

La correction des erreurs de raisonnement

OLIVIER HOUDÉ • SYLVAIN MOUTIER • LAURE ZAGO • NATHALIE TZOURIO-MAZOYER

Pour la première fois, on a mis en évidence que les erreurs de raisonnement ont un support cérébral : l'activation des «mauvaises» aires cérébrales entraîne des erreurs. Quand on apprend à inhiber ces activations perturbatrices, la déduction logique se met en place.

Depuis Aristote, on sait que l'essence du raisonnement humain est le *logos*, c'est-à-dire à la fois la raison (logique) et le langage. Toutefois, au XVII^e siècle, René Descartes nous a aussi montré, dans sa *Méthode*, que l'homme doit apprendre à rediriger son esprit, des erreurs de raisonnement vers la pensée logique.

Selon Jean Piaget (1896-1980), psychologue de l'enfant à l'Université de Genève, c'est à l'adolescence, vers 14-15 ans, que se met en place la pensée logique ou formelle, dite hypothético-déductive. Piaget s'est attaché à montrer que la logique est la forme optimale de l'adaptation biologique, construite par étapes successives, du cerveau du bébé à celui de l'adolescent, c'est-à-dire des adaptations sensorielles et motrices élémentaires aux adaptations cognitives, d'abord concrètes, puis formelles. La clé du développement et du fonctionnement cognitifs est alors la coordination logique des informations. Si Piaget, biologiste de formation, mais psychologue de profession, envisageait bien une réalité cérébrale correspondant au stade des opérations formelles, il lui manquait les méthodes d'imagerie cérébrale pour l'observer. Il s'est donc limité à l'étude expérimentale des mécanismes psychologiques des opérations logiques.

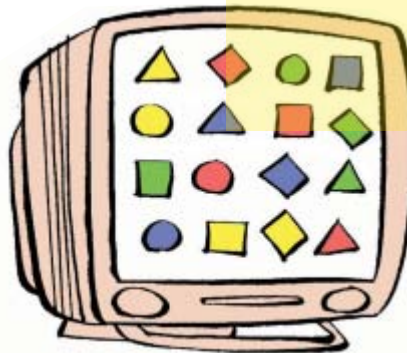
Contrairement à cette théorie, la psychologie cognitive du raisonnement a démontré durant les années 1960-1980 que, dans certaines situations, les adolescents et les adultes – logiques selon Piaget – font systématiquement des erreurs de déduction, nommées biais de raisonnement, ce qu'avait pressenti Descartes. Dès lors, un enjeu important des neurosciences cognitives, de la psychologie du développement et des sciences de l'éducation est l'étude des bases cérébrales des erreurs ou des biais de raisonnement, et celle des mécanismes qui permettent de redi-

ger l'esprit vers la pensée logique. Pour ce type d'étude, on utilise la procédure de l'apprentissage expérimental – une sorte de «pédagogie de laboratoire», qui modifie la capacité à réaliser une tâche sous l'effet d'une interaction contrôlée avec l'environnement.

Du cerveau perceptif au cerveau logique

C'est ce que nous avons entrepris dans des expériences d'imagerie cérébrale fonctionnelle utilisant la technique de la tomographie par émission de positons, laquelle donne accès à l'activité cérébrale. Ces études ont été réalisées dans le Groupe d'imagerie neurofonctionnelle dirigé par Bernard Mazoyer. On demande, par exemple, aux participants de lire, sur un écran d'ordinateur, une règle déductive du type : «S'il y a un carré rouge à gauche, alors il y a un cercle jaune à droite», puis de sélectionner avec la souris de l'ordinateur deux formes parmi diverses figures affichées (des formes géométriques simples de couleurs variées), celles qui rendent la règle vraie : la totalité des personnes placent un carré rouge à gauche et un cercle jaune à droite. On peut aussi introduire une négation dans le conséquent (la deuxième proposition) : «S'il y a un losange bleu à gauche, alors il n'y a pas de carré vert à droite.» Dans ce cas aussi, tous les participants réussissent (voir la figure 2).

Rien d'étonnant. En revanche, on est davantage surpris par le résultat d'un autre test. La nouvelle règle déductive est : «S'il n'y a pas de carré rouge à gauche, alors il y a un cercle jaune à droite», et l'on doit sélectionner avec la souris deux formes géométriques qui rendent la règle fausse. Les psychologues et les logiciens nomment ce type de test une tâche de réfutation de règles conditionnelles.



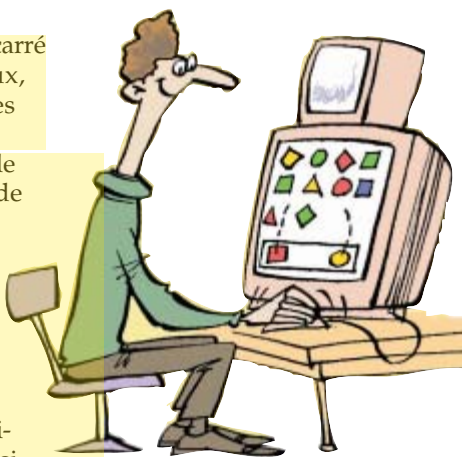
1. LES DIFFÉRENTES EXPÉRIENCES réalisées sur des volontaires par les auteurs utilisent un ordinateur. On doit sélectionner les formes et les couleurs qui répondent à des «règles déductives».

Quelles formes auriez-vous sélectionnées? Un carré rouge à gauche d'un cercle jaune? C'est faux, mais rassurez-vous, plus de 90 pour cent des personnes testées se trompent!

C'est une erreur de logique nommée par le psychologue Jonathan Evans, de l'Université de Plymouth, biais d'appariement perceptif. Pourtant, il s'agit d'un problème élémentaire de déduction. En fait, l'adulte se laisse piéger par la perception des éléments cités dans la règle, ici le carré rouge et le cercle jaune, en oubliant, d'une part, que la première proposition, l'antécédent, est une négation et, d'autre part, que l'on veut rendre la règle fausse. S'il raisonnait selon la table de vérité logique, il choisirait une situation où l'antécédent de la règle est vrai (pas un carré rouge) et le conséquent faux (pas un cercle jaune) : il proposerait, par exemple, un carré vert à gauche d'un losange bleu. Dans ce cas, la réponse logique consiste à aller contre la perception des éléments cités dans la règle, c'est-à-dire contre l'appariement perceptif.

Face à un tel taux d'échec dans une tâche qui ne semble *a priori* pas compliquée, on s'interroge sur les mécanismes aboutissant à ce type d'erreurs de raisonnement. Pour aborder cette question, nous avons postulé que la difficulté pour l'adulte tient ici à ce que deux stratégies de raisonnement entrent en compétition, se télescopant dans «l'espace mental de travail». Nous pensons – et nous verrons comment nous l'avons montré – que l'une des stratégies est «perceptive» et l'autre «logique»; les erreurs surviennent quand on ne parvient pas à inhiber la stratégie perceptive – sans qu'il s'agisse pour autant d'un problème de logique.

Pour le montrer, nous avons d'abord testé par des études de psychologie expérimentale l'efficacité de différentes conditions d'apprentissage (voir l'encadré pages 50 et 51) :



2. LORS DES TESTS HYPOTHÉTIQUE-DÉDUCTIFS, on demande aux volontaires de déplacer des formes colorées présentées sur un écran d'ordinateur pour répondre à des règles déductives du type : «S'il y a un carré rouge à gauche, alors il y a un cercle jaune à droite (*en haut*) ou «S'il y a un losange bleu à gauche, alors il n'y a pas de carré vert à droite (*en bas*)». La totalité des personnes testées réussit ces deux problèmes.



Tous les dessins sont de Jean-Michel Thiriet

3. POUR RÉSOUDRE ce test déductif, on doit rendre fausse la règle : «S'il n'y a pas de carré rouge à gauche, alors il y a un cercle jaune à droite.» Ici, le personnage s'est trompé, mais il est dans la norme, puisque 90 pour cent des personnes testées proposent comme réponse : un carré rouge à gauche d'un cercle jaune. C'est une

erreur d'appariement perceptif. Pour rendre la règle fausse, il faut rendre l'antécédent vrai, c'est-à-dire ne pas mettre de carré rouge à gauche (on met, par exemple, un carré vert) et rendre la conclusion fausse, c'est-à-dire ne pas mettre un cercle jaune à droite (on place, par exemple, un losange bleu à droite).