

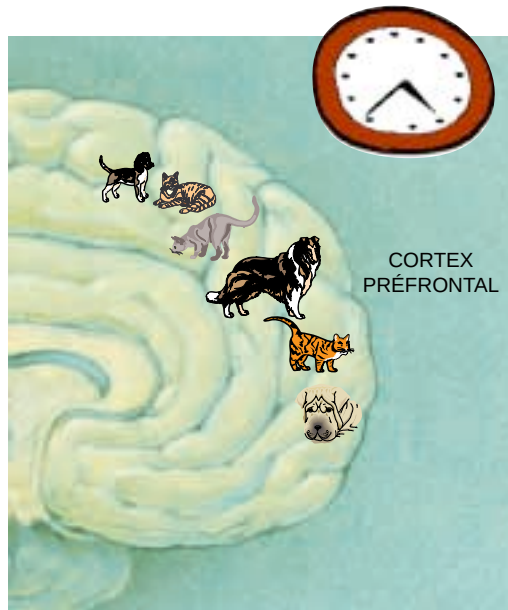
critères : la vitesse et la quantité d'informations qui peuvent être traitées en mode analogique, le temps pendant lequel le mode cognitif peut se maintenir, et les conditions qui contrôlent les oscillations entre le mode analogique et le mode cognitif. Parmi ces trois critères, les deux premiers sont, selon toute vraisemblance, déterminés génétiquement.

Deux critères d'intelligence ?

Même si cette notion peut heurter, l'intelligence a un caractère génétique. Ne pas le reconnaître reviendrait à admettre que les différences entre les aptitudes du singe et celles de l'homme sont d'origine culturelle. Si des différences génétiques existent entre espèces, elles se manifestent aussi au sein d'une même espèce : on sait que certains enfants ont des performances intellectuelles nettement supérieures à la moyenne des enfants du même âge. Le rôle de la génétique dans l'expression de ces performances semble si bien établi qu'une association spécialisée dans la détection de ces « surdoués » assure que la présence d'un de ces enfants dans une famille indique qu'un ou plusieurs des ascendants ont aussi cette caractéristique. Où se situent les différences génétiques de ces enfants surdoués ?

Bien que la quantité d'informations que peut stocker le mode analogique dépende du nombre de neurones, il est peu probable que cela suffise à expliquer la différence des performances. D'ailleurs, le cerveau d'Einstein ne contenait pas plus de neurones que la moyenne ! Le nombre de connexions, qui est évidemment en relation directe avec le nombre de neurones, ne semble pas être non plus une piste intéressante.

En revanche, le temps durant lequel une information reste active (et qu'elle est donc traitée en mode cognitif) et la quantité d'informations que peut traiter le système en mode analogique pendant ce temps semblent déterminants. Ces variables dépendraient notamment des caractéristiques électriques des neurones, c'est-à-dire des propriétés de leurs canaux ioniques, des structures qui commandent le passage des ions d'un côté de la membrane neuronale à l'autre. Les durées d'ou-



3. LA QUANTITÉ D'INFORMATIONS qui peuvent être simultanément activées dans le cortex préfrontal et le temps que peut durer cette activation seraient deux «facteurs d'intelligence».

verture de ces canaux, qui se mesurent en fractions de milliseconde, déterminent la fonctionnalité de l'ensemble. La structure des protéines qui constituent ces canaux ou la membrane qui les entoure déterminerait la quantité de informations traitées et la qualité de leur traitement. Or, la constitution de ces protéines peut varier légèrement d'une personne à l'autre : les protéines ne perdent pas leur fonction, mais d'infimes différences dans leur structure tridimensionnelle peuvent avoir des conséquences quantifiables sur le fonctionnement des canaux ioniques.

Selon cette hypothèse, le troisième «facteur de l'intelligence» repose sur le rythme des oscillations entre le mode analogique et le mode cognitif. Soit un groupe de neurones associé à un bassin attracteur ; quand un stimulus active cet «essaim» de neurones, il déclenche un traitement analogique (rapide). Les neurones qui interviennent sont ceux qui libèrent des neuromédiateurs, notamment le GABA ou le glutamate, lesquels assurent la transformation d'un signal chimique en un signal électrique.

Au contraire, quand le groupe de neurones n'est pas associé à un bassin attracteur ou qu'il active un bassin erroné, un traitement cognitif de l'information se déclenche dans le cortex préfrontal ; les neurones qui réagissent aux stimuli (et à leur contenu affectif) y libèrent des neuromodulateurs. Contrairement aux neuromé-

diateurs, les neuromodulateurs, telles la noradrénaline et la dopamine, «modulent» les signaux électriques. La dopamine assure le maintien du stimulus actif dans le cortex préfrontal, le temps que l'information soit traitée et qu'un bassin attracteur cohérent avec les diverses informations reçues ou déjà mémorisées soit trouvé ou créé ; la noradrénaline fait cesser ce traitement. Quand le maintien de l'information dans le cortex préfrontal a été suffisamment long pour qu'un bassin ait été créé, le stimulus déclenchant est traité sur le mode analogique. Le traitement cognitif a donné lieu à une modification du stock analogique.

Le cortex préfrontal fonctionne «normalement» pour des quantités bien définies de neuromodulateurs ; quand ces quantités sont modifiées, en particulier par l'émotion, le fonctionnement est perturbé. C'est sans doute pour cette raison qu'un peu d'anxiété augmente parfois les facultés cognitives, mais qu'un stress trop fort interdit toute possibilité de concentration.

Si la nature des informations stockées dépend de l'environnement culturel, le traitement cognitif – et, par conséquent, les modifications du stock analogique – dépend beaucoup des conditions affectives et des motivations. Selon ce modèle, on comprend pourquoi des enfants objectivement surdoués sont parfois en échec scolaire : un enseignement inadapté, parce que trop facile, élimine toute motivation.

Entre l'inné et l'acquis, l'intelligence rassemble les extrêmes : bien qu'elle soit déterminée génétiquement, son expression dépend de l'environnement culturel et de la situation affective.

Jean-Pol TASSIN, neurobiologiste au Collège de France, est directeur de recherches à l'INSERM.

J.J. HOPFIELD, *Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities*, in *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 79, pp. 2554-2558, 1982.

J.-P. TASSIN, *Ontogenèse du fonctionnement psychique : de l'analogique au cognitif*, in *Le bébé dans tous ses états*, sous la direction de R. Frydman et M. Szegez, Odile Jacob, 1997.

Instinct et intelligence

ALAIN PROCHIAINTZ

«Il y a des choses que l'intelligence seule est capable de chercher, mais que, par elle-même, elle ne trouvera jamais. Ces choses, l'instinct seul les trouverait ; mais il ne les cherchera jamais» écrivait Henri Bergson.

Personne ne peut sérieusement prétendre donner de l'intelligence une définition embrassant toute la polysémie, rationnelle et irrationnelle, du terme. C'est pourquoi nous repartirons utilement du terme, plus général, de pensée pour le définir biologiquement comme le rapport adaptatif qui lie l'individu à son milieu. Nous reviendrons, au cours de cette introduction à ce numéro spécial consacré à l'intelligence, sur une définition dont on peut cependant tirer les conséquences immédiates suivantes.

La première est qu'elle borne les éventuelles prétentions hégémoniques des sciences biologiques. On a, c'est l'évidence¹, pensé les catégories de la pensée avant d'avoir une idée biologique juste², même approximativement telle, des processus biologiques impliqués dans le fait de penser, avant – par exemple – la théorie de l'évolution ou celle des localisations cérébrales. Cette définition strictement biologique n'en exclut donc pas d'autres qui pourraient être apportées par des champs de savoir différents, comme, entre autres, l'anthropologie, la philosophie, la psychanalyse... À vrai dire, la définition que nous donnons impose de faire une place aux autres disciplines, le milieu de *Homo sapiens* étant aussi et même surtout un milieu culturel, symbolique, etc.

Deuxièmement, définir la pensée comme un rapport adaptatif entre l'individu et son milieu évite, ou plutôt déplace, la question de sa localisation. Un rapport n'est pas une substance, encore moins une sécrétion³, et la pensée dans cette définition n'a donc pas de place, pas d'organe privilégié, le cœur ou le cerveau, même si la structure de ces organes et, en particulier, celle du cerveau participe de

façon importante au rapport entre l'individu et son milieu, tout du moins chez les animaux.

Une autre conséquence de la définition que je propose ici est que la pensée ne saurait être arbitrairement limitée à la seule manipulation de concepts abstraits selon les règles de la logique mathématique. Incorporant tous les aspects des interactions entre le vivant et son milieu, elle ne s'établit donc pas dans la pureté positive. À ce titre, on doit dire que tout être vivant pense, je dis bien «tout être vivant», n'excluant par là ni les bactéries ni les plantes : s'il n'y a pas de pensée sans corps vivant, il n'y pas non plus de corps vivant sans pensée.

Enfin, replacer cette notion de pensée dans un contexte évolutif permet de réintroduire les notions d'instinct et d'intelligence pour y superposer les deux grands mécanismes d'adaptation biologique, ceux fondés sur des comportements dans lesquels la part génétique est dominante et ceux donnant – dans un cadre incorporant une composante génétique – une part importante aux modifications de l'individu ou, si l'on préfère, à l'individuation.

Quelques données de génétique du développement

Dans les années 1970⁴, les biologistes découvrirent chez une mouche, la *Drosophile*, des gènes dont les mutations conduisent à des modifications morphologiques très importantes, en fait au remplacement de tout ou partie d'un organe par un autre organe, mais pas par n'importe quel autre. Par exemple, on observe des transformations de type antenne-patte, aile-balancier ou aile-œil, mais jamais de transformations de

type patte-aile ou antenne-œil. Ces contraintes ont fait dire que l'œil, le balancier et l'aile sont des organes homologues, comme sont homologues la patte et l'antenne. Ces mutations, et les gènes mutés, ont été dénommés homéotiques, l'organe d'un segment étant remplacé par l'organe homologue d'un autre segment. Les gènes homéotiques codent des facteurs de transcription, des homéoprotéines qui, en se fixant sur des séquences promotrices, régulent l'expression d'autres gènes.

Ces observations ont conduit à rechercher la présence de séquences similaires dans d'autres embranchements et à découvrir que des gènes présentant de fortes homologies de structure avec les gènes homéotiques de la *Drosophile* étaient présents dans tous les embranchements des règnes végétaux et animaux. Des expériences, datant des dix dernières années, ont permis de conclure que ces gènes régulent également le développement morphologique des vertébrés. Par ailleurs, les homologies de séquence entre les gènes de vertébrés et d'arthropodes, doublées de similitudes – à travers divers embranchements – dans l'organisation chromosomique de ces

(1) Ou alors il faut mettre à la poubelle toutes les formes de culture qui ont précédé la connaissance positive.

(2) C'est-à-dire moderne, avec tout ce que cela suppose d'absence de distance critique.

(3) Tant pis pour Cabanis et ses émules qui pensent que le cerveau sécrète la pensée comme le foie, la bile.

(4) Cette histoire a commencé bien avant, en particulier au début du siècle, à l'Université Columbia, dans le laboratoire de Morgan.