

cible, mais son maintien est généralement provoqué par une substance rétrograde, qui diffuse en retour, à partir du neurone qui «écoute» vers celui «qui parle», et qui provoque l'augmentation de la probabilité de libération des transmetteurs, voire le recrutement des synapses préalablement silencieuses. Ici se dessine d'ailleurs une analogie entre développement et apprentissage.

Les propriétés de la potentialisation à long terme démontrent la validité d'une loi énoncée en 1949 par le psychologue américain Hebb, selon laquelle le pivot de l'apprentissage est synaptique et que cet apprentissage nécessite l'activation conjointe des deux versants de la synapse.

PLASTICITÉ DU CORTEX CÉRÉBRAL

Nous pouvons maintenant évoquer l'aptitude du cortex cérébral, siège des fonctions appelées cognitives chez l'homme, à se modifier en fonction de différentes expériences.

Il existe, au cours du développement, des périodes critiques qui sont déterminantes pour l'apprentissage d'une fonction : celle-ci peut être abolie sans retour possible si elle n'est pas exercée durant cette période. Cette propriété du système nerveux est particulièrement marquée au cours des premiers âges de la vie. Ainsi un chaton dont l'un des yeux a été obturé pendant une semaine choisie durant la période critique qui va de la naissance à l'âge de six mois, perd la vision stéréoscopique. La presque totalité des cellules corticales n'est sensible qu'aux seuls influx transmis par l'œil resté ouvert.

Chez l'adulte, les organes des sens se projettent sur des régions précises du cerveau. Sur ces régions, des cartographies précises du corps ont été identifiées en déplaçant, lors de stimulations appropriées de la peau, une électrode sur la surface du cortex. Toute la surface du corps est représentée, mais elle est déformée et elle semble grotesque. L'importance de la surface périphérique représentée sur le cortex est un reflet de la vie sensorielle, qui varie en fonction de l'espèce : le museau et les moustaches dominent chez le chat, la queue et la face chez le singe, la main et les régions orales chez l'homme. Ces cartes diffèrent d'un individu à l'autre en fonction de son expérience. Ainsi chez le singe, la zone de représentation de la main a tendance à se réduire si les doigts ont été mis au repos, ou si les nerfs périphériques ont été sectionnés. Inversement, à la suite d'un apprentissage durant lequel l'animal a été encouragé

à utiliser les doigts médians, on constate que leur aire de représentation s'est étendue par rapport à celle d'animaux contrôles.

Ces faits montrent combien le système nerveux est plastique, à tous les niveaux et non seulement aux âges précoces de la vie. Cet inattendu est rassurant. Il souligne le caractère dépassé du vieux débat entre l'inné et l'acquis, comme le rappelle François Jacob dans *Le jeu des possibles*. L'adaptation, dit-

il, est le résultat d'un «dialogue permanent entre les gènes et le milieu environnant, entre les facteurs biologiques et culturels».

Les neurosciences pourraient-elles alors nourrir notre savoir sur le plan de l'éducation et de la sélection des talents ? Pas grand-chose de plus que ne dictent déjà les grands principes chers aux humanistes et que les avancées de la génétique ne remettent pas en cause. Et c'est très bien ainsi.

Cerveau et société

Un des arguments en faveur de la hiérarchie sociale provient, implicitement, de la sociobiologie comparée, qui s'appuie par exemple sur l'observation des insectes sociaux. Selon une définition qui témoigne d'une vision anthropomorphique, il existerait dans les sociétés d'insectes sociaux, telle celle des fourmis, des «castes», dont chacune est spécialisée à partir d'une tâche définie : ouvriers, soldats, esclaves capturés dans d'autres colonies, sans oublier la reine.

Or ce qu'il conviendrait mieux de nommer groupes spécialisés n'est pas seulement déterminé par des facteurs génétiques, mais par de nombreux autres éléments : nourriture larvaire, taille (aléatoire) de l'œuf, conditions d'hibernation et posthivernales de sa maturation, présence ou non d'une reine dans l'entourage des larves, ainsi que son âge. Plus important encore : les œufs ayant un long cycle de couveuse peuvent devenir soit reine, soit ouvrière, et la reine peut rester longtemps multipotente, puisqu'elle peut effectuer, durant une longue période, les mêmes tâches qu'un ouvrier.

Dès lors, si chez les êtres simples le comportement est fortement déterminé par les gènes, le programme génétique devient, du fait de sa diversité de plus en plus large, plus «ouvert» chez les organismes plus complexes. Il laisse à ceux-ci capacité de choix et liberté de réponse, apportant des potentialités qu'il pourra développer ou non, selon les hasards de la vie et de l'éducation qu'il aura reçue. C'est ce que disait déjà Lamarck en 1809 dans sa *Philosophie zoologique* : «On peut sans doute apporter en naissant les dispositions particulières pour des penchants que les parents transmettent par l'organisation, mais certes, si l'on n'eût pas exercé fortement et habituellement les facultés que ces dispositions favorisent, l'organe particulier qui en exécute les actes ne se serait pas développé.»

Une seconde question porte sur les «maladies mentales». Un scientisme excessif et des raisons idéologiques pourraient généraliser le sens d'observations importantes, mais encore très fragmentaires sur le rôle de l'hérédité lors de certaines affections psychiatriques. Certes la psychose maniaco-dépressive est d'origine génétique, mais une conclusion semblable concernant toutes les formes d'autisme ou d'affections graves sur le plan social serait prématurée. Il n'est pas possible d'exclure l'intervention de facteurs psychologiques dans leur déclenchement, ou leur maintien.

Une troisième question fort débattue touche à la place de l'homme et des groupes humains dans la société. Certains parlent de «Darwinisme social» sans savoir qu'il s'agit là d'un contresens. En effet, c'est Lamarck qui pensait que les formes simples de la vie progressent selon une hiérarchie allant du simple au complexe pour aboutir finalement à la race humaine. En ajoutant la lutte pour la survie chère à Spencer, qui était philosophe, et non pas biologiste, on obtient ce qui aurait dû être appelé plus justement un Lamarckisme social. Au contraire, Darwin concevait l'évolution comme un arbre à ramifications multiples, qu'il a illustré d'ailleurs en exergue de son *Évolution des espèces* (1859) et non pas comme une échelle. On voit sur cet arbre que les espèces évoluent de manière divergente, en fonction de variations fortuites, et que subsistent celles qui sont le mieux adaptées aux conditions de vie. Ceux qui prétendent trouver appui sur le Darwinisme et plus généralement sur quelque acquis scientifique isolé de son contexte pour justifier les inégalités sociales et parfois même le racisme, trichent sur les arguments qu'ils mettent en avant. C'est le contraire que nous enseigne chacune des avancées de la science.

Henri Korn est Directeur de recherches à l'INSERM et Professeur à l'Institut Pasteur.

Ce texte est une retranscription du débat enregistré, avec Émile Noël, au Palais de la Découverte. Ce débat sera diffusé sur France-Culture le 7 mai 1997.

La cuisson

HERVÉ THIS

Comment déterminer les temps de cuisson pour conserver une viande tendre et juteuse.

Voici un rôti de bœuf : comment le cuisons-nous ? Le problème est ancien ; dans sa *Physiologie du goût*, Jean Anthelme Brillat-Savarin montrait un «professeur» morigénant son cuisinier à propos d'une sole ratée : «Ce malheur vous arriva pour avoir négligé la théorie dont vous ne sentez pas toute l'importance. Vous êtes un peu opiniâtre, et j'ai de la peine à vous faire concevoir que les phénomènes qui se passent dans votre laboratoire ne sont autre chose que l'exécution des lois éternelles de la nature ; et que certaines choses que vous faites sans attention, et seulement parce que vous les avez vues faire à d'autres, n'en dérivent pas moins des plus hautes abstractions de la science.»

Quelles sont ces lois qui président aux diverses méthodes de cuisson ? Si l'on écarte quelques cas exotiques, telle la cuisson à l'acide des poissons à la Tahitienne (les poissons sont mis à mariner dans du jus de citron vert), le cuisinier gagnera à reconnaître que la cuisson est une transformation des aliments par la chaleur. D'où la question : comment transmettre cette chaleur ? Classiquement les cuisinières et cuisiniers chauffent les aliments par l'intermédiaire de gaz, de liquides ou d'ondes. Examinons ici une des trois gammes de procédés : le chauffage par des gaz, c'est-à-dire le fumage, le séchage, le braisage, la cuisson au four ou la cuisson à la vapeur.

Dans le séchage comme dans le fumage, la cuisson est lente, car la température du fluide chaud est peu supérieure à la température ambiante. La cuisson à la vapeur est plus efficace, car l'aliment reçoit à la fois l'énergie cinétique de la vapeur et l'énergie résultant de la condensation de la vapeur sur l'aliment ; toutefois, la température est alors limitée à 100 degrés environ. Au four, en revanche, l'air, éventuellement chargé de vapeur d'eau, atteint des températures élevées : d'où des problèmes de détermination des temps de cuisson que les cuisinières et cuisiniers ont résolu empiriquement, par des formules du type : «douze minutes par livre, plus dix minutes pour le pot». Ces règles ont-elles un fondement ? Remarquons tout d'abord que c'est l'épaisseur maximale d'un aliment qui détermine le temps nécessaire pour

que sa température soit partout supérieure à une température donnée. Aussi une saucisse d'un kilomètre de longueur mettra le même temps à cuire qu'une saucisse de seulement dix centimètres de long, pourvu que les diamètres soient égaux.

D'autre part, un doublement de l'épaisseur doit s'accompagner d'un quadruplement du temps de cuisson, parce que la distance à chauffer est doublée, ainsi que la quantité de matière. Pour un corps sphérique, le temps de cuisson est alors proportionnel à la racine 2/3 de la masse,



DR
Braisière française du début du siècle, en terre. Les rebords du couvercle permettent de retenir les braises.

variation qui se modélise bien par une courbe comportant une partie linéaire après une augmentation rapide : on retrouve approximativement la loi empirique, inapplicable aux aliments trop petits.

Également assuré par un gaz chaud, le braisage à l'ancienne est une opération remarquable, puisque, après la destruction des micro-organismes de surface au cours d'un brunissement à haute température, la viande est enfermée dans une enceinte (classiquement une braisière, aujourd'hui une cocotte) et laissée «cendre dessus et cendre dessous», écrivaient les bons auteurs. Ainsi la température du fluide chauffant, inférieure à 100 °C, évapore l'alcool éthylique de l'eau-de-vie toujours employée dans les braisés, ainsi que divers composés aromatiques de la garniture : la viande cuit dans une atmosphère parfumée, sans perdre son eau, puisque la température est inférieure aux 100 °C fatidiques de l'ébullition.

Ce procédé est aujourd'hui à la mode dans de nombreux restaurants, où il est nommé «cuisson sous vide à basse tem-

pérature» : les aliments sont scellés dans un sachet en plastique d'où l'on a retiré l'air, et pochés à une température inférieure à 100 °C. La cuisson est longue, comme pour les braisés anciens, mais elle permet de préparer les plats à l'avance. Cet avantage était si bien connu des chefs anciens que M. Menon, l'auteur d'une *Science du Maître d'Hôtel Cuisinier* (1750) ne mentionne aucun temps de cuisson dans son traité : il savait que le résultat ne change pas notablement tant que la cuisson est douce. De surcroît, les aliments sont alors d'une remarquable tendreté, car les sucs des viandes ne sont pas évaporés ; or la jutosité contribue à la tendreté.

Jadis difficile (on craignait les «coups de feu»), le braisage donne aujourd'hui de remarquables résultats pourvu qu'on utilise un four préalablement calibré et qu'on connaisse quelques températures clefs : à 40 °C, la viande s'opacifie, parce que les protéines de la viande commencent à se dénaturer (les protéines sont de longues molécules repliées en pelote ; leur déroulement, avant la coagulation, est la dénaturation) ; puis, à 50 °C, les fibres commencent à se contracter ; à 55 °C, la partie fibrillaire de la myosine (une protéine essentielle à la contraction musculaire, avec l'actine) coagule tandis que le collagène (une protéine qui donne aux viandes leur dureté) commence à se dissoudre ; à 66 °C, diverses protéines coagulent ; à 70 °C, la myoglobine ne fixe plus l'oxygène, et l'intérieur de la viande devient rose ; à 79 °C, l'actine coagule ; à 80 °C, les parois cellulaires sont rompues et la viande devient grise ; à 100 °C, l'eau est évaporée ; et, à une température supérieure à 150 °C, les réactions chimiques, dites de Maillard, engendrent des produits bruns et aromatiques.

Que faire de ces repères ? Si le four dispose d'une bonne régulation de température, le cuisinier pourra choisir le point exact de cuisson qu'il voudra atteindre, sans se reposer sur des indications empiriques peu fiables et sans craindre les coups de feu qui ruinaient jadis les braisés. Naturellement la viande saignante a ses adeptes, mais ceux-ci n'oublieront pas que de trop basses températures favorisent la prolifération de micro-organismes dangereux. La cuisson à basse température est périlleuse... mais donne de si beaux résultats !

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 26 mai 1997, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt