



Dans l'enfer du jeu

L'addiction aux jeux de hasard et d'argent, réels ou en ligne, est de plus en plus fréquente. Mais comment le cerveau bascule-t-il d'une pratique occasionnelle et récréative au jeu pathologique ?

Jean-Claude Dreher

dirige l'équipe « Neuro-imagerie cognitive : Prise de décision et récompenses », au Centre de neurosciences cognitives de Lyon.

Romain Ligneul

est doctorant, et

Guillaume Sescousse,

a réalisé sa thèse de doctorat dans cette équipe.

La pratique des jeux de hasard et d'argent est un phénomène de société qui inquiète les autorités sanitaires. Les statistiques de l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (INPES) font état de 25 millions de joueurs en France, pour la plupart des joueurs occasionnels ayant une pratique récréative (le jeu ne constitue pas un problème pour eux). Mais il existe aussi un certain nombre – environ 600 000 – de joueurs qui rencontrent des problèmes liés au jeu, et en subissent les effets négatifs. Et pour une troisième catégorie d'utilisateurs le jeu est qualifié de pathologique.

Qu'est-ce qu'un joueur pathologique ? C'est celui qui fait face à des difficultés profondes causées par une dépendance aux jeux de hasard et d'argent. Entre un et deux pour cent de la population générale présenteraient ce type de comportement, même si les chiffres varient d'une étude à l'autre. Depuis son intégration au Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux de l'Association américaine de psychiatrie (dans sa troisième version, le DSM-III), le jeu pathologique a suscité l'intérêt des chercheurs, mais il faut bien avouer qu'il reste peu étudié en France. Pour l'instant, la

recherche scientifique s'est surtout concentrée sur des aspects cliniques, à travers des études épidémiologiques, le développement d'échelles diagnostiques, la question de la prévention, les traitements et leur efficacité. Les travaux à visée fondamentale sont plus rares ; seules quelques équipes se sont intéressées aux facteurs de risque génétiques ou aux substrats neurobiologiques du jeu pathologique. La recherche sur ce plan en est donc à ses débuts, et il paraît urgent d'y consacrer plus d'efforts, afin de mieux comprendre l'ensemble des facteurs influant sur le développement, le maintien et le traitement de cette pathologie.

Une addiction comportementale

Au cours des dernières années, a émergé un début de modèle explicatif du jeu pathologique : tout comme l'achat compulsif, le jeu pathologique est souvent considéré comme une addiction sans produit psychoactif, c'est-à-dire une « addiction comportementale ». Selon le manuel DSM-V, le jeu pathologique, qui occupe la catégorie des « troubles du contrôle des impulsions non classés dans les autres catégories », est

défini comme une « pratique inadaptée, persistante et répétée du jeu ». Le jeu pathologique fournit un modèle d'addiction sans drogue utile pour comprendre ce type d'addictions en général, où les modifications biologiques observées ne peuvent être expliquées par les effets d'une molécule absorbée. Toutefois, au sein même de ce modèle, plusieurs hypothèses s'affrontent pour expliquer la persévérance des joueurs pathologiques dans leur comportement : est-ce un dysfonctionnement des mécanismes cérébraux de la prise de décision ? Une hypersensibilité aux gains d'argent, une sensibilité trop faible aux pertes ?

Pour tenter d'apporter des éléments de réponse à ces questions, ainsi qu'un éclairage nouveau sur cette pathologie, nous avons récemment étudié la prise de risque et les bases neurobiologiques du jeu patholo-

En Bref

- Entre 1 et 2 pour cent de la population est sujette au « jeu pathologique », une addiction aux jeux d'argent et de hasard.
- Le jeu pathologique se caractérise, d'un point de vue cognitif, par une perception erronée des chances de succès.
- Dans le cerveau, certaines régions cérébrales sont sensibles à l'attrait du gain, et d'autres à la phase d'incertitude qui précède le résultat du jeu.
- Le cerveau des joueurs pathologiques est moins sensible aux plaisirs « naturels » comme la nourriture ou le sexe, et reportent leur intérêt sur les gains financiers.

Anton Balazh - Shutterstock.com





gique à l'aide d'une approche dite de neuro-économie. Celle-ci combine l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) et l'économie comportementale, science consacrée à l'étude des comportements qui caractérisent l'être humain dans des situations de choix économiques. Cette piste a encore été très peu explorée, bien que le comportement addictif des joueurs résulte vraisemblablement d'un dysfonctionnement cérébral.

Le rôle des biais cognitifs

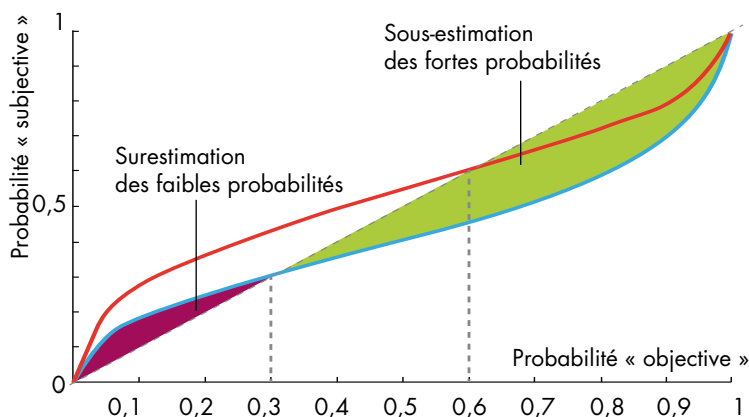
Cette approche nous a permis de tester une première hypothèse, selon laquelle des biais cognitifs seraient à l'origine des comportements inadaptés des joueurs pathologiques. Les biais cognitifs liés au jeu sont des pensées erronées, des croyances inadaptées, des erreurs d'appréciation ou de jugement liées à la présence du hasard dans ces jeux. On savait déjà que de tels biais cognitifs constituent un facteur de risque important dans l'initiation et le maintien d'une pratique pathologique du jeu. Tous les joueurs y sont sujets, mais à des degrés divers, ce qui permet de distinguer les

joueurs pathologiques des autres.

Un biais cognitif très fréquent dans la population générale est le biais dit de distorsion des probabilités : il s'agit d'une erreur d'appréciation qui apparaît quand on demande aux sujets de choisir entre un gain d'argent faible mais sûr, et un gain d'argent plus important, mais relativement incertain. Des expériences présentant ce type de choix à des participants montrent que la plupart d'entre eux ont tendance à surévaluer les faibles probabilités de gains : ils préfèrent généralement une situation présentant 10 pour cent de chances de gagner 20 euros, à une situation où ils seraient certains de gagner deux euros. Et pourtant, ces deux situations sont statistiquement équivalentes.

Ce biais de distorsion change en fonction des probabilités. Ainsi, les sujets ont tendance à surévaluer les faibles probabilités de gains. C'est-à-dire qu'ils préfèrent avoir 25 pour cent de chance de gagner 20 euros, que de se voir offrir la possibilité de gagner 20 euros avec une probabilité de 75 pour cent de chances, ce qui est pourtant, là encore, équivalent en termes statistiques.

Ainsi, les êtres humains ont une sensibilité variable aux probabilités : les faibles probabilités sont surestimées, et les fortes, sous-estimées (voir la figure 1). Cela se traduit évidemment par une part d'irrationalité dans leurs décisions économiques.



1. Les joueurs n'ont pas une appréciation objective des probabilités. Le tracé bleu représente la perception subjective qu'un joueur «sain» a de ses chances de gagner (axe vertical), en fonction de la probabilité objective (axe horizontal). Pour les faibles probabilités de gain, la probabilité subjective (perçue par le joueur) est supérieure à la probabilité objective : le tracé bleu est au-dessus de la ligne diagonale en pointillés. Pour les fortes probabilités, c'est le contraire : le joueur sous-estime ses chances. Le tracé rouge représente le même phénomène pour un joueur pathologique : la courbe est décalée vers le haut, la surestimation des faibles probabilités est plus importante, et la sous-estimation des fortes probabilités est plus modeste.

Un optimisme irréaliste

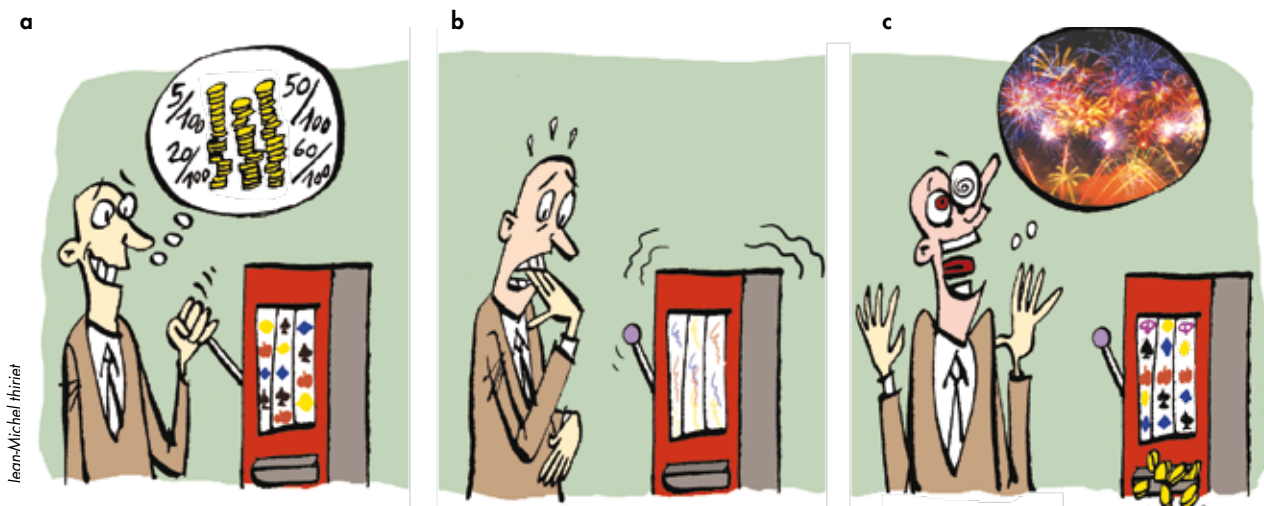
Développons le calcul statistique pour cette tâche, dite « d'équivalence certaine », inspirée des travaux de Mohamed Abdellaoui, spécialiste de la perception du risque au CNRS et à HEC. Dans cette tâche, deux options proposées sont équivalentes d'un point de vue statistique : choisir 20 euros avec une probabilité de 75 pour cent rapporte autant, si la tâche est répétée un nombre suffisant de fois, que choisir 15 euros avec une probabilité certaine. Nous avons proposé cette tâche, de nombreuses fois, à des joueurs pathologiques et à des sujets sains de même âge, et présentant des caractéristiques socio-économiques comparables (âge, niveau d'études, consommation d'alcool, de cigarettes, etc.).

Nous avons constaté que les joueurs pathologiques, comme les joueurs sains,

surestiment les faibles probabilités de gains. Qu'en est-il des probabilités de gain plus élevées ? Nous observons que les joueurs pathologiques sous-estiment, tout comme les sujets sains, les probabilités élevées de gain. Toutefois, ils les sous-estiment moins que les sujets sains. Pour résumer ces deux séries d'observations, retenons qu'un joueur pathologique surestime, comparativement à

impact direct sur leur façon d'évaluer les situations à risque.

Les recherches sur le cerveau humain permettent-elles de comprendre ces biais de distorsion, et l'attrance pour les situations de risque financier ? Nos connaissances de ce point de vue précisent que le cerveau d'une personne jouant à des jeux de hasard passe par trois étapes, initialement observées à la



un sujet sain, toutes les probabilités de gain. Qui plus est, l'intensité de cet effet est directement liée à la gravité de ses symptômes.

Le goût du risque

Que nous apprennent ces diverses expériences ? Elles signifient que les joueurs pathologiques manifestent une préférence systématique pour les situations impliquant une prise de risque financier : c'est pour les faibles probabilités de gain (présentant un risque supérieur) que leur erreur d'appréciation (leur biais cognitif) est la plus nette.

La simplicité de la procédure utilisée pour aboutir à ce résultat, ainsi que la fiabilité des mesures réalisées, nous donnent bon espoir d'utiliser un jour ce test en pratique clinique. Nous entrevoyons deux utilisations distinctes de cette procédure : tout d'abord, le test pourrait enrichir les outils diagnostiques dont disposent les psychiatres intéressés par la perception que leurs patients ont des probabilités ; mais aussi, il aiderait ces mêmes patients à prendre conscience de l'existence d'un biais cognitif ayant un

faveur d'expériences réalisées avec des singes (voir l'encadré page??). La première phase est celle où le joueur prend connaissance de la somme qu'il peut gagner, et de la probabilité associée : il se trouve alors dans une étape dite de « codage de la valeur subjective de la récompense », c'est-à-dire qu'il imagine l'intensité de la gratification qu'il peut recevoir, et ses chances de l'obtenir. La deuxième phase intervient lorsque, par exemple, les rouleaux de la machine à sous se mettent à tourner : le joueur entre dans une phase d'attente et d'incertitude. Ainsi, lorsque la probabilité annoncée de gagner est égale à 0 ou à 100 pour cent, l'incertitude est nulle puisque le résultat est connu d'avance ; quand la probabilité de gagner est de 50 pour cent – une chance sur deux –, l'incertitude est maximale.

Enfin, la troisième phase du processus correspond au moment où le résultat apparaît, confirmant ou infirmant le résultat escompté par le joueur. Notamment, si le joueur s'attend à gagner, un résultat négatif constitue pour lui un signal que les neurophysiologistes nomment « erreur de prédic-

2. Trois phases se succèdent dans le cerveau d'un sujet qui s'apprête à jouer : la première est celle où le sujet prend connaissance de la somme qu'il peut gagner et de la probabilité qu'il a de gagner (a). La deuxième phase, faite d'incertitude, est celle où le joueur attend le résultat (b). La troisième phase est l'obtention du résultat, qui confirme ou infirme les attentes du joueur (c).

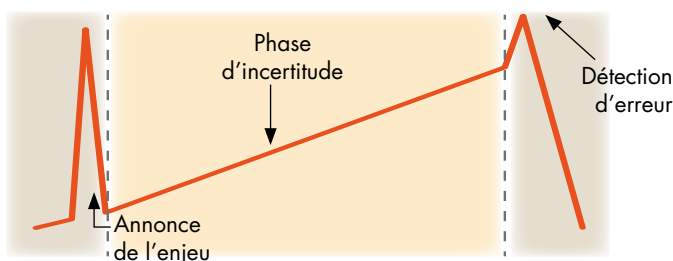
Les neurones du jeu

En 2002, le neurophysiologiste allemand Wolfram Schultz et ses collègues ont montré, chez des macaques, que le cerveau réagit selon trois phases successives, lorsque l'animal est placé dans une situation de type « casino », où il peut recevoir une récompense, mais avec des probabilités variables. Leurs travaux ont porté sur des neurones dits dopaminergiques, qui font partie d'une structure cérébrale impliquée dans le « système de récompense » (on enregistre l'activité de quelques neurones au moyen de microélectrodes implantées). Quand l'animal obtient une récompense, il en retire du plaisir grâce à son système de récompense, plaisir qui s'accompagne de la libération de dopamine dans ces neurones. Toutefois, les neurones dopaminergiques du système de récompense ne s'activent pas seulement quand la récompense est obtenue, ils le font aussi tout au début de l'expérience, au moment où un signal visuel annonce à l'animal qu'il a la possibilité d'obtenir une gratification, puis au cours de la phase d'attente qui sépare cette annonce de la récompense elle-même.

Quand le signal visuel annonçant la nature de la récompense et sa probabilité est présenté au macaque, ses neurones dopaminergiques produisent un premier signal, transitoire, qui code la valeur subjective de la récompense, c'est-à-dire l'intensité de la récompense (par exemple, une dose plus ou moins importante de jus de pomme) multipliée par la probabilité qu'elle soit donnée. Plus la valeur subjective est importante, plus ce signal neuronal transitoire est élevé.

Ensuite intervient l'attente qui précède la délivrance ou la non-délivrance de la récompense. Les neurones dopaminergiques produisent alors des décharges électriques qui augmentent au cours de cette phase d'attente, et l'augmentation est d'autant plus marquée que l'incertitude sur l'obtention de la récompense est élevée. Par exemple, l'incertitude maximale se produit pour une probabilité égale à 50 pour cent d'obtenir la récompense, à savoir autant de chances de l'obtenir que de ne pas l'obtenir : la pente du signal d'incertitude (ou d'anticipation) est alors maximale. Enfin, l'obtention de la récompense entraîne un signal de « d'erreur de prédiction » : il s'agit d'un pic d'activité neuronale, qui est faible si l'animal obtient une récompense alors qu'il s'y attendait, et forte s'il l'obtient alors qu'il ne s'y attendait pas.

Chez l'homme, ces trois phases d'activité neuronale sont étudiées en imagerie cérébrale par résonance magnétique fonctionnelle, et différentes aires cérébrales y participent successivement.



tion » : le sujet prend conscience du fait que sa prédiction était fautive.

Comment ces phases s'articulent-elles avec les conditions réelles d'un jeu de hasard ? Imaginons un joueur face à une machine à sous ; on lui précise qu'il a une probabilité de 50 pour cent de gagner 100 euros. Dans ces conditions, l'incertitude est maximale. En outre, le codage de la valeur subjective se rapproche de l'espérance objective de gain (définie par 50 % de 100 euros, soit 50 euros espérés), mais lui est légèrement supérieur à cause du biais d'optimisme. D'autres cas peuvent se présenter : si la machine peut rapporter 500 euros avec une probabilité de 10 pour cent, l'incertitude est cette fois faible (le joueur va probablement perdre) et la valeur subjective nettement supérieure à l'espérance objective (50 euros espérés), car le joueur a tendance à surestimer les faibles probabilités de gain, comme nous l'avons évoqué.

Laquelle de ces deux options sera la plus tentante ? La réponse prend en compte à la fois l'incertitude et la valeur subjective. Mais n'oublions pas la troisième phase d'activité cérébrale, qui correspond à la réception de la récompense. À ce moment, le joueur éprouve un ressenti émotionnel (plaisir en cas de gain, déplaisir en cas de non-gain) mais aussi un sentiment de surprise (s'il perd en s'attendant à gagner, ou *vice versa*) ou de confirmation (s'il perd en s'attendant à perdre, ou s'il gagne en s'attendant à gagner). Ce dernier aspect (déception ou confirmation de l'attente) est qualifié d'« erreur de prédiction ».

Comment réagit le cerveau humain durant ce film en trois étapes ? Pour l'instant, rappelons que ces résultats n'ont été obtenus que sur des sujets « normaux », exempts du syndrome de jeu pathologique. Ce faisant, on cherche à préciser le fonctionnement du cerveau sain pour mieux identifier les modifications qui interviennent chez les sujets pathologiques.

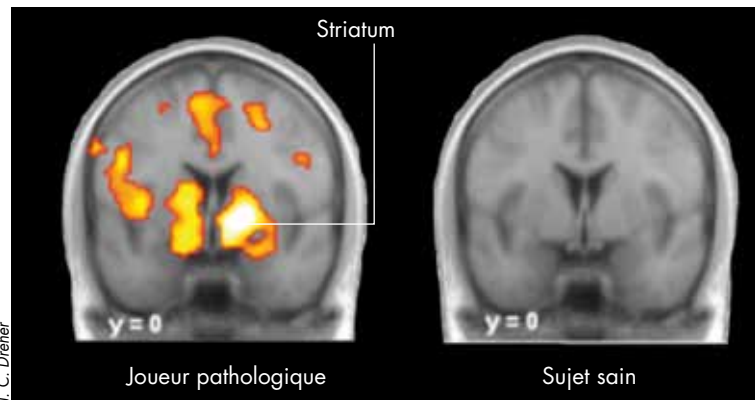
Nous avons montré que deux régions principales interviennent dans ces processus. La région ventro-médiane du cortex préfrontal participe au codage de la valeur subjective des récompenses (quand on annonce au joueur combien il peut gagner et avec quelle probabilité), et à la réception de la récompense (le joueur apprend qu'il

a gagné, mettons, 20 euros). En revanche, une autre région cérébrale, le striatum (voir la figure 3), entre en jeu également pendant les quelques secondes où le joueur anticipe la réponse, c'est-à-dire au cours de la phase d'attente et d'incertitude qui a lieu pendant que tournent les roues de la machine à sous.

L'argent au cœur des neurones

Le striatum, qui s'active au cours de la phase d'incertitude qui précède le résultat du jeu, est une structure-clé dans la perception de plaisirs multiples: nourriture, drogues, sexe. Ainsi, l'incertitude en elle-même pourrait ainsi être gratifiante, ce qui expliquerait que les joueurs pathologiques soient attirés par les situations de prise de risque financier, une caractéristique du biais de distorsion. Mais pourquoi l'incertitude procurerait-elle du plaisir ? Les neuroscientifiques John Pearce et Geoffrey Hall ont proposé que l'attrait pour l'incertitude a pu jouer un rôle dans l'évolution de l'espèce humaine. L'excitation liée à l'incertitude, le côté stimulant du risque qui décuple les facultés attentionnelles, aurait par exemple été un facteur qui aurait encouragé nos ancêtres à découvrir des territoires, techniques ou comportements nouveaux, augmentant ainsi leurs chances de survie. Trop d'immobilisme aurait été fatal, et le plaisir ressenti face à l'inconnu aurait constitué un moteur d'innovation. Notre cerveau aurait acquis la faculté d'être stimulé par ce qui n'est pas défini à l'avance. Dans le cas des joueurs pathologiques, cette excitation deviendrait – hélas – une compulsion et une addiction. Cette hypothèse mériterait d'être confirmée expérimentalement.

Évidemment, il reste à savoir ce qui conduit un individu à se livrer à des comportements de jeu de plus en plus assidus et incontrôlés. Une des pistes les plus intéressantes propose que les joueurs pathologiques seraient en partie insensibles aux plaisirs habituels, « naturels » – par exemple nourriture et sexe –, et qu'ils s'orienteraient vers des récompenses monétaires. Les gratifications naturelles activent automatiquement le système cérébral de la récompense (le cortex préfrontal et le striatum déjà mentionnés), et ce tant



3. Le striatum ventral des joueurs (à gauche) est plus fortement activé par des signaux visuels qui annoncent de possibles gains monétaires que par ceux qui annoncent des images érotiques, alors que le striatum ventral des sujets sains (à droite) ne montre pas de différence.

chez l'homme que chez l'animal. Par opposition à ces plaisirs naturels (ou primaires), l'argent est défini comme une gratification secondaire, car il est un produit des cultures récentes à l'échelle de l'évolution des espèces, et ne saurait activer le système de récompense d'un individu n'ayant pas acquis sa signification.

Selon notre hypothèse, il se pourrait donc que les joueurs pathologiques présentent une moindre sensibilité aux gratifications primaires, « naturelles », et éprouvent de ce fait le besoin de se tourner vers les gratifications secondaires, telles que l'argent et le jeu.

Pour tester cette hypothèse, nous avons enregistré l'activité du cerveau de joueurs pathologiques et de sujets témoins alors qu'ils participaient à un jeu ressemblant à une machine à sous, mais impliquant deux types de récompenses: des gains d'argent ou des images érotiques. Les participants effectuaient une tâche où ils devaient être très rapides pour avoir une chance de gagner les sommes d'argent et de voir les images érotiques annoncées.

La passion du risque

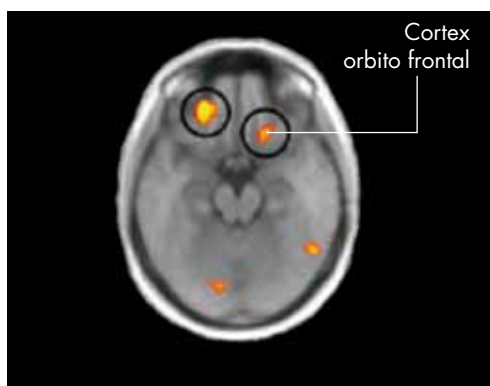
Le résultat principal, qui est venu confirmer notre hypothèse, se décompose en trois parties. Au niveau comportemental, alors que les sujets témoins présentaient une motivation (reflétée par les temps de réponse) identique pour les gains monétaires et les images érotiques, les joueurs pathologiques témoignaient d'une motiva-



Les joueurs pathologiques manifestent une préférence systématique pour les situations impliquant une prise de risque financier.

4. Un joueur pathologique

voit son cortex orbitofrontal s'activer en réponse à de l'argent, alors que chez une personne normale, il s'active seulement pour des plaisirs primaires comme la nourriture ou le sexe.



J. C. Dreher

tion amoindrie pour les images érotiques, comparées aux gains monétaires. Mais surtout, nous avons montré que cette différence de comportement se reflète dans le fonctionnement du cerveau : au moment où le joueur prend connaissance de la récompense espérée, le système de récompense des joueurs était nettement moins réactif aux images érotiques qu'aux gains monétaires, alors que le niveau d'activité cérébrale restait similaire chez les sujets témoins (voir la figure 3). Nous avons alors fait le raisonnement suivant : si cette différence de réactivité vis-à-vis des récompenses monétaires et non monétaires est un réel « marqueur » du jeu pathologique, elle devrait être d'autant plus grande que les symptômes d'addiction au jeu sont prononcés. C'est effectivement ce que nous avons observé dans le striatum ventral : moins cette aire est activée par les images érotiques, plus les symptômes du joueur pathologique sont prononcés.

Cette expérience suggère que le cerveau des joueurs pathologiques sont moins sensibles aux récompenses primaires comme le sexe ou la nourriture. Leur plaisir serait davantage lié un type de gratification bien particulier : l'argent. Ainsi, on observe que dans leur cerveau, l'argent active des aires cérébrales habituellement sensibles aux récompenses primaires : une zone du cortex préfrontal, le cortex orbitofrontal postérieur latéral, qui

chez les sujets sains est uniquement activé par les récompenses primaires, devient sensible à l'argent chez les joueurs pathologiques... Tout se passe comme si l'argent prenait progressivement la place de ce qui suscite du bien-être chez les personnes saines.

L'argent est, pour la plupart des gens, un moyen de s'entourer de biens matériel, de confort ou de distractions. Il semble que, pour le joueur pathologique, il devienne la source de gratification en soi, à la fois au moment où il est obtenu, et au cours de la phase d'attente qui précède son obtention.

Quand la prise de risque devient une drogue

À la lumière de ces résultats, il apparaît que le jeu pathologique s'accompagne d'une perception biaisée des probabilités, qui semble traduire une attirance pour les situations de prise de risque. L'incertitude sur le résultat, dans un jeu d'argent et de hasard, agit comme une gratification particulière, associée à une activation de certaines zones cérébrales impliquées dans le plaisir. Évidemment, le gain d'argent, lorsqu'il survient, est source de gratification, mais ce n'est peut-être pas ce que cherchent en priorité les joueurs. Plusieurs questions restent en suspens : certaines personnalités présenteraient un risque plus élevé de développer une tendance au jeu pathologique, par exemple les personnalités dites à « recherche de sensations », qui affectionnent le risque, les situations extrêmes ou les stimulations fortes ? Ces profils psychologiques sont-ils associés à certaines variantes génétiques qui influent sur le système de récompense du cerveau (les structures liées au plaisir) ? Comment les circuits cérébraux se reconfigurent-ils à mesure que se met en place une dépendance au jeu ? Les recherches sur le jeu pathologique, si elles ont obtenu des succès récents, n'en sont peut-être encore qu'à leurs débuts... ■

Bibliographie

G. Sescousse et al., *Common and specific neural structures processing primary and secondary rewards: a quantitative voxel-based meta-analysis*, in *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, vol. 37, 2013.

G. Sescousse et al., *Imbalance in the sensitivity to different types of rewards in pathological gambling*, in *Brain*, vol. 136, 2013.

J.-C. Dreher, *Neural coding of computational factors involved in decision making*, in *Progress in Brain Research*, vol. 202, Numéro spécial, *Decision Making: Neural and Behavioral approaches*, 2013.

R. Ligneul et al., *Shifted risk preferences in pathological gambling*, in *Psychological Medicine*, vol. 43, 2013.