



HAL
open science

Prise de décision dans le vieillissement normal et neuro-dégénératif.

Jean-Pierre Jacus

► **To cite this version:**

Jean-Pierre Jacus. Prise de décision dans le vieillissement normal et neuro-dégénératif.. La revue de gériatrie [1976 - ..], 2014. <hal-04366135>

HAL Id: hal-04366135

<https://hal.science/hal-04366135v1>

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 DECISION DANS LE VIEILLISSEMENT NORMAL ET
NEURODEGENERATIF**

**DECISION-MAKING IN NORMAL AGING AND IN MAIN NEURO-
DEGENERATIVE DISEASES OF AGING**

JACUS Jean-Pierre

Neuropsychologue, Laboratoire Epsilon EA 4556, et consultations mémoire, CH du val
d'Ariège, Foix, France.

Auteur correspondant :

JACUS Jean-Pierre, Neuropsychologue Ph.D, consultations mémoire, CH du val d'Ariège,
BP 01, 09017 Foix cedex.

Tel: 06 85 07 64 72 – Fax: 05 61 03 31 75

jeanpierrej@chi-val-ariege.fr

RESUME

La prise de décision est une capacité indispensable à notre qualité de vie, sinon à notre survie, particulièrement au cours du vieillissement où le sujet âgé est amené à prendre des décisions importantes concernant ses finances, sa santé, etc. La prise de décision évaluée en situation de laboratoire se réfère à la capacité d'adapter sa stratégie en fonction des renforcements reçus et de l'estimation des chances de réussite, afin d'effectuer les choix les plus avantageux. Elle est conçue selon un processus en trois étapes distinguant : (1) l'encodage de l'option et l'expression d'une préférence, (2) la sélection et l'exécution de l'action, (3) l'attente du renforcement et l'évaluation des conséquences. Elle se décline actuellement sous deux modalités, suivant la possibilité ou non d'estimer ses chances de réussite (respectivement sous connaissance des risques et sous ambiguïté). La modalité sous risque a témoigné essentiellement de corrélats exécutifs cognitifs en lien avec des substrats neuro-anatomiques dorso-frontaux. Celle sous ambiguïté a surtout témoigné de corrélats émotionnels en lien avec des substrats orbito-frontaux, et a donné lieu à une théorie controversée, privilégiant le rôle des émotions dans les processus décisionnels (théorie des marqueurs somatiques). La prise de décision au cours du vieillissement normatif a surtout témoigné d'un fléchissement dans la modalité sous ambiguïté, interprété tantôt comme un vieillissement prématuré de la région orbito-frontale au regard de celle dorso-frontale (en lien avec la théorie des marqueurs somatiques), tantôt comme une atteinte des processus exécutifs les plus élaborés. L'évaluation de la prise de décision au cours du vieillissement neuro-dégénératif semble montrer l'implication de deux grands types de processus neuropsychologiques, et ce quelle que soit la modalité décisionnelle : les processus exécutifs cognitifs et le système de récompense. Ces processus pourraient disposer de réseaux neuraux relativement distincts au sein du cortex préfrontal expliquant ainsi certaines dissociations suivant les lésions ou neuropathologies sous-jacentes. Cependant, l'appréhension des processus décisionnels reste particulièrement

complexe, d'autant qu'ils sont subordonnés à la tâche requise par l'épreuve décisionnelle utilisée, rendant ainsi cette dernière peu accessible à une validation écologique.

Mots clés : Prise de décision – Vieillesse normale – Vieillesse pathologique – Fonctions exécutives – Système de récompense

ABSTRACT:

Taking relevant decisions is central in day to day life, in particular in aging where some decisions (concerning the health, the finances, et.) are indispensable to our quality of life or our survival. Decision-making evaluated by laboratory tasks refers to the capacity of adapting our strategy depending on the preliminary reinforcements and the estimated probabilities of success, to perform the most advantageous choices. It can be represented by a three steps process: (1) the stimulus encoding system, (2) the action selection and execution system, and (3) the expected rewards system. Two conditions have been defined, according to the possibility or not to estimate the risk taken (respectively under risk and under ambiguity). The condition under risk mainly reports cognitive correlates associated with dorsal-frontal neuro-anatomical substrates, whereas the condition under ambiguity mostly reports emotional correlates associated with ventromedial frontal neuro-anatomical substrates, in the controversial absence of correlation with the executive functions. These last observations have leading to the somatic markers hypothesis which postulate that under ambiguity, cognitive processing must be assisted by emotion-related marker signals to perform advantageous choices. This paper examines the main decision-making studies in normal aging, showing a decision-making impairment under ambiguity, understudied as the possibility of disproportionate aging of the ventromedial prefrontal cortex, or as a complex executive functions impairment in some normal aged subjects. The neurodegenerative aging pathologies, suggest the involvement of executive functions and expected reward system at various levels in both decision-making conditions. They also suggest that those both

neuropsychological processes may be associated to distinct neuro-anatomical circuits which can be dissociated according to the underlying neural pathology. Nevertheless, the understanding of decisional processes is particularly complex, depending of the nature of the task required and doesn't lead to decisional tools accessible to an ecologic validation.

Key-words: Decision-making – Normal aging – Pathological aging – Executive functions – Expected reward system

1 INTRODUCTION

La prise de décision est un acte relativement courant de notre vie quotidienne et est une capacité indispensable à notre qualité de vie sinon à notre survie même. Elle est sollicitée tout au long de notre existence et particulièrement au cours du vieillissement, dès lors qu'il s'agit de pourvoir à nos besoins en matière de santé, de finances, d'habitat, ou encore de prévoir notre succession, etc. Cette capacité s'avère pourtant particulièrement complexe, car le fait de « trancher » (auquel se réfère le terme de « décider ») suppose diverses étapes et processus sollicitant plusieurs composantes de notre cognition du monde environnant et notamment la composante émotionnelle. De surcroît, la prise de décision est difficilement dissociable de la prise de risque, ainsi que des facteurs aptes à influencer sur un choix, ou encore de la tolérance à l'attente et à la frustration, ce qui rend son évaluation complexe et délicate. Le gérontologue averti n'aura pas manqué de constater le peu d'enclin des aînés à vouloir décider, s'en remettant à leurs proches pour certains choix importants les concernant [1]. Certaines théories ont eu tôt fait d'associer le fait de choisir et de perdre (« Choisir, c'est perdre »), expliquant ainsi ce manque d'enclin chez un sujet âgé déjà largement confronté à de multiples pertes et deuils. Ces premières approches psycho-dynamiques sont aujourd'hui largement occultées par d'autres bases théoriques relevant aussi bien de la neuropsychologie cognitive que de celle des émotions. Ainsi, nous pourrions constater à la lecture de cette revue de littérature que la prise de décision sollicite des processus cognitifs et notamment exécutifs relevant

particulièrement des substrats frontaux, eux-mêmes largement affectés par l'âge [2]. Mais encore nous verrons que l'âge influe sur notre tendance à éviter les risques, de la même façon qu'il influe sur la nature des émotions (positives ou négatives) sur lesquelles nous nous appuyons pour décider. La prise de décision est aussi précocement affectée dans le vieillissement pathologique, car celui-ci affecte bien souvent en premier lieu les processus cognitifs dont ceux exécutifs et/ou les capacités à réguler nos expériences émotionnelles.

Au cours de cette revue de littérature, nous présenterons la définition et la conceptualisation de la prise de décision, telle que nous l'entendons en neuropsychologie. Nous aborderons ensuite les outils d'évaluation, leurs principaux corrélats, ainsi que les résultats des études décisionnelles au cours du vieillissement normal et des grandes pathologies neurodégénératives liées à l'âge. Ces résultats feront ensuite l'objet d'une synthèse relative aux particularités des processus décisionnels et de leurs composantes au cours de ces vieillissements, avant de conclure quant aux limites de l'évaluation de cette capacité.

2 DÉFINITION ET CONCEPTUALISATION

2.1 Définition :

La prise de décision se réfère au fait de choisir à son avantage à plus ou moins long terme, ces choix étant intimement liés aux récompenses et pénalités reçues (renforcements) [3, 4]. ***En neuropsychologie, prendre une décision revient ainsi à choisir à son avantage, en adaptant sa stratégie aux renforcements délivrés mais aussi à l'estimation préalable des chances de réussite.*** Cette toute dernière remarque, quant à l'estimation des risques pris, nous invite à considérer les deux modalités actuellement connues dans l'évaluation décisionnelle et proposées par Brand et al. [5,6] : (1) celle dite « sous risque » où les choix sont fonction de l'estimation des chances de réussite et des renforcements délivrés ; (2) celle dite « sous ambiguïté » où les choix sont exclusivement fonction des renforcements délivrés, le

participant n'ayant aucune connaissance préalable des risques pris. Cette dernière modalité est cependant susceptible de devenir « sous risque » dès lors que le participant acquiert un savoir explicite de la situation ambiguë.

Il convient néanmoins de préciser l'existence d'autres dichotomies relevant des mêmes terminologies et ne se fondant pas sur l'estimation des chances de réussite, mais sur les propositions de Zelazo et Muller [7] relatives à l'existence de processus exécutifs dits « chauds » (hot processes), et d'autres dits « froids » (cold processes). Les processus exécutifs « chauds » relèvent de composantes affectivo-émotionnelles qui, sur le plan décisionnel, impliquent des choix où les risques et les conséquences varient suivant les options, ce qui est alors appelé modalité sous risque (non au sens de : « *sous connaissance des risques pris* », mais au sens de : « *sous différentes prises de risque* »). Les processus exécutifs « froids » relèvent, quant à eux, de composantes essentiellement cognitives, impliquant au plan décisionnel des choix où les conséquences et les risques pris sont strictement comparables. Cette modalité est alors appelée sous ambiguïté (non au sens de : « *sous méconnaissance des risques pris* », mais au sens de : « *sous risques et conséquences équivalents* ») [8]. Cette dichotomie antérieure à celle de Brand et al. [5,6] pose le problème d'inclure sous l'appellation « prise de décision sous ambiguïté » un contexte décisionnel où les renforcements ne viennent pas guider un choix, dans la mesure où aucun d'eux n'est avantageux ou désavantageux. Ainsi, seule la modalité relative à des prises de risques différentes suivant les options relève de la prise de décision telle que nous l'entendons en neuropsychologie, ce pourquoi nous ne nous référerons pas à cette dernière **modélisation**.

2.2 Conceptualisation :

La définition que nous proposons se réfère largement à la conceptualisation du processus décisionnel selon trois étapes : (a) encodage de l'option et formation d'une préférence, (b) sélection et exécution de l'action, (c) attente du renforcement et évaluation du résultat. Cette

schématisation a été proposée par des auteurs tels Ernst et Paulus [9], et reprise par Gleichgerrcht et al. [10], sous forme d'une synthèse des multiples conceptualisations déjà existantes. Nous présentons ici une brève synthèse en référence à ces trois étapes classiquement distinguées.

- 1) *L'encodage de l'option et l'expression d'une préférence* correspondent à l'identification des différentes options et à l'attribution d'une valeur espérée à chacune d'entre-elles. Cette étape sollicite des structures cortico-sous-cortico-fronto-pariétales. Ernst et Paulus [9] y notent l'implication particulière des réseaux neuraux cognitifs au regard de ceux limbiques (en l'occurrence, régions dorsales du cortex préfrontal et du cortex cingulaire antérieur). Pour autant, les réseaux neuraux limbiques (parties ventro-médianes ou antérieures du cortex préfrontal, du cortex cingulaire antérieur et du striatum) sont aussi impliqués. Gleichgerrcht et al. [10] y relèvent aussi le rôle particulier du cortex préfrontal ventro-médian et de sa région orbito-frontale, ainsi que du striatum.
- 2) *La sélection et l'exécution de l'action* se réfèrent à des processus exécutifs permettant l'initiation, le maintien et la finalisation d'une action, ainsi que l'inhibition des actions devenues inutiles. Ernst et Paulus [9] y soulignent le rôle prédominant de l'aire pré-motrice supplémentaire ainsi que du striatum dorsal, impliquant donc essentiellement les réseaux neuraux moteurs. Gleichgerrcht et al. [10] suggèrent aussi le rôle du cortex cingulaire antérieur, connu pour être une zone de convergence des commandes cognitives et motrices, modulées par des facteurs telle la récompense, avant d'être transférées vers le système moteur [11].
- 3) *L'attente du renforcement et l'évaluation du résultat* correspondent à l'étape d'attribution d'une valeur réelle à l'option choisie et à la comparaison entre cette valeur réelle et celle espérée. Cette comparaison constituera un signal rétroactif essentiel (feedback), qui permettra l'apprentissage et l'intégration de la nouvelle valeur au cas où une situation

similaire se présenterait à nouveau. Cette étape serait aussi particulièrement sensible à certains sentiments comme le regret, la surprise, la déception qui vont alors favoriser l'intégration et l'apprentissage de la valeur réelle. Gleichgerrcht et al. [10] relèvent que cette étape sollicite particulièrement les substrats neuro-anatomiques du système de récompense, en l'occurrence le cortex orbito-frontal, les noyaux gris centraux, l'amygdale et l'insula. Ces auteurs soulignent également le rôle particulier de la dopamine supposée jouer un rôle modulateur dans le système d'attente des récompenses, en signalant, par exemple, l'écart entre la récompense attendue d'un comportement et celle effectivement obtenue. De la même façon, Ernst et Paulus [9] indiquent que cette dernière étape impliquerait davantage les réseaux neuraux limbiques (cortex préfrontal ventro-médian, cortex cingulaire antérieur ventral, striatum ventral et insula antérieure), bien que les réseaux neuraux dorso-cognitifs semblent également être activés.

3 OUTILS D'ÉVALUATION

L'évaluation de la prise de décision est effectuée le plus souvent au moyen de situations fictives de jeux d'argent, où la variable « risque » est généralement opposée à la valeur de l'option, le choix le plus avantageux étant classiquement celui de moindre valeur, mais le moins risqué. Ces outils disposent en règle générale de deux variables dépendantes : le gain correspondant au solde acquis en fin d'épreuve, et le net-score correspondant à la différence entre les nombres de mauvais choix et de bons choix.

3.1 Prise de décision sous ambiguïté :

La prise de décision sous ambiguïté, selon la dichotomie de Brand et al. [5,6] est évaluée par un seul outil : *L'Iowa Gambling Task*, (IGT, voir figure 1) créée par Bechara et al. [12]. L'IGT se présente comme un jeu de quatre tas de cartes au cours duquel le participant est invité à maximiser un capital initial de 2000 \$ en sélectionnant une carte à la fois pendant une

durée indéterminée. Il sait simplement que chaque sélection apporte une récompense, mais parfois suivie d'une pénalité. Il sait aussi que certains tas vont s'avérer plus désavantageux que d'autres, aussi doit-il les éviter pour gagner. En fait, au cours des 100 sélections requises par l'ordinateur, le participant devra apprendre que les tas A et B sont désavantageux, car gagnant beaucoup immédiatement, mais perdant encore plus à moyen terme, selon des programmes différents, au contraire des tas C et D gagnant peu immédiatement, mais perdant encore moins, toujours selon des programmes différents. La performance décisionnelle est déterminée par le solde final (variable gain), mais encore par le nombre de choix avantageux diminué du nombre de choix désavantageux par blocs de vingt essais, soit cinq fois $(C+D) - (A+B)$, correspondant à la variable net-score. Ce net-score peut être lui-même scindé en deux parties pour ne prendre en considération que les trois derniers blocs (IGT net 3-5), considérés comme étant plus volontiers sous risque dans la mesure où, à cette étape du jeu, un savoir explicite est censé se dégager de la situation ambiguë [5,6].

Insérez ici la figure 1

3.2 Prise de décision sous risque :

La prise de décision sous risque (et règles stables) est évaluée par des outils comme la *Game of Dice Task (GDT, voir figure 2)*, créée par Brand et al. [13], et qui est l'un des plus usités en la matière. La GDT se présente comme un jeu de dés au cours duquel le participant est invité à maximiser un apport initial de 1000 € en lançant virtuellement un dé à dix-huit reprises, tout en effectuant un pari avant chaque jet. Il peut parier selon les différentes combinaisons de dés qui lui sont présentées sur l'écran (six combinaisons à un chiffre $\{1\}\{2\}\{3\}\{4\}\{5\}\{6\}$ soit une probabilité de gain de $1/6$, trois combinaisons à deux chiffres $\{1,2\}\{3,4\}\{5,6\}$ soit une probabilité de gain de $1/3$, deux combinaisons à trois chiffres $\{1,2,3\}\{4,5,6\}$ soit une probabilité de gain de $1/2$, et trois combinaisons à quatre chiffres $\{1,2,3,4\}\{2,3,4,5\}\{3,4,5,6\}$ soit une probabilité de gain de $2/3$). Les probabilités d'occurrence les plus faibles

(combinaisons à un et deux chiffres) sont associées aux gains/pertes les plus élevés : ce sont les paris risqués, respectivement à 1 000 et 500 €. Inversement, les probabilités d'occurrence les plus élevées (combinaisons à trois et quatre chiffres) sont associées aux gains/pertes les plus faibles : ce sont les paris prudents, respectivement à 200 et 100 €. La performance décisionnelle est mesurée par le solde final (variable gain), mais encore par la différence entre le nombre de paris risqués et celui de paris prudents, soit les combinaisons (1+2) – les combinaisons (3+4), correspondant à la variable net-score.

Insérez ici la figure 2

Signalons enfin des outils d'évaluation décisionnelle sous risque et règles mouvantes à chaque essai, car réclamant d'adapter une somme à jouer en fonction de la probabilité d'occurrence d'un évènement, probabilité variant à chaque essai. Les plus connus sont la *Probability-Associated Gambling Task* (PAG) de Sinz et al. [1] et la *Cambridge Game Task* (CGT) de Rogers et al. [14].

4 CORRELATS COGNITIFS ET EMOTIONNELS DE LA PRISE DE DECISION

4.1 Prise de décision sous ambiguïté :

L'IGT a été créée par Bechara et al. afin de mettre en évidence la pathologie particulière du patient EVR, ainsi que d'autres patients présentant des lésions cérébrales similaires. Alors qu'il réalisait un parcours professionnel brillant et jouissait d'une intégration sociale des plus satisfaisantes, EVR dû bénéficier d'une résection tumorale au niveau du cortex préfrontal ventro-médian (région incluant le cortex orbito-frontal). L'intervention ne posa aucun problème particulier, mais peu de temps après, et à la suite d'erreurs professionnelles successives, EVR perdit son emploi et s'engagea dans une relative déchéance sociale. Les membres de son entourage purent constater son incapacité à prendre des décisions adaptées, notamment dans le domaine financier. Pourtant il ne pouvait se prévaloir d'une quelconque

irresponsabilité quant aux dettes - résultant de mauvais choix - qui l'accablaient depuis son intervention. En effet, cette dernière n'avait aucunement altéré l'ensemble de ses fonctions cognitives dont celles exécutives, pas plus qu'elle n'avait induit de troubles neuropsychiatriques ou même de troubles du comportement objectivables. Il semblait simplement incapable de tenir compte de ses échecs antérieurs et d'en tirer les leçons appropriées lors de chacun de ses nouveaux choix. Les concepteurs de l'IGT ont donc supposé le rôle particulier du cortex préfrontal ventro-médian dans la prise de décision. Cette région constitue le départ de la voie fronto-striatale limbique ou orbito-frontale, support neuro-anatomique de la régulation de nos expériences émotionnelles [15]. Ils ont ainsi mesuré la réponse électrodermale de ces patients, comparée à celle de sujets contrôles lors de la passation de l'IGT. Les résultats ont témoigné d'une corrélation entre l'amplitude de la réponse autonome avant d'établir un choix désavantageux (réponse émotionnelle anticipatoire) et la performance à l'IGT. De cette corrélation entre une déficience émotionnelle et une déficience décisionnelle, et confortés par la préservation des fonctions cognitives de leurs patients, Bechara et al. [3, 12, 16] en ont déduit un lien de causalité, supposant un marquage émotionnel de chacune des options (tas de cartes), marquage précédant la déduction de règles explicites, afin d'assister les processus cognitifs dans ce contexte décisionnel ambigu. Ainsi est née la théorie des « marqueurs somatiques »¹, qui se décline sous deux postulats principaux : (1) En situation d'incertitude, nos décisions sont d'abord guidées par nos émotions, en partie indépendamment des fonctions cognitives. (2) Il existe au sein du cortex cérébral une dissociation anatomo-fonctionnelle entre processus décisionnels et processus exécutifs cognitifs. Ce second postulat a été déduit de la comparaison de patients ayant des lésions du cortex préfrontal ventro-médian, entraînant des

¹ Marqueur somatique est à entendre comme l'équivalent du mot « émotion » au sens biologique du terme, soit un état somatique.

troubles décisionnels sans atteinte exécutive, avec ceux ayant des lésions préfrontales dorso-latérales entraînant plus volontiers des troubles exécutifs cognitifs.

De par les diverses manipulations expérimentales du programme de renforcements de l'IGT, cette déficience décisionnelle a ensuite été caractérisée comme étant guidée par la perspective de l'immédiateté. Les patients souffrant de lésions ventro-médianes s'avéraient ainsi surtout sensibles à la récompense immédiate indépendamment de la pénalité ultérieure. Bechara et al. [16] l'ont exprimé sous la terminologie « myopie du futur ». La théorie des marqueurs somatiques, reléguant les fonctions cognitives à un second plan dans la prise de décision, a fait l'objet de vives critiques [17,18], certaines d'entre-elles suggérant le rôle particulier du savoir explicite précocement déduit de la situation ambiguë, dans la performance à l'IGT. La découverte d'une seconde modalité décisionnelle (sous risque), corrélée aux fonctions exécutives cognitives et montrant ainsi une double polarité de l'IGT, dont les derniers essais sont plus volontiers sous risque (et donc liés aux fonctions exécutives) en raison de l'émergence d'un savoir explicite [5,6], n'aura pas éteint toutes les controverses. En effet, l'ensemble de l'IGT a souvent témoigné de corrélations pauvres avec les performances exécutives cognitives, laissant supposer son éventuelle capacité à appréhender des processus neuropsychologiques non appréhendés par les tests standards [19].

4.2 Prise de décision sous risque :

La prise de décision sous risque, évaluée par des outils telle la GDT, ou par des épreuves à règles mouvantes à chaque essai, a surtout témoigné de corrélats cognitifs et notamment exécutifs. De même, les études en neuro-imagerie fonctionnelle chez des sujets contrôles ont par la suite montré l'implication du cortex préfrontal dorso-latéral, départ de la voie fronto-striatale cognitive ou dorso-latérale, support neuro-anatomique des fonctions exécutives cognitives [5,6, 15, 20]. Brand et al. [5] n'en excluent pas pour autant le rôle des renforcements, relevant plus particulièrement de la voie fronto-striatale limbique, mais

considèrent que les fonctions exécutives cognitives prévalent dans cette modalité, de par la nécessaire estimation des risques. Ils en ont ainsi déduit deux modalités décisionnelles. L'une, évaluée par des outils telle la GDT, est sous connaissance des risques pris, et liée aux fonctions exécutives cognitives. L'autre, évaluée par l'IGT, est en méconnaissance des risques pris et sans lien avec les processus exécutifs cognitifs, au moins tant qu'un savoir explicite n'a pu être déduit de la situation ambiguë [5,6].

Le cortex préfrontal et ses structures connexes sont donc particulièrement concernés par la prise de décision. De par les altérations frontales liées au vieillissement normal, comme celles liées aux diverses maladies neuro-dégénératives, des déficiences décisionnelles sont donc attendues au cours de ces différents vieillissements. De façon à clarifier notre propos, nous présenterons les résultats des diverses études décisionnelles réalisées au cours du vieillissement normal sous chacune des modalités décisionnelles. Nous présenterons ensuite les résultats dans les principales **neuropathologies dégénératives liées à l'âge** en distinguant les neuropathologies sous-corticales ou sous-cortico-frontales (**maladie de Parkinson**) de celles corticales (démence fronto-temporale, maladie d'Alzheimer) et aborderons ensuite le Mild Cognitive Impairment.

5 PRISE DE DECISION DANS LE VIEILLISSEMENT NORMAL (tableau 1)

5.1 Prise de décision sous risque :

Peu d'études ont été réalisées utilisant des paradigmes décisionnels sous risque au cours du vieillissement normal. Sur les trois études répertoriées à l'heure actuelle, celle de Dror et al. [21], ainsi que celle de Zamarian et al. [22] ont témoigné d'une préservation des capacités décisionnelles sous risque avec l'âge. En revanche, une étude de Deakin et al. [23] a montré que les performances décisionnelles et la prise de risque diminuent avec l'âge. Cette dernière étude a néanmoins utilisé une méthodologie différente des deux autres, car elle a évalué les

performances décisionnelles de 177 sujets de tous âges, alors que les études de Dror et al., ainsi que de Zamarian et al. ont comparé des groupes âgés à des groupes jeunes. Ainsi, il semble bien difficile d'en déduire un savoir précis quant à l'évolution des capacités décisionnelles sous risque avec l'âge, ce d'autant que les mêmes contradictions existent quant à l'évolution avec l'âge de certaines compétences exécutives, connues pour être les principaux corrélats de la prise de décision sous risque. Ainsi, Lamar et Resnick [24], comparant des groupes jeunes et âgés à des tâches exécutives censées solliciter le cortex préfrontal dorso-latéral, et à des tâches supposées solliciter des structures plus orbitales dont l'IGT, ont constaté une préservation des capacités exécutives avec l'âge, au contraire des capacités censées être supportées par la région orbito-frontale, bien que les résultats à l'IGT n'aient pas permis de différencier les deux groupes. Ces résultats vont donc dans le sens des travaux de Dror et al. [21] et surtout de Zamarian et al. [22], ces derniers ayant constaté un déclin décisionnel sous ambiguïté, mais non sous risque avec l'âge (*cf ci-dessous* : 5.2. *Prise de décision sous ambiguïté*). Cependant MacPherson et al. [25], comparant trois groupes d'âges différents, ont constaté des résultats quasi inverses. Ainsi, les performances aux épreuves censées relever de structures préfrontales médianes, dont l'IGT, étaient préservées alors que celles aux épreuves exécutives relevant des structures dorso-latérales diminuaient avec l'âge.

5.2 Prise de décision sous ambiguïté :

Les résultats prêtent encore davantage à controverse dans la modalité sous ambiguïté. Ainsi, au travers d'une série d'études utilisant l'IGT et des mesures périphériques (réponse électrodermale), Denburg et al. [26-28] ont montré qu'un taux significativement plus élevé de sujets âgés sont déficients ou limites au regard de sujets jeunes (net-score total < 22)². Parallèlement, les auteurs ont rapporté une inversion de la valence émotionnelle anticipatoire

² Denburg et al. [26, 28] ont déterminé statistiquement à l'IGT un net-score total efficient ($\geq + 22/100$), un net score total déficient ($\leq -22/100$) et un net-score total limite (-21, + 21), ne se différenciant pas du hasard.

associée à la performance décisionnelle avec l'âge. Chez les sujets jeunes, la déficience décisionnelle est corrélée à une moindre amplitude de la réponse électrodermale anticipatoire à l'égard des options désavantageuses (donc relative au système aversif), ce qui a été initialement décrit par Bechara et al. [12] pour leurs patients ayant des lésions du cortex préfrontal ventro-médian. Chez les sujets âgés, la déficience décisionnelle est corrélée à une moindre amplitude de la réponse électrodermale anticipatoire à l'égard des options avantageuses, et donc relative au système d'incitation à l'action. Par ailleurs, alors que l'IGT ne dispose d'aucune validité de construit, hormis pour les patients ayant des lésions du cortex préfrontal ventro-médian, dont les troubles décisionnels au quotidien ont été largement documentés [12], Denburg et al. [28] ont montré que les sujets âgés déficients à l'IGT s'avéraient moins aptes que ceux efficaces à se défier de publicités trompeuses. Cette étude plaide donc pour une validité écologique de l'IGT. Fein et al. [29] ont aussi constaté une déficience décisionnelle sous ambiguïté au cours du vieillissement et ont rapporté en sus des corrélats cognitifs et psychopathologiques différenciés selon le groupe d'âge. Les auteurs ont rapporté notamment des corrélats exécutifs, relatifs à la mémoire de travail chez les sujets jeunes et aux capacités d'abstraction chez les sujets âgés. Ils ont de même rapporté une corrélation entre déficience décisionnelle et personnalité psychopathique chez les sujets jeunes, alors que cette corrélation s'établit plus volontiers avec les traits de personnalité obsessionnelle chez les sujets âgés. Eu égard aux corrélats émotionnels de l'IGT et à ses liens avec le cortex préfrontal ventro-médian, cet ensemble de résultats a été entendu comme une possible altération prématurée de la partie ventro-médiane ou orbitale du cortex préfrontal [26-29], bien qu'un moindre recours à cette région avec l'âge n'a pas été exclu [29].

Néanmoins, certains auteurs n'ont pas constaté de déclin décisionnel sous ambiguïté avec l'âge et/ou l'ont interprété différemment. Ainsi, Wood et al. [30] ont constaté que sujets jeunes et âgés étaient comparables à l'IGT, mais différaient en revanche de par leurs

stratégies. S'appuyant sur un modèle statistique, les auteurs ont montré que les sujets âgés appliquaient le même poids aux renforcements positifs et négatifs, alors que leur stratégie d'apprentissage ne s'appuyait que sur les derniers renforcements expérimentés, en rapport avec leurs capacités de mémoire de travail. Les sujets jeunes, quant à eux, n'étaient sensibles qu'aux renforcements négatifs, mais ils s'appuyaient sur un taux d'apprentissage et un souvenir bien mieux préservés des renforcements positifs et négatifs expérimentés. Ceci se trouve en partie conforté par les études de Denburg et al. [27,28], qui témoignent de la prévalence du système d'incitation à l'action dans la prise de décision sous ambiguïté des sujets âgés, au contraire des sujets jeunes, qui s'appuyaient plus volontiers sur le système aversif. De leur côté, Davis et al. [31] ont montré que les performances à l'IGT étaient fortement corrélées au niveau socio-culturel, alors que l'âge et le sexe n'influaient pas. Enfin, Zamarian et al. [22] ont rapporté un déclin décisionnel sous ambiguïté avec l'avancée en âge, mais non dans la modalité sous risque (*cf ci-dessus* 5.1. *Prise de décision sous risque*). Analysant les réponses des sujets au cours de l'IGT, ces auteurs ont défini deux types de stratégies usitées : (1) la stratégie de stabilité (ou persistance des sélections dans un tas avantageux en dépit d'une pénalité) ; (2) la stratégie de flexibilité (ou orientation des sélections vers un tas avantageux après pénalité reçue dans un tas désavantageux). Ils ont constaté des corrélations entre ces stratégies et diverses performances exécutives et ont conclu à différents niveaux de complexité exécutive, susceptibles d'être affectés par l'âge, suivant la modalité décisionnelle, plutôt qu'à un vieillissement plus marqué de la sphère orbito-frontale comparée à celle dorso-latérale.

Au total, ces résultats hétérogènes montrent néanmoins des modifications dans les compétences décisionnelles avec l'avancée en âge. Ces modifications ont trait aux stratégies employées [22, 30], aux risques pris [23] et à la nature positive ou négative des émotions sous-jacentes au contexte décisionnel [27, 28, 30]. Ce dernier point a particulièrement été

relevé en décision sous ambiguïté, qui a donné lieu à des mesures de réponses émotionnelles et pour laquelle une déficience décisionnelle avec l'âge a fréquemment été rapportée. Cette déficience pose d'abord la question de son interprétation. Elle est entendue soit comme un vieillissement prématuré de la partie orbitale du cortex préfrontal au regard de celle dorso-latérale [26-29] soit comme liée à un niveau de complexité exécutif accru, requis pour réussir l'IGT et sensible aux effets de l'âge [22] ainsi qu'à certaines variables, dont le niveau socio-culturel [31]. Ceci pose bien évidemment en premier lieu la question controversée des corrélats exécutifs cognitifs de l'IGT. *Insérez ci-dessous le tableau 1*

6 NEURO-DEGENERESCENCES SOUS-CORTICO-FRONTALES

6.1 Maladie de Parkinson (tableau 2) :

La maladie de Parkinson (MP) relève d'une déplétion dopaminergique nigro-striée entraînant des troubles moteurs, mais aussi exécutifs cognitifs et comportementaux. Ces troubles exécutifs expliquent notamment pourquoi cette pathologie a particulièrement été étudiée sous chacune des modalités décisionnelles. La modalité sous risque a surtout témoigné de résultats homogènes faisant prévaloir une déficience décisionnelle corrélée à celle exécutive cognitive, en particulier avec la flexibilité mentale [32-34]. En revanche, les résultats en modalité sous ambiguïté s'avèrent hétérogènes, sinon contradictoires. Certains auteurs n'ont pas constaté de déficience décisionnelle des patients souffrant de MP comparés à des sujets contrôles [34-37], alors que d'autres l'ont rapportée [33, 38-42]. Lorsqu'elle a été relevée, cette déficience a généralement été caractérisée par une prise de risque croissante, sans prise en compte des renforcements (feedbacks) négatifs. Par ailleurs, la majorité des études, différenciant ou non les patients souffrant de MP des sujets contrôles, n'ont pas relevé de corrélations entre fonctions cognitives, dont les fonctions exécutives, et performances à l'IGT. En revanche, d'autres corrélats ont été rapportés dont des corrélats émotionnels [41] ou d'autres relatifs à la capacité à inférer des états mentaux sur autrui [39], ou encore relatifs à l'activation ou au

volume du cortex préfrontal droit [36, 42]. Seuls Delazer et al. [33] ainsi que Pagonabarraga et al. [40] ont rapporté des corrélations entre les derniers essais de l'IGT (partie « sous risque » en raison de l'émergence d'un savoir explicite) et les performances en mémoire de travail pour les premiers, ainsi qu'avec des performances de cognition globale pour les seconds.

Ces résultats contradictoires semblent donc avoir pour principal point commun de témoigner d'un manque de corrélations fortes entre performances décisionnelles mesurées par l'IGT et performances exécutives cognitives, suggérant pour certains auteurs la capacité de l'épreuve à appréhender des processus neuropsychologiques non évalués par les tests standards [19]. Cependant, leur fiabilité est d'autant critiquée qu'il existe des controverses quant au rôle précis de la complémentation dopaminergique sur le système de récompense. Ainsi, Czernecki et al. [35] ont constaté que la médication dopaminergique semblait avoir un effet sur l'apathie des patients parkinsoniens, mais non sur leur sensibilité à la récompense. Cools et al. [43] ont montré que la médication dopaminergique atténuait les troubles de la flexibilité cognitive des patients parkinsoniens mais augmentait leur prise de risque, en décision sous risque (*Cambridge Game Task - CGT*). Enfin, Poletti et al. [37] ont rapporté des performances comparables entre des patients parkinsoniens nouvellement diagnostiqués et non encore traités et des sujets contrôles à l'IGT. Par ailleurs, il existe aussi des controverses relatives à la portion striatale primitivement affectée par la déplétion dopaminergique dans la MP. Ainsi, l'hypothèse de Braak et al [44] suppose une atteinte primitive de la partie ventrale, impliquant la voie fronto-striatale limbique ou orbito-frontale [15], supposée principal substrat neuro-anatomique de la prise de décision sous ambiguïté. En revanche, d'autres hypothèses [45-47] supposent une atteinte primitive de la partie dorsale (noyau caudé) concernant en priorité la voie fronto-striatale cognitive ou dorso-latérale [15] et donc les compétences exécutives impliquées dans la prise de décision sous risque. Ainsi, ces controverses quant à l'atteinte

primitive dans la MP et au rôle joué par la complémentation dopaminergique sont susceptibles d'alimenter elles-mêmes les controverses relatives aux corrélats décisionnels sous ambiguïté et à la viabilité de la théorie des marqueurs somatiques.

Insérez ici le tableau 2

7 NEURODEGENERESCENCES CORTICALES

7.1 Démence fronto-temporale (tableau 3) :

La démence fronto-temporale (DFT), dans sa variante frontale ou comportementale, est marquée par une dégénérescence neurale du cortex préfrontal. Elle est le plus souvent cliniquement confirmée par les troubles du comportement et une indifférence émotionnelle majeure alors même que les fonctions cognitives, dont celles exécutives, sont encore entièrement préservées.

Les diverses études réalisées [48-52] semblent d'abord montrer la contribution essentielle des outils décisionnels, quelle que soit la modalité concernée, dans le diagnostic précoce de la maladie, et ce avant même l'apparition de tout trouble cognitif. Cette déficience décisionnelle est caractérisée par une prise de risque majeure, s'accroissant à mesure des essais, sans composante apparemment impulsive (augmentation du temps de délibération à mesure des essais dans l'étude de Rahman et al. [48]). Les tâches issues de la théorie de l'Esprit, utilisées ici afin d'évaluer les capacités à inférer des émotions sur autrui, disposeraient également d'une grande sensibilité dans la DFT (caractérisée par une indifférence émotionnelle majeure précoce), mais ne seraient pas corrélées aux performances à l'IGT, laissant supposer des circuits neuraux séparés au sein du cortex orbito-frontal [49, 50].

Rahman et al [48], ainsi que Manes et al. [51] ont en particulier rapporté une intégrité complète des processus exécutifs cognitifs chez leurs patients souffrant de DFT en dépit d'une prise de risque persistante aux tâches décisionnelles. Ceci laisserait ainsi supposer une

séparabilité des circuits neuraux liés au système de récompense de ceux liés aux processus exécutifs cognitifs au sein du cortex préfrontal. D'une part, ceci pourrait être conforté par une autre étude de Rahman et al. [52] montrant que l'absorption d'une dose de 40 milligrammes de méthylphénidate (Ritaline ®) atténuait la prise de risque, mais n'avait pas d'effet sur les fonctions exécutives chez ces patients. D'autre part, ceci est également congruent avec les études princeps de Bechara et al. [3, 12], qui constataient des choix désavantageux croissant en dépit d'un savoir explicite adéquat de la situation ambiguë à l'IGT, (et de fonctions cognitives préservées), chez les patients ayant des lésions du cortex préfrontal ventro-médian. Ceci semblerait donc confirmer le rôle particulier des renforcements et du système de récompense dans la prise de décision, indépendamment de l'intégrité des fonctions cognitives et notamment exécutives [3, 12, 53], quelle que soit la modalité décisionnelle mise en jeu [5].

Insérez ici le tableau 3

7.2 Maladie d'Alzheimer (tableau 4) :

La maladie d'Alzheimer (MA) est caractérisée par une dégénérescence neuronale affectant primitivement le système limbique, puis les cortex associatifs frontaux, pariétaux et occipitaux [54]. En raison des troubles cognitifs mais aussi émotionnels précoces, il en est attendu certains impacts sur la prise de décision toutes modalités confondues.

Les trois principales études connues, dont deux réalisées par l'Université d'Innsbruck, se sont intéressées à comparer des patients Alzheimer au stade débutant à des sujets contrôles tant en modalité sous risque [55], qu'en modalité sous ambiguïté [56], que sous les deux modalités [1]. En modalité sous risque et règles stables (GDT), les patients atteints de MA se sont révélés comparables aux sujets contrôles, mais témoignaient de plus d'alternatives entre paris risqués et prudents. Cette incapacité à conserver une stratégie stable a été interprétée par Delazer et al. [55] comme relevant d'une stratégie de randomisation, afin de compenser

l'incapacité à estimer les risques pris. Cette stratégie est devenue encore plus évidente dès lors que ces patients ont été invités à adapter le montant joué à la probabilité d'occurrence de l'évènement variant à chaque essai. Ainsi, Sinz et al. [1] ont rapporté une déficience des patients souffrant de MA à la *Probability-Associated Gambling Task (PAG)*, liée à leurs difficultés à estimer des probabilités. Les auteurs de cette dernière étude soulignaient des corrélations avec diverses performances exécutives, confirmant l'implication de la voie fronto-striatale cognitive en décision sous risque. Dans la modalité sous ambiguïté, Torralva et al. [56] ont montré que les patients souffrant de MA étaient déficients à l'IGT et que leurs performances décisionnelles étaient corrélées avec leurs performances cognitives (mémoire antérograde verbale et visuelle). Sinz et al. [1] ont constaté que ces patients étaient inférieurs aux sujets contrôles de par leur net-score, montrant que leur courbe d'apprentissage déclinait à partir du troisième bloc d'essais, au contraire de celle des sujets contrôles. Les patients atteints de MA se différenciaient aussi des sujets contrôles de par la fréquence des changements entre tas avantageux et désavantageux, corrélée avec certaines performances exécutives (*subtest Go No go de la Batterie Rapide d'Efficience Frontale - BREF*). Les auteurs ont rapporté également des corrélations entre le dernier bloc d'essais de l'IGT (considéré comme étant sous risque) et les performances globales à la BREF, ainsi qu'à l'épreuve d'*empans chiffrés*. Ces résultats ont été interprétés dans le sens d'une incapacité des malades Alzheimer à apprendre à partir de feedbacks.

Ainsi, de la même façon qu'en décision sous risque où ces patients sont incapables d'estimer des probabilités plus ou moins complexes, ces déficiences cognitives dans la MA ne se traduisent pas par une prise de risque majeure en choisissant les récompenses immédiates les plus élevées, mais par une stratégie plus prudente de randomisation des choix.

Insérez ici le tableau 4

8 MILD COGNITIVE IMPAIRMENT (tableau 5)

Le Mild Cognitive Impairment (MCI) rassemble des atteintes cognitives infra-cliniques de diverses natures, supposées initialement représenter un stade intermédiaire entre le vieillissement normal et la maladie d'Alzheimer [57]. Pour autant, d'autres évolutions ont été décrites, dont diverses atteintes corticales, ou sous corticales, ainsi que des affections dépressives, mais aussi le retour à la normale [58, 59]. L'hétérogénéité clinique, étiologique et évolutive de cette entité nous invite donc à lui attribuer une place à part dans cette revue.

A l'heure actuelle, deux études décisionnelles dans le MCI ont été publiées. Une première étude réalisée par Zamarian et al. [60] a comparé 22 de ces patients à 22 sujets contrôles sous les deux modalités décisionnelles. Cependant, la modalité sous risque a été complexifiée de par la création d'une version révisée de la PAG, nécessitant d'intégrer, outre l'estimation de la probabilité d'occurrence de l'évènement variant à chaque essai, la congruence de la somme à jouer, celle-ci pouvant être tantôt positive, tantôt négative. Dans ce contexte, les patients souffrant de MCI s'avéraient déficients comparés aux sujets contrôles, de par leurs difficultés à intégrer conjointement deux sources d'informations. Leurs patterns de réponses suggéraient qu'ils adaptaient leur décision exclusivement à la probabilité d'occurrence de l'évènement, sans tenir compte de la congruence de la somme jouée. La modalité sous ambiguïté a montré de son côté que la stratégie de ces patients consistait essentiellement à se détourner d'un tas (quel qu'il soit), dès lors qu'ils recevaient une pénalité. Cependant, étant incapables d'identifier les tas avantageux et donc d'acquérir un savoir explicite complet de la situation ambiguë, de par leur déficience cognitive, ils tendaient déjà à randomiser leurs sélections en adoptant une stratégie d'évitement de tout renforcement négatif, montrant déjà un profil décisionnel proche de celui des patients Alzheimer. Une seconde étude réalisée par Jacus et al. [61] a comparé directement des patients Alzheimer débutants et des patients souffrant de MCI à des sujets contrôles, du point de vue décisionnel et de l'apathie. Apathie et prise de

décision ont en effet des processus neuropsychologiques et des substrats neuro-anatomiques communs, bien que leurs liens restent encore mal connus. La prise de décision a été évaluée par l'IGT (sous ambiguïté) et la GDT (sous risque). L'apathie a été évaluée par l'échelle multidimensionnelle *Lille Apathie Rating Scale (LARS)* [62], intégrant quatre composantes de l'apathie : cognitive, comportementale (prise d'initiative), émotionnelle et métacognitive (autocritique). Les résultats ont montré d'une part une comparabilité des patients Alzheimer et MCI, tous deux inférieurs au groupe contrôle pour chacune des modalités décisionnelles. D'autre part, l'apathie globale n'était pas liée aux performances décisionnelles sous chacune des modalités, mais les dimensions cognitives et comportementales étaient respectivement des prédicteurs des performances à la GDT et à l'IGT. Ces résultats ont été analysés en lien avec le modèle comportemental de l'apathie proposé par Levy et Dubois [63,64]. Ils témoignaient de la sensibilité cognitive de la GDT en rapport avec l'inertie cognitive, et de la sensibilité de l'IGT au système de récompense en rapport avec l'auto-activation comportementale (prise d'initiative). En revanche, la question des liens de causalité entre prise d'initiative et prise de décision sous ambiguïté n'a pu être précisée.

Insérez ici le tableau 5

9 SYNTHÈSE

La prise de décision se réfère donc à un ensemble de processus neuropsychologiques depuis le choix d'une option jusqu'à l'évaluation de ses conséquences, ce qui rend ce phénomène extrêmement complexe et élaboré. Son évaluation va donc intégrer diverses variables liées à la nature de la tâche (modalité décisionnelle) mais aussi à la prise de risque, etc. Ainsi, l'évaluation de la prise de décision sous ambiguïté est notamment subordonnée à la déduction de règles implicites, alors que l'évaluation décisionnelle sous risque est plus volontiers subordonnée au calcul de probabilités. Pour autant, et ainsi que nous l'avons vu, c'est bien cet ensemble de capacités, mais encore la capacité à évaluer les conséquences de ses choix et à

adapter sa stratégie en fonction des renforcements, qui constituent la prise de décision en neuropsychologie. Dans l'état actuel des connaissances, au moins deux grandes composantes neuropsychologiques semblent impliquées dans la prise de décision. D'une part, il existe une composante cognitive et particulièrement exécutive (estimation du risque, planification, etc.), en lien notamment avec les territoires dorso-frontaux. D'autre part, une composante émotionnelle, ou exécutive comportementale, semble impliquée de par la sensibilité aux renforcements et le rôle particulier du système de récompense, en lien avec les territoires frontaux ventro-médians incluant ceux orbito-frontaux. L'interaction entre la modalité décisionnelle et ces deux grandes composantes neuropsychologiques constitue un premier niveau de complexité. Ainsi, si la modalité sous risque semble solliciter particulièrement la composante cognitive et semble disposer de corrélats exécutifs mieux circonscrits que la modalité sous ambiguïté [65], les neuropathologies liées à l'âge et les lésions qui les accompagnent semblent nous apprendre que ces deux composantes (processus exécutifs cognitifs et système de récompense) sont vraisemblablement impliquées dans chacune des modalités décisionnelles et susceptibles de dissociations. Les lésions de nature frontale affectent chacune des modalités décisionnelles, car elles affectent notamment la dernière étape des processus décisionnels (évaluation des conséquences du choix), soit l'utilisation du feed-back, parfois indépendamment des composantes cognitives. Ainsi, les deux modalités décisionnelles sont altérées indépendamment de la cognition dans les pathologies de nature orbito-frontale. Les deux modalités décisionnelles sont tout autant altérées dans les neuropathologies marquées par une symptomatologie essentiellement cognitive (notamment la MA). Ainsi, les lésions de nature dorso-frontale et/ou temporale affectent notamment la première étape du processus décisionnel (choix de l'option) de par l'incapacité à estimer des probabilités en modalité sous risque, comme de par l'incapacité à mémoriser différents feed-backs en modalité sous ambiguïté. Dans la MA, la préférence marquée pour une stratégie de

randomisation des choix, indépendamment des renforcements immédiats perçus et/ou reçus, plaide alors en faveur d'une relative préservation du système de récompense, indépendamment de la cognition qui est altérée.

Les processus décisionnels s'avèrent extrêmement fragiles et altérés dès les stades infra-cliniques de neuropathologies, mais encore parfois dès le vieillissement normatif, ce en raison du fléchissement exécutivo-frontal lié à l'âge [2]. De surcroît, les interactions entre les modifications dans les stratégies décisionnelles au cours du vieillissement normatif et la modalité décisionnelle constituent vraisemblablement un second niveau de complexité dans l'évaluation de la prise de décision au cours de l'avancée en âge. L'utilisation des feed-backs en fonction des capacités de mémoire de travail, la plus grande sensibilité au risque et la préférence pour le système d'incitation à l'action au regard du système aversif, rendent possiblement compte d'une plus grande difficulté des aînés à décider, particulièrement dans des situations ambiguës, ainsi que l'avaient initialement rapporté Denburg et al. [26-28]. Il serait donc souhaitable de bénéficier d'études décisionnelles au cours du vieillissement usuel, utilisant plusieurs modalités [10], incluant bien sûr l'IGT, et en requérant du sujet la déduction du savoir explicite de la situation ambiguë [65]. Ceci devrait être mis en lien avec diverses évaluations exécutives cognitives, mais aussi émotionnelles, dans la mesure où il est probable que l'IGT sollicite les composantes cognitives et émotionnelles [66], et que chacune d'entre-elles se modifie avec l'avancée en âge.

Enfin, il subsiste d'importantes interrogations quant aux qualités métrologiques des outils d'évaluation décisionnelle. S'ils apparaissent particulièrement sensibles aux diverses neuropathologies, leur spécificité est plus discutable [67,68]. Par ailleurs, la valeur pathologique de cette sensibilité est toujours objet de controverses en l'absence de consensus et de validation métrologique [69]. L'absence de validité de construit et donc de validité écologique de ces outils d'évaluation est aussi régulièrement pointée [69,70]. Pour autant,

celle-ci sera particulièrement difficile, sinon impossible, à établir eu égard à la multiplicité des processus neuropsychologiques impliqués dans la prise de décision, et donc à son aspect particulièrement « impur », ainsi qu'à l'absence de critère extérieur unique. Signalons par ailleurs que ce même problème de validité écologique de la tâche demandée existe déjà pour certaines évaluations exécutives plus rudimentaires. Cependant, il conviendrait au moins de préciser la sensibilité des outils décisionnels dans le vieillissement, de la même façon que de préciser différents profils (prise de risque croissante – randomisation des choix) éventuellement aptes à garantir la spécificité de telles épreuves.

10 CONCLUSION

L'utilisation d'épreuves d'évaluation de la prise de décision doit donc rester pour l'instant dans le domaine de la recherche, en raison de leurs insuffisances métrologiques, ainsi que des méconnaissances encore importantes des processus décisionnels, de leurs substrats et de leurs corrélats. La validation écologique de ces outils d'évaluation sera probablement très délicate en raison de la dimension composite des processus décisionnels et notamment de l'importance des caractéristiques de la tâche requise par l'outil d'évaluation, conditionnant l'évaluation de ces processus décisionnels. Cependant, si l'évaluation de la prise de décision passe par l'évaluation de compétences exécutives de natures différentes suivant la tâche requise, le point commun de ces épreuves est de solliciter à différents degrés la capacité à choisir en utilisant les renforcements reçus préalablement. En ce sens, la validation de construit de tels outils suppose en premier lieu qu'ils répondent à une définition et une conceptualisation précises des processus décisionnels, depuis les divers facteurs influant sur le choix d'une option, jusqu'à l'évaluation des conséquences de ce choix, chacune des étapes étant étroitement associée aux autres dans la prise de décision.

Conflit d'intérêt : aucun.

11 REFERENCES

1. **Sinz H, Zamarian L, Benke T, Wenning GK, Delazer M.** Impact of ambiguity and risk on decision making in mild Alzheimer's disease. *Neuropsychologia* 2008; 46(7): 2043-55.
2. **West RL.** An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin* 1996; 120(2): 272-92.
3. **Bechara A, Damasio H, Tranel D, Anderson SW.** Dissociation of Working Memory from Decision-Making within the Human Prefrontal Cortex. *J Neurosci* 1998; 18: 428-37.
4. **Volz KG, Schubotz RI, Von Cramon DY.** Decision-making and the frontal lobes. *Curr Opin Neurol* 1996; 19(4): 401-06.
5. **Brand M, Labudda K, Markowitsch HJ.** Neuropsychological correlates of decision-making in ambiguous and risky situations. *Neural Netw* 2006; 19(8): 1266-76.
6. **Brand M, Recknor EC, Grabenhorst F, Bechara A.** Decision under ambiguity and decision under risk: correlations with executive functions and comparisons of two different gambling tasks with implicit and explicit rules. *J Clin Exp Neuropsychol* 2007; 29(1): 86-99.
7. **Zelazo PD, Muller U.** Executive function in typical and atypical development. In: Goswami U, ed. *Handbook of Childhood Cognitive Development*. Oxford: Blackwel; 2002: 445-89.
8. **Krain AL, Wilson AM, Arbuckle R, Castellanos FX, Milham MP.** Distinct neural mechanisms of risk and ambiguity: A meta-analysis of decision-making. *Neuroimage* 2006; 32: 477-84.
9. **Ernst M, Paulus MP.** Neurobiology of Decision making: A Selective Review from a Neurocognitive and Clinical Perspective. *Biol Psychiatry* 2005; 58: 597-604.
10. **Gleichgerrcht E, Ibanez A, Roca M, Torralva T, Manes F.** Decision-making cognition in neurodegenerative diseases. *Nat Rev Neurol* 2010; 6: 611-23.
11. **Paus T, Petrides M, Evans AC, Meyer E.** Role of the human anterior cingulate cortex in the control of oculomotor, manual, and speech responses: a positron emission tomography study. *J Neurophysiol* 1993; 70: 453-69.
12. **Bechara A, Anderson SW, Damasio AR, Damasio H.** Insensitivity to future consequences following damage to the human prefrontal cortex. *Cognition* 1994; 50 (1-3):7-15.
13. **Brand M, Fujiwara E, Borsutzky S, Kalbe E, Kessler J.** Decision-Making Deficits of Korsakoff Patients in a New Gambling Task With Explicit Rules: Associations With Executive Functions. *Neuropsychology* 2005; 19(3): 267-77.
14. **Rogers RD, Owen AM, Middleton HC, Williams, EJ, Pickard JD, Sahakian BJ, et al.** Choosing between small, likely rewards and large, unlikely rewards activates inferior and orbital prefrontal cortex. *J Neurosci* 1999; 19(20): 9029-38.
15. **Alexander GE, Crutcher MD.** Functional architecture of basal ganglia circuits: Neural substrates of parallel processing. *Trends Neurosci* 1990; 12: 366-75.
16. **Bechara A, Tranel D, Damasio H.** Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain* 2000; 123(pt 11): 2189-202.
17. **Maia TV, Mc Clelland JL.** A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: What participants really know in the Iowa Gambling Task. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2004; 101: 16075-80.
18. **Dunn BD, Dalgleish T, Lawrence AD.** The somatic marker hypothesis: A critical evaluation. *Neurosci Biobehav Rev* 2006; 30(2): 239-71.
19. **Toplak ME, Sorge GB, Benoit A, West RF, Stanovich KE.** Decision-making and cognitive abilities: A review of associations between Iowa Gambling Task performance, executive functions, and intelligence. *Clin Psychol Rev* 2010; 30: 562-81.

20. **Labudda K, Woermann FG, Mertens M, Pohlmann-Eden B, Markovitsch HJ, Brand M.** Neural correlates of decision making with explicit information about probabilities and incentives in elderly healthy subjects. *Exp Brain Res* 2008; 187: 641-50.
21. **Dror IE, Katona M, Mungur K.** Age differences in decision making: to take a risk or not? *Gerontology* 1998; 44(2): 67-71.
22. **Zamarian L, Sinz H, Bonnati E, Gamboz N, Delazer M.** Normal aging affects decisions under ambiguity, but not decisions under risk. *Neuropsychology* 2008; 22(5): 645-57.
23. **Deakin J, Aitken M, Robbins T, Sahakian BJ.** Risk taking during decision-making in normal volunteers changes with age. *J Int Neuropsychol Soc* 2004; 10(4): 590-8.
24. **Lamar M, Resnick SM.** Aging and prefrontal functions: dissociating orbitofrontal and dorsolateral abilities. *Neurobiol Aging* 2004; 25(4): 553-8.
25. **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(4): 598-609.
26. **Denburg NL, Tranel D, Bechara A.** The ability to decide advantageously declines prematurely in some normal older persons. *Neuropsychologia* 2005; 43(7): 1099-106.
27. **Denburg NL, Recknor EC, Bechara A, Tranel D.** Psychophysiological anticipation of positive outcomes promotes advantageous decision-making in normal older persons. *Int J Psychophysiol* 2006; 61(1), 19-25.
28. **Denburg NL, Cole C, Hernandez M, Yamada T, Tranel D, Bechara A, et al.** The orbitofrontal cortex, real-world decision-making, and normal aging. *Ann N Y Acad Sci* 2007; 1121: 480-98.
29. **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(3): 480-9.
30. **Wood S, Busemeyer J, Kolling A, Cox CR, Davis H.** Older adults as adaptive decision makers: evidence from the Iowa Gambling Task. *Psychol Aging* 2005; 20(2): 220-5.
31. **Davis C, Fox J, Patte K, Curtis C, Strimas R, Reid C, et al.** Education level moderates learning on two versions of the Iowa Gambling Task. *J Int Neuropsychol Soc* 2008; 14(6): 1063-8.
32. **Brand M, Labudda K, Kalbe E, Hilker R, Emmans D, Fuch G, et al.** Decision-making impairments in patients with Parkinson's disease. *Behav Neurol* 2004; 15(3-4): 77-85.
33. **Delazer M, Sinz H, Zamarian L, Stockner H, Seppi K, Wenning GK, et al.** Decision making under risk and under ambiguity in Parkinson's disease. *Neuropsychologia* 2009; 47: 1901-8.
34. **Euteneuer F, Schaefer F, Stuermer R, Boucsein W, Timmermann L, Barbe MT, 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.
35. **Czernecki V, Pillon B, Houeto JL, Pochon JB, Levy R, Dubois B.** Motivation, reward, and Parkinson's disease: influence of dopatherapy. *Neuropsychologia* 2002; 40: 2257-67.
36. **Thiel A, Hilker R, Kessler J, Habedank B, Herholz K, Heiss WD.** Activation of basal ganglia loops in idiopathic Parkinson's disease: a PET study. *J Neural Transm* 2003; 110(11): 1289-301.
37. **Poletti M, Frosini D, Lucetti C, Del Dotto P, Ceravolo R, Bonuccelli U.** Decision making in de novo Parkinson's disease. *Mov Disord* 2010; 25: 1432-6.
38. **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(4): 185-92.

39. **Mimura M, Oeda R, Kawamura M.** Impaired decision-making in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2006; 12(3): 169-75.
40. **Pagonabarraga J, Garcia-Sanchez C, Llebaria G, Pascual-Sedano B, Gironell A, Kulisevsky J.** Controlled Study of Decision-Making and Cognitive Impairment in Parkinson's Disease. *Mov Disord* 2007; 22(10): 1430-5.
41. **Kobayakawa M, Koyama S, Mimura M, Kawamura M.** Decision making in Parkinson's disease: Analysis of behavioral and physiological patterns in the Iowa Gambling Task. *Mov Disord* 2008; 23(4): 547-52.
42. **Ibarretxe-Bilbao N, Junque C, Tolosa E, Marti MJ, Valldeoriola F, Bargallo N, et al.** Neuroanatomical correlates of impaired decision-making and facial emotion recognition in early Parkinson's disease. *Eur J Neurosci* 2009; 30(6): 1162-71.
43. **Cools R, Barker RA, Sahakian BJ, Robbins TW.** L-Dopa medication remediates cognitive inflexibility, but increases impulsivity in patients with Parkinson's disease. *Neuropsychologia* 2003; 41(11): 1431-41.
44. **Braak H, Del Tredici K, Rüb U, de Vos RA, Jansen Steur EN, Braak E.** Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease. *Neurobiol Aging* 2003; 24(2):197-211.
45. **Kish SJ, Shannak K, Hornykiewicz O.** Uneven pattern of dopamine loss in the striatum of patients with idiopathic Parkinson's disease: pathophysiologic and clinical implications. *N Engl J Med* 1988; 318(14): 876-80.
46. **Gibb WR, Lees A.** Anatomy, pigmentation, ventral and dorsal subpopulations of the substantia nigra, and differential cell death in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1991; 54(5): 388-96.
47. **Agid Y, Ruberg M, Javoy-Agid F, Hirsh E, Raisman-Vozari R, Vyas S, et al.** Are dopaminergic neurons selectively vulnerable to Parkinson's disease? In: Narabayashi H, Nagatsu T, Yanagisawa N, Mizuno Y, ed. *Advances in neurology*. New York: Raven Press; 1993: 148-164.
48. **Rahman S, Sahakian BJ, Hodges JR, Rogers RD, Robbins TW.** Specific cognitive deficits in mild frontal variant frontotemporal dementia. *Brain* 1999; 122: 1469-93.
49. **Torralva T, Kipps CM, Hodges JR, Clark L, Bekinschtein T, Roca M, 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.
50. **Torralva T, Roca M, Gleichgerrcht E, Bekinschtein T, Manes F.** A neuropsychological battery to detect specific executive and social cognitive impairments in early frontotemporal dementia. *Brain* 2009; 132: 1299-309.
51. **Manes F, Torralva T, Roca M, Gleichgerrcht E, Bekinschtein TA, Hodges JR.** Frontotemporal dementia presenting as pathological gambling. *Nat Rev Neurol* 2010; 6(6): 347-52.
52. **Rahman S, Robbins TW, Hodges JR, Mehta MA, Nestor PJ, Clark L, et al.** Behavior in the frontal variant of frontotemporal dementia. *Neuropsychopharmacology* 2006; 31(3): 651-8.
53. **Bechara A, Damasio H, Tranel D, Damasio AR.** The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: some questions and answers. *Trends Cogn Sci* 2005; 9(4): 159-62.
54. **Delacourte A, Sergeant N, Champain D, Wattez A, Maurage CA, Lebert F, et al.** Nonoverlapping but synergetic tau and APP pathologies in sporadic Alzheimer's disease. *Neurology* 2002; 59:398-407.
55. **Delazer M, Sinz H, Zamarian L, Benke T.** Decision-making with explicit and stable rules in mild Alzheimer's disease. *Neuropsychologia* 2007; 45(8): 1632-41.

56. **Torrvalva T, Dorrego F, Sabe L, Chemerinski E, Starkstein SE.** Impairments of social cognition and decision making in Alzheimer's disease. *Int Psychogeriatr* 2000; 12(3): 359-68.
57. **Petersen RC, Smith GE, Waring SC, Ivnik RJ, Tangalos EG, Kokmen E.** Mild Cognitive Impairment: clinical characterization and outcome. *Arch Neurol* 1999; 56(3): 303-8.
58. **Dubois B, Beato R, Kalafat M.** Avant la démence... ou les limites du concept de trouble cognitif léger. *Medicine/Sciences* 2002; 18: 775-9.
59. **Dubois B, Feldman HH, Jacova C, Dekosky ST, Barbeger-Gateau P, Cummings J, et al.** Research criteria for the diagnosis of Alzheimer's disease: revising the NINCDS-ADRDA criteria. *Lancet Neurol* 2007; 6(8): 734-46.
60. **Zamarian L, Weiss EM, Delazer M.** The Impact of Mild Cognitive Impairment on Decision Making in Two Gambling Tasks. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2011; 66(1): 23-31.
61. **Jacus JP, Bayard S, Raffard S, Gély-Nargeot MC.** Prise de décision et apathie dans la maladie d'Alzheimer débutante et le Trouble Léger de la Cognition. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil* 2013 ; 11(2) : 215-23.
62. **Sockeel P, Dujardin K, Devos D, Denève C, Destée A, Defebvre L.** The Lille Apathy Rating Scale (LARS), a new instrument for detecting and quantify apathy: validation in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006; 77: 579-84.
63. **Levy R, Dubois B.** Apathy and the Functional Anatomy of the Prefrontal Cortex-Basal Ganglia Circuits. *Cereb Cortex* 2006; 16: 916-28.
64. **Jacus JP, Dupont MP, Bonnoron S, Pelix C, Large H.** Modèles motivationnels et comportementaux de l'apathie: intérêts et limites. *La Revue de Gériatrie* 2012; 37(10): 793-806.
65. **Jacus JP, Bayard S, Raffard S, Bonnoron S, Gély-Nargeot MC.** Prise de décision dans le vieillissement normal et pathologique. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil* 2012; 10(4): 437-44.
66. **Guillaume S, Jollant F, Jaussent I, Lawrence N, Malafosse A, Courtet P.** Somatic markers and explicit knowledge are both involved in decision-making. *Neuropsychologia* 2009; 47: 2120-4.
67. **Bertoux M, Funkiewiez A, O'Callaghan C, Dubois B, Hornberger M.** Sensitivity and specificity of ventromedial prefrontal cortex tests in behavioral variant frontotemporal dementia. *Alzheimers Dement* 2013; 9(5): S84-94.
68. **Kloeters S, Bertoux M, O'Callaghan C, Hodges JR, Hornberger M.** Money for nothing — Atrophy correlates of gambling decision making in behavioural variant frontotemporal dementia and Alzheimer's disease. *Neuroimage* 2013; 2: 263-72.
69. **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.
70. **Buelow T, Suhr JA.** Construct validity of the Iowa Gambling Task. *Neuropsychol Rev* 2009; 19: 102-14.

Tableau 1 : Principales études décisionnelles au cours du vieillissement usuel :
Table 1 : Main decision-making studies in normal aging :

Vieillessement usuel :	Sujets :	Tâches décisionnelles et autres épreuves :	Résultats :
Dror et al. (1998) [21] :	18 sujets jeunes versus 18 sujets âgés	<i>Game of Blackjack</i> (sous risque)	Les deux groupes sont comparables
MacPherson et al. (2002) [25] :	30 sujets (20-28 ans), versus 30 sujets (40-59 ans), versus 30 sujets (60-80 ans)	Tâches supposées impliquer le CPFDL versus tâches supposées impliquer le CPFDM dont l' <i>IGT</i>	Tâches CPFDL : sujets âgés < sujets jeunes Tâches CPFDM dont <i>IGT</i> : sujets âgés = sujets jeunes
Deakin et al. (2004) [23] :	177 sujets adultes	<i>CGT</i> (sous risque)	La performance décisionnelle et la prise de risque diminuent avec l'âge
Lamar et al. (2004) [24] :	23 sujets jeunes versus 20 sujets âgés	Tâches supposées impliquer le COF dont l' <i>IGT</i> , versus tâches exécutives supposées impliquer le CPFDL	Tâches exécutives et <i>IGT</i> : sujets âgés = sujets jeunes Tâches supposées impliquer le COF hors <i>IGT</i> : sujets âgés < sujets jeunes
Wood et al. (2005) [30] :	88 sujets jeunes versus 67 sujets âgés	<i>IGT</i> (sous ambiguïté)	Sujets âgés = sujets jeunes, mais les sujets jeunes s'appuient sur un meilleur apprentissage des renforcements reçus et sur le système aversif comparés aux sujets âgés utilisant les deux systèmes
Denburg et al. (2005) [26] :	40 sujets jeunes versus 40 sujets âgés	<i>IGT</i> (sous ambiguïté)	Sujets âgés < sujets jeunes
Denburg et al. (2006) [27] :	80 sujets âgés	<i>IGT</i> (sous ambiguïté avec RED)	25% des sujets âgés sont déficients à l' <i>IGT</i> et ont une RED anticipatoire, à l'égard des options avantageuses, plus faible que celle des sujets âgés efficaces
Denburg et al. (2007a) [28] :	40 sujets jeunes versus 40 sujets âgés	<i>IGT</i> (sous ambiguïté)	62,5% des sujets âgés sont déficients ou limites à l' <i>IGT</i> (< 21/100) versus 7,5% des sujets jeunes
Denburg et al. (2007b) [28] :	23 sujets âgés déficients à l' <i>IGT</i> versus 31 sujets âgés efficaces	<i>IGT</i> (sous ambiguïté avec RED)	Les deux groupes diffèrent par l'amplitude de la RED anticipatoire à l'égard des options avantageuses, qui est plus importante chez les sujets âgés efficaces
Denburg et al. (2007c) [28] :	20 sujets jeunes efficaces à l' <i>IGT</i> , versus 15 sujets âgés efficaces, versus 14 sujets âgés déficients	<i>IGT</i> (sous ambiguïté) et jugements quant à la fiabilité de publicités fictives	Les sujets âgés déficients à l' <i>IGT</i> sont plus enclins à croire en des publicités trompeuses
Fein et al. (2007) [29] :	112 sujets jeunes versus 52 sujets âgés	<i>IGT</i> (sous ambiguïté) ainsi qu'un bilan neuropsychologique et de personnalité	<i>IGT</i> : sujets âgés < sujets jeunes. Les corrélats neuropsychologiques et psychopathologiques de l' <i>IGT</i> varient suivant l'âge
Davis et al. (2008) [31] :	352 sujets (25-50 ans, 285 ♀ et 67 ♂)	<i>IGT</i> (sous ambiguïté) sous deux versions	Effet significatif du niveau socio-culturel à l' <i>IGT</i> , mais pas d'effet de sexe ou de l'âge
Zamarian et al. (2008) [22] :	33 sujets jeunes versus 52 sujets âgés	<i>IGT</i> (sous ambiguïté) et <i>PAG</i> (sous risque) ainsi que tâches exécutives	<i>IGT</i> : sujets âgés < sujets jeunes Corrélations entre stratégies utilisées à l' <i>IGT</i> et performances exécutives <i>PAG</i> : sujets âgés = sujets jeunes

CGT : Cambridge Game Task, *COF* : cortex orbito-frontal, *CPFDL* : cortex préfrontal dorso-latéral, *CPFDM* : cortex préfrontal médian, *RED* : réponse électrodermale, *IGT* : Iowa Gambling Task, *PAG* : Probability Associated Gambling.

Tableau 2 : Principales études décisionnelles dans la maladie de Parkinson :
Table 2 : Main decision-making studies in Parkinson's disease :

Maladie de Parkinson :	Sujets :	Tâches décisionnelles et autres épreuves :	Résultats :
Czernecki et al. (2002) [35] :	23 patients MP (« on » et « off ») versus 28 sujets contrôles	Echelle d'apathie, <i>Stimulus Reward Learning Reversal & Extinction</i> , ainsi que <i>IGT</i> (sous ambiguïté) (2 passations)	<i>IGT</i> net-score (1 ^{ère} passation) : patients MP = sujets contrôles. <i>IGT</i> net-score (2 ^{ème} passation) : seuls les sujets contrôles améliorent leurs performances Influence positive de la L-Dopa seulement sur l'apathie
Cools et al.	12 patients MP (« on »)	<i>CGT</i> (sous risque) et Task	Les patients MP « on » ont des stratégies de paris

(2003) [43] :	et « off ») versus 20 sujets contrôles	switching (flexibilité attentionnelle)	impulsives ou avec aversion tardive, les patients MP « off » ont des troubles de la flexibilité attentionnelle
Thiel et al. (2003) [36] :	5 patients MP versus 5 sujets contrôles	IGT (sous ambiguïté) et imagerie fonctionnelle (TEP)	IGT : patients MP = sujets contrôles. Déficit d'activation du cortex préfrontal chez les patients MP
Brand et al. (2004) [32] :	20 patients MP versus 20 sujets contrôles.	GDT (sous risque) et tâches exécutives	GDT : Patients MP < sujets contrôles. Performances décisionnelles corrélées aux performances exécutives
Perreta et al. (2005) [38] :	16 patients MP débutants (MP déb), versus 16 patients MP évolués (MP évol), versus 19 sujets contrôles	IGT (sous ambiguïté), apprentissage probabiliste (PCL), épreuves exécutives, MMSE et échelle de dépression	A la PCL, épreuves exécutives, MMSE et dépression : (sujets contrôles = patients MP déb) > patients MP évol. A l'IGT : les 2 groupes parkinsoniens sont déficients et < aux sujets contrôles
Mimura et al. (2006) [39] :	18 patients MP versus 23 sujets contrôles	IGT (sous ambiguïté avec RED), GDT (sous risque), tâches exécutives et tâches issues de la théorie de l'Esprit (TTE)	Les patients MP sont < aux sujets contrôles à toutes les épreuves et il y a des corrélations positives entre IGT et TTE
Pagonabarraga et al. (2007) [40] :	35 patients MP versus 31 sujets contrôles	IGT (sous ambiguïté), tâches exécutives et tâches de cognition globale	IGT : patients MP < sujets contrôles. Corrélations entre IGT et tâches de cognition globale
Kobayakawa et al. (2008) [41] :	34 patients MP versus 22 sujets contrôles	IGT (sous ambiguïté avec RED)	Patients MP < sujets contrôles (en lien avec une moindre amplitude de RED)
Ibarretxe-bilbao et al. (2009) [42] :	24 patients MP débutants versus 24 sujets contrôles	IGT (sous ambiguïté) avec mesures volumétriques de la matière grise orbito-frontale (VMG) et tâches de reconnaissance émotionnelle	IGT : patients MP < sujets contrôles avec corrélations entre VMG orbito-frontale et IGT, ainsi qu'entre VMG orbito-frontale et reconnaissance émotionnelle chez les patients MP
Delazer et al. (2009) [33] :	20 patients MP non déments, versus 19 patients MP déments, versus 20 sujets contrôles	IGT (sous ambiguïté) et PAG (sous risque), ainsi que tâches exécutives	Les 2 groupes cliniques sont déficients à l'IGT comparés aux sujets contrôles, alors que seul le groupe des patients parkinsoniens déments est déficient à la PAG
Euteneuer et al. (2009) [34] :	21 patients MP versus 23 sujets contrôles	IGT (sous ambiguïté avec RED), GDT (sous risque), tâches exécutives et tâches issues de la théorie de l'Esprit (TTE)	A l'IGT et aux TTE : Patients MP = sujets contrôles. Aux tâches exécutives et à la GDT : patients MP < sujets contrôles
Poletti et al. (2010) [37] :	30 patients MP <i>de novo</i> versus 25 sujets contrôles	IGT (sous ambiguïté)	Patients MP <i>de novo</i> = sujets contrôles

CGT : Cambridge Game Task, GDT : Game of Dice Task, IGT : Iowa Gambling Task, MP : patients ayant une maladie de Parkinson, MPD : patients déments ayant une maladie de Parkinson, MPnD : patients non-déments ayant une maladie de Parkinson, PAG : Probability Associated Gambling, RED : réponse électrodermale.

Tableau 3 : Principales études décisionnelles dans la démence fronto-temporale :

Table 3 : Main decision-making studies in fronto-temporal dementia :

Démence fronto-temporale :	Sujets :	Tâches décisionnelles et autres épreuves :	Résultats :
Rahman et al. (1999) [48] :	8 patients DFT versus 8 sujets contrôles	CGT (sous risque) ainsi que tâches exécutives et mnésiques	CGT : DFT < sujets contrôles, alors que les 2 groupes sont quasi comparables aux tâches exécutives et mnésiques
Rahman et al. (2006) [52] :	8 patients DFT	CGT (sous risque) et tâches cognitives	40 mg de méthylphénidate atténuent la prise de risque à la CGT, mais sont sans effet sur les performances cognitives
Torralva et al. (2007) [49] :	20 patients DFT débutants versus 10 sujets contrôles	IGT (sous ambiguïté) et tâches issues de la théorie de l'Esprit (TTE)	DFT < sujets contrôles à l'IGT et aux TTE, mais pas de corrélation IGT – TTE

Torralva et al (2009) [50] :	16 DFT à haut ACE, versus 19 DFT à faible ACE, versus 14 sujets contrôles	Bilan cognitif standard et batterie incluant <i>IGT</i> (sous ambiguïté) et tâches issues de la théorie de l'Esprit (TTE)	Seule la batterie incluant l' <i>IGT</i> et les TTE est capable de différencier les DFT à haut ACE des sujets contrôles
Manes et al (2010) [51] :	1 patiente DFT débutante (♀ 69 ans)	<i>IGT</i> (sous ambiguïté) et bilan cognitif standard	Le bilan standard est normatif alors que l' <i>IGT</i> est déficiente et montre une prise de risque majeure
Bertoux et al (2013) [67]	20 patients DFT, versus 20 patients MA, versus 30 sujets contrôles âgés, versus 16 sujets contrôles jeunes	5 épreuves supposées solliciter le CPFVM dont l' <i>IGT</i> (sous ambiguïté)	Toutes ces épreuves supposées solliciter le CPFVM sont sensibles à la pathologie mais l' <i>IGT</i> n'est pas la plus sensible. En revanche, elle est la moins spécifique, ne discriminant aucune des 4 populations
Kloeters et al (2013) [68]	18 patients DFT, versus 17 patients MA, versus 28 sujets contrôles	<i>IGT</i> (dont les performances sont utilisées comme co-variables pour l'imagerie) et imagerie volumétrique (VBM)	Les 3 groupes sont comparables à l' <i>IGT</i> net-score (C+D)-(A+B). Avec le net-score modifié (D-A) : contrôles > (DFT = MA). Ce net-score modifié corrèle avec une atrophie fronto-occipito-cérébelleuse chez les patients DFT et avec une atrophie temporo-pariétale chez les patients MA

ACE : Addenbrooke's Cognitive Examination (évaluation du statut cognitif dans la DFT), CGT : Cambridge Game Task, CPFVM : cortex préfrontal ventromédian, DFT : patients ayant une démence fronto-temporale, IGT : Iowa Gambling Task MA : patients ayant une maladie d'Alzheimer.

Tableau 4 : Principales études décisionnelles dans la maladie d'Alzheimer :

Table 4 : Main decision-making studies in Alzheimer's disease :

Maladie d'Alzheimer :	Sujets :	Tâches décisionnelles et autres épreuves :	Résultats :
Torralva et al (2000) [56] :	25 patients MA versus 20 sujets contrôles	<i>IGT</i> (sous ambiguïté) et épreuves mnésiques	<i>IGT</i> : patients MA < sujets contrôles. Performances décisionnelles corrélées aux performances mnésiques
Delazer et al (2007) [55] :	19 patients MA versus 25 sujets contrôles.	<i>GDT</i> (sous risque)	Patients MA = sujets contrôles, mais les patients MA ont une stratégie plus aléatoire en raison de nombreux changements entre paris prudents et risqués
Sinz et al (2008) [1] :	22 patients MA versus 22 sujets contrôles	<i>IGT</i> (sous ambiguïté), <i>PAG</i> (sous risque), ainsi que tâches exécutives	<i>IGT</i> et <i>PAG</i> : patients MA < sujets contrôles. Corrélations entre performances exécutives et stratégies à l' <i>IGT</i> et à la <i>PAG</i>

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

Tableau 5 : Principales études décisionnelles dans le MCI :

Table 5 : Main decision-making studies in MCI :

MCI :	Sujets :	Tâches décisionnelles et autres épreuves :	Résultats :
Zamarian et al (2011) [60] :	22 patients MCI versus 22 sujets contrôles	<i>IGT</i> (sous ambiguïté), <i>PAG-Revised</i> (sous risque) et tâches exécutives et cognitives	<i>IGT</i> et <i>PAG-R</i> : patients MCI < sujets contrôles. Corrélations entre stratégies à l' <i>IGT</i> et performances exécutives et cognitives
Jacus et al (2013) [61] :	20 patients MA, versus 20 patients MCI, versus 20 sujets contrôles	<i>IGT</i> (sous ambiguïté) et <i>GDT</i> (sous risque), ainsi qu'un questionnaire d'apathie (<i>Lars</i>)	<i>IGT</i> et <i>GDT</i> : (MA = MCI) < sujets contrôles. L' <i>IGT</i> est associée à la composante comportementale de la <i>Lars</i> , alors que la <i>GDT</i> est associée à la composante cognitive

GDT : Game of Dice Task, *IGT* : Iowa Gambling Task, MA : patients ayant une maladie d'Alzheimer, MCI : patients ayant un Mild Cognitive Impairment, *PAG-R* : Probability Associated Gambling Revised.