



HAL
open science

Prise de décision dans le vieillissement normal et pathologique

Jean-Pierre Jacus, Sophie Bayard, Stéphane Raffard, Marie-Christine Gély-Nargeot

► **To cite this version:**

Jean-Pierre Jacus, Sophie Bayard, Stéphane Raffard, Marie-Christine Gély-Nargeot. Prise de décision dans le vieillissement normal et pathologique. *Revue de neuropsychologie*, 2013, Volume 5 (2), pp.93-105. <10.1684/nrp.2013.0259>. <hal-04365909v2>

HAL Id: hal-04365909

<https://hal.science/hal-04365909v2>

Submitted on 28 Dec 2023

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

Prise de décision dans le vieillissement normal et pathologique

Decision-making in normal and pathological aging

Jean-Pierre Jacus¹, Sophie Bayard², Stéphane Raffard³, Marie-Christine Gély-Nargeot⁴

¹ Centre hospitalier du Val-d'Ariège, laboratoire Epsilon, EA 4556, consultation mémoire, Foix, France

² CHU Gui-de-Chauliac, service universitaire de neurologie, Inserm U 1061, laboratoire Epsilon, EA 4556, Montpellier, France

³ Université Paul-Valéry, Montpellier III, CHU La Colombière, service universitaire de psychiatrie, laboratoire Epsilon, EA 4556, Montpellier, France

⁴ Université Paul-Valéry, Montpellier III, laboratoire Epsilon, EA 4556, site Saint-Charles, route de Mende, 34999 Montpellier cedex 5, France
<marie-christine.gely-nargeot@univ-montp3.fr>

Pour citer cet article : Jacus JP, Bayard S, Raffard S, Gély-Nargeot MC. Prise de décision dans le vieillissement normal et pathologique. *Rev Neuropsychol* 2013 ; 5 (2) : 93-105 doi:10.1684/nrp.2013.0259

Résumé

Savoir prendre de bonnes décisions (dans son intérêt ou celui de ses proches) relève d'une faculté indispensable à notre adaptation, notre autonomie, voire notre survie. Pour autant, cette aptitude n'est pas aisée car la prise de décision est une faculté complexe, composite, qui s'avère particulièrement sensible aux effets de l'avancée en âge. Deux modalités de prise de décision sont distinguées : la prise de décision sous ambiguïté, lorsque la probabilité du résultat est ignorée et la prise de décision sous risque, lorsque les conséquences et leurs probabilités sont connues. Cette revue de la littérature présente les effets du vieillissement normal et pathologique sur ces deux modalités décisionnelles. Dans le vieillissement cérébral/cognitif dit normal, la diminution des aptitudes en prise de décision s'explique principalement par le déclin exécutif lié à l'âge, la modalité prise de décision sous risque paraissant mieux préservée. Au cours du vieillissement cérébral/cognitif dit pathologique, la localisation des lésions anatomiques joue un rôle prégnant sur le type de troubles décisionnels. Ainsi, les lésions frontales et/ou sous-corticofrontales conduisent à une prise de risque majeure, surtout en condition ambiguë. Les lésions frontales affectent le rôle des renforcements utiles à la prise de décision sous ambiguïté, en entravant la connaissance de la probabilité du résultat. Les dysfonctionnements exécutifs et la dégradation du système de récompense altèrent la prise de décision sous risque, empêchant l'anticipation des conséquences et la connaissance des probabilités sur le résultat. Les lésions temporales ou temporofrontales affectent les deux conditions décisionnelles. Ici, l'altération de la prise de décision sous ambiguïté paraît liée aux difficultés à apprendre par « feed-back » afin d'estimer correctement la probabilité du résultat. La détérioration de la prise de décision sous risque s'explique par l'incapacité à apprécier correctement les probabilités des conséquences. Ces données soulignent la complexité et la variété des mécanismes et des processus mis en jeu lors des activités de prise de décision. Elles permettent aussi d'expliquer les dissociations observées en fonction de type de lésions cérébrales relevées dans la cadre du vieillissement normal et pathologique.

Mots clés : prise de décision • vieillissement normal • vieillissement pathologique • Iowa Gambling Task • Game of Dice Task

Abstract

Taking relevant decisions (in his interest or that of his relatives) is necessary for our adaptation, our autonomy and our survival. However, decision-making is a complex and composite ability, which is particularly sensitive to the effects of aging. Two decision-making conditions are usually distinguished: decision under ambiguity in which the probability of the result is ignored and decision under risk in which the consequences and the probabilities of these consequences are known. This review outlines the major age-related changes in decision-making processes. In normal aging, impaired decision-making is mainly related to executive function decline. In normal aging, decision under risk seems to be better preserved than decision under ambiguity. During pathological aging, the location of the cerebral lesions plays an important role on the type of decision-making problems encountered. Thus, frontal and/or

Correspondance :
M.-C. Gély-Nargeot

sub-cortical frontal lesions lead to greater risk-taking, especially in ambiguous conditions. In this condition, reinforcements have a prevalent role. Frontal and/or sub-cortical frontal lesions make these reinforcements particularly inefficient, hindering the ability to anticipate the probability of the outcome. Impaired decision making under risk is related to executive dysfunctions and damage of the expected reward system. The patients become unable to recognize and anticipate the consequences and their probabilities on the outcome. Temporal or temporofrontal lesions affect decision-making under ambiguity and decision making under risk. Impairment of risky decisions is due to the inability to accurately estimate the probabilities of the consequences. Decision-making disorders under ambiguity are linked with difficulties to learn by "feedback" and to anticipate the likelihood of the outcome. These results highlight the complexity and variety of mechanisms and processes of decision-making activities. These data also help to explain the dissociation observed, depending on the type of brain damage identified in the context of normal and pathological aging.

Key words: decision-making • normal aging • pathological aging • Iowa Gambling Task • Game of Dice Task

■ Introduction

Les sujets âgés sont particulièrement confrontés aux prises de décisions complexes aux conséquences importantes : au plan personnel, économique ou légal. La planification d'une entrée en institution, l'anticipation d'une succession, le choix d'un traitement, la désignation d'un gestionnaire de biens en sont quelques exemples clés. Chez ces sujets fragilisés par l'âge, ces choix peuvent s'avérer catastrophiques, comme en attestent les travaux mettant en relation abus de confiance et mauvais choix décisionnels dans le cadre du vieillissement [1, 2]. Deux modalités décisionnelles majeures sont habituellement décrites :

- la prise de décision sous ambiguïté, lorsque la probabilité du résultat est ignorée ;
- la prise de décision sous risque, lorsque les conséquences et les probabilités de ces conséquences sont connues.

La décision, quelle qu'en soit la modalité, est connue pour être mise à mal par l'avancée en âge. Globalement, le sujet âgé est peu enclin à décider, préférant éluder certains choix importants en les déléguant, parfois inopportunément, à autrui. Le sujet âgé peut aussi réaliser de mauvais choix parmi les solutions possibles et prendre ainsi des risques inconsidérés [3]. Les premières tentatives explicatives relatives à ce phénomène furent d'ordre psychodynamique, plaçant les remaniements psychiques liés à l'âge (deuil, problématique de perte, etc.) au centre de la difficulté à décider. Actuellement, les explications théoriques se fondent davantage sur les caractéristiques neuropsychologiques du vieillissement et sur la complexité des processus décisionnels. L'un des construits théoriques rendant le mieux compte des effets de l'âge sur la cognition repose sur la théorie dite « exécutive-frontale » de West [4]. Cette théorie met en avant les modifications structurelles et fonction-

nelles du cortex préfrontal liées à l'âge, modifications qui affectent le fonctionnement exécutif dans sa composante cognitive (fonctions de contrôle et de stratégie) et comportementale (initiation de l'action, motivation et sensibilité du système de récompense). Comme indiqué dans l'article introductif théorique de ce dossier thématique, les processus décisionnels reposent précisément, et pour une large part, sur les régions frontales. Cela explique pourquoi différents auteurs postulent un impact particulièrement délétère du vieillissement sur la prise de décision. Ainsi, l'hypothèse « exécutive-frontale » rendrait principalement compte du déclin lié à l'âge des facultés décisionnelles avec, comme corolaire, une augmentation de la prise de risque dans le vieillissement.

Après avoir présenté les principales études relatives au vieillissement normal de la prise de décision, nous aborderons celles concernant différentes formes de vieillissement pathologique. De façon à en faciliter leur lecture, les résultats seront le plus souvent présentés pour chacune des modalités décisionnelles. Puis, à la lumière de travaux exposés, nous discuterons pour chacune d'entre elles, la complexité de leurs processus et celles de leurs liens avec certaines composantes cognitives et comportementales.

■ Prise de décision au cours du vieillissement normal

■ Modalité sous risque

La majorité des travaux portant sur la prise de décision sous risque (avec règles changeantes à chaque essai) plaide pour une relative préservation de cette aptitude dans le vieillissement normal (*tableau 1*). À partir de diverses tâches de décision sous risques, connues pour solliciter les fonctions exécutives et engager les régions frontales

Tableau 1. Principales études décisionnelles au cours du vieillissement normal.

Vieillessement usuel	Participants	Tâches utilisées	Principaux résultats
Dror <i>et al.</i> (1998) [5]	18 sujets jeunes 18 sujets âgés	Game of Blackjack (sous risque)	Sujets âgés = sujets jeunes (en termes de prise de risque et de vitesse de décision)
MacPherson <i>et al.</i> (2002) [9]	30 sujets jeunes (20-28 ans) 30 sujets d'âge moyen (40-59 ans) 30 sujets âgés (60-80 ans)	Tâches supposées impliquer le cortex préfrontal dorsolatéral (WCST, SOPT, DRT) Tâches supposées impliquer le cortex préfrontal médian (IGT, tâches ToM)	WCST, SOPT, DRT : sujets âgés < sujets jeunes IGT, tâches ToM : sujets âgés = sujets jeunes
Deakin <i>et al.</i> (2004) [8]	177 sujets adultes (tous âges)	CGT (sous risque)	La performance décisionnelle, le temps de traitement de l'information et la prise de risque diminuent avec l'âge
Lamar et Resnick (2004) [7]	23 sujets jeunes 20 sujets âgés	DM-NM-ST (orbitofrontale) IGT (sous ambiguïté) Tâches exécutives (fronto-dorsolatérales)	Tâches exécutives : sujets jeunes = sujets âgés IGT : sujets jeunes = sujets âgés DM-NM-ST : sujets jeunes > sujets âgés
Wood <i>et al.</i> (2005) [14]	88 sujets jeunes 67 sujets âgés	IGT (sous ambiguïté)	IGT : sujets jeunes = sujets âgés, mais stratégies différentes Sujets jeunes : stratégies liées à l'apprentissage et au système aversif Sujets âgés : stratégies liées aux renforcements récemment expérimentés (système d'approche et système aversif)
Denburg <i>et al.</i> (2005) [10]	40 sujets jeunes 40 sujets âgés	IGT (sous ambiguïté)	IGT : sujets âgés < sujets jeunes
Denburg <i>et al.</i> (2006) [11]	80 sujets âgés	IGT (sous ambiguïté) avec mesures périphériques (RED)	25 % de sujets âgés déficients à l'IGT. Les sujets efficaces ont une RED anticipatoire à l'égard des sélections avantageuses plus ample que celle à l'égard des sélections désavantageuses, ce qui n'est pas le cas des sujets âgés déficients
Denburg <i>et al.</i> (2007) [1]	40 sujets jeunes 40 sujets âgés	IGT (sous ambiguïté)	3 sujets jeunes/40 sont déficients contre 25 sujets âgés déficients ou « limites »
Denburg <i>et al.</i> (2007) [1]	23 sujets âgés déficients à l'IGT 31 sujets efficaces à l'IGT	IGT (sous ambiguïté) avec mesures périphériques (RED)	Les sujets âgés efficaces ont une RED anticipatoire positive plus ample que les sujets âgés déficients
Denburg <i>et al.</i> (2007) [1]	20 sujets jeunes efficaces à l'IGT 15 sujets âgés efficaces à l'IGT 14 sujets âgés déficients à l'IGT	IGT (sous ambiguïté) Jugements quant à la fiabilité de publicités fictives	Les sujets âgés déficients à l'IGT sont plus enclins à croire en une publicité trompeuse que les sujets jeunes et âgés efficaces à l'IGT

Tableau 1. (suite)

Vieillessement usuel	Participants	Tâches utilisées	Principaux résultats
Fein <i>et al.</i> (2007) [13]	112 sujets jeunes 52 sujets âgés	IGT (sous ambiguïté) Bilan neuropsychologique Bilan de personnalité	À l'IGT : sujets âgés < sujets jeunes Sujets jeunes : corrélations + IGT/mémoire de travail et capacités psychomotrices. Corrélations – IGT/traits de personnalité antisociale Sujets âgés : corrélations + IGT/capacités d'abstraction. Corrélations – IGT/traits de personnalité obsessionnelle
Davis <i>et al.</i> (2008) [15]	352 sujets (25-50 ans, 285 ♀ et 67 ♂)	IGT (sous ambiguïté) sous deux versions	Effet significatif du niveau socioculturel à l'IGT, mais pas d'effet du sexe ou de l'âge
Zamarian <i>et al.</i> (2008) [6]	33 sujets jeunes 52 sujets âgés	IGT (sous ambiguïté) PAG (sous risque) Tâches exécutives	IGT : sujets âgés < sujets jeunes en rapport avec des déficiences stratégiques, corrélées aux performances exécutives PAG : sujets âgés = sujets jeunes

IGT : Iowa Gambling Task ; WCST : Wisconsin Card Sorting Test ; SOPT : Self-Ordered Pointing Task ; ToM : Theory of Mind ; CGT : Cambridge Game Task ; RED : réponse électrodermale ; DM-NM-ST : Delayed Match and Non-Match to Sample Task ; PAG : Probability-Associated Gambling Task.

dorsolatérales, Dror *et al.* (tâche du jeu de Blackjack) [5] et Zamarian *et al.* (Probability-Associated Gambling Task [PAG]) [6] constatent des performances comparables chez les sujets jeunes et âgés. Ces résultats sont confortés par l'étude de Lamar et Resnick [7], qui retrouvent des performances équivalentes chez les sujets jeunes et âgés lors de l'emploi de tâches exécutives sollicitant plutôt les structures cérébrales dorsales (Self-Ordered Pointing Task, WAIS-R Digit Span inversé, fluence littéraire, etc.). Toutefois, ces auteurs mentionnent significativement plus de difficultés chez les sujets âgés dans les épreuves sollicitant les structures orbitofrontales (Iowa Gambling Task [IGT], Delayed Match and Non-Match to Sample Tasks). Concernant la prise de risque et la vitesse de décision (temps de réponse), Dror *et al.* [5] notent des résultats comparables chez les sujets jeunes et âgés. Cependant, l'étude de Deakin *et al.* [8], utilisant la Cambridge Game Task (CGT : tâche de prise de décision sous risque avec règles changeantes à chaque essai), plaide plutôt pour une diminution significative liée à l'âge, de la performance décisionnelle, du temps de traitement de l'information (temps de décision) et de la prise de risque. MacPherson *et al.* [9] corroborent les résultats de Deakin *et al.* [8]. Les auteurs relèvent une baisse significative de la performance des sujets âgées comparée à celle de sujets jeunes, lors d'épreuves exécutives sollicitant davantage le cortex préfrontal dorsolatéral (Wisconsin Card Sorting Test [WCST], Self-Ordered Pointing Task, etc.).

En revanche, les auteurs ne retrouvent plus cette différence lors de l'emploi de tâches sollicitant préférentiellement le cortex préfrontal médian (IGT¹) ou d'autres types de tâches évaluant la théorie de l'esprit.

■ Modalité sous ambiguïté

Les résultats prêtent encore davantage à controverse pour ce qui concerne la modalité prise de décision sous ambiguïté. Au travers d'une série d'études portant sur l'IGT et sur certaines de ses mesures périphériques (réponse électrodermale [RED]), Denburg *et al.* [1, 10, 11] montrent, en regard d'un groupe de sujets jeunes, une proportion significativement plus élevée de sujets âgés déficients ou limites à l'IGT. De plus, ces auteurs constatent que l'avancée en âge s'accompagne d'une inversion de la valence émotionnelle

¹ Afin de simplifier la lecture de cet article, nous souhaitons rappeler que l'IGT est le test le plus utilisé pour évaluer la prise de décision sous ambiguïté. Il se présente comme un jeu de cartes réparties en quatre tas (A, B, C, D). Le participant est invité à maximiser un apport initial de 2 000 €, au cours des 100 sélections requises par l'ordinateur. Il doit apprendre que, parmi les quatre tas, les tas A et B amènent des pénalités supérieures aux récompenses (tas à éviter), à l'inverse des tas C et D (tas à préférer) dont les gains sont moindres. La performance est déterminée par le montant du solde final (IGT gain), mais aussi, au cours du jeu, par le nombre de choix désavantageux soustraits des choix avantageux tous les 20 essais (IGT net score).

impliquée dans la performance décisionnelle. Ainsi, chez les sujets jeunes, la déficience décisionnelle est corrélée à la déficience émotionnelle pour des options désavantageuses (relatives au système aversif). Rappelons ici que Bechara *et al.* [12] furent les premiers à faire cette observation chez des patients présentant des lésions du cortex préfrontal ventromédian (CPFVM). Chez les sujets âgés, la déficience décisionnelle est corrélée à une moindre amplitude de la RED anticipatoire pour des options avantageuses (relative au système d'incitation à l'action). Fein *et al.* [13] constatent cette même déficience décisionnelle au cours du vieillissement et rapportent, en sus, des corrélats cognitifs et psychopathologiques différents et spécifiques selon le groupe d'âge. Ainsi, chez les sujets jeunes, la performance à l'IGT est corrélée positivement aux performances en mémoire de travail et aux mesures psychomotrices et à la mémoire immédiate et aux capacités d'abstraction chez les sujets plus âgés. De plus, la déficience décisionnelle est associée à des symptômes antisociaux chez les jeunes adultes et obsessionnels chez les adultes plus âgés. Cet ensemble de résultats plaide en faveur de l'idée selon laquelle l'avancée en âge affecterait aussi les régions ventromédiane ou orbitaire du cortex préfrontal [1, 7, 10, 11, 13]. L'étude de Lamar et Resnick [7] va aussi dans le sens de cette interprétation, montrant une altération significative des performances dans la plupart des épreuves exécutives sollicitant le CPFVM, excepté à l'IGT.

Néanmoins, d'autres auteurs ne retrouvent pas de déclin décisionnel sous ambiguïté lié à l'âge et/ou ils en livrent des interprétations différentes. Ainsi, Wood *et al.* [14] observent chez les sujets jeunes ou âgés des performances très comparables à l'IGT. En revanche, les stratégies utilisées pour réaliser les choix divergent. S'appuyant sur un modèle mathématique (modèle de valence attendue), ces auteurs montrent en effet que sujets jeunes et âgés traitent l'information émotionnelle différemment. Les sujets âgés présentent une moindre sensibilité aux renforcements négatifs et ils appliquent aux renforcements une valeur identique, qu'ils soient positifs et négatifs. Les jeunes adultes ne sont sensibles qu'aux renforcements négatifs et lors du traitement émotionnel, ils s'appuient sur un meilleur apprentissage/souvenir de l'information communiquée via les renforcements. Cette interprétation est en partie confortée par l'étude de Denburg *et al.* [11] qui témoigne chez les sujets âgés, de la prévalence du système d'incitation à l'action lors de la prise de décision. En revanche, les sujets jeunes s'appuient plus volontiers sur le système aversif. De leur côté, Davis *et al.* [15], à partir de deux versions de l'IGT (avec renforcements immédiats positifs ou négatifs), montrent une association forte entre la version standard et le niveau socioculturel. En revanche, les performances ne sont pas influencées par l'âge ou le sexe. À l'IGT, Zamarian *et al.* [6] mettent en évidence une déficience décisionnelle chez les sujets âgés et pas chez les sujets jeunes. Néanmoins, les performances des deux groupes deviennent

comparables lors de l'utilisation d'une tâche avec règles changeantes d'un essai à l'autre. Zamarian *et al.* [6] interprètent à nouveau cet écart comme témoignant de l'emploi des stratégies différentes dans chaque population. Ainsi, les sujets âgés alternent plus fréquemment entre les tas avantageux et les tas désavantageux, plaidant pour une stratégie davantage basée sur des choix aléatoires. Pour Zamarian *et al.* [6], deux types de stratégies peuvent être employés pour répondre à l'IGT : une stratégie dite de stabilité (maintien du choix dans un tas avantageux malgré l'obtention d'une pénalité) et une stratégie dite de flexibilité (réorientation du choix vers un tas avantageux après avoir reçu une pénalité dans un tas désavantageux). L'emploi de ces stratégies est très lié aux mesures du fonctionnement exécutif, la stabilité corrélant avec les aptitudes en calcul mental complexe et la flexibilité avec la vitesse psychomotrice et la flexibilité attentionnelle. Pour Zamarian *et al.* [6], le vieillissement exécutif affecte davantage la décision sous ambiguïté que la décision sous risque. La difficulté s'expliquerait par un apprentissage limité des feedback à l'IGT, avec conservation des capacités d'estimation probabiliste et de flexibilité suffisantes, pour mener à bien les tâches de prise de décision aux règles changeantes. Les auteurs concluent à l'existence de différents niveaux de complexité exécutive, susceptibles d'être affectés différemment par le vieillissement en fonction de la modalité décisionnelle sollicitée.

Il nous semble utile de rappeler ici que l'IGT n'a aucune validité de construit, hormis pour les patients porteurs de lésions du CPFVM, dont les troubles décisionnels au quotidien ont été très largement documentés par Bechara *et al.* [12]. Toutefois, Denburg *et al.* [1, 10, 11] montrent que les sujets âgés déficients à l'IGT se méfient moins des publicités mensongères [1]. Cette étude constitue l'un des rares travaux attribuant une valeur écologique à une épreuve décisionnelle de type IGT.

Au total, bien qu'hétérogène, l'ensemble des résultats rapportés est en faveur d'une relative préservation des capacités décisionnelles sous risque avec l'avancée en âge. La prise de décision sous ambiguïté serait en revanche affaiblie. Il n'y a qu'une étude qui montre des résultats inverses [8], mais sa méthodologie est différente, basée sur l'évaluation d'une cohorte de sujets d'âges croissants et non sur la comparaison de différents groupes d'âges [5, 6]. Des études complémentaires semblent nécessaires avant de tirer des conclusions plus définitives. Si la diminution des aptitudes décisionnelles sous ambiguïté associée à l'âge semble acquise, son interprétation reste un problème. Elle pourrait être en rapport avec un vieillissement prématuré de la région frontale orbitaire [1, 7, 10, 11, 13]. Elle pourrait aussi être liée à la complexité de la tâche de l'IGT, très mobilisatrice des aptitudes exécutives dont on sait qu'elles sont particulièrement affectées par le vieillissement normal [6]. D'autres variables, dont en particulier le niveau socioculturel, pourraient aussi jouer [15].

Tableau 2. Principales études décisionnelles dans la maladie de Parkinson.

Maladie de Parkinson	Participants	Tâches utilisées	Principaux résultats
Czernecki <i>et al.</i> (2002) [19]	23 patients MP (« on » et « off ») 28 sujets témoins	Échelle d'apathie Stimulus-Reward Learning, Reversal and Extinction IGT (sous ambiguïté) (2 passations)	IGT net (1 ^{re} passation) : patients MP = sujets témoins IGT net (2 ^e passation) : seuls les sujets témoins améliorent leurs performances Influence positive de la L-dopa sur la motivation, mais effets contrastés sur la sensibilité aux récompenses
Cools <i>et al.</i> (2003) [28]	12 patients MPnD (« on » et « off ») 20 sujets témoins	CGT (sous risque) <i>Task switching</i> (flexibilité attentionnelle)	Patients MP « on » : stratégies de paris inadaptées (impulsives ou avec aversion tardive) Patients MP « off » : troubles de la flexibilité attentionnelle
Thiel <i>et al.</i> (2003) [20]	5 patients MP 5 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté) Imagerie fonctionnelle (TEP)	IGT : patients MP = sujets témoins Déficit d'activation du cortex préfrontal droit chez les patients MP
Brand <i>et al.</i> (2004) [16]	20 patients MPnD 20 sujets témoins	GDT (sous risque) Tâches exécutives	GDT : Patients MP < sujets témoins Déficit décisionnel des patients MP très corrélé à leur déficit exécutif
Perretta <i>et al.</i> (2005) [23]	16 patients MP déb 16 patients MP évol 19 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté) Apprentissage probabiliste (PCL) WCST Stroop, MMSE BDI	PCL : sujets témoins = patients MP déb > patients MP évol IGT : les 2 groupes MP sont déficients et < aux sujets témoins WCST, Stroop, MMSE et BDI : sujets témoins = patients MP déb
Mimura <i>et al.</i> (2006) [24]	18 patients MPnD 23 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté) avec mesures périphériques (RED) GDT (sous risque) Tâches exécutives Tâches ToM	Tâches exécutives : patients MP < sujets témoins Tâche ToM : patients MP < sujets témoins IGT gain : patients MP < sujets témoins Corrélations + entre IGT et tâches ToM
Pagonabarraga <i>et al.</i> (2007) [25]	35 patients MPnD 31 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté) Tâches exécutives Tâches de cognition globale	IGT : patients MP < sujets témoins Pas de corrélations entre IGT et fonctions exécutives, mais corrélations IGT et fonctions cognitives globales
Kobayakawa <i>et al.</i> (2008) [26]	34 patients MP 22 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté) avec mesures périphériques (RED)	Patients MP < sujets témoins (en lien avec une moindre amplitude de RED)
Ibarretxe-Bilbao <i>et al.</i> (2009) [27]	24 patients MP déb 24 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté) avec mesures volumétriques de la matière grise orbitofrontale Test des 60 visages d'Ekman (reconnaissance émotionnelle)	IGT : patients MP < sujets témoins avec associations entre volume de matière grise (VMG) orbito-frontolatéral droit et scores IGT chez MP, ainsi que liens entre VMG orbitofrontale bilatérale et reconnaissance émotionnelle

Tableau 2. (suite)

Maladie de Parkinson	Participants	Tâches utilisées	Principaux résultats
Delazer <i>et al.</i> (2009) [18]	20 patients MPnD 19 patients MPD 20 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté) PAG (sous risque) Tâches exécutives	IGT : sujets témoins > (MPnD = MPD) Corrélations dernier bloc de l'IGT/tâches exécutives PAG : (sujets témoins = MPnD) > MPD
Euteneuer <i>et al.</i> (2009) [17]	21 patients MPnD 23 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté) avec mesures périphériques (RED) GDT (sous risque) Tâches exécutives Tâches ToM	Tâches exécutives : patients MP < sujets témoins Tâches ToM : patients MP = sujets témoins IGT : patients MP = sujets témoins GDT : patients MP < sujets témoins
Poletti <i>et al.</i> (2010) [21]	30 patients MP <i>de novo</i> 25 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté)	IGT : patients MP <i>de novo</i> = sujets témoins
Poletti <i>et al.</i> (2012) [22]	30 patients MP <i>de novo</i>	IGT (sous ambiguïté) BCS Évaluation neuropsychiatrique Évaluation motrice (UMPRS III)	Pas de différences démographiques, cognitives ou neuropsychiatriques entre patients MP réussissant et ceux échouant à l'IGT, hormis pour le domaine moteur (UMPRS III)

MP : Patients ayant une maladie de Parkinson ; MPD : Patients déments ayant une maladie de Parkinson ; MPnD : Patients non déments ayant une maladie de Parkinson ; MP déb : MP débutants ; MP évol : MP évolués ; IGT : Iowa Gambling Task ; CGT : Cambridge Game Task ; GDT : Game of Dice Task ; WCST : Wisconsin Card Sorting Test ; RED : réponse électrodermale ; ToM : Theory of Mind ; PAG : Probability-Associated Gambling Task ; BCS : bilan cognitif standard.

■ Prise de décision dans le vieillissement neurodégénératif

■ Maladie de Parkinson

La maladie de Parkinson (MP) est parfaitement définie au plan anatomique, elle se traduit par une dépopulation des neurones pigmentés de la substance noire (tableau 2). La perte neuronale touche essentiellement le système dopaminergique (les neurones dopaminergiques). La principale conséquence de la raréfaction des neurones dopaminergiques de la substance noire est une baisse de taux de dopamine au sein du striatum. L'apparition des troubles moteurs, cognitifs et comportementaux est directement liée à ce phénomène. Cette pathologie a été particulièrement investiguée dans chacune des modalités décisionnelles. Les travaux se sont beaucoup intéressés aux corrélats exécutifs et aux substrats neuro-anatomiques liés aux déficits de prise de décision dans cette pathologie.

■ Modalité sous risque

En prise de décision sous risque, les résultats paraissent globalement homogènes. Chez des patients avec MP, Brand *et al.* [16] constatent davantage de choix risqués en compa-

raison aux choix effectués par des sujets témoins à la Game of Dice Task (GDT : tâche à règles stables). Les auteurs rapportent une corrélation significative entre la fréquence des choix désavantageux et l'utilisation des feedback négatifs (choix d'un pari prudent après sanction sur un pari risqué). De plus, la fréquence des choix désavantageux corréle avec les performances exécutives, en particulier en flexibilité mentale (version informatisée du WCST). Euteneuer *et al.* [17] font les mêmes constats sur la base des mêmes tâches. Les auteurs rapportent également, chez les patients avec MP, une moindre amplitude de RED après délivrance d'un feedback négatif. Cependant, Delazer *et al.* [18] constatent, lors de l'utilisation d'une tâche de prise de décision à règles changeantes, que seules les performances des patients avec MP déments sont déficientes, celles des patients non déments étant comparables aux performances des participants témoins. Là encore, les auteurs rapportent des corrélations entre capacités exécutives globales, plus particulièrement flexibilité mentale (Odd Man Out Test [OMOT]) et performances décisionnelles. Ainsi, les études rapportées ici mettent en avant les corrélats exécutifs de la prise de décision sous risque, sous-tendue par le cortex préfrontal dorsolatéral. Elles mettent aussi en exergue le rôle particulier des renforcements négatifs et du système de récompense dans la prise de décision sous risque.

Modalité sous ambiguïté

En revanche, les résultats en modalité sous ambiguïté s'avèrent nettement plus hétérogènes et contradictoires. Czernecki *et al.* [19], Thiel *et al.* [20], Euteneuer *et al.* [17] et Poletti *et al.* [21] ne rapportent pas de différence significative entre patients avec MP et sujets témoins à l'IGT. Toutefois, contrairement aux participants témoins, les patients avec MP n'améliorent pas leur performance lors d'une seconde passation de l'épreuve [19]. Euteneuer *et al.* [17] ne constatent aucune corrélation entre les performances à l'IGT et les performances cognitives, en particulier exécutives chez les patients parkinsoniens. De même, en distinguant deux échantillons de patients parkinsoniens, efficaces ou non à l'IGT, Poletti *et al.* [22] ne rapportent aucune différence cognitive entre sous-groupes. Cet ensemble de résultats suggère une absence de liens entre IGT et processus cognitifs, notamment exécutifs. Cependant, Perretta *et al.* [23], Mimura *et al.* [24], Pagonabarraga *et al.* [25], Kobayakawa *et al.* [26], Ibarretxe-Bilbao *et al.* [27] ou encore Delazer *et al.* [18] montrent une déficience décisionnelle à l'IGT chez les patients souffrant de MP comparés à des sujets témoins. Cette déficience décisionnelle se caractérise par une augmentation des choix risqués à mesure des blocs d'essais, sans prise en compte des feedback négatifs [24, 25]. Elle est interprétée comme une altération des circuits limbiques, en lien avec la pathologie.

Ainsi, à l'IGT, certaines études mettent en évidence des différences de performances entre les patients avec MP et les sujets témoins, alors que d'autres non. Toutes ont néanmoins en commun de souligner l'absence de corrélation entre performance à l'IGT et performances exécutives [17, 24, 25]. L'accent est mis davantage sur d'autres types de corrélats, dont ceux entre l'IGT et la capacité à inférer les états mentaux d'autrui [24] et ceux entre IGT et variables émotionnelles [26]. Beaucoup soulignent le rôle du cortex préfrontal droit dans les déficits de prise de décision, soit par défaut d'activation (Thiel *et al.* [20]), soit par diminution volumétrique (Ibarretxe-Bilbao *et al.* [27]). Seuls Delazer *et al.* [18] rapportent des corrélations entre les performances en mémoire de travail et les performances au dernier bloc de 20 cartes à l'IGT. Ce bloc de fin d'épreuve est plutôt considéré comme renvoyant à une condition de prise de décision sous risque, le sujet ayant eu le temps de développer une connaissance des règles du jeu sur les quatre blocs précédents. Pagonabarraga *et al.* [25] notent des corrélations entre IGT et cognition globale. Ces différentes données illustrent bien toutes les contradictions du débat neuroscientifique autour de la prise de décision sous ambiguïté.

Par ailleurs, plusieurs auteurs ont souligné l'influence de la médication dopaminergique sur les aptitudes en prise de risque [18, 24]. L'effet de la supplémentation dopaminergique sur les voies frontostriales et les circuits neuraux du système de récompense reste néanmoins encore mal connu. Czernecki *et al.* [19] comparent des patients avec MP en

phase « on » et « off » à une échelle d'apathie, une tâche d'apprentissage de récompenses (Stimulus-Reward Learning, Reversal and Extinction) et à l'IGT. Ils montrent un effet positif de la dopamine sur la motivation (diminution de l'apathie). Cet effet est plus nuancé sur la sensibilité à la récompense. Cools *et al.* [28] comparent des patients avec MP en phase « on » et « off » à la CGT (décision sous risque), ainsi qu'à différentes épreuves exécutives. Les auteurs constatent que la médication dopaminergique atténue les troubles de la flexibilité mentale, mais augmente la prise de risque (probabilité à partir de laquelle les sujets commencent à parier) ; ce sans altérer la logique décisionnelle (l'adaptation du choix à l'estimation des chances de réussite). De leur côté, Poletti *et al.* [21] rapportent un effet délétère de la dopamine sur la prise de décision à l'IGT. Les auteurs montrent que des sujets témoins et des patients parkinsoniens nouvellement diagnostiqués, non encore traités, présentent des performances identiques à l'IGT.

Ces résultats contradictoires sont d'autant plus difficiles à interpréter qu'il existe des divergences de point de vue quant à la région striatale initialement affectée par la MP. Certains auteurs supposent une atteinte ventrale, et en cela de la voie limbique, qui serait le principal substrat neuro-anatomique de la décision sous ambiguïté. D'autres plaident davantage pour une atteinte dorsale précoce qui perturberait la voie cortico-sous-corticale cognitive, principal substratum anatomique de la décision sous risque. Les auteurs s'accordent néanmoins sur la nécessité de prendre en compte l'importante hétérogénéité clinique et neuropsychologique des patients atteints de MP.

Ainsi, loin de pouvoir éclairer les corrélats de la prise de décision sous ambiguïté et ses soubassements neuro-anatomiques, les études effectuées sur la MP alimentent la controverse entre les partisans de la théorie des marqueurs somatiques (ou de facteurs neuropsychologiques non évalués par les tests standards, impliqués dans la réussite à l'IGT), et les partisans de la théorie des facteurs cognitifs, notamment exécutifs, impliqués dans la décision sous ambiguïté.

■ Démence frontotemporale

La démence frontotemporale (DFT), dans sa variante frontale ou comportementale (DFTvF), est marquée par une dégénérescence neuronale du cortex frontal ventromédian affectant à la fois le cortex orbitofrontal et le cortex préfrontal dorsolatéral (tableau 3). Au plan clinique, la DFTvF se caractérise essentiellement par des troubles du comportement, avec un défaut d'autorégulation des conduites (désinhibition, inertie, etc.) et un émoussement affectif (indifférence affective majeure, etc.). La déficience cognitive ne survient que plus tardivement. Elle est alors essentiellement exécutive.

Les études montrent que l'impact de la DFTvF sur les aptitudes décisionnelles se caractérise principalement par une augmentation de la prise de risque. Ainsi, Rahman *et al.*

Tableau 3. Principales études décisionnelles dans la démence frontotemporale.

Démence frontotemporale	Participants	Tâches utilisées	Principaux résultats
Rahman <i>et al.</i> (1999) [29]	8 patients DFT 8 sujets témoins	CGT (sous risque) TEM	CGT : DFT < témoins (prise de risque +++ chez DFT) TEM : DFT = sujets témoins, hormis une tâche de flexibilité et d'apprentissage de discrimination visuelle
Rahman <i>et al.</i> (2006) [30]	8 patients DFT	CGT (sous risque) Tâches cognitives	Atténuation de la prise de risque à la CGT après une dose de 40 mg de méthylphénidate, mais pas d'effet sur les fonctions cognitives
Torralva <i>et al.</i> (2007) [31]	20 patients DFT débutants 10 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté) Tâches ToM TE	IGT : DFT < sujets témoins Tâches ToM : DFT < sujets témoins TE : DFT < sujets témoins Corrélations entre les tâches ToM et avec les TE Pas de corrélations IGT/tâches ToM
Torralva <i>et al.</i> (2009) [32]	16 DFT à haut ACE 19 DFT à faible ACE 14 sujets témoins	BCS Batterie incluant tâches ToM et IGT (sous ambiguïté)	BCS : DFT haut ACE = sujets témoins BCS + ToM et IGT : DFT bas ACE < sujets témoins ToM et IGT : DFT haut ACE < sujets témoins
Manes <i>et al.</i> (2010) [33]	1 patiente DFT débutante (φ : 69 ans)	IGT (sous ambiguïté) BCS	BCS : résultats normatifs IGT : déficience avec prise de risque +++
Bertoux <i>et al.</i> (<i>in press</i>) [34]	20 patients DFT 20 patients MA 30 sujets témoins (appariés par l'âge) 16 sujets jeunes	Mini SEA Reversal Learning Test Go/No-go IGT	Toutes ces épreuves supposées solliciter le cortex préfrontal ventromédian sont sensibles L'épreuve la plus sensible est la Mini SEA L'IGT est l'épreuve la moins spécifique ne discriminant aucune des 4 populations
Kloeters <i>et al.</i> (<i>in press</i>) [35]	18 patients DFT 17 patients MA 28 sujets témoins	IGT (dont les performances sont utilisées comme covariables pour l'imagerie) Imagerie volumétrique (VBM)	IGT total <i>net score</i> : sujets témoins = DFT = MA IGT <i>net score</i> modifié : sujets témoins > (DFT = MA) Le <i>net score</i> modifié corrèle avec une atrophie préfrontale, occipitale et cérébelleuse chez les patients DFT Le <i>net score</i> modifié corrèle avec une atrophie temporopariétale chez les patients MA

DFT : patients ayant une démence frontotemporale ; MA : patients ayant une maladie d'Alzheimer ; ACE : Addenbrooke's Cognitive Examination (évaluation du statut cognitif dans la DFT) ; CGT : Cambridge Game Task ; TEM : tâches exécutives et mnésiques ; ToM : Theory of Mind ; TE : tâches exécutives ; BCS : bilan cognitif standard.

[29] comparent des patients atteints de DFTvF débutante à des participants témoins dans des tâches exécutives à composantes spatiales, ainsi qu'à la CGT (décision sous risque). Les auteurs montrent que les performances décisionnelles permettent de distinguer très clairement les deux groupes, au détriment des patients. Les auteurs ne mentionnent pas de conduite impulsive, mais une prise de risque croissante avec augmentation du temps de délibération. De

même, ils ne relèvent aucun déficit évoquant un dysfonctionnement frontal cognitif chez leurs patients (mémoire de travail spatiale, planification). Rahman *et al.* [29] discutent leurs résultats sur des bases neuro-anatomiques et se positionnent en faveur d'un dysfonctionnement précoce du cortex ventromédian (ou orbitofrontal) chez leurs patients avec DFTvF. Dans une seconde étude utilisant la CGT, Rahman *et al.* [30] montrent une quasi-normalisation du

comportement de prise de décision (avec une nette diminution de la prise de risque), chez des patients avec DFTvF, après absorption de 40 mg de méthylphénidate (Ritaline®). En revanche, aucun autre effet significatif n'est relevé au plan cognitif (mémoire de travail, flexibilité, etc.). Selon les auteurs, ces données sont en faveur de l'idée d'une séparabilité des circuits neuraux sous-tendant la décision (la sensibilité à la récompense) et les aptitudes exécutives. De leur côté, Torralva *et al.* [31] montrent que les patients avec DFTvF (au stade léger ou précoce) présentent des performances inférieures à celles de témoins à l'IGT, dans des tâches de théorie de l'esprit sensées engager le cortex orbitofrontal et des tâches exécutives. En revanche, les auteurs ne relèvent pas de corrélation entre scores à l'IGT et scores en théorie de l'esprit, les scores en théorie de l'esprit corrélant entre eux, ainsi qu'aux scores exécutifs. Selon les auteurs, ces résultats corroborent l'idée de l'existence de réseaux neuraux indépendants au sein du cortex orbitofrontal. Dans un autre travail, Torralva *et al.* [32] comparent les performances de 16 patients avec DFTvF à statut cognitif faible (mesuré par l'Addenbrooke's Cognitive Examination [ACE]), 16 patients avec DFTvF à statut cognitif élevé et 14 sujets témoins avec une batterie de tests neuropsychologiques classiques et des tests mesurant les fonctions exécutives sur une mode écologique (Hotel Task, Multiple Errands Task-Hospital Version), la cognition sociale (Mind in the Eyes, Faux Pas) et la prise de décision à l'IGT. Les résultats montrent que seules les tâches exécutives écologiques, de cognition sociale et l'IGT permettent de discriminer les patients avec DFTvF à haut niveau cognitif des sujets témoins. Selon les auteurs, ces données suggèrent une sensibilité particulière de ces tests dans le diagnostic précoce de DFTvF. Enfin, dans une perspective similaire, Manes *et al.* [33] rapportent le cas d'une patiente de 69 ans dont le premier signe clinique de DFTvF s'est manifesté par une addiction au jeu. L'évaluation à l'IGT a permis de mettre en évidence une prise de risque majeure, sans aucune autre déficience au bilan cognitif standard.

Cependant, une récente étude [34] comparant les performances de patients avec DFTvF, de patients avec maladie d'Alzheimer (MA) et de témoins appariés à quatre mesures sollicitant particulièrement le CPFVM (Mini SEA, Go/No-go, Reversal Learning Test, IGT) montre que l'IGT serait l'outil le moins spécifique. Sa sensibilité n'est cependant pas remise en cause par les auteurs. En revanche, selon Kloeters *et al.* [35], lorsque l'on compare des patients atteints de DFTvF et de MA à des participants témoins à l'aide de l'IGT, la sensibilité de l'épreuve apparaît discutable dès lors que seul le *net score* total est utilisé comme variable dépendante. En effet, ce score ne permet pas de distinguer les différents groupes. Selon les auteurs, le *net score* total modifié (tirages tas D – tirages tas A) semble plus intéressant. Il corrèle avec l'atrophie fronto-occipitocérébelleuse chez les patients avec DFTvF et avec l'atrophie temporopariétale chez les patients avec MA.

L'ensemble de ces résultats souligne la très bonne sensibilité des outils décisionnels (quelle que soit la modalité

testé) pour le diagnostic précoce de DFTvF. La spécificité de ces outils [34, 35] n'apparaît cependant pas clairement établie. Dans la DFTvF, la prise de décision s'accompagne d'une prise de risque majeure et croissante. Cette donnée confirme le rôle particulier des renforcements, du système de récompense et de ses substrats orbitofrontaux dans la prise de décision. Enfin, la dissociation entre aptitudes décisionnelles et fonctionnement cognitif (exécutif en particulier) ne semble pas propre à la modalité décision sous ambiguïté puisqu'elle pourrait aussi concerner la modalité prise de décision sous risque. Cette dissociation pose au premier plan la séparabilité entre processus cognitifs et système de récompense au sein du cortex préfrontal ; lequel doit être envisagé comme hétérogène au plan fonctionnel, avec une atteinte précoce de sa partie orbitofrontale dans la DFTvF.

■ Maladie d'Alzheimer

La MA est une pathologie neurodégénérative qui atteint, dès le début de son évolution, le système limbique (*tableau 4*). Les lésions cérébrales s'étendent ensuite à l'ensemble du cortex associatif fronto-temporopariétal. La MA se traduit, cliniquement, par une dégradation progressive et irréversible des fonctions cognitives et par l'apparition de troubles psychocomportementaux. Compte tenu de la présence de troubles mnésiques et émotionnels précoces dans le tableau clinique de la MA, des difficultés en prise de décision sont attendues dès les premiers stades de la maladie.

Modalité sous risque

Delazer *et al.* [36] suggèrent ainsi une moindre fréquence des choix avantageux chez les patients avec MA (moins de choix prudents) en prise de décision sous risque, comparés à des participants témoins. Les auteurs s'attendent également à relever des corrélations significatives entre les performances exécutives et les performances décisionnelles des patients avec MA. Delazer *et al.* [36] confirment en grande partie ces hypothèses. Dans leur travail, les performances globales des patients avec MA légère sont quantitativement comparables à celles des témoins à la GDT. Néanmoins, sur un plan plus qualitatif, les auteurs notent que le nombre d'alternances entre choix risqués et choix prudents est plus important chez les patients avec MA ; étant entendu que la réussite à cette épreuve, aux règles stables, réclame une stratégie conservatrice. De plus, la proportion de décideurs prudents est moindre chez les patients avec MA. Les auteurs dégagent de leur travail un score seuil de sept alternances stratégiques. Ce score serait caractéristique des patients avec MA et pourrait être prédictif de la pathologie. En d'autres termes, les alternances entre choix prudents et choix risqués, plus fréquentes chez les patients avec MA, laissent penser qu'ils sont plus enclins à opter pour une stratégie de randomisation que les témoins. Enfin, la fréquence des changements de stratégie dans le

Tableau 4. Principales études décisionnelles dans la maladie d'Alzheimer et le Mild Cognitive Impairment (MCI).

Maladie d'Alzheimer	Participants	Tâches utilisées	Principaux résultats
Torrvalva <i>et al.</i> (2000) [37]	25 patients MA 20 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté)	IGT : patients MA < sujets témoins Performances corrélées avec mémoire verbale et visuelle antérograde
Delazer <i>et al.</i> (2007) [36]	19 patients MA 25 sujets témoins	GDT (sous risque)	Patients MA = sujets témoins, mais les patients MA alternent davantage que les sujets témoins entre paris risqués et prudents (valeur seuil prédictive = 7 changements)
Sinz <i>et al.</i> (2008) [3]	22 patients MA 22 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté) PAG (sous risque) Tâches exécutives	IGT : patients MA < sujets témoins Corrélations performances exécutives et stratégies à l'IGT, ainsi qu'avec stratégies à la PAG PAG : patients MA < sujets témoins
Trouble léger de la cognition	Participants	Tâches utilisées	Principaux résultats
Zamarian <i>et al.</i> (2011) [39]	22 patients MCI 22 sujets témoins	IGT (sous ambiguïté) PAG-révisée (sous risque) Tâches exécutives et cognitives	IGT : patients MCI < sujets témoins PAG-révisée : patients MCI < sujets témoins Corrélations entre stratégies à l'IGT et performances exécutives et cognitives

MA : patients ayant une maladie d'Alzheimer ; IGT : Iowa Gambling Task ; GDT : Game of Dice Task ; PAG : Probability-Associated Gambling Task.

groupe de patients avec MA corrèle négativement avec les performances au Trail Making Test A et B. Cette donnée indique que la performance décisionnelle sous risque aurait à voir avec les capacités attentionnelles et la flexibilité mentale. Elle confirme l'implication du système frontostriatal cognitif dans la performance en décision sous risque. À partir de la PAG (une épreuve similaire de la GDT nécessitant le développement de stratégies plus complexes), Sinz *et al.* [3] constatent que les patients avec MA choisissent, bien plus souvent que les participants témoins, de parier en situation de faible probabilité de gain. Ces patients témoignent ainsi de leurs difficultés à estimer des probabilités et à réaliser des inférences numériques. Les auteurs notent par ailleurs des corrélations significatives entre les stratégies utilisées (fréquence du choix le plus risqué suivant les chances de réussites), le score global et score de programmation motrice de la Batterie rapide d'efficacité frontale (BREF), rendant notamment compte du rôle de l'inhibition dans la décision.

Modalité sous ambiguïté

Cette modalité décisionnelle est également déficiente dans la MA. Torrvalva *et al.* [37] constatent que le déficit est corrélé aux troubles mnésiques (mémoires verbale et visuelle). Sinz *et al.* [3] montrent que les patients avec

MA diffèrent aussi des sujets témoins par la fréquence des changements entre tas avantageux et désavantageux. Ce comportement est corrélé avec quelques mesures du fonctionnement exécutif, dont le subtest Go/No-go de la BREF. Les auteurs constatent par ailleurs une corrélation significative entre la performance au dernier bloc d'essais de l'IGT (dit sous risque) et les performances à la BREF et l'épreuve d'empan de chiffres. Sinz *et al.* [3] interprètent ces résultats comme allant dans le sens de l'utilisation, par les patients avec MA, d'une stratégie de randomisation leur permettant de compenser leurs difficultés d'apprentissage à partir de feed-back.

Globalement, les déficiences cognitives, dont la déficience mnésique en particulier, occupent une place importante dans l'explication des troubles de prise de décision relevés dans la MA. Les patients avec MA paraissent s'orienter vers des stratégies de randomisation, probablement pour mieux compenser leur inaptitude à estimer des probabilités plus ou moins complexes et/ou à apprendre sur la base de renforcements.

Mild Cognitive Impairment

Le Mild Cognitive Impairment (MCI) est une condition clinique qui, selon un grand nombre d'auteurs, présente l'intérêt de se situer à un niveau transitoire, entre le vieillissement normal et le vieillissement pathologique débutant,

sans bien évidemment remplir les critères de démence (tableau 4). Bien que fortement discuté et critiqué, ce concept est souvent considéré comme recouvrant le stade infraclinique de la MA. Signalons néanmoins que de nombreuses recherches ont pointé une hétérogénéité des troubles dans le MCI, justifiant la définition de différents types de MCI (MCI avec atteinte mnésique isolée, MCI avec atteinte portant sur d'autres domaines cognitifs), dont le pronostic pourrait varier (MA, DFT, démence à corps de Lewy, etc.) [38].

La prise de décision est très peu étudiée dans le MCI. Citons néanmoins l'étude récente de Zamarian *et al.* [39] qui ont examiné les effets du MCI sur la décision sous risque et la décision sous ambiguïté. Les auteurs ont comparé 22 patients MCI (sans précision du type diagnostique) à 22 participants témoins en utilisant l'IGT et la PAG-Revised (version complexifiée de la PAG qui demande de combiner à la fois la probabilité de gain et la congruence/incongruence entre la somme fixée et cette probabilité de gain pour réussir). Au cours de la PAG-Revised, les patients MCI montrent des difficultés à prendre des décisions. Elles sont interprétées comme une difficulté à combiner de façon simultanée différentes sources d'informations. Notamment, les patients MCI ne tiennent compte que d'une seule source d'information, à savoir la probabilité des gains. En décision sous ambiguïté, les résultats montrent qu'à l'IGT (score global, IGT net), les performances des patients MCI sont globalement comparables à celles des sujets témoins. Cependant, en comparaison aux participants témoins, ils présentent un défaut d'apprentissage. Le recours à la stratégie de stabilité est moins efficace chez les patients avec MCI alors que le recours à la stratégie de flexibilité est comparable dans les deux groupes. De plus, les participants témoins identifient plus clairement les tas avantageux, les patients MCI ne différenciant pas les tas avantageux des tas désavantageux. Enfin l'analyse corrélatoire montre, tout groupe confondu, un lien significatif entre prise de décision sous ambiguïté et capacités de catégorisation.

Ces résultats sont essentiellement le reflet de l'atteinte hippocampique et d'altérations touchant les fonctions exécutives les plus complexes. Dans certaines mesures, ils s'avèrent relativement prédictifs des caractéristiques décisionnelles constatées dans la MA.

■ Conclusion générale

L'évaluation de la prise de décision dans le vieillissement normal et pathologique donne lieu à des résultats contrastés, sinon parfois contradictoires, non sans rapport avec les corrélats cognitifs et anatomiques controversés, propres à chaque modalité décisionnelle. Cet ensemble de résultats va dans le sens de relations mieux cernées pour la modalité décision sous risque que pour la modalité décision sous ambiguïté. Les fonctions exécutives paraissent plus souvent impliquées dans la décision sous risques ; ce

à différents niveaux de complexité, en particulier en fonction des caractéristiques de la tâche (règles stables *versus* règles changeantes à chaque essai). Un certain nombre de résultats plaident aussi en faveur d'une intervention des fonctions exécutives dans la prise de décision sous ambiguïté [3, 6, 13, 18, 38]. Nous pouvons ici supposer que la taille, souvent très modeste, des échantillons de sujets/patients testés dans les études mentionnées dans cette synthèse ne permet pas toujours d'appréhender, suffisamment finement, les liens entre fonctions exécutives et décision sous ambiguïté ; ces liens étant potentiellement plus subtils que les liens entre fonctions exécutives et décision sous risque. Il est en effet tout à fait possible que la prise de décision entretienne des liens plus ou moins étroits, directs ou indirects, avec les fonctions exécutives, tout comme avec les renforcements délivrés, suivant la modalité décisionnelle sollicitée.

La prise de décision peut être altérée à différents niveaux, en regard de lésions spécifiques relevées (par exemple, déficits émotionnels chez les patients ayant des lésions du CPFVM et/ou déficits cognitifs chez les patients avec MA). C'est finalement l'altération de l'une des composantes, et donc de l'une et/ou l'autre des étapes du processus décisionnel, qui donne sa coloration aux troubles de prise de décision relevés. Ainsi, les atteintes frontales ou sous-corticofrontales sont souvent marquées par un manque de sensibilité aux renforcements, notamment négatifs, et une prise de risque excessive. Les lésions orbitofrontales permettent de mettre l'accent sur le rôle prédominant des renforcements et du système de récompense dans la décision, quelle qu'en soit la modalité, indépendamment du fonctionnement cognitif, exécutif en particulier. Il pourrait donc ainsi exister des dissociations ou des ruptures entre les différentes composantes (notamment cognitives et émotionnelles) impliquées dans la prise de décision, suivant le type de lésions frontales sous-jacentes. En revanche, les atteintes de nature temporale semblent plus volontiers marquées par un recours à la randomisation, quelle que soit la modalité décisionnelle, atténuant considérablement la prise de risque.

La prise de décision est donc une faculté complexe, à composantes multiples, qui semble très fragilisée dans le vieillissement normal. Elle est très perturbée dès les stades initiaux des principales pathologies du vieillissement. Peu d'outils permettent d'évaluer la prise de décision en neuropsychologie et ceux disponibles doivent être utilisés avec prudence dans toute démarche diagnostique dans le champ du vieillissement. En effet, si une tâche comme l'IGT paraît sensible pour appréhender certains types de dysfonctionnements cérébraux (ceux du CPFVM), il n'y a pas de consensus sur sa spécificité à les détecter.

Ainsi, d'un point de vue conceptuel, la connaissance et la compréhension des processus neuropsychologiques engagés en prise de décision est encore insuffisante, leurs corrélats neuro-anatomiques restant aussi à préciser. D'un point de vue méthodologique, les épreuves utilisées (tâches de casino) pour étudier les aptitudes décisionnelles sont

encore peu nombreuses et la validité écologique de celles disponibles reste à établir. Nous sommes pourtant bien là devant une faculté complexe, quotidiennement sollicitée et très affectée par le vieillissement normal et pathologique. Il semble enfin que les variables dépendantes choisies pour apprécier les performances aux tâches décisionnelles influencent la lecture des résultats, ce qui nuit inévitablement à l'appréciation de leurs qualités psychométriques

(dont la fidélité). Les tests décisionnels restent donc à développer, à étudier au plan leurs propriétés psychométriques et à étalonner de façon précises autour des variables démographiques usuelles (âge, sexe, niveau d'éducation). ■

Liens d'intérêts

Non renseigné par les auteurs.

Références

- Denburg NL, Cole C, Hernandez M, et al. The orbitofrontal cortex, real-world decision-making, and normal aging. *Ann N Y Acad Sci* 2007; 1121: 480-98.
- Tueth MJ. Exposing financial exploitation of impaired elderly persons. *Am J Geriatr Psychiatry* 2000; 8: 104-11.
- Sinz H, Zamarian L, Benke T, et al. Impact of ambiguity and risk on decision making in mild Alzheimer's disease. *Neuropsychologia* 2008; 46: 2043-55.
- West RL. An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychol Bull* 1996; 120: 272-92.
- Dror IE, Katona M, Mungur K. Age differences in decision making: to take a risk or not? *Gerontology* 1998; 44: 67-71.
- Zamarian L, Sinz H, Bonnatti E, et al. Normal aging affects decisions under ambiguity, but not decisions under risk. *Neuropsychology* 2008; 22: 645-57.
- Lamar M, Resnick SM. Aging and prefrontal functions: dissociating orbitofrontal and dorsolateral abilities. *Neurobiol Aging* 2004; 25: 553-8.
- Deakin J, Aitken M, Robbins T, et al. Risk taking during decision-making in normal volunteers changes with age. *J Int Neuropsychol Soc* 2004; 10: 590-8.
- MacPherson SE, Phillips LH, Della Sala S. Age, executive function, and social decision making: a dorsolateral prefrontal theory of cognitive aging. *Psychol Aging* 2002; 17: 598-609.
- Denburg NL, Tranel D, Bechara A. The ability to decide advantageously declines prematurely in some normal older persons. *Neuropsychologia* 2005; 43: 1099-106.
- Denburg NL, Recknor EC, Bechara A, et al. Psychophysiological anticipation of positive outcomes promotes advantageous decision-making in normal older persons. *Int J Psychophysiol* 2006; 61: 19-25.
- Bechara A, Anderson SW, Damasio AR, et al. Insensitivity to future consequences following damage to the human prefrontal cortex. *Cognition* 1994; 50: 7-15.
- Fein G, Mc Gillivray S, Finn P. Older adults make less advantageous decisions than younger adults: cognitive and psychological correlates. *J Int Neuropsychol Soc* 2007; 13: 480-9.
- Wood S, Busemeyer J, Kolling A, et al. Older adults as adaptive decision makers: evidence from the Iowa Gambling Task. *Psychol Aging* 2005; 20: 220-5.
- Davis C, Fox J, Patte K, et al. Education level moderates learning on two versions of the Iowa Gambling Task. *J Int Neuropsychol Soc* 2008; 14: 1063-8.
- Brand M, Labudda K, Kalbe E, et al. Decision-making impairments in patients with Parkinson's disease. *Behav Neurol* 2004; 15: 77-85.
- Euteneuer F, Schaefer F, Stuermer R, et al. Dissociation of decision-making under ambiguity and decision-making under risk in patients with Parkinson's disease: a neuropsychological and physiological study. *Neuropsychologia* 2009; 47: 2882-90.
- Delazer M, Sinz H, Zamarian L, et al. Decision making under risk and under ambiguity in Parkinson's disease. *Neuropsychologia* 2009; 47: 1901-8.
- Czernecki V, Pillon B, Houeto JL, et al. Motivation, reward, and Parkinson's disease: influence of dopatherapy. *Neuropsychologia* 2002; 40: 2257-67.
- Thiel A, Hilker R, Kessler J, et al. Activation of basal ganglia loops in idiopathic Parkinson's disease: a PET study. *J Neural Transm* 2003; 110: 1289-301.
- Poletti M, Frosini D, Lucetti C, et al. Decision making in *de novo* Parkinson's disease. *Mov Disord* 2010; 25: 1432-6.
- Poletti M, Frosini D, Lucetti C, et al. Iowa Gambling Task in *de novo* Parkinson's disease: a comparison between good and poor performers. *Mov Disord* 2012; 27: 331-2.
- Perretta JG, Pari G, Beninger RJ. Effects of Parkinson disease on two putative nondeclarative learning tasks: probabilistic classification and gambling. *Cogn Behav Neurol* 2005; 18: 185-92.
- Mimura M, Oeda R, Kawamura M. Impaired decision-making in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2006; 12: 169-75.
- Pagonabarraga J, Garcia-Sanchez C, Llebaria G, et al. Controlled study of decision-making and cognitive impairment in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2007; 22: 1430-5.
- Kobayakawa M, Koyama S, Mimura M, et al. Decision making in Parkinson's disease: analysis of behavioral and physiological patterns in the Iowa Gambling Task. *Mov Disord* 2008; 23: 547-52.
- Ibarretxe-Bilbao N, Junque C, Tolosa E, et al. Neuroanatomical correlates of impaired decision-making and facial emotion recognition in early Parkinson's disease. *Eur J Neurosci* 2009; 30: 1162-71.
- Cools R, Barker RA, Sahakian BJ, et al. L-dopa medication remediates cognitive inflexibility, but increases impulsivity in patients with Parkinson's disease. *Neuropsychologia* 2003; 41: 1431-41.
- Rahman S, Sahakian J, Hodges JR, et al. Specific cognitive deficits in mild frontal variant frontotemporal dementia. *Brain* 1999; 122: 1469-93.
- Rahman S, Robbins TW, Hodges JR, et al. Methylphenidate ('Ritalin') can ameliorate abnormal risk-taking behavior in the frontal variant of frontotemporal dementia. *Neuropsychopharmacology* 2006; 31: 651-8.
- Torrvalva T, Kipps CM, Hodges JR, et al. The relationship between affective decision-making and theory of mind in the frontal variant of fronto-temporal dementia. *Neuropsychologia* 2007; 45: 342-9.
- Torrvalva T, Roca MB, Gleichgerrcht E, et al. A neuropsychological battery to detect specific executive and social cognitive impairments in early frontotemporal dementia. *Brain* 2009; 132: 1299-309.
- Manes FF, Torrvalva T, Roca M, et al. Frontotemporal dementia presenting as pathological gambling. *Nat Rev Neurol* 2010; 6: 347-52.
- Bertoux M, Funkiewiez A, O'Callaghan C, et al. Sensitivity and specificity of ventromedial prefrontal cortex tests in behavioral variant frontotemporal dementia. *Alzheimer Dement* (in press).
- Kloeters S, Bertoux M, O'Callaghan C, et al. Money for nothing — Atrophy correlates of gambling decision making in behavioural variant frontotemporal dementia and Alzheimer's disease. *Neuroimage* (in press).
- Delazer M, Sinz H, Zamarian L, et al. Decision-making with explicit and stable rules in mild Alzheimer's disease. *Neuropsychologia* 2007; 45: 1632-41.
- Torrvalva T, Dorrego F, Sabe L, et al. Impairments of social cognition and decision making in Alzheimer's disease. *Int Psychogeriatr* 2000; 12: 359-68.
- Petersen RC. Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *J Intern Med* 2004; 256: 183-94.
- Zamarian L, Weiss EM, Delazer M. The impact of mild cognitive impairment on decision making in two gambling tasks. *J Gerontol* 2011; 66: 23-31.