



Rassias-DIAF

Comme les drogues, les jeux de hasard rendent parfois dépendants.

la *Nef des fous*, Sebastian Brant écrit : «Je trouve aussi des fous qui n'ont d'autres passions que les dés et les cartes.» Le jeu pathologique est démesuré, tel que l'a décrit Dostoïevski ; on y mise toute sa fortune.

Le premier article français sur la psychologie du joueur est publié en 1929. Les auteurs décrivent un mécanisme en cinq phases : une phase d'initiation (où le joueur est fasciné par le gain), une phase d'accoutumance (le joueur s'habitue), une phase de besoin (le joueur ne peut plus

s'empêcher de jouer et commence à avoir besoin de rejouer pour regagner l'argent perdu), une phase de souffrance (la dépendance devient un cauchemar) et la phase de la déchéance sociale (le joueur a perdu tout son argent, sa famille, ses amis).

Dans la littérature scientifique, le jeu pathologique n'a été décrit comme une maladie que depuis 1980. Il est classé dans la catégorie des «troubles des impulsions non classés ailleurs», avec la cleptomanie et la pyromanie. Le jeu pathologique est considéré comme une toxi-

comanie sans drogue. Comme chez les toxicomanes, la dépendance finit par envahir la vie psychique et sociale du joueur ; les sensations que recherche le joueur ressemblent à celles que produisent les drogues. Tous les jeux, qu'ils soient de hasard ou de stratégie, peuvent déclencher cette dépendance. Les joueurs, comme les alcooliques et les toxicomanes, voient leur dépendance évoluer inexorablement ; la rémission n'est possible qu'avec une aide extérieure.

Connaissant les neuromédiateurs sur lesquels agissent les drogues, les neurobiologistes recherchent des perturbations du même type chez les joueurs pathologiques. Les joueurs deviendraient dépendants de la noradrénaline que l'organisme libère pendant le stress (ici la peur déclenchée, par exemple, au moment où la roulette s'arrête).

Selon Marc Valleur, psychiatre au Centre médical Marmottan, les drogués du jeu présentent souvent plusieurs dépendances simultanées ou alternées (le jeu, l'alcool, la drogue ou le sexe). Plus le nombre de joueurs épisodiques croît, plus le risque de déclencher des comportements pathologiques augmente. Les jeux présentant le plus de risques sont les jeux solitaires qui, comme les machines à sous, rapportent immédiatement. Les jeux de hasard sur l'Internet, où le joueur est seul avec son ordinateur, pourraient multiplier les conduites pathologiques.

Enzymes de réparation

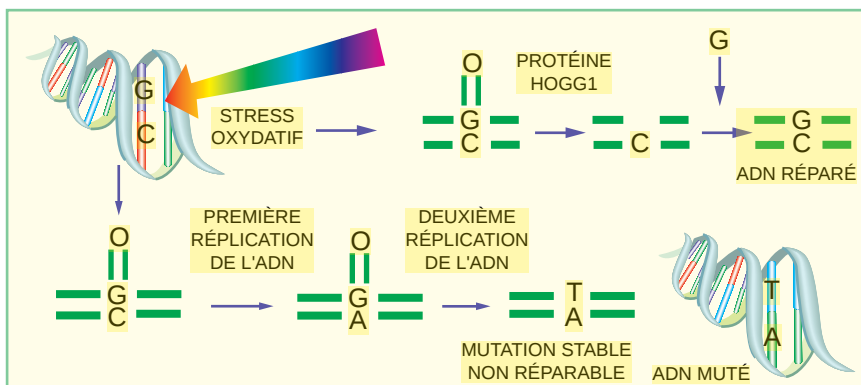
Elles éliminent les effets néfastes de la respiration cellulaire.

Les cellules respirent : elles absorbent de l'oxygène qui engendre des molécules très réactives. Ces dernières risquent d'endommager tant l'ADN, que les protéines ou les lipides de la membrane cellulaire. L'ensemble de ces réactions préjudiciables constitue le stress oxydatif endogène, auquel s'ajoute le stress oxydatif d'origine externe dû, par exemple, aux composés chimiques ou aux rayonnements ionisants. Serge Boiteux et Pablo Radicella, du Laboratoire de radiobiologie de l'ADN du CEA, ont montré que les cellules se protègent contre ces mécanismes d'oxydation : ils ont isolé un gène codant une protéine qui répare l'ADN endommagé par le stress oxydatif endogène.

Ces lésions engendrent des mutations dont l'accumulation perturbe l'expression des gènes et le fonctionnement des cellules ; elles participent aussi au

déclenchement des cancers et accélèrent le vieillissement. Les organismes se défendent contre les molécules oxydantes et les radicaux libres, engendrés lors de la respiration cellulaire, grâce à des enzymes de prévention, qui les

inactivent avant qu'ils n'agissent. Toutefois, certaines de ces molécules nocives réussissent à franchir cette première ligne de défense et à endommager l'ADN. Quand la lésion est notable, la cellule cesse de fonctionner et meurt. Quand la



Lors d'un stress oxydatif, la guanine (G) est oxydée en 8-oxoguanine (G=O). La protéine de réparation codée par le gène *hogg1* élimine la 8-oxoguanine, laquelle est ensuite remplacée par une guanine, et l'ADN est réparé (en haut). Quand cette enzyme de réparation est inactive, l'ADN polymérase place, au moment de la réplication de l'ADN, une adénine à la place d'une cytosine en face des 8-oxoguanines (en bas). À la réplication suivante, une thymine est positionnée en face de l'adénine, et des mutations non réparables apparaissent ainsi dans l'ADN (des paires thymine-adénine sont présentes à la place de paires guanine-cytosine).

DES CAILLOUX DANS LES CHOSES SÛRES



Didier Nordon épingle les scientifiques et les politiques qui extraient de la science plus qu'elle ne dit. Nul doute que chacun reconnaîtra dans ces piques... le défaut de son condisciple.

144 pages - 65 F
Code 1897

**POUR LA
SCIENCE**
DIFFUSION BELIN

Bon de commande en p. 98

lésion est infime, la vie cellulaire continue, mais les mécanismes insidieux de la cancérogenèse s'enclenchent.

Ainsi, l'une des modifications possibles de l'ADN est l'oxydation d'un de ses éléments, la guanine, transformée en 8-oxoguanine. Au cours de la division cellulaire, l'enzyme ADN polymérase recopie l'ADN de façon que le brin en cours de synthèse soit une copie rigoureuse de l'ADN initial. Quand la guanine est devenue une 8-oxoguanine, l'enzyme se trompe et ajoute à la chaîne d'ADN en construction une adénine à la place d'une cytosine. Cette anomalie dans le message génétique perturbe ensuite la synthèse de la protéine codée par le gène muté : celle-ci est alors plus ou moins fonctionnelle ; parfois, elle n'est même pas synthétisée.

La cellule dispose d'une deuxième ligne de défense visant à éliminer ces lésions d'oxydation : les enzymes de réparation. L'équipe de S. Boiteux a découvert une de ces enzymes, l'ADN glycosylase, qui découpe spécifiquement les 8-oxoguanines de l'ADN avant toute réplication. Les biologistes ont cloné le gène codant cette enzyme chez l'homme, et ont isolé le gène correspondant, nommé *hogg1* (pour *human oxoguanine glycosylase 1*). La protéine codée par *hogg1* est exprimée dans tous les tissus de l'organisme.

Connaissant le rôle du gène équivalent chez la levure, les biologistes supposent que le gène *hogg1* répare certaines mutations et prévient ainsi les mécanismes tumoraux : il serait un gène suppresseur de tumeurs. En effet, chez les patients atteints de cancer du poumon, un autre gène suppresseur de tumeur, *p53*, contient de nombreuses mutations où une adénine remplace une cytosine ; cela laisse supposer que le gène *hogg1* n'a pas éliminé les 8-oxoguanines présentes dans le gène *p53*. De surcroît, les remaniements chromosomiques sont fréquents dans les cellules des tumeurs pulmonaires, et l'extrémité du chromosome 3, où est localisé le gène *hogg1*, est souvent absente. Enfin, la fumée de cigarette contient de nombreux agents oxydants, de sorte que les cellules pulmonaires subiraient un stress oxydatif répété, alors même que la protéine de réparation codée par *hogg1* n'est pas synthétisée, est anormale ou inefficace.

L'intégrité de l'ADN étant vitale, d'autres enzymes de réparation assurent vraisemblablement la stabilité de l'information génétique. Leur identification aidera les biologistes à mieux comprendre les conséquences néfastes de l'oxydation.

Marie-Thérèse LANDOUSY

Un billard réversible

**On renverse le temps
dans les billards ondulatoires.**

Après la chute d'une pierre dans une mare, les ronds formés dans l'eau s'éloignent du point d'impact. Si l'on passait le film de la chute à l'envers, on verrait les ronds se rapprocher et la pierre jaillir de l'eau. Peut-on retourner temporellement tous les mouvements de sorte qu'ils se comportent comme le mouvement direct observé en inversant le temps ? C'est en général difficile pour le mouvement des particules, mais plus aisé pour des ondes.

Certains billards dont le bord comprend une partie circulaire et une partie droite ont un comportement chaotique ; la trajectoire d'une boule qui rebondirait parfaitement sur les bords est très sensible aux conditions initiales : deux boules lancées sur des trajectoires voisines suivent des trajectoires qui s'écartent suivant une loi exponentielle. Cette sensibilité aux conditions initiales empêche la réalisation d'une expérience de renversement du temps. Si, après une dizaine de rebonds, on renverse le mouvement d'une boule unique, celle-ci ne revient pas à son point de départ, car la moindre erreur de mesure est amplifiée.

En revanche, une telle expérience de renversement du temps peut être réalisée, non avec des particules, mais avec des ondes, car leur évolution est régie par des équations linéaires (aucun produit des fonctions ou de leurs dérivées n'y apparaît) ; une petite erreur commise lors du renversement ne s'amplifie pas au cours du temps. En utilisant des ondes élastiques se propageant sur la surface d'une galette de silicium, nous avons montré qu'après de nombreuses réflexions, une onde renvoyée en sens inverse, même imparfaitement, convergeait avec précision vers son point de départ.

Le plus curieux dans cette expérience est qu'un billard dont le comportement est chaotique simplifie le renversement du temps : dans le cas de la propagation d'ondes sur ce type de billard, un unique capteur piézo-électrique suffit à renverser le temps de manière efficace alors que habituellement, des centaines sont nécessaires. Pourquoi cette simplification ? Parce qu'en plus d'être chaotiques, ces billards sont ergodiques, de sorte que toute l'information sur l'histoire du champ ondulatoire est contenue, après une durée caractéristique, dans