

CS4FN

Activités de sciences et technologie ludiques



La boîte à cerveau: création d'un cerveau artificiel

Créées par Peter McOwan et Paul Curzon,
de la Queen Mary, University of London en
collaboration avec Google et l'EPSRC

www.cs4fn.org

La boîte à cerveau : création d'un cerveau artificiel

Créées par Peter McOwan et Paul Curzon, de la Queen Mary, University of London en collaboration avec Google et l'EPSRC

Tranche d'âge: 8 ans – adultes

Abilities assumed: répondre à des questions d'ordre général

Time: Cours théorique de 20-30 minutes, atelier d'1 heure

Size of group: de 7 à plusieurs centaines

Sujet

Qu'est-ce qu'un réseau neuronal?

Comment créer un réseau neuronal artificiel opérationnel?

Résumé

Après avoir expliqué la manière dont fonctionnent les neurones dans le cerveau humain, nous créons une version artificielle programmée pour la bataille corse. Nous la testons ensuite en jouant contre d'autres cerveaux artificiels.

Objectifs

Cette activité vise à étudier la manière biologique et spécifique dont les cerveaux animaux sont susceptibles d'inspirer la création de nouveaux logiciels et, par conséquent, de leur conférer des capacités d'intelligence. L'objectif est notamment de faire comprendre le fonctionnement des neurones et la manière dont cette architecture peut être copiée, pour créer un réseau neuronal artificiel susceptible d'engendrer un comportement semblable à celui des humains.

Termes techniques

Réseaux neuronaux, informatique bio-inspirée, intelligence artificielle.

Matériel

- Présentation Powerpoint avec des diapositives montrant un neurone réel.
- Un paquet de cartes simple (idéalement de grande taille) ou à défaut des cartes rouges et noires de taille normale.
- Deux feuilles de "position" indiquant les positions des cartes.

L'activité réalisée au sein d'une classe complète suppose la création de 4 cerveaux par 28 personnes, les autres tiennent et retournent les cartes. Le cours implique la conception d'un cerveau simple par 7 volontaires. Chaque cerveau (nécessitant l'implication de 7 personnes) nécessite:

- 6 tubes
- 6 morceaux de corde d'environ 1 ou 2 m de long
- 1 jeu de 7 cartes d'action des neurones
- Une boîte contenant les éléments indiqués ci-dessus

Procédure

Préparation:

Avant la session, placez les six tubes et la corde dans chaque « boîte à cerveau ». Afin de faciliter le processus lors de la création du cerveau, attachez 3 longueurs de corde en forme de Y, en les nouant ensemble au centre du Y. Répétez cette procédure avec les 3 autres longueurs de corde.

L'objectif:

Expliquez que vous allez créer un cerveau artificiel opérationnel à l'aide du kit « boîte à cerveau ». Montrez l'une des boîtes contenant le matériel.

Explication des neurones:

Afin de réaliser un cerveau, la classe doit tout d'abord comprendre la manière dont fonctionne un cerveau réel. Montrez la diapositive d'un neurone. Vous devez en faire une description simple. Elle peut être directement liée à un cours de biologie plus approfondi qui décrit les neurones plus en détails mais cela n'est pas nécessaire dans le cadre de cette session spécifique.

- Les cerveaux biologiques sont composés de neurones. Il s'agit de cellules du cerveau. Le cerveau humain contient des milliards de neurones qui sont tous reliés entre eux.
- Chaque neurone dispose d'un noyau central d'où partent de nombreuses ramifications. Les ramifications relient les neurones entre eux. Chaque neurone est relié à plusieurs autres neurones.
- Les neurones communiquent entre eux en transmettant des messages simples par l'intermédiaire des ramifications. Ces messages sont des impulsions électrochimiques.
- Chaque neurone opère en réalisant une action simple. Les neurones connectés transmettent des messages. Suite à la réception d'un certain nombre de messages (par conséquent lorsqu'un certain seuil est atteint), le neurone tire. Que signifie pour un neurone de tirer ? Simplement de transmettre un message à tous les neurones auxquels il est relié. Chaque neurone présente un seuil qui détermine le moment où il tire. [Vous pouvez expliquer ce processus en prenant l'exemple d'un ballon que l'on gonfle. Il reçoit des messages jusqu'à ce qu'il éclate (le neurone transmet). Ceci est illustré sur la présentation Powerpoint ci-jointe. Vous pouvez également gonfler un vrai ballon.]

Laissons la biologie de côté. Il s'agit d'expliquer qu'en fin de compte, tout ce qui se passe dans le cerveau se résume à des milliards de neurones qui agissent ainsi. Lorsque vous faites vos devoirs, que vous regardez la télé ou que vous tombez amoureux, les neurones envoient continuellement des messages chimiques entre eux.

L'organisation:

Grâce aux neurobiologistes et aux scientifiques cognitifs, nous comprenons de mieux en mieux la manière dont le cerveau fonctionne. Par conséquent, les scientifiques en technologie peuvent désormais tenter de concevoir des cerveaux artificiels qui fonctionnent de manière similaire.

Expliquez que vous allez créer un cerveau à l'aide du kit de fabrication de cerveau. Chaque cerveau sera adapté aux couleurs. Si l'activité est réalisée sous la forme d'un cours, un cerveau et sept volontaires suffisent. Si l'activité est réalisée au sein d'une classe complète, vous pouvez créer plusieurs cerveaux qui joueront les uns contre les autres.

Faites venir le groupe de 7 volontaire devant, montrez la «boîte à cerveau» et expliquez que tout ce dont vous avez besoin c'est d'une corde et d'un rouleau de papier toilette.

La première étape consiste à établir la structure physique du cerveau artificiel. Les sept volontaires pour chaque cerveau joueront le rôle des neurones et fourniront l'énergie. Les cordes joueront le rôle des structures de ramification qui relient les neurones entre eux (les axones). Prenez un morceau de corde nouée en Y et demandez à trois des volontaires de tenir l'extrémité. Une quatrième personne tient le nœud situé au centre.

La personne qui tient la base du premier Y tient également un deuxième morceau de corde, qui constitue la base du deuxième Y. Deux autres personnes tiennent les autres extrémités et la dernière personne tient le nœud de ce deuxième Y. Vous devriez obtenir la disposition indiquée sur la figure 1.

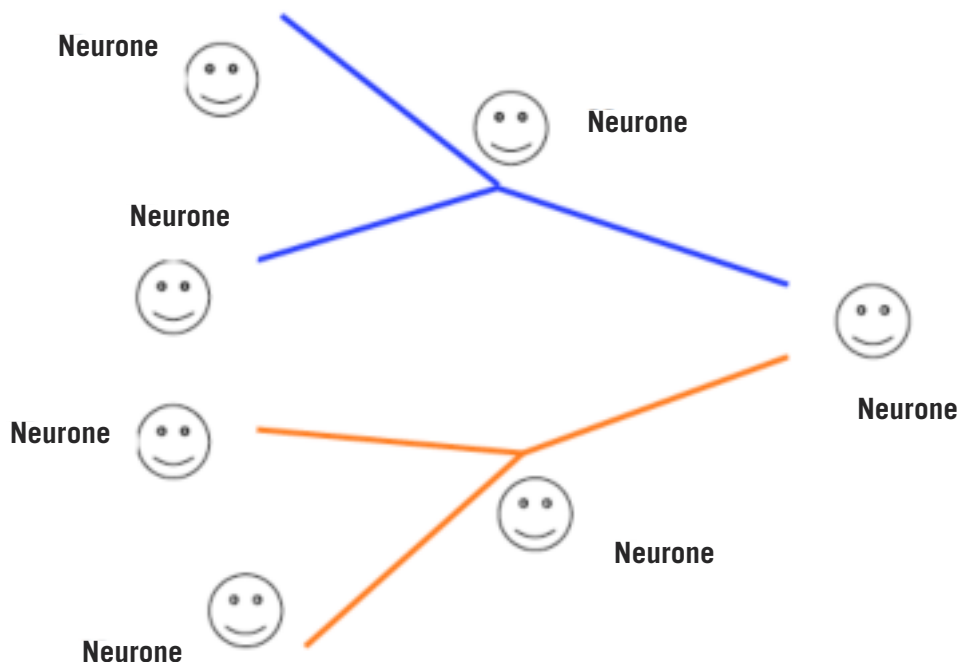


Figure 1 : Disposition de la corde et positionnement des volontaires

Vous disposez désormais d'un cerveau mais il ne peut pas fonctionner car les neurones n'ont aucun moyen de communiquer. Expliquez que la prochaine étape consiste à doter les neurones de messagers chimiques.

Voilà à quoi vont servir les tubes. Les quatre personnes situées à l'extrémité du Y ont besoin d'un tube inséré sur sa corde. Les deux personnes qui tiennent les nœuds ont également besoin de tubes.

Insérez-les jusqu'au nœud à partir de la personne située à la base du Y.

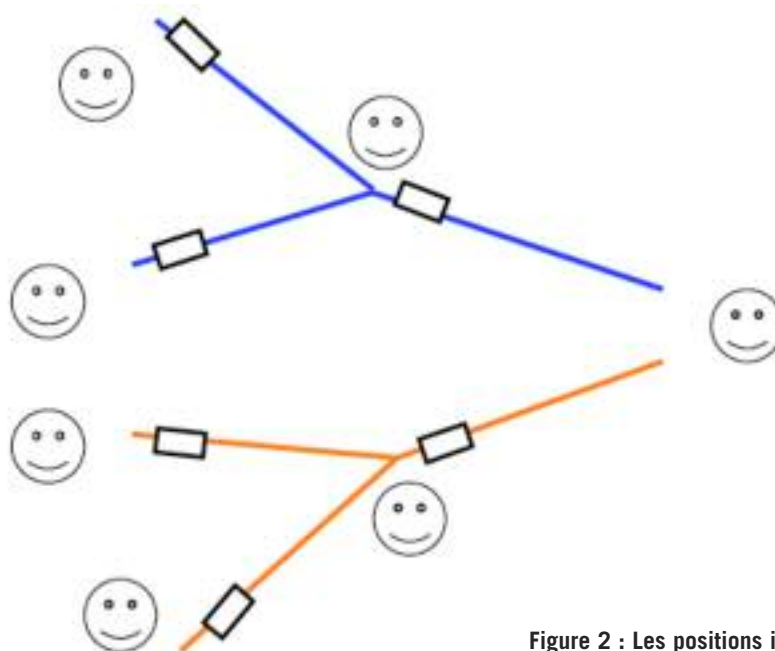


Figure 2 : Les positions initiales des tubes

Expliquez que les neurones dotés de tubes peuvent envoyer des messages aux autres neurones en bombardant le tube le long de la corde (la corde doit être tirée au maximum). Expliquez que ceci peut engendrer une activité cérébrale aléatoire à l'intérieur du nouveau cerveau tandis que les tubes volent dans les airs !

Vous disposez des neurones, de la source d'énergie (les volontaires) et d'un moyen de transmettre les messages mais le cerveau n'est pas encore opérationnel, même s'il y a des signes d'activité cérébrale aléatoire ! Il pourra fonctionner uniquement de manière organisée si les neurones ont des actions à réaliser. Les actions relatives à un cerveau s'apprennent généralement toute la vie. Vous devez accélérer le processus en fournissant des actions préprogrammées.

Donnez à chaque personne une carte d'action de neurone (voir Figure 3). Les quatre personnes situées à l'extrémité des Y (numérotés de 1 à 4) représentent les neurones des yeux. Ils sont reliés aux yeux et constituent l'unique moyen pour le cerveau de percevoir le monde extérieur. Leurs actions consistent à "tirer" s'ils perçoivent une couleur spécifique dans un endroit spécifique (détails supplémentaires ci-dessous). L'essentiel est que les actions relatives à une même couleur soient réalisées sur le même Y du cerveau.

"Tirer" signifie simplement déplacer le tube le long de la corde vers le neurone connecté.

Les deux neurones suivants (5 et 6) sont enfouis dans le cerveau. Ils ne sont pas reliés au monde extérieur, seulement à d'autres neurones. Leur rôle consiste à tirer lorsque le seuil est atteint. C'est-à-dire ils envoient leur tube en avant uniquement lorsqu'ils ont reçu DEUX tubes de la part de neurones de liaison.

Le dernier neurone est un neurone qui crie (le genre de neurone que tout le monde développe vers 4 ans !). Il est relié à la bouche de notre créature artificielle et constitue le seul moyen dont dispose le cerveau pour communiquer avec le monde extérieur. Son seuil est constitué par un tube d'arrivée unique. Lorsqu'il tire, la bouche crie « paire ! » le plus fort possible.

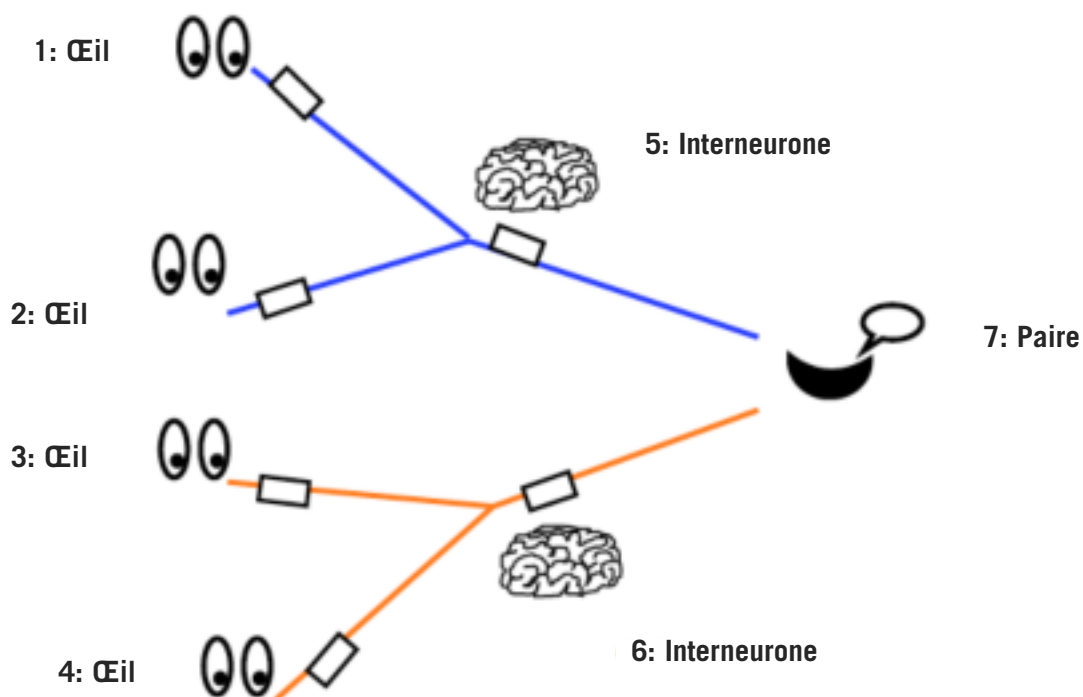


Figure 3: Disposition des cartes d'actions

Enfin, vous avez besoin d'un élément que le cerveau puisse observer. Vous pouvez photocopier les deux feuilles fournies sur une seule feuille en indiquant les deux positions, ou demander à deux autres volontaires de jouer le rôle des deux positions. Le premier joue le rôle de la « position 1 » telle que l'indiquent les cartes d'action, le deuxième joue le rôle de la « position 2 » telle que l'indiquent les cartes d'action. Vous placerez des cartes rouges ou noires sur ces positions.

Expliquez que les yeux doivent regarder uniquement les positions indiquées sur la carte d'action.

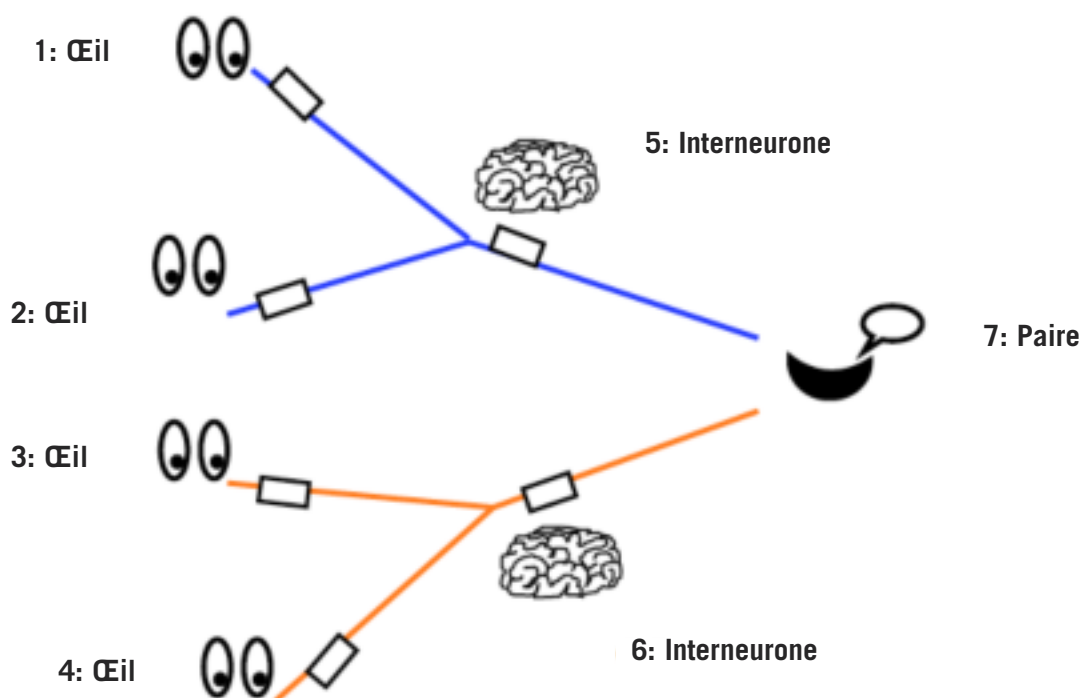
Ils doivent également regarder uniquement la couleur spécifique indiquée. Les autres éléments du cerveau sont constitués par des neurones qui ne présentent aucune capacité à appréhender le monde. Ils doivent par conséquent tourner le dos aux cartes. Ils réagissent uniquement aux tubes d'arrivée et lorsque leur seuil est atteint, pas au monde extérieur.

Test du cerveau:

Le réseau neuronal artificiel est maintenant prêt à être testé. Placez une carte rouge en position 1.

Dites ce que vous faites à haute voix pour aider le volontaire à comprendre : « Une carte rouge est placée en position 1 ». Le neurone 1 doit tirer mais rien d'autre ne doit se passer. Placez maintenant une carte rouge en position 2. Le neurone 2 doit tirer. Ceci doit inciter le neurone 5 à tirer, puis le neurone 7 à crier « paire ! ». Le cerveau est susceptible d'avoir besoin d'être stimulé pour fonctionner correctement. Dans ce cas, vous pouvez plaisanter quant au fait que les cerveaux lents ont besoin de café pour démarrer. Si quelqu'un fait tomber un tube ou l'extrémité d'une corde, vous pouvez plaisanter sur le fait qu'une chirurgie du cerveau est nécessaire.

À ce stade, expliquez que suite à une série de tirs de la part des neurones, il y a une période de réinitialisation du fait du retour des éléments chimiques. Tous les tubes reviennent en position initiale.



Répétez cette action avec deux cartes noires. L'autre côté du cerveau devrait maintenant tirer. Le cerveau peut, bien évidemment, simplement crier « paire » quoi qu'il arrive. Pour vérifier cela, affichez une carte rouge puis une carte noire. Enfin, placez une carte noire en position 1 et une carte rouge en position 2. Le cerveau devrait maintenant être entièrement opérationnel.

Le jeu:

Vous pouvez maintenant essayer pour de vrai. Assurez-vous que seuls les neurones des yeux regardent. Retournez les cartes calmement au hasard et observez ce qui se passe.

Si vous créez plusieurs cerveaux en parallèle, à ce stade, un véritable jeu devrait s'être instauré entre eux. Attribuez des points au cerveau qui crie « paire » en premier.

Retirez des points pour les fausses associations ou autre activité malfaisante.

Pour résumer:

Expliquez que vous avez créé un cerveau artificiel qui fonctionne de la même manière qu'un cerveau réel. Lorsque vous jouez, une série d'événements similaire se produit dans votre cerveau.

Dans ce cas, nous avons utilisé des éléments physiques (corde et tubes), mais cela aurait pu aussi bien être simulé par un logiciel avec des neurones virtuels qui se transmettent des messages électroniques entre eux.

Voici à quoi se résume essentiellement un réseau neuronal, bien qu'à l'instar des cerveaux réels, les réseaux neuronaux réels sont en mesure d'apprendre des actions eux-mêmes.

Nous ne disposons que de 7 neurones. Grâce à des neurones supplémentaires, nous aurions pu créer un cerveau capable de jouer à un jeu plus complexe, par exemple, associer des numéros de cartes plutôt que des couleurs. Imaginez ce que peut faire un cerveau artificiel avec un milliard de neurones. Les scientifiques en technologie y travaillent!

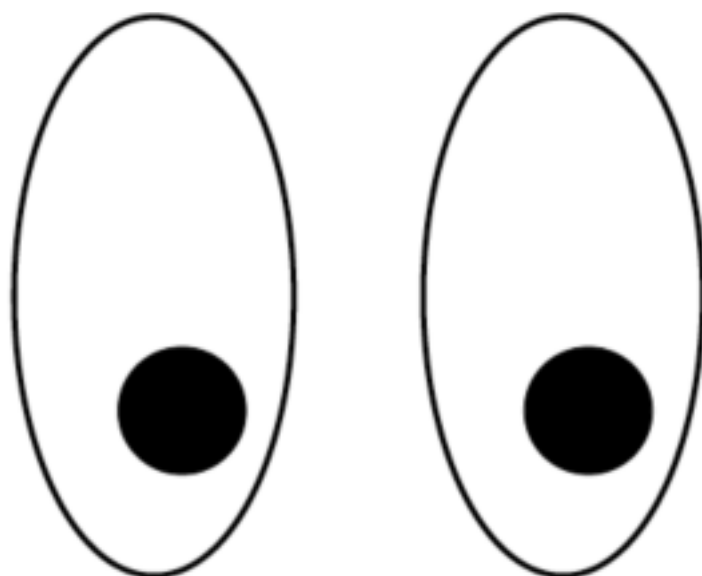
Variations et Extensions

Une activité plus développée consiste à inciter des groupes à créer leurs propres réseaux neuronaux à l'aide d'une corde et de tubes pour reconnaître des animaux, en cherchant des éléments tels que des rayures, des griffes, etc.

Les cordes et les tubes peuvent également être utilisés de manière similaire pour illustrer les barrières logiques et le flux des émissions de contrôle.

**Carte d'action du
Neurone 1**

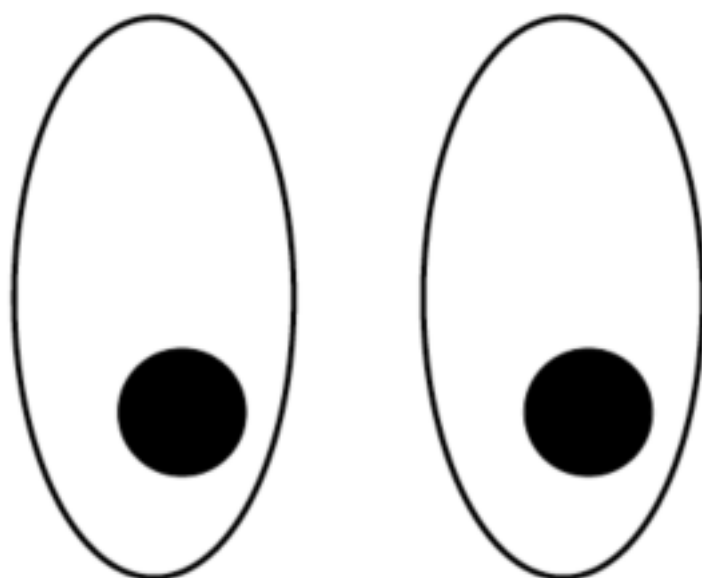
**Un neurone de
« l'œil »**



**Tire seulement
si tu vois une
carte ROUGE
en Position 1**

**Carte d'action du
Neurone 2**

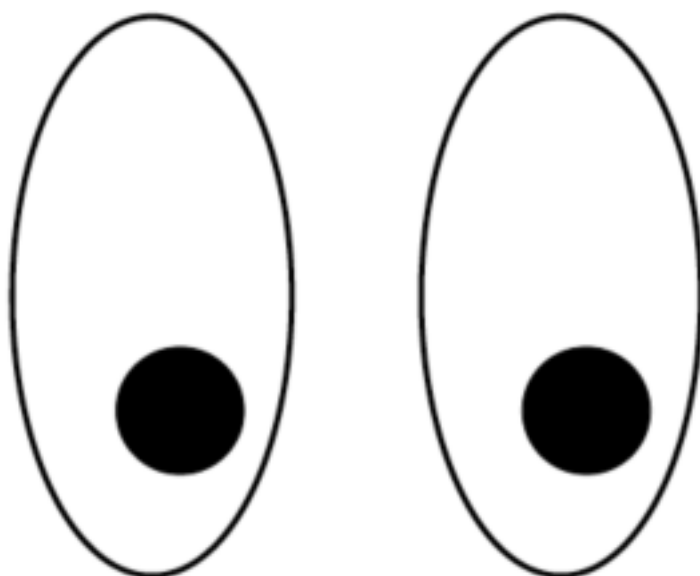
**Un neurone de
« l'œil »**



**Tire seulement
si tu vois une
carte ROUGE
en Position 2**

**Carte d'action du
Neurone 3**

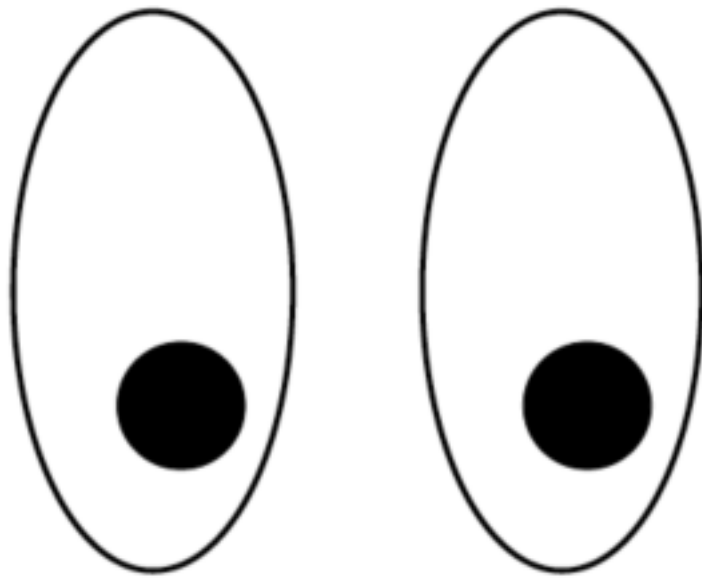
**Un neurone de
« l'œil »**



**Tire seulement
si tu vois une carte
NOTR en Position 1**

**Carte d'action du
Neurone 4**

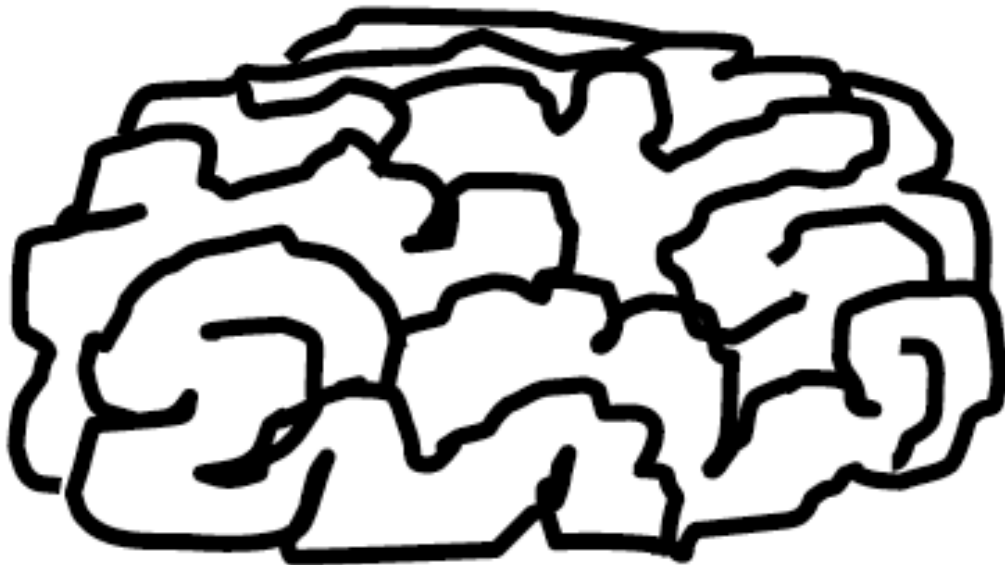
**Un neurone de
« l'œil »**



**Tire seulement
si tu vois une carte
NDTR en Position 2**

**Carte d'action du
Neurone 5**

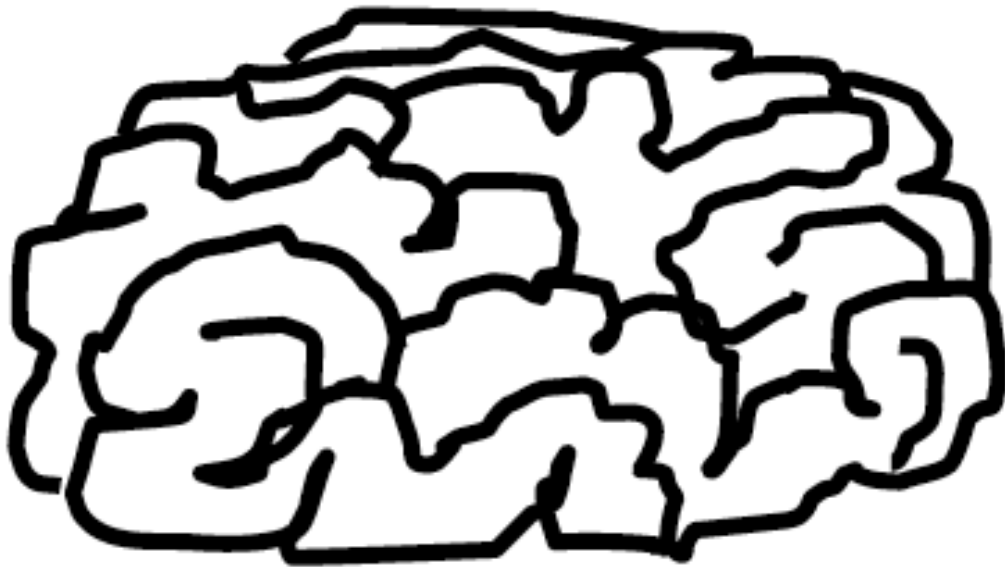
L'interneurone



**Tire seulement
si tu vois une carte
en Position 6**

**Carte d'action du
Neurone 6**

L'interneurone



**Ne tire que si tu
reçois deux
impulsions
entrantes**

**Carte d'action du
Neurone 7**

**“neurone
d'association”**



**Crie ‘FAIRE’ quand
au moins une
impulsion arrive**

Schéma électrique pour les neurones 1-7

