

A l'école des neurones

Neurosciences Deux mathématiciens bernois proposent un nouveau modèle théorique pour expliquer le processus d'apprentissage des neurones. Un nouveau pas vers la modélisation du fonctionnement foisonnant du cerveau

Lucia Sillig

A gauche en sortant de l'ascenseur. Pas à droite. Qu'il s'agisse de choisir la direction à prendre, de savoir s'il faut tirer ou pousser une porte ou d'identifier quel bouton allume une plaque électrique, après plusieurs essais, le cerveau finit par apprendre. Pour tenter d'éclaircir les mécanismes à l'œuvre dans la matière grise, les chercheurs mettent au point des modèles mathématiques théoriques.

Le problème, c'est que, pour l'instant, même les macaques apprennent plus vite que ne le décrivent certains de ces modèles. Par ailleurs, plus le nombre de neurones est grand, moins les performances de ces modèles sont bonnes. Dans la revue *Nature Neuroscience*, deux mathématiciens de l'Institut de physiologie de l'Université de Berne proposent une solution pour dépasser ces limites et mieux coller à la réalité de l'activité cérébrale.

«Il y a plusieurs types d'apprentissage, explique Walter Senn. Par association, par procédure, comme pour le vélo, par exemple, ou encore par renforcement.» C'est ce dernier type d'apprentissage qui occupe le chercheur. Une situation routinière, à laquelle le cerveau apprend à réagir après un certain nombre d'essais. «Comme un réflexe de Pavlov», ajoute-t-il. Confrontés à un stimulus, une question du type «tourner à gauche ou pas», les neurones peuvent s'activer ou non. Une façon de modéliser leur réponse est d'attribuer à chacun d'eux une «voix», la décision finale étant prise «démocratiquement», à la majorité. Si le choix s'avère correct, le cerveau enverrait alors un signal de récompense général. Ceci par le biais d'un neurotransmetteur, comme la dopamine.

C'est là que survient un problème «d'attribution du mérite», relèvent les chercheurs bernois. Dans les modèles traditionnels, tous les neurones sont récompensés, indépendamment de la justesse de leur «vote» individuel. «C'est un peu comme si la maîtresse d'école ne communiquait que le résultat global d'un test, réussi ou raté, pour toute une classe, illustre Walter Senn. Comment l'élève peut-il savoir ce qu'il

doit améliorer? Quand la classe est grande, cela devient difficile d'apprendre quoi que ce soit.»

De même, ces modèles se focalisent en général sur un seul ou sur un petit groupe de neurones. Si le nombre de cellules nerveuses augmente, les performances baissent. Par ailleurs, 100 essais sont nécessaires pour obtenir 80% de réussite et ce pourcentage ne s'améliore pas avec de l'entraînement, relèvent les mathématiciens. «Les observations comportementales, en revanche, montrent que l'apprentissage par renforcement peut être fiable et rapide.» Ils citent l'exemple de macaques, qui sont capables d'apprendre en quelques essais seulement à indiquer correctement «à gauche» ou «à droite» quand on leur montre une image spécifique.

En intelligence artificielle, il serait toutefois possible d'envoyer

une «évaluation détaillée» à chaque neurone. «Mais cela n'est pas plausible d'un point de vue biologique», estime Walter Senn. A la place, le chercheur propose un modèle basé sur deux signaux généraux: un pour la récompense, l'autre pour donner le résultat

«Ce n'est pas parce qu'un modèle est efficace qu'il est forcément conforme à la réalité»

global du «vote». Ainsi, pour autant que le neurone ait une mémoire, ces deux informations permettent de «déduire» le succès ou l'échec individuel. Ce modèle rend compte d'un apprentissage

plus rapide et dont les performances augmentent avec le nombre de cellules nerveuses impliquées dans le processus.

La prochaine étape serait de vérifier expérimentalement le bien-fondé de cette théorie. Mais il n'est pour l'instant pas techniquement possible d'analyser les réponses individuelles d'un nombre élevé de neurones. «Dans quelques années peut-être», espère Walter Senn, qui ajoute que ces résultats devraient aussi permettre d'orienter les recherches pour parvenir à mieux modéliser le fonctionnement du cerveau.

«Il y a deux approches, résume Pierre Magistretti, directeur du Brain Mind Institute de l'EPFL. La plus classique, celle choisie par les mathématiciens bernois, consiste à faire des modèles théoriques. Mais ça n'est pas parce que l'un d'entre eux est plus efficace qu'il est forcément conforme à la

réalité.» L'autre approche est celle qui est développée dans le cadre du projet Blue Brain du Brain Mind Institute. Elle consiste à réunir dans un «super-ordinateur» toutes les données biologiques disponibles: la forme des cellules, les connexions entre elles, leur activité, etc. Puis, on applique un stimulus et «on regarde ce qu'il en sort», explique le scientifique. C'est la démarche inverse, en quelque sorte.

«Mais si la réponse ne correspond pas aux observations expérimentales, alors on cherche ce qu'il manque», ajoute Pierre Magistretti. En s'inspirant, par exemple, de l'approche théorique.

Parties des deux extrémités d'un même problème, les deux approches se rejoindront peut-être un jour pour recréer artificiellement le fonctionnement complexe et foisonnant des réseaux neuronaux.

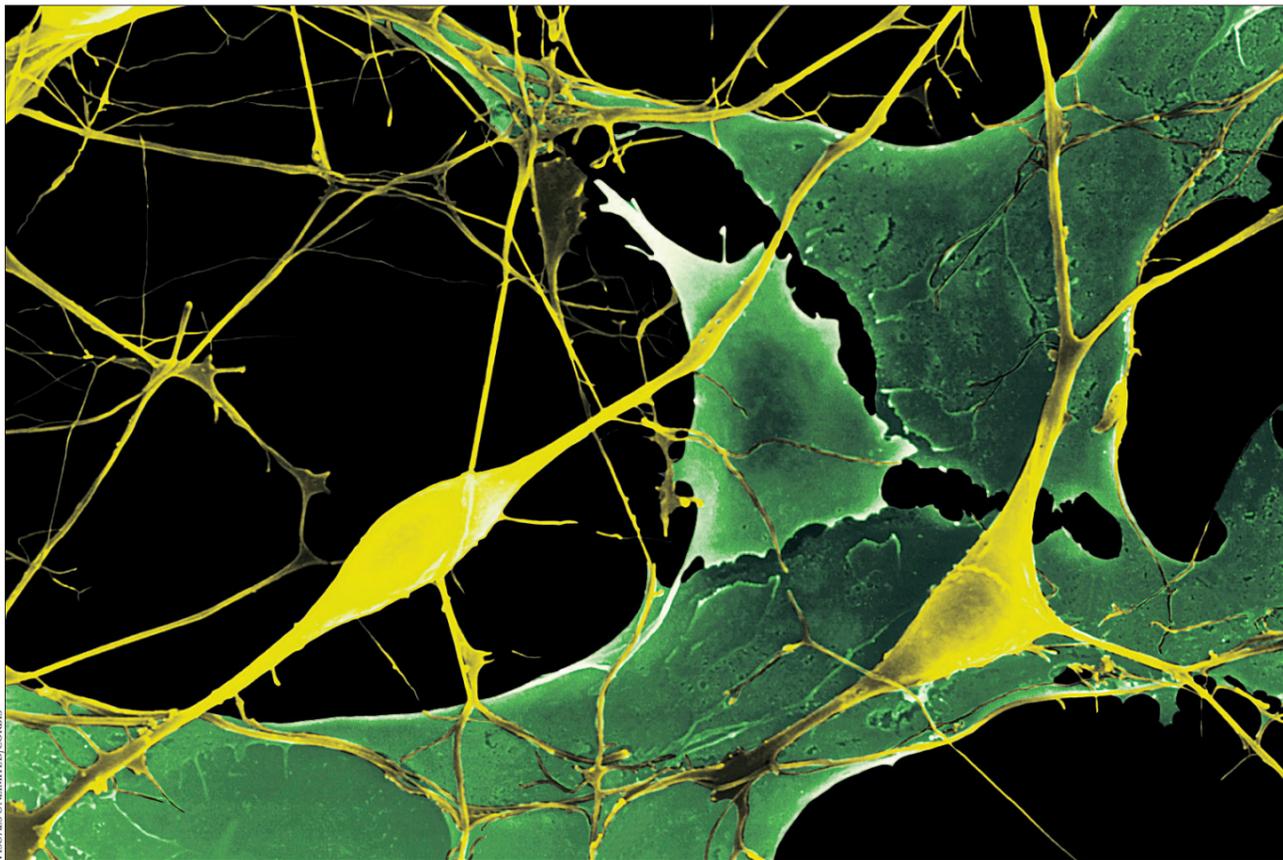


Image d'un neurone réel. Reproduire le fonctionnement interconnecté des cellules nerveuses passe par différentes approches dont la modélisation mathématique, choisie par deux chercheurs bernois. ARCHIVES

La vie des autres

Beverly Eckert. Elle s'appelait Beverly Eckert. Elle était veuve. Son mari avait perdu la vie dans une des tours du World Trade Center, le 11.09.2001. Depuis ce jour, Beverly Eckert avait voué sa vie à faire la vérité sur cet attentat. Elle avait fondé l'association «Voices of September 11th» qui devait, au départ, venir en aide aux familles des victimes, et qui s'était rapidement transformée en groupe d'action politique, réclamant la vérité sur le rôle des services de renseignement et forçant George Bush à créer la Commission d'enquête sur le 11 septembre. Vendredi, Barack Obama lui a rendu cet hommage: «Elle était une source d'inspiration pour moi et beaucoup d'autres.» Car Beverly Eckert a perdu la vie dans la nuit de jeudi à vendredi, à bord de l'avion Continental Airlines dont le crash a fait 50 morts, à Buffalo.

Les spectateurs de cinéma sont appelés à rire. Avec la crise, en effet, de très nombreux films comiques sortent ou sont en préparation. Comme la comédie américaine *Paul Blart: Mall Cop*, qui raconte les aventures d'un vigile de supermarché juché sur un Segway, film snobé par la critique mais dont le succès rapide et populaire rappelle celui de *Bienvenue chez les Ch'tis*.

Les oiseaux, faut-il les nourrir en cet hiver particulièrement rude? C'est le débat que proposait la *NZZ am Sonntag*. Le journal allemand explique par exemple qu'un roitelet peut perdre jusqu'à 20% de son poids en une seule nuit quand la température est très froide. Et, comme cet oiseau pèse environ 5 grammes et qu'il ne peut pas faire de réserves sous peine de ne plus voler, la mort est souvent au bout de la nuit – une bonne partie des petits oiseaux de nos ciels ne passe ainsi pas l'hiver. D'un côté, il y a ceux qui trouvent qu'il faut aider les oiseaux à survivre. De l'autre, il y a ceux qui disent qu'il faut laisser faire la nature, qui se débarrasse ainsi des volatiles faibles ou malades. Il faut savoir résister à cette tentation de les aider, disent ces derniers.

Stéphane Bonvin

Rougeole: la vaccination obligatoire?

Epidémie Solution envisagée par les autorités suisses

La vaccination contre la rougeole pourrait devenir obligatoire en Suisse. Face à la nouvelle flambée de l'épidémie, la Conférence des directeurs cantonaux de la santé (CDS) envisage cette solution dans une lettre adressée au directeur de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP). Une des conditions pour éliminer la rougeole est un taux de vaccination de 95% de la population. Or, avec une couverture vaccinale de 86%, la Suisse est à la traîne.

Toutefois, le président de la CDS, Pierre-Yves Maillard, a précisé lundi que cette solution représentait un «ultime recours». Il faut dans un premier temps «renforcer la sensibilisation, faciliter l'accès au vaccin et être plus sévère avec les médecins qui ne signalent pas les cas qu'ils rencontrent».

L'OFSP n'exclut pas non plus de rendre le vaccin obligatoire. «C'est une mesure possible, mais il faut en discuter», a indiqué le responsable de la Division maladies transmissibles, Daniel Koch. L'OFSP pourrait ordonner l'obligation de vacciner contre la rougeole. Mais «il faudrait s'entendre avec les cantons, car la question relève de leur compétence». **ATS**

Vache nourrie aux OGM: indétectable

Aucune technique de détection actuelle ne permet de déceler qu'une vache a été nourrie avec des organismes génétiquement modifiés (OGM), tels que le maïs Bt176. C'est ce que révèle une étude de l'Institut national de recherche agronomique, publiée dans le *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Selon les chercheurs, «de petits morceaux d'ADN provenant de la nourriture peuvent bel et bien traverser la membrane intestinale et se retrouver dans le sang des ruminants». Mais, «dans aucun échantillon, la séquence d'ADN transgénique propre au maïs Bt176 n'a pu être retrouvée de façon certaine» dans le sang des bovins objets de l'étude. (AFP)

Brèves

Candidats

● La chaîne publique allemande ZDF a lancé lundi un appel à candidatures pour dénicher de «jeunes talents» de la politique, désireux de remplacer Angela Merkel, et dont le ou la plus doué(e) sera désigné(e) lors d'une émission en juin. (AFP)

Epilepsie

● Une alimentation riche en taurine pourrait réduire la toxicité visuelle d'un médicament antiépileptique pour enfants, le vigabatrin, selon des chercheurs qui ont trouvé une explication à cet effet indésirable. (AFP)

Stress

● Certaines personnes, confrontées à un stress extrême, restent étonnamment calmes. Leur profil hormonal est unique, ont affirmé des chercheurs lors de la conférence annuelle de l'American Association for the Advancement of Science. (AFP)

Mariage

● L'actrice mexicaine Salma Hayek et le milliardaire français François-Henri Pinault se sont mariés samedi à Paris. La cérémonie a eu lieu en «toute intimité», a indiqué lundi le maire du VI^e arrondissement. (ATS)

L'Eglise allemande perd des fidèles

Départs Les catholiques indignés par la récente décision du pape

La déception et le mécontentement ne sont pas retombés chez les catholiques allemands, après la levée de l'excommunication de l'évêque négationniste Richard Williamson. Même si la chancelière Angela Merkel, qui a eu un entretien avec Benoît XVI, s'est dite satisfaite de la mise au point très ferme du pape sur l'Holocauste, un trouble profond s'est installé dans l'Eglise allemande. Alors que le cardinal de Mayence Karl Lehmann redisait dimanche ses critiques contre le délai de réflexion accordé au prélat négationniste pour retirer ses propos, les sorties d'Eglise se sont multipliées de la part des catholiques.

«La levée de l'excommunication des évêques intégristes, et pas seulement celle de Richard Williamson, continue d'agiter les catholiques. La moitié des gens qui nous contactent actuellement nous font part de leur indignation», explique Theodor Bolzenius, porte-parole du Comité central des catholiques allemands, le «parlement» de l'Eglise allemande.

Il y a aussi des voix qui estiment que les critiques contre le pape

sont injustifiées, admet-il. Mais ce qui le frappe c'est la crise profonde qui a saisi les milieux les plus pratiquants et les plus actifs. C'est ce que confirme le théologien de Braunschweig Andreas Feige, cité par le magazine *Focus*: «Maintenant, ce sont les chrétiens engagés qui s'en vont. Pas ceux qui avaient déjà pris une certaine distance avec l'Eglise, mais des gens qui sont déçus de l'attitude du pape.»

Vague de sorties d'Eglise

«Sortez de l'Eglise», avait titré en une la semaine dernière le magazine alternatif *TAZ*, de Berlin, en publiant un formulaire officiel. Il est pourtant est trop tôt pour dire que l'on assiste à une vague de départs, prévient Theodor Bolzenius, car une vue d'ensemble au niveau national manque encore. Les baptisés qui veulent le faire doivent en effet s'adresser à l'administration de leur commune ou de leur district.

Mais des pointages dans plusieurs localités montrent une accélération des départs. En un seul jour, au début février, à Fribourg-en-Brigau, douze catholiques ont

demandé à ne plus faire partie de l'Eglise, alors que l'on compte une vingtaine de départs pour un mois. Dans le cercle de Stuttgart-Centre 67 croyants sont partis en quinze jours, alors qu'il n'y en avait que 24 pour la même période de l'année précédente, selon *Focus*. A Paderborn, 90 retraits contre une moyenne de 50 par mois.

Ceux qui tournent le dos à leur Eglise ne sont pas uniquement motivés par la récente décision du pape, prévient Theodor Bolzenius. «Nous entrons dans la crise et souvent l'impôt ecclésiastique est la première dépense où l'on coupe.» Cet impôt, perçu par l'Etat pour le compte des Eglises, représente un supplément de 9% du bordereau fiscal. L'économie n'est pas quelconque pour de petits budgets. Un salarié célibataire avec un revenu annuel de 25 000 euros économisera ainsi 380 euros.

Yves Petignat, Berlin

● Des discussions auront lieu entre la Fraternité sacerdotale Saint Pie X et le Vatican, à une date non fixée, afin de clarifier sa réintégration dans l'Eglise catholique. (ATS)