens, D.C., and Doraiswamy, P.M. (2006). Cognitive function in late life depression: relationships to depression severity, cerebrovascular risk factors and processing speed. *Biological psychiatry* 60, 58-65. 10.1016/j.biopsych.2005.09.019
- Shook, B., Schlag-Rey, M., and Schlag, J. (1990). Primate supplementary eye field: I. Comparative aspects of mesencephalic and pontine connections. *Journal of Comparative Neurology* 301, 618-642.
- Siéroff, E. (2008). L'attention. *Traité de neuropsychologie clinique*, 263-293.
- Singer, T., Critchley, H.D., and Preuschoff, K. (2009). A common role of insula in feelings, empathy and uncertainty. *Trends in cognitive sciences* 13, 334-340.
- Sinyor, M., Tan, L.P.L., Schaffer, A., Gallagher, D., and Shulman, K. (2016). Suicide in the oldest old: an observational study and cluster analysis. *International journal of geriatric psychiatry* 31, 33-40.
- Skoog, I., Berg, S., Johansson, B., Palmertz, B., and Andreasson, L.A. (1996). The influence of white matter lesions on neuropsychological functioning in demented and non-demented 85-year-olds. *Acta Neurologica Scandinavica* 93, 142-148.
- Snowdon, J. (2001). Is depression more prevalent in old age? *The Australian and New Zealand journal of psychiatry* 35, 782-787. 10.1046/j.1440-1614.2001.00968.x
- Sparks, D.L. (2002). The brainstem control of saccadic eye movements. *Nature Reviews Neuroscience* 3, 952. <https://doi.org/10.1080/13607863.2015.1055552>
- Sparks, D.L., Holland, R., and Guthrie, B.L. (1976). Size and distribution of movement fields in the monkey superior colliculus. *Brain research* 113, 21-34.

- Spreng, R.N., Wojtowicz, M., and Grady, C.L. (2010). Reliable differences in brain activity between young and old adults: a quantitative meta-analysis across multiple cognitive domains. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 34, 1178-1194.
- Stanley, M., Traskman-Bendz, L., and Dorovini-Zis, K. (1985). Correlations between aminergic metabolites simultaneously obtained from human CSF and brain. *Life Sciences* 37, 1279-1286.
- Stefanacci, L., and Amaral, D.G. (2002). Some observations on cortical inputs to the macaque monkey amygdala: an anterograde tracing study. *Journal of Comparative Neurology* 451, 301-323.
- Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *J. Exp. Psychol.* 18, 643-662. <https://dx.doi.org/10.1037/h0054651>
- Stuphorn, V., Taylor, T.L., and Schall, J.D. (2000). Performance monitoring by the supplementary eye field. *Nature* 408, 857-860.
- Suominen, K., Henriksson, M., Isometsa, E., Conwell, Y., Heila, H., and Lonnqvist, J. (2003). Nursing home suicides-a psychological autopsy study. *International journal of geriatric psychiatry* 18, 1095-1101. 10.1002/gps.1019
- Sweeney, J.A., Strojwas, M.H., Mann, J.J., and Thase, M.E. (1998). Prefrontal and cerebellar abnormalities in major depression: evidence from oculomotor studies. *Biological psychiatry* 43, 584-594.
- Sylvestre, G., Chopard, G., Tio, G., Magnin, E., Rumbach, L., Vandiel, P., and Galmiche, J. (2011). Diagnostic norms of RAPID neuropsychological battery tests for subjects aged 60 to 89 years with Alzheimer's disease. *Revue neurologique* 167, 495-504.
- Sylvestre, G., Mauny, F., Lavaux, M., Puyraveau, M., Binetruy, M., Meyer, A., Vandiel, P., Galmiche, J., and Chopard, G. (2017). The RAPID Neuropsychological Test Battery for Subjects Aged 50–89: From Norms to Cognitive Profile. *European Neurology* 78, 247-256. 10.1159/000481090
- Szanto, K. (2017). Cognitive deficits: Underappreciated contributors to suicide: Invited Perspective on Negative Emotions and Suicidal Ideation During Psychosocial Treatments in Older Adults with Major Depression and Cognitive Impairment. *The American journal of geriatric psychiatry: official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry* 25, 630.
- Szanto, K., Dombrowski, A.Y., Sahakian, B.J., Mulsant, B.H., Houck, P.R., Reynolds, C.F., 3rd, and Clark, L. (2012). Social emotion recognition, social functioning, and attempted suicide in late-life depression. *The American journal of geriatric psychiatry : official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry* 20, 257-265. 10.1097/JGP.0b013e31820eea0c
- Szanto, K., Mulsant, B.H., Houck, P.R., Miller, M.D., Mazumdar, S., and Reynolds, C.F., 3rd (2001). Treatment outcome in suicidal vs. non-suicidal elderly patients. *Am. J. Geriatr. Psychiatry* 9, 261-268. <https://doi.org/10.1097/00019442-200108000-00010>
- Tadayonnejad, R., and Ajilore, O. (2014). Brain network dysfunction in late-life depression: a literature review. *Journal of geriatric psychiatry and neurology* 27, 5-12.
- Takahashi, Y., Hirasawa, H., Koyama, K., Asakawa, O., Kido, M., Onose, H., Udagawa, M., Ishikawa, Y., and Uno, M. (1995). Suicide and aging in Japan: an examination of treated elderly suicide attempters. *International psychogeriatrics* 7, 239-251.
- Takeuchi, H., Taki, Y., Sassa, Y., Hashizume, H., Sekiguchi, A., Nagase, T., Nouchi, R., Fukushima, A., and Kawashima, R. (2012). Regional gray and white matter volume associated with Stroop interference: evidence from voxel-based morphometry. *Neuroimage* 59, 2899-2907.
- Tanji, J., and Hoshi, E. (2008). Role of the lateral prefrontal cortex in executive behavioral control. *Physiological reviews* 88, 37-57.
- Tatler, B.W., and Hutton, S.B. (2007). Trial by trial effects in the antisaccade task. *Experimental Brain Research* 179, 387-396.
- Temel, Y., Blokland, A., Steinbusch, H.W., and Visser-Vandewalle, V. (2005). The functional role of the subthalamic nucleus in cognitive and limbic circuits. *Progress in neurobiology* 76, 393-413.

- Terra, J.-L. (2003). *Prévention du suicide des personnes détenues: évaluation des actions mises en place et propositions pour développer un programme complet de prévention: rapport de mission à la demande du garde des Sceaux, ministre de la justice et du ministre de la santé, de la famille et des personnes handicapées*. Ministère de la justice.
- Tessitore, A., Hariri, A.R., Fera, F., Smith, W.G., Das, S., Weinberger, D.R., and Mattay, V.S. (2005). Functional changes in the activity of brain regions underlying emotion processing in the elderly. *Psychiatry Research: Neuroimaging* 139, 9-18.
- Ting, S.A., Sullivan, A.F., Miller, I., Espinola, J.A., Allen, M.H., Camargo, C.A., and Boudreaux, E.D. (2012). Multicenter study of predictors of suicide screening in emergency departments. *Acad Emerg Med* 19, 239-243.
- Trew, J.L. (2011). Exploring the roles of approach and avoidance in depression: An integrative model. *Clinical psychology review* 31, 1156-1168.
- Trueland, J. (2014). Suicide: the preventable crisis. *Nursing Standard* 29.
- Tsuchida, A., and Fellows, L.K. (2012). Are you upset? Distinct roles for orbitofrontal and lateral prefrontal cortex in detecting and distinguishing facial expressions of emotion. *Cerebral cortex* 22, 2904-2912.
- Tsypes, A., Owens, M., and Gibb, B.E. (2017). Suicidal ideation and attentional biases in children: An eye-tracking study. *Journal of affective disorders* 222, 133-137.
- Turner, G.R., and Spreng, R.N. (2012). Executive functions and neurocognitive aging: dissociable patterns of brain activity. *Neurobiology of aging* 33, 826. e821-826. e813.
- Turvey, C.L., Conwell, Y., Jones, M.P., Phillips, C., Simonsick, E., Pearson, J.L., and Wallace, R. (2002). Risk factors for late-life suicide: a prospective, community-based study. *The American Journal of Geriatric Psychiatry* 10, 398-406.
- Uittenhove, K., and Lemaire, P. (2012). Fonctions exécutives, variations stratégiques et vieillissement. *Revue de neuropsychologie* 4, 298-305.
- Ungerleider, L. Mishkin. M.(1982). Two cortical visual systems. *Analysis of visual behavior*, 549-586.
- Upadhyaya, A.K., Conwell, Y., Duberstein, P.R., Denning, D., and Cox, C. (1999). Attempted suicide in older depressed patients: effect of cognitive functioning. *The American Journal of Geriatric Psychiatry* 7, 317-320.
- Van Der Linden, M., and Collette, F. (2002). Attention et mémoire de travail. *La neuropsychologie de l'attention*, 41-54.
- Van Der Linden, M., Coyette, F., Poitrenaud, J., Kalafat, M., Calicis, F., Wyns, C., and Adam, S. (2004). "L'épreuve de rappel libre/rappel indicé à 16 items (RL/RI-16)," in *L'évaluation des troubles de la mémoire : présentation de quatre tests de mémoire épisodique (avec leur étalonnage)*, ed. S.A. Van Der Liden, A. Agniel, C. Baisset Mouly, Et Al. (Marseille: Solal), 25-47.
- Van Der Linden, M., and Hupet, M. (1994). Le vieillissement cognitif.
- Van Der Stigchel, S., and De Vries, J. (2015). There is no attentional global effect: Attentional shifts are independent of the saccade endpoint. *Journal of vision* 15, 17-17.
- Van Heeringen, C. (2001). "The suicidal process and related concepts," in *Understanding suicidal behaviour: The suicidal process approach to research, treatment and prevention*. Wiley), 1-15.
- Van Heeringen, C., and Marušić, A. (2003). Understanding the suicidal brain. *The British Journal of Psychiatry* 183, 282-284.
- Van Heeringen, K. (2012). Stress-diathesis model of suicidal behavior. *The neurobiological basis of suicide* 51, 113-122.
- Van Orden, K.A., Witte, T.K., Cukrowicz, K.C., Braithwaite, S.R., Selby, E.A., and Joiner Jr, T.E. (2010). The interpersonal theory of suicide. *Psychological review* 117, 575.
- Vanderhorst, R.K., and McLaren, S. (2005). Social relationships as predictors of depression and suicidal ideation in older adults. *Aging & mental health* 9, 517-525.

- Vernet, M., Yang, Q., Gruselle, M., Trams, M., and Kapoula, Z. (2009). Switching between gap and overlap pro-saccades: cost or benefit? *Experimental brain research* 197, 49-58.
- Voshaar, R.O., Van Der Veen, D., Kapur, N., Hunt, I., Williams, A., and Pachana, N. (2015). Suicide in patients suffering from late-life anxiety disorders; a comparison with younger patients. *International psychogeriatrics* 27, 1197.
- Vuilleumier, P., and Pourtois, G. (2007). Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia* 45, 174-194.
- Vuilleumier, P., Schwartz, S., Duhoux, S., Dolan, R.J., and Driver, J. (2005). Selective attention modulates neural substrates of repetition priming and "implicit" visual memory: suppressions and enhancements revealed by fMRI. *Journal of cognitive neuroscience* 17, 1245-1260.
- Waern, M. (2003). Alcohol dependence and misuse in elderly suicides. *Alcohol and alcoholism* 38, 249-254.
- Waern, M., Beskow, J., Runeson, B., and Skoog, I. (1999). Suicidal feelings in the last year of life in elderly people who commit suicide. *The Lancet* 354, 917-918.
- Waern, M., Rubenowitz, E., Runeson, B., Skoog, I., Wilhelmson, K., and Allebeck, P. (2002). Burden of illness and suicide in elderly people: case-control study. *Bmj* 324, 1355.
- Wager, T.D., and Smith, E.E. (2003). Neuroimaging studies of working memory. *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.* 3, 255-274. <https://doi.org/10.3758/CABN.3.4.255>
- Wagner, G., Koch, K., Schachtzabel, C., Schultz, C.C., Sauer, H., and Schlösser, R.G. (2011). Structural brain alterations in patients with major depressive disorder and high risk for suicide: evidence for a distinct neurobiological entity? *Neuroimage* 54, 1607-1614.
- Wang, M., Gamo, N.J., Yang, Y., Jin, L.E., Wang, X.-J., Laubach, M., Mazer, J.A., Lee, D., and Arnsten, A.F. (2011). Neuronal basis of age-related working memory decline. *nature* 476, 210-213.
- Weber, S., Puskar, K.R., and Ren, D. (2010). Relationships between depressive symptoms and perceived social support, self-esteem, & optimism in a sample of rural adolescents. *Issues in mental health nursing* 31, 584-588.
- Wechsler, D., and Naglieri, J.A. (2009). *WNV: échelle non verbale d'intelligence: manuel*. EPCA, les Éd. du Centre de psychologie appliquée.
- Wells, T.T., Clerkin, E.M., Ellis, A.J., and Beevers, C.G. (2014). Effect of antidepressant medication use on emotional information processing in major depression. *Am. J. Psychiatry* 171, 195-200. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2013.12091243>
- Wenzel, A., and Beck, A.T. (2008). A cognitive model of suicidal behavior: Theory and treatment. *Applied and preventive psychology* 12, 189-201.
- Westheide, J., Quednow, B.B., Kuhn, K.-U., Hoppe, C., Cooper-Mahkorn, D., Hawellek, B., Eichler, P., Maier, W., and Wagner, M. (2008). Executive performance of depressed suicide attempters: the role of suicidal ideation. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci.* 258, 414-421. <https://doi.org/10.1007/s00406-008-0811-1>
- Whalen, P.J., Bush, G., McNally, R.J., Wilhelm, S., McInerney, S.C., Jenike, M.A., and Rauch, S.L. (1998). The emotional counting Stroop paradigm: a functional magnetic resonance imaging probe of the anterior cingulate affective division. *Biological psychiatry* 44, 1219-1228.
- Who (2014). Preventing suicide: a global imperative. *World Health Organization*.
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.-P., Gallese, V., and Rizzolatti, G. (2003). Both of us disgusted in My insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron* 40, 655-664.
- Wilkinson, D.T., Halligan, P.W., Marshall, J.C., Büchel, C., and Dolan, R.J. (2001). Switching between the forest and the trees: brain systems involved in local/global changed-level judgments. *Neuroimage* 13, 56-67.
- Wong, A. (2008). *Eye movement disorders*. Oxford University Press.

- Wong, B., Cronin-Golomb, A., and Nearing, S. (2005). Patterns of visual scanning as predictors of emotion identification in normal aging. *Neuropsychology* 19, 739.
- Wright, R.D., and Ward, L.M. (2008). *Orienting of attention*. Oxford University Press.
- Wurtz, R.H. (2008). Neuronal mechanisms of visual stability. *Vision research* 48, 2070-2089.
- Wurtz, R.H., and Albano, J.E. (1980). Visual-motor function of the primate superior colliculus. *Annual review of neuroscience* 3, 189-226.
- Yang, Q., Wang, T., Su, N., Xiao, S., and Kapoula, Z. (2013). Specific saccade deficits in patients with Alzheimer's disease at mild to moderate stage and in patients with amnesic mild cognitive impairment. *Age* 35, 1287-1298.
- Yarbus, A.L. (1967). "Eye movements during perception of complex objects," in *Eye movements and vision*. Springer), 171-211.
- Yuan, P., and Raz, N. (2014). Prefrontal cortex and executive functions in healthy adults: a meta-analysis of structural neuroimaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 42, 180-192.

Annexes

ÉCHELLE D'ÉVALUATION DE COLUMBIA SUR LA GRAVITÉ DU RISQUE SUICIDAIRE (C-SSRS)

Depuis la dernière visite

Version du 14/01/09

*Posner, K.; Brent, D.; Lucas, C.; Gould, M.; Stanley, B.; Brown, G.; Fisher, P.; Zelazny, J.;
Burke, A.; Oquendo, M.; Mann, J.*

Avertissement :

Cette échelle est destinée à être utilisée par des personnes ayant été formées à son administration. Les questions contenues dans l'Échelle d'évaluation de Columbia sur la gravité du risque suicidaire (C-SSRS) sont des suggestions à titre indicatif. Au final, la détermination de l'existence d'une idéation ou de comportements suicidaires repose sur l'appréciation de la personne qui administre l'échelle.

*Les définitions des comportements suicidaires de ce questionnaire sont basées sur celles utilisées dans **The Columbia Suicide History Form**, développé par John Mann, MD, et Maria Oquendo, MD, Conte Center for the Neuroscience of Mental Disorders (CCNMD), New York State Psychiatric Institute, 1051 Riverside Drive, New York, NY, 10032. (Oquendo M. A., Halberstam B. & Mann J. J., Risk factors for suicidal behavior: utility and limitations of research instruments. Dans M.B. First [Ed.] Standardized Evaluation in Clinical Practice, p. 103 -130, 2003.)*

Pour obtenir des copies du C-SSRS veuillez contacter Kelly Posner, Ph.D., New York State Psychiatric Institute, 1051 Riverside Drive, New York, New York, 10032 ; pour toute question et besoins en matière de formation, écrire à : posnerk@nyspi.columbia.edu

© 2008 The Research Foundation for Mental Hygiene, Inc.

C-SSRS-SinceLastVisit - France/French - Version of 07 Apr 14 - Mapl.
ID7651 / C-SSRS-SinceLastVisit_AU5.1_fra-FR.doc

IDÉATION SUICIDAIRE		
<p><i>Posez les questions 1 et 2. Si les deux réponses sont négatives, passez à la section « Comportement suicidaire ». Si la réponse à la question 2 est « oui », posez les questions 3, 4 et 5. Si la réponse à la question 1 et/ou 2 est « oui », complétez la section « Intensité de l'idéation » ci-dessous.</i></p>		Depuis la dernière visite
<p>1. Désir d'être mort(e) Le sujet souscrit à des pensées concernant le désir de mourir ou de ne plus être en vie, ou le désir de s'endormir et de ne pas se réveiller. <i>Avez-vous souhaité être mort(e) ou vous endormir et ne jamais vous réveiller ?</i></p> <p>Si oui, décrivez :</p>		<p>Oui Non</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>2. Pensées suicidaires actives non spécifiques Pensées d'ordre général non spécifiques autour de la volonté de mettre fin à ses jours/se suicider (par ex. « J'ai pensé à me suicider »), non associées à des pensées sur les manières permettant de se suicider/méthodes associées, ni à une intention ou à un scénario, au cours de la période d'évaluation. <i>Avez-vous réellement pensé à vous suicider ?</i></p> <p>Si oui, décrivez :</p>		<p>Oui Non</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>3. Idéation suicidaire active avec définition de méthodes (sans scénario), sans intention de passage à l'acte Le sujet pense au suicide et a envisagé au moins une méthode pour y parvenir au cours de la période d'évaluation. Il ne s'agit pas ici de l'élaboration d'un scénario spécifique comprenant le moment, le lieu ou la méthode (par ex. le sujet a pensé à une méthode pour se suicider, mais ne dispose pas d'un scénario précis). Il s'agit par exemple d'une personne déclarant : « J'ai pensé à avaler des médicaments, mais je n'ai pas de scénario précis sur le moment, le lieu ou la manière dont je le ferais... et je n'irais jamais jusque là ». <i>Avez-vous pensé à la manière dont vous vous y prendriez ?</i></p> <p>Si oui, décrivez :</p>		<p>Oui Non</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>4. Idéation suicidaire active avec intention de passage à l'acte, sans scénario précis Pensées suicidaires actives, le sujet exprime <u>une intention plus ou moins forte de passer à l'acte</u> et ne se contente pas de déclarer : « J'ai des pensées suicidaires, mais je ne ferai jamais rien pour les mettre en œuvre ». <i>Avez-vous eu des pensées de ce genre et l'intention de passer à l'acte ?</i></p> <p>Si oui, décrivez :</p>		<p>Oui Non</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>5. Idéation suicidaire active avec scénario précis et intention de passage à l'acte Pensées suicidaires associées à l'élaboration complète ou partielle d'un scénario détaillé ; le sujet exprime une intention plus ou moins forte de mettre ce scénario à exécution. <i>Avez-vous commencé ou fini d'élaborer un scénario détaillé sur la manière dont vous voulez vous suicider ? Avez-vous l'intention de mettre ce scénario à exécution ?</i></p> <p>Si oui, décrivez :</p>		<p>Oui Non</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
INTENSITÉ DE L'IDÉATION		
<p><i>Les aspects suivants doivent être évalués en fonction du type d'idéation le plus grave (c.-à-d. idéations 1 à 5 ci-dessus, 1 étant la moins grave et 5 la plus grave).</i></p> <p>Idéation la plus grave :</p> <p style="text-align: center;"> <i>N° du type (1 à 5)</i> <i>Description de l'idéation</i> </p>		Idéation la plus grave
<p>Fréquence <i>Combien de fois avez-vous eu ces pensées ?</i></p> <p>(1) Moins d'une fois par semaine (2) Une fois par semaine (3) 2 à 5 fois par semaine (4) Tous les jours ou presque (5) Plusieurs fois par jour</p>		_____
<p>Durée <i>Lorsque vous avez ces pensées, combien de temps durent-elles ?</i></p> <p>(1) Quelques instants : quelques secondes ou quelques minutes (4) 4 à 8 heures/une grande partie de la journée (2) Moins d'une heure/un certain temps (5) Plus de 8 heures/en permanence ou tout le temps (3) 1 à 4 heures/longtemps</p>		_____
<p>Maîtrise des pensées suicidaires <i>Pourriez-vous/pouvez-vous arrêter de penser au suicide ou à votre envie de mourir si vous le voul(i)ez ?</i></p> <p>(1) Maîtrise facilement ses pensées. (4) Capable de maîtriser ses pensées avec de grandes difficultés. (2) Capable de maîtriser ses pensées avec de légères difficultés. (5) Incapable de maîtriser ses pensées. (3) Capable de maîtriser ses pensées avec quelques difficultés. (0) N'essaie pas de maîtriser ses pensées.</p>		_____
<p>Éléments dissuasifs <i>Y a-t-il quelque chose ou quelqu'un (par ex. votre famille, votre religion ou la douleur au moment de la mort) qui vous a dissuadé(e) de vouloir mourir ou de mettre à exécution vos pensées suicidaires ?</i></p> <p>(1) Des éléments dissuasifs vous ont véritablement empêché(e) de tenter de vous suicider. (4) Vous n'avez très probablement été arrêté(e) par aucun élément dissuasif. (2) Des éléments dissuasifs vous ont probablement arrêté(e). (5) Les éléments dissuasifs ne vous ont pas du tout arrêté(e). (3) Vous ne savez pas si des éléments dissuasifs vous ont arrêté(e). (0) Sans objet</p>		_____
<p>Causes de l'idéation <i>Quelles sont les raisons pour lesquelles vous avez souhaité mourir ou vous suicider ? Était-ce pour faire cesser la douleur ou bien pour ne plus ressentir votre mal-être (en d'autres termes, vous ne pouviez pas continuer à vivre avec cette douleur ou ce mal-être), ou bien pour attirer l'attention, vous venger ou faire réagir les autres ? Ou tout cela à la fois ?</i></p> <p>(1) Uniquement pour attirer l'attention, vous venger ou faire réagir les autres. (4) Principalement pour faire cesser la douleur (vous ne pouviez pas continuer à vivre avec cette douleur ou ce mal-être). (2) Principalement pour attirer l'attention, vous venger ou faire réagir les autres. (5) Uniquement pour faire cesser la douleur (vous ne pouviez pas continuer à vivre avec cette douleur ou ce mal-être). (3) Autant pour attirer l'attention, vous venger ou faire réagir les autres que pour faire cesser la douleur. (0) Sans objet</p>		_____

COMPORTEMENT SUICIDAIRE (Cochez toutes les cases correspondant à des événements distincts ; le sujet devra être interrogé sur tous les types de comportements)	Depuis la dernière visite
<p>Tentative avérée : Acte potentiellement auto-agressif commis avec l'intention plus ou moins forte de mourir <i>suite à cet acte</i>. Ce comportement a été en partie envisagé comme moyen de se suicider. L'intention suicidaire n'est pas nécessairement de 100 %. Si une intention/volonté quelconque de mourir est associée à l'acte, celui-ci pourra être qualifié de tentative de suicide avérée. La présence de blessures ou de lésions n'est pas obligatoire, mais seulement potentielle. Si la personne appuie sur la gâchette d'une arme à feu placée dans sa bouche, mais que cette arme ne fonctionne pas et qu'aucune blessure n'est engendrée, cet acte sera considéré comme une tentative. Intention présumée : même si la personne nie son intention/sa volonté de mourir, on peut supposer d'un point de vue clinique l'existence de cette intention/volonté d'après le comportement ou les circonstances. Par exemple, un acte pouvant entraîner une mort certaine et ne relevant clairement pas d'un accident, de sorte qu'il ne peut être assimilé qu'à une tentative de suicide (par ex. balle tirée dans la tête, défenestration d'un étage élevé). On peut également présumer une intention de mourir lorsqu'une personne nie son intention de mourir, tout en indiquant qu'elle pensait que ce qu'elle faisait pouvait être mortel. Avez-vous fait une tentative de suicide ? Avez-vous cherché à vous faire du mal ? Avez-vous fait quelque chose de dangereux qui aurait pu entraîner votre mort ? Qu'avez-vous fait ? Avez-vous _____ dans le but de mettre fin à vos jours ? Voulez-vous mourir (même un peu) quand vous _____ ? Avez-vous tenté de mettre fin à vos jours quand vous _____ ? Ou avez-vous pensé que vous pouviez mourir en _____ ? Ou l'avez-vous fait uniquement pour d'autres raisons/sans AUCUNE intention de vous suicider (par exemple pour être moins stressé(e), vous sentir mieux, obtenir de la compassion ou pour que quelque chose d'autre arrive) ? (Comportement auto-agressif sans intention de suicide) Si oui, décrivez :</p>	<p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Nombre total de tentatives _____</p> <p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>Le sujet a-t-il eu un comportement auto-agressif non suicidaire ?</p> <p>Tentative interrompue : Interruption (par des facteurs extérieurs) de la mise en œuvre par la personne d'un acte potentiellement auto-agressif (<i>sinon, une tentative avérée aurait eu lieu</i>). Surdosage : la personne a des comprimés dans la main, mais quelqu'un l'empêche de les avaler. Si elle ingère un ou plusieurs comprimés, il s'agit d'une tentative avérée plutôt que d'une tentative interrompue. Arme à feu : la personne pointe une arme vers elle, mais l'arme lui est reprise par quelqu'un ou quelque chose l'empêche d'appuyer sur la gâchette. Si elle appuie sur la gâchette et même si le coup ne part pas, il s'agit d'une tentative avérée. Saut dans le vide : la personne s'apprête à sauter, mais quelqu'un la retient et l'éloigne du bord. Pendaïson : la personne a une corde autour du cou mais ne s'est pas encore pendue car quelqu'un l'en empêche. Vous est-il arrivé de commencer à faire quelque chose pour tenter de mettre fin à vos jours, mais d'en être empêché(e) par quelqu'un ou quelque chose avant de véritablement passer à l'acte ? Si oui, décrivez :</p>	<p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Nombre total de tentatives interrompues _____</p>
<p>Tentative avortée : La personne se prépare à se suicider, mais s'interrompt d'elle-même avant d'avoir réellement eu un comportement autodestructeur. Les exemples sont similaires à ceux illustrant une tentative interrompue, si ce n'est qu'ici la personne interrompt d'elle-même sa tentative au lieu d'être interrompue par un facteur extérieur. Vous est-il arrivé de commencer à faire quelque chose pour tenter de mettre fin à vos jours, mais de vous arrêter de vous-même avant de véritablement passer à l'acte ? Si oui, décrivez :</p>	<p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Nombre total de tentatives avortées _____</p>
<p>Préparatifs : Actes ou préparatifs en vue d'une tentative de suicide imminente. Il peut s'agir de tout ce qui dépasse le stade de la verbalisation ou de la pensée, comme l'élaboration d'une méthode spécifique (par ex. se procurer des comprimés ou une arme à feu) ou la prise de dispositions en vue de son suicide (par ex. dons d'objets, rédaction d'une lettre d'adieu). Avez-vous pris certaines mesures pour faire une tentative de suicide ou pour préparer votre suicide (par ex. rassembler des comprimés, vous procurer une arme à feu, donner vos objets de valeur ou écrire une lettre d'adieu) ? Si oui, décrivez :</p>	<p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>Comportement suicidaire : Un comportement suicidaire a-t-il été observé au cours de la période d'évaluation ?</p>	<p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>Suicide réussi :</p>	<p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>Répondre en tenant compte des tentatives avérées uniquement</p>	<p>Tentative la plus létale Date: _____</p>
<p>Létalité/lésions médicales observées : 0. Aucune atteinte physique ou atteinte physique très légère (par ex. égratignures). 1. Atteinte physique légère (par ex. élocution ralentie, brûlures au premier degré, légers saignements, entorses). 2. Atteinte physique modérée nécessitant une prise en charge médicale (par ex. personne consciente mais somnolente, altération de la réactivité, brûlures au deuxième degré, saignement d'un vaisseau important). 3. Atteinte physique grave, hospitalisation nécessaire et soins intensifs probablement nécessaires (par ex. état comateux avec réflexes intacts, brûlures au troisième degré sur moins de 20 % de la surface corporelle, hémorragie importante mais sans risque vital, fractures importantes). 4. Atteinte physique très grave, hospitalisation et soins intensifs nécessaires (par ex. état comateux avec absence de réflexes, brûlures au troisième degré sur plus de 20 % de la surface corporelle, hémorragie importante associée à une instabilité des signes vitaux, atteinte majeure d'un organe vital). 5. Décès</p>	<p>Inscrire le code correspondant _____</p>
<p>Létalité potentielle : ne répondre que si la létalité observée = 0 Létalité probable d'une tentative avérée en l'absence de lésions médicales (exemples de tentatives n'ayant entraîné aucune lésion médicale, mais pouvant potentiellement présenter un degré très élevé de létalité : la personne place le canon d'une arme à feu dans sa bouche, appuie sur la gâchette, mais le coup ne part pas et aucune lésion médicale n'est engendrée ; la personne s'allonge sur les rails à l'approche d'un train mais est relevée par quelqu'un avant d'être écrasée). 0 = Comportement peu enclin à engendrer des blessures 1 = Comportement susceptible d'engendrer des blessures mais ne pouvant causer la mort 2 = Comportement susceptible de causer la mort malgré des soins médicaux disponibles</p>	<p>Inscrire le code correspondant _____</p>



Titre : Etude des facteurs de risques cognitifs du suicide chez la personne âgée: apport des mouvements oculaires

Mots clés : conduites suicidaires, dépression, vieillissement, mouvements oculaires, fonctionnement exécutif, facteurs de risques cognitifs

Résumé : Ce travail de thèse visait d'une part à décrire les paramètres oculomoteurs, d'autre part à analyser les patterns d'exploration visuelle associés aux conduites suicidaires chez les personnes âgées dépressives. À travers une série de trois articles, nous avons examiné les liens entre processus cognitifs et saccades oculaires (Articles 1 et 2). Par ailleurs, nous avons également étudié le traitement de l'information émotionnelle lors de la présentation de visages expressifs (Article 3). La comparaison directe des performances oculomotrices de patients âgés dépressifs avec conduites suicidaires et de patients dépressifs non suicidaires a permis de caractériser des performances oculomotrices spécifiques aux conduites suicidaires. Enfin, nous avons pu mettre en évidence la spécificité de l'analyse visuelle des informations émotionnelles des visages chez des patients âgés dépressifs avec conduites suicidaires.

Ce travail de thèse visait d'une part à décrire les paramètres oculomoteurs, d'autre part à analyser les patterns d'exploration visuelle associés aux conduites suicidaires chez les personnes âgées dépressives. À travers une série de trois articles, nous avons examiné les liens entre processus cognitifs et saccades oculaires (Articles 1 et 2). Par ailleurs, nous avons également étudié le traitement de l'information émotionnelle lors de la présentation de visages expressifs (Article 3). La comparaison directe des performances oculomotrices de patients âgés dépressifs avec conduites suicidaires et de patients dépressifs non suicidaires a permis de caractériser des performances oculomotrices spécifiques aux conduites suicidaires. Enfin, nous avons pu mettre en évidence la spécificité de l'analyse visuelle des informations émotionnelles des visages chez des patients âgés dépressifs avec conduites suicidaires.

Titre : Study of cognitive risk factors of suicide in the elderly: contribution of eye movements

Keywords : suicidal behavior, depression, aging, eye movements, executive function, cognitive risk factors

Abstract: This thesis aimed on the one hand to describe the oculomotor parameters, on the other hand to analyze the visual exploration patterns associated with suicidal behavior in depressed elderly people. Through a series of three articles, we have examined the links between cognitive processes and saccadic eye movements (Articles 1 and 2). Furthermore, we have also studied the processing of emotional information during the presentation of expressive faces (Article 3). The direct comparison of the oculomotor performances of depressive elderly patients with suicidal behaviors and of non-suicidal depressive patients made it possible to characterize the oculomotor performances specific to suicidal behaviors. Finally, we were able to highlight the specificity of the visual analysis of emotional information from faces in depressed elderly patients with suicidal behavior.

This thesis aimed on the one hand to describe the oculomotor parameters, on the other hand to analyze the visual exploration patterns associated with suicidal behavior in depressed elderly people. Through a series of three articles, we have examined the links between cognitive processes and saccadic eye movements (Articles 1 and 2). Furthermore, we have also studied the processing of emotional information during the presentation of expressive faces (Article 3). The direct comparison of the oculomotor performances of depressive elderly patients with suicidal behaviors and of non-suicidal depressive patients made it possible to characterize the oculomotor performances specific to suicidal behaviors. Finally, we were able to highlight the specificity of the visual analysis of emotional information from faces in depressed elderly patients with suicidal behavior.