

Notre cerveau à tous les niveaux

UTA Joliette
hiver 2025

Cours #7 de 8

Garage désaffecté coin Papineau et Laurier,
parc des Compagnons, samedi 20 août 2022, en avant-midi



9^e rencontre

Le langage : émergence de mondes symboliques communs et tremplin pour la pensée

Où, après un survol de **la vie sociale dans le règne animal**, on abordera enfin ce niveau social chez les êtres humains avec le phénomène unique qui caractérise notre espèce : le langage. On évoquera les débats sans fin sur son origine et **les changements cognitifs associés au langage humain** avant de s'attarder sur **la spécificité du langage comme moyen de communication**. On redescendra ensuite un peu au niveau cérébral pour explorer **les réseaux cérébraux dont l'activité est associée à divers aspects du langage**. Sans oublier, encore une fois, la toujours très grande importance du corps dans nos processus cognitifs qui fait que **nos métaphores sont incarnées**. Et que, par-dessus tout, **on crée nos catégories mentales grâce à notre capacité de faire des analogies**. En somme, on est tellement immergé dans le langage depuis notre plus jeune âge que parler devient notre façon privilégiée de faire émerger un monde de sens avec les autres.



YDR T'as déjà perché?

BD Pas vraiment, non. Ou il y a très longtemps, une fois, pour aider une amie qui commençait sa carrière de cinéaste en faisant un court métrage!

YDR Ah ouais? C'était qui?

BD Chloé Leriche.

YDR C'est vrai? Je la connais.

BD Ça me surprend pas, tu connais tout le monde. D'ailleurs, tu connais aussi un des comédiens qui jouait dans son film, Martin Dubreuil, qui était aussi la vedette de ton *Gambit du fou*.

YDR Ah ben est bonne! Y jouait là-dedans? Ça me surprend juste à moitié parce qu'y paraît que c'est l'acteur qui a joué dans le plus de courts métrages dans l'histoire du cinéma québécois?

BD Le monde est p'tit, comme on dit.

Le langage : une propriété émergente de la vie sociale chez les humains

La vie sociale et la communication dans le règne animal

L'apparition du langage chez l'humain

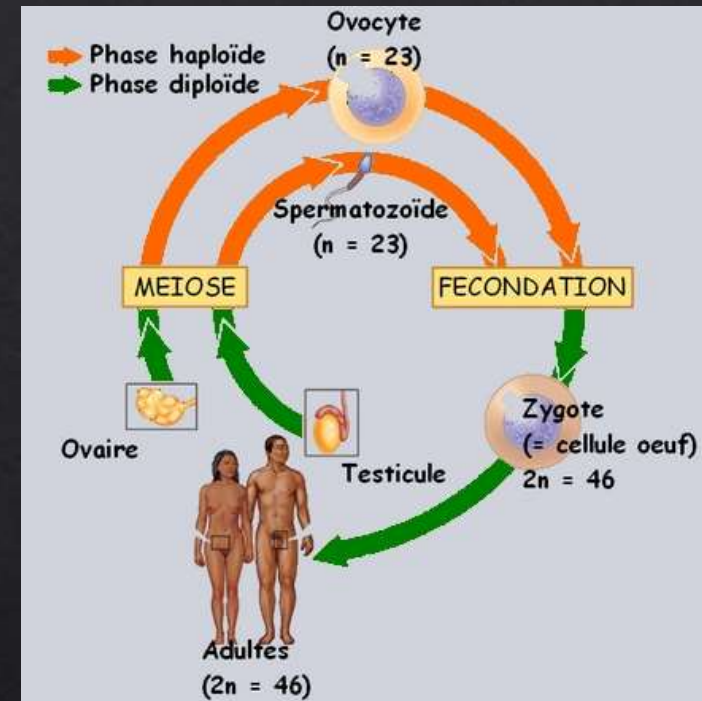
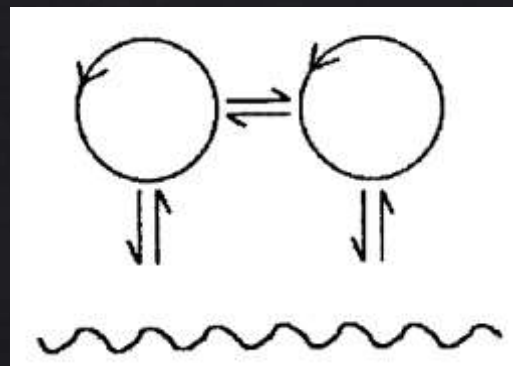
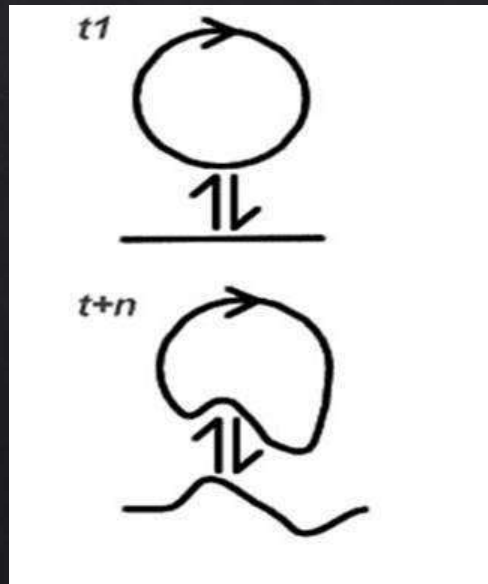
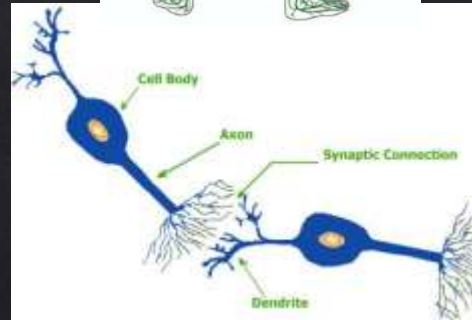
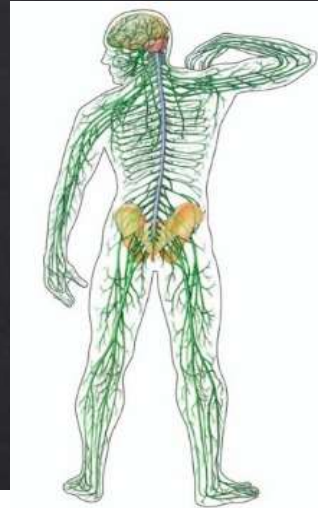
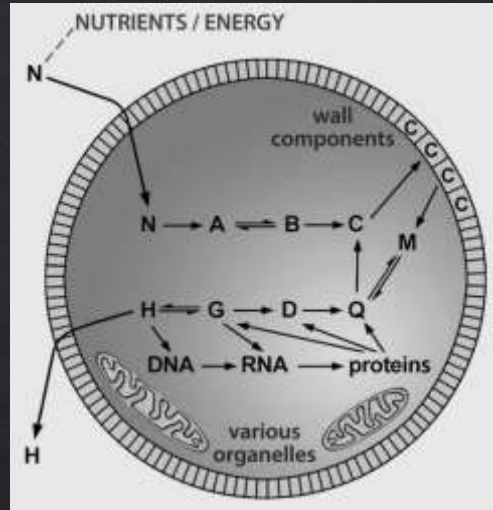
La spécificité du langage comme moyen de communication

Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal

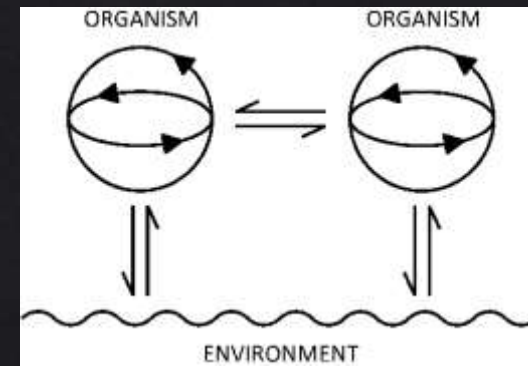
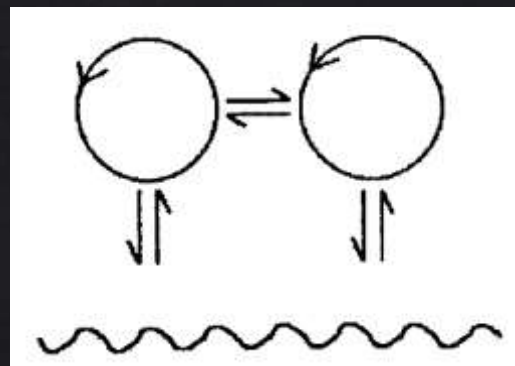
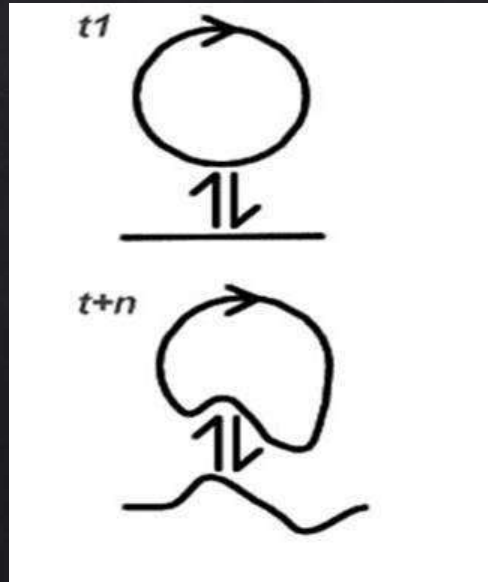
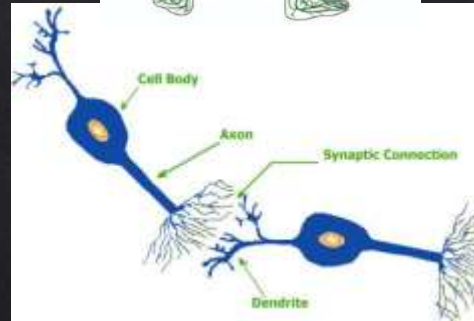
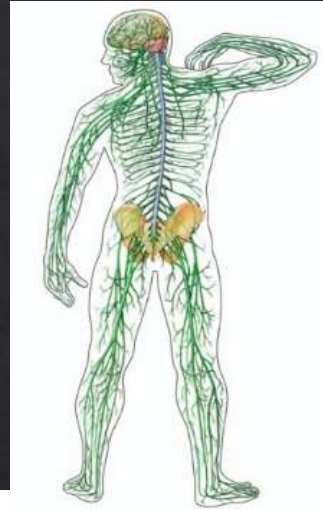
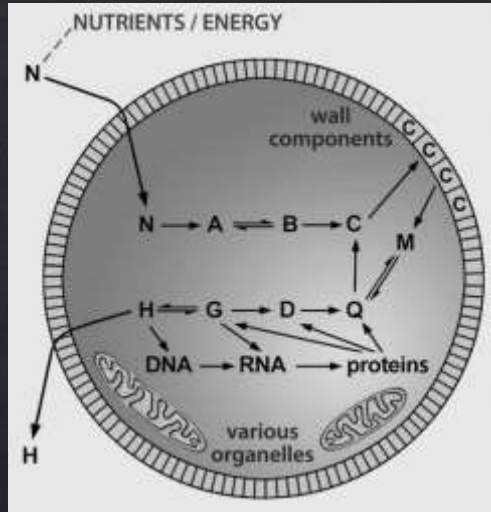
Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture

« L'analogie / catégorisation », au cœur de la pensée

Apparition de la sexualité :
deux « parent » se mettent
ensemble pour faire
un individu toujours différent



Et donc il va falloir
que ces individus des
deux sexes **se trouvent** et
entretiennent une **relation**
plus ou moins prolongée.



Autrement dit, dans un système social, chaque individu se développe en faisant partie d'un réseau d'interaction fait de ces **couplages** entre organismes.

auditives

(on y revient dans un instant...)

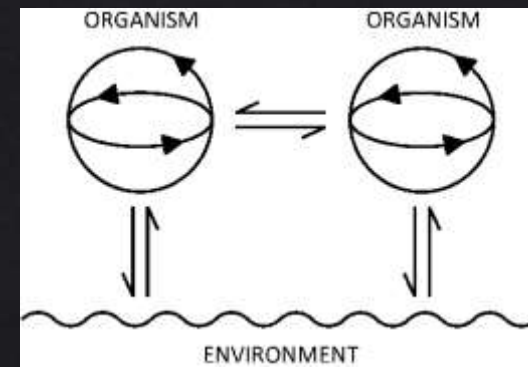
Les individus vont entrer en relations
et produire des **coordinations de comportements**
entre des organismes par ailleurs **indépendants**
grâce à différentes formes **d'interaction** :



chimiques



visuelles



La « danse » des abeilles qui indique la position des fleurs à butiner est un autre exemple de communication visuelle.



La vie d'un individu au sein d'espèces très sociales comme une **colonie d'insectes** va dépendre de celle des autres individus car chacun s'insèrent dans un **réseau d'interactions et de communication** avec les autres.



La « danse » des abeilles qui indique la position des fleurs à butiner est un autre exemple de communication visuelle.



La vie d'un individu au sein d'espèces très sociales comme une **colonie d'insectes** va dépendre de celle des autres individus car chacun s'insère dans un **réseau d'interactions et de communication** avec les autres.



Mais les insectes possèdent une armure externe de chitine qui limite leur taille maximale, et donc **la taille de leur système nerveux**.

C'est pourquoi ils ne se distinguent ni par la variété de leurs comportements ni par leur capacité à apprendre.

Les vertébrés, avec leur squelette interne, acquièrent une capacité de croissance prolongée et ne sont plus restreints en taille, ce qui autorise des organismes avec un **plus grand système nerveux**, et donc une plus grande diversité d'états et de comportements.



Ces individus vertébrés vont ainsi **coordonner leurs comportements** avec d'autres congénères, selon le niveau de sociabilité de leur espèce.

Plusieurs vertébrés comme les **oiseaux** ou les **mammifères** utilisent leurs cordes vocales pour produire différents signaux **sonores**.



Contrairement aux signaux chimiques ou visuels, les sons ont l'avantage de pouvoir **être perçus la nuit ou sur de longues distances**.



Le langage humain, qui utilise lui aussi des sons, n'est donc qu'une forme de communication parmi d'autres. **Mais une forme très sophistiquée.**



Le langage : une propriété émergente de la vie sociale chez les humains

La vie sociale et la communication dans le règne animal

L'apparition du langage chez l'humain

La spécificité du langage comme moyen de communication

Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal

Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture

« L'analogie / catégorisation », au cœur de la pensée

Comme la parole est par essence quelque chose d'évanescent, on ne dispose que **d'indices indirects** de son émergence, d'où les nombreuses hypothèses qui ont été formulées sur l'origine du langage (vocales, gestuelles ou issues de la complexité du monde social).



Théories vocales de l'origine du langage.

Nos productions vocales pourraient venir :

- du développement des onomatopées, c'est-à-dire de l'imitation des bruits de notre environnement.
- des cris de joie, de douleur, et d'autres exclamations involontaires.
- des cris d'alerte des primates pour informer de la présence d'un prédateur, d'aliments toxiques ou comestibles, etc.



Certaines espèces de singes semblent disposer de systèmes de communication vocale, notamment à travers les cris d'alerte des singes vervets (Cheney, Seyfarth, 1990), distinguant trois types de prédateurs, l'aigle qui vient du ciel, le léopard qui accourt et le serpent caché dans le sol.

http://www.gipsa-lab.grenoble-inp.fr/~jean-luc.schwartz/fichiers_public_JLS/fichiers_pdf/Boe_et_al_texte_final.pdf



Face aux drones, des singes verts inventent un nouveau cri d'alarme

16 juin 2019

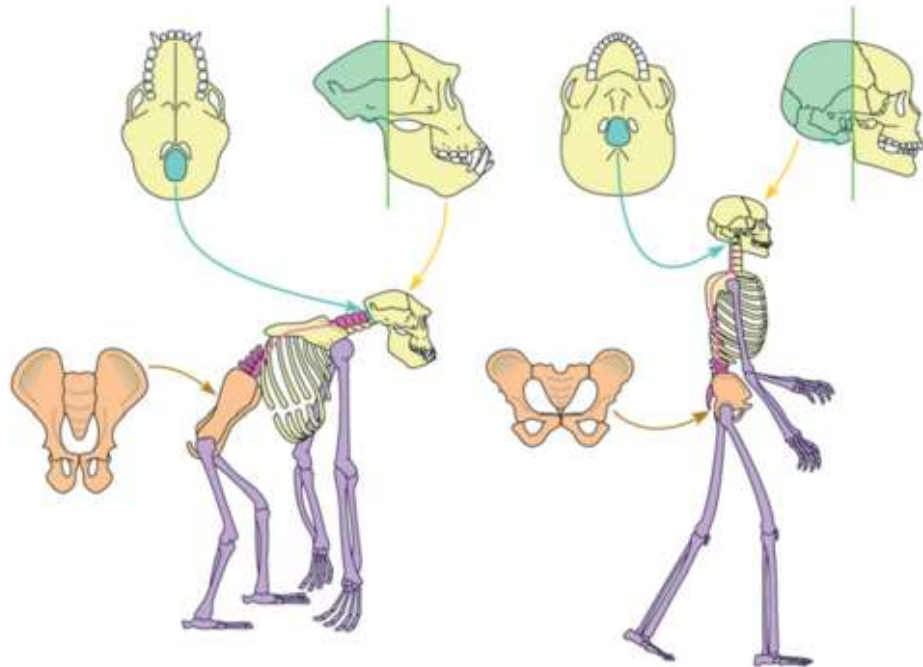
« ...Devant ce nouvel intrus aérien, les singes ont immédiatement couru se mettre à l'abri, tout en sonnant l'alarme. « *Notre analyse acoustique a montré que cette alerte au drone **diffère clairement** des cris poussés devant les léopards et les serpents*, indique la chercheuse. [...]



https://www.lemonde.fr/sciences/article/2019/06/16/face-aux-drones-des-singes-verts-inventent-un-nouveau-cri-d-alarme_5477002_1650684.html

Théories gestuelle de l'origine du langage :

Postule que la première conséquence du passage à la **bipédie** aurait été de rendre les membres antérieurs utilisables pour la communication gestuelle



Le site de **Laetoli** : empreintes de pas d'hominidés bipèdes dans de la cendre volcanique durcie il y a **3,66 millions d'années**.

Théories gestuelle de l'origine du langage :

Postule que la première conséquence du passage à la **bipédie** aurait été de rendre les membres antérieurs utilisables pour la communication gestuelle

(et ce n'est que dans un second temps que le langage vocal se serait à son tour développé)



Le site de **Laetoli** : empreintes de pas d'hominidés bipèdes dans de la cendre volcanique durcie il y a **3,66 millions d'années**.



Les travaux sur la **langue des signes** des personnes sourdes ont montré que :

- elle était aussi sophistiquée du point de vue grammatical que le langage oral.
- elle solliciterait les mêmes régions cérébrales de l'hémisphère gauche que les langues parlées, en particulier l'aire de Broca qui est située très proche des aires motrices des bras et de la main.

La théorie gestuelle de l'origine du langage expliquerait aussi la capacité des chimpanzés à apprendre les rudiments du langage des signes comparé à leur absence de compétence pour le langage verbal.

La transition vers le langage parlé se serait ensuite fait progressivement jusqu'à il y a environ 50 000 ans, période où la parole aurait pris radicalement le dessus, libérant ainsi définitivement les mains pour permettre l'explosion technologique et artistique de cette époque.



Théories basées sur la **complexité**
de l'organisation sociale et politique des humains :

Chez les primates non humains, l'épouillage mutuel a une fonction de **cohésion sociale**, consolidant les hiérarchies et favorisant la réconciliation après les conflits.



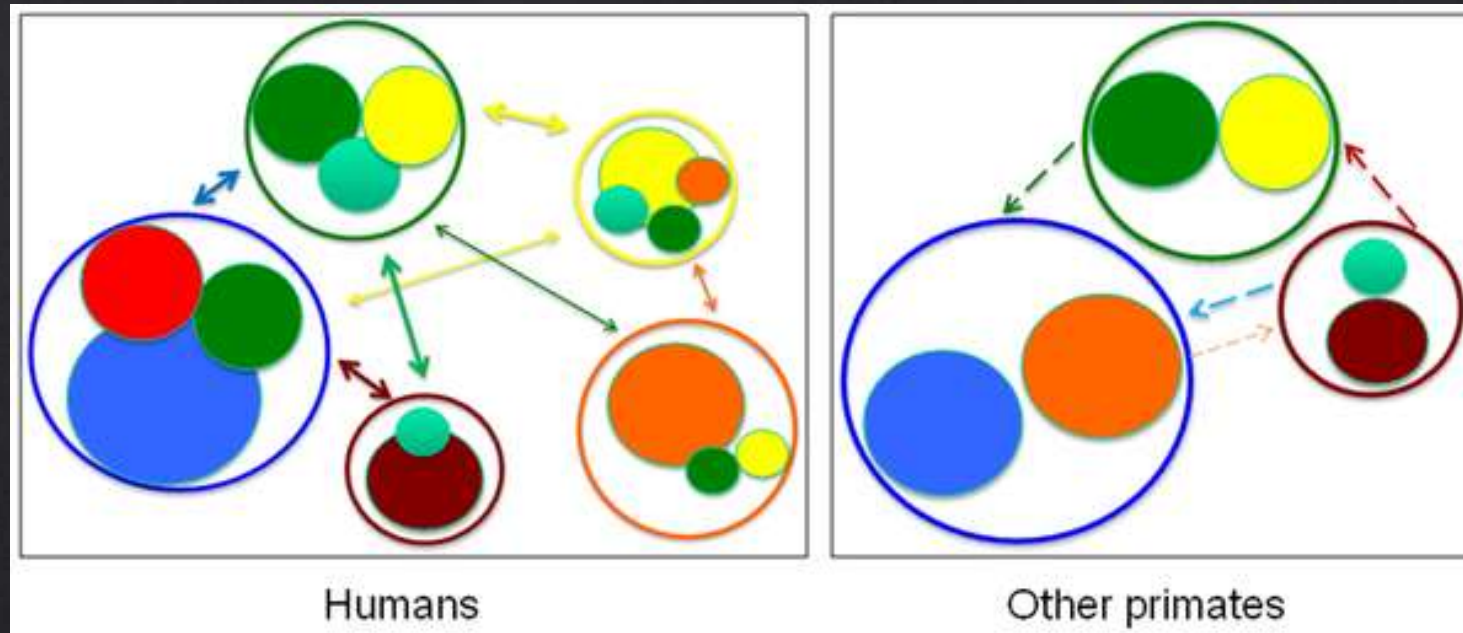
À mesure que le nombre d'individus dans les groupes augmentait durant l'hominisation, le langage serait simplement devenu plus efficace que l'épouillage pour maintenir cette cohésion dans le groupe.



Par exemple : la théorie du « gossip » de Robin Dunbar

- la majorité de nos échanges verbaux sont consacrés à prendre des nouvelles de notre interlocuteur ou d'une tierce personne
- la fonction première du langage aurait donc pu être l'échange d'information sur l'environnement social de l'individu : qui est fiable, qui a fait des alliances avec qui, bref le potinage habituel...

Théories basées sur la **complexité**
de l'organisation sociale et politique des humains :



Cette organisation sociale complexe (comparé à nos cousins primates les plus proches) **aurait aussi pu avoir un effet direct** sur le développement du langage.

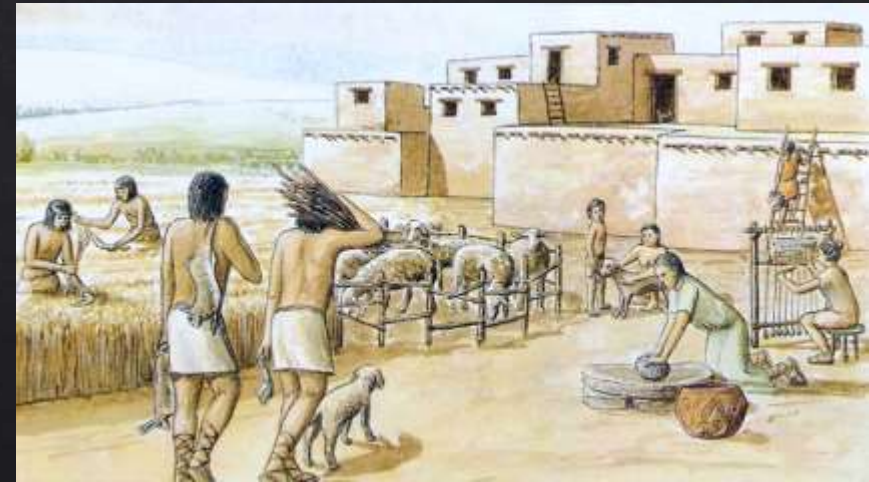
Par exemple, pour **convaincre** un congénère de former une coalition ou de la véracité de quelque chose qui ne se passe pas sous nos yeux.

Aussi :

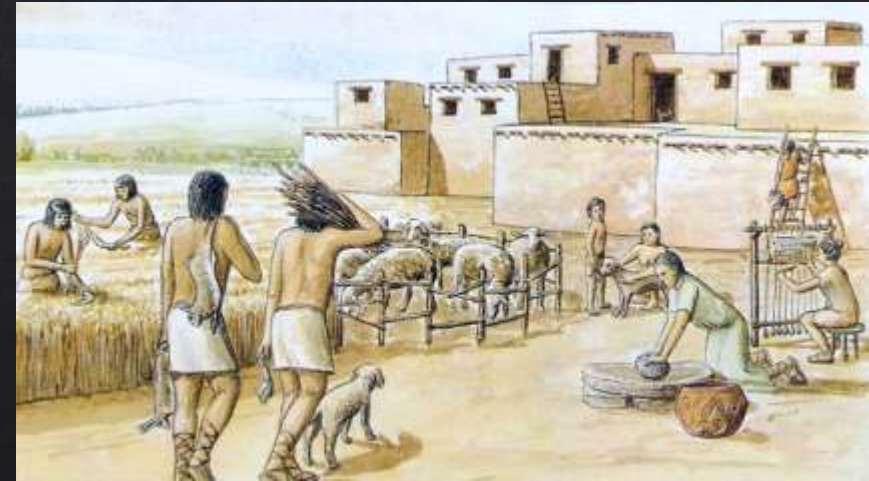
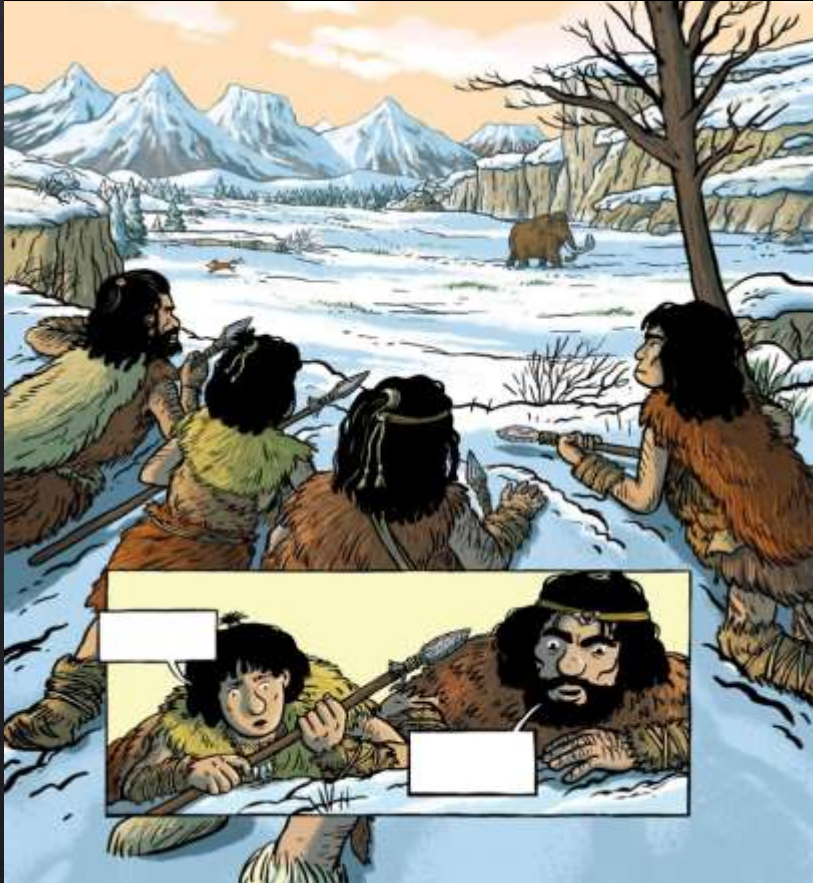
À partir d'un certain d'un certain niveau d'organisation sociale :
nécessité de **formuler des lois pour gérer les crises** découlant de la complexité croissante du psychisme des membres d'un groupe social.



Par exemple : les mythes que l'on retrouve dans toutes les sociétés humaines, du type « ça s'est passé, ça pourrait se reproduire, il ne faut pas que ça se reproduise » qui auraient pu favoriser l'émergence de la **richesse narrative** propre à notre espèce.



→ Mais peu importe son origine,
une chose évidente que va apporter
une faculté cognitive complexe
comme le **langage**,
c'est qu'elle va nous aider à
coordonner nos actions



→ Mais peu importe son origine,
une chose évidente que va apporter
une faculté cognitive complexe
comme le **langage**,
c'est qu'elle va nous aider à
coordonner nos actions



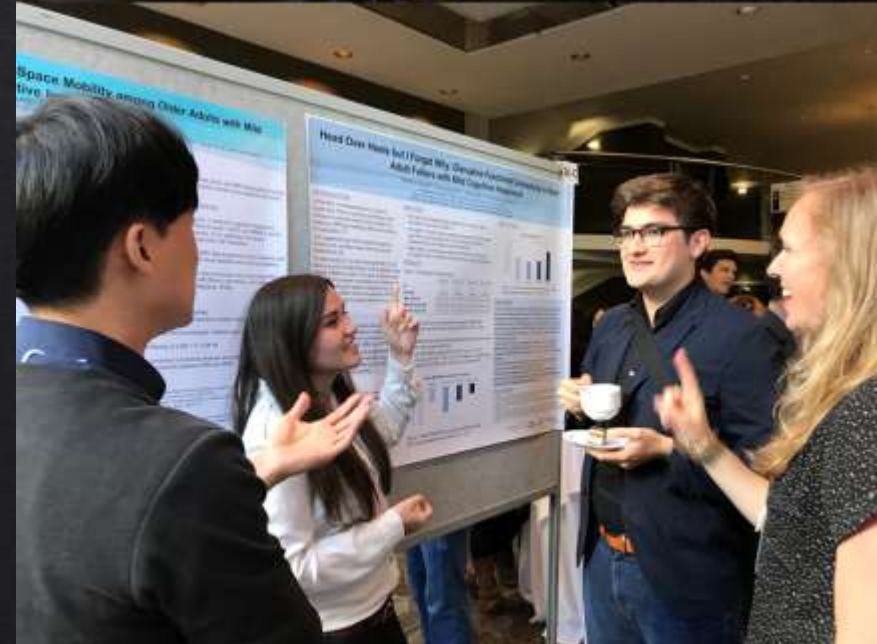
...et plus tard **nos idées** !



Et c'est à partir de là, de
cette place centrale
qu'allait prendre le langage
chez notre espèce,



que les humains vont
pouvoir partager
verbalement leurs
observations, en discuter,
bref **faire de la science !**



Le langage : une propriété émergente de la vie sociale chez les humains

La vie sociale et la communication dans le règne animal

L'apparition du langage chez l'humain

La spécificité du langage comme moyen de communication

Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal

Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture

« L'analogie / catégorisation », au cœur de la pensée

Parler, c'est être capable de produire des **sons** reconnus par un autre être humain, comme **porteurs de sens** selon des **conventions** établies.



Cela a l'air simple dit comme ça, et effectivement il n'y a rien de plus simple et de plus naturel pour un humain que de parler.

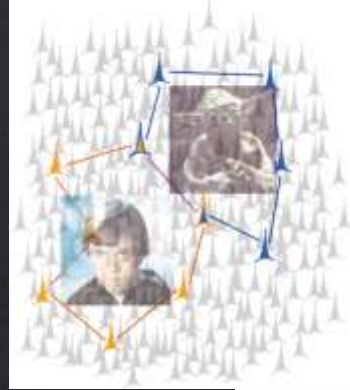
Mais il s'agit en fait d'un véritable « **miracle** » tellement l'enchaînement des phénomènes qui le rendent possible sont complexes.

Et ce « miracle du langage » est le propre de l'espèce humaine : on ne connaît pas de société sans langage, ni de véritable langage aussi articulé chez d'autres espèces.

Comment ça se passe ?

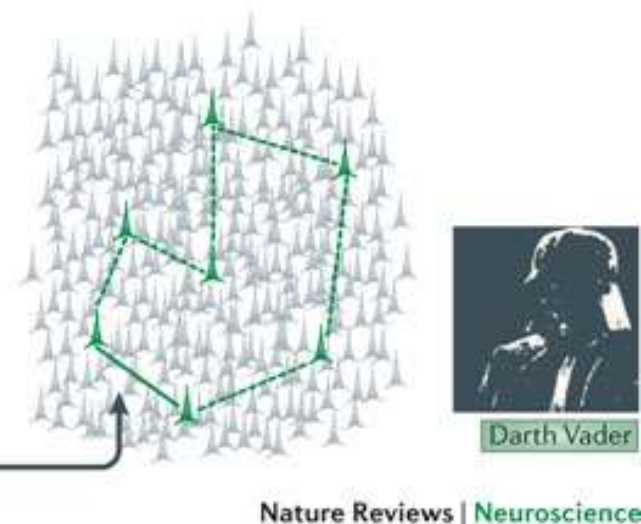
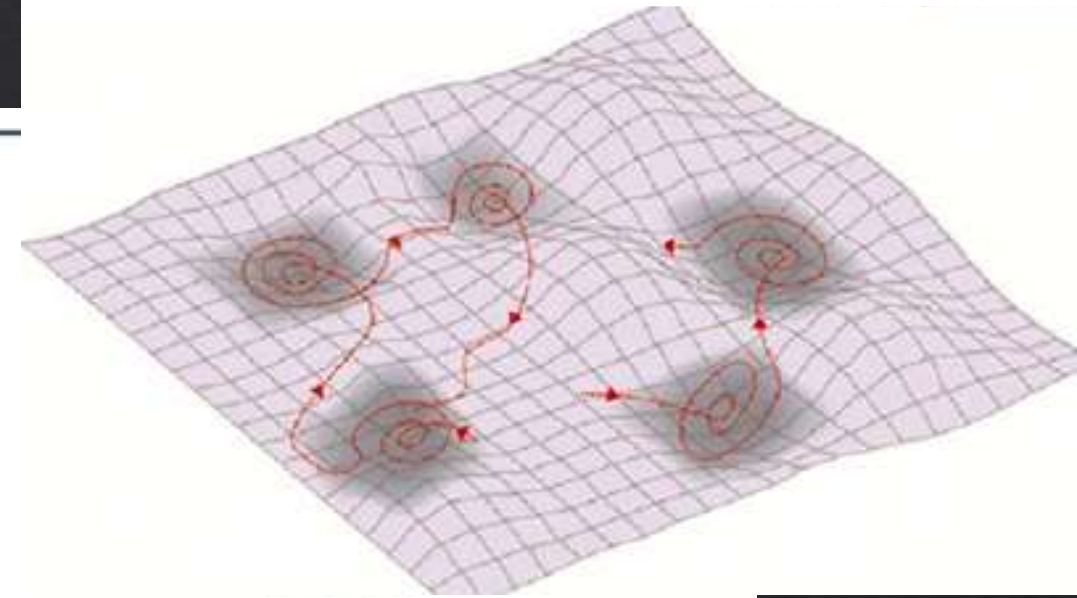
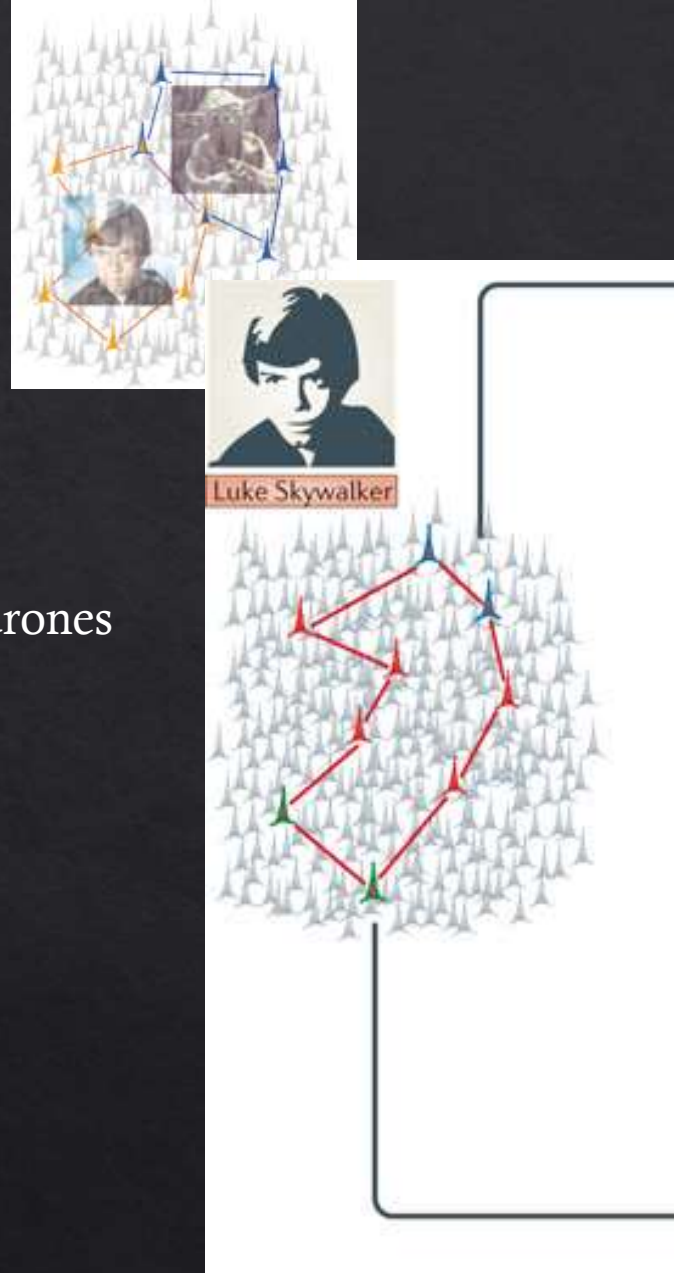


Ça commence par une idée, une image mentale, bref quelque chose qui entre dans notre champ de conscience et que l'on veut communiquer.



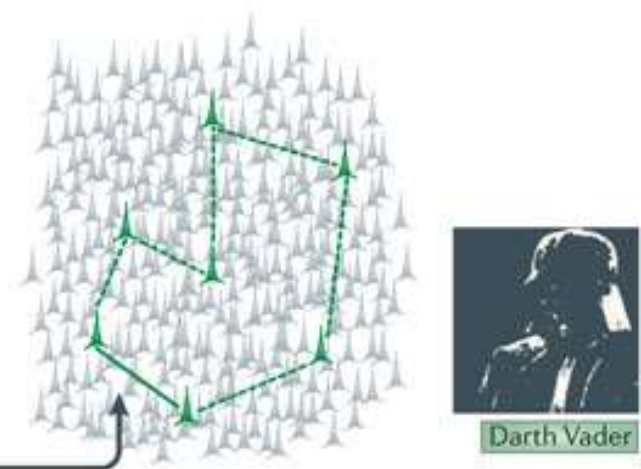
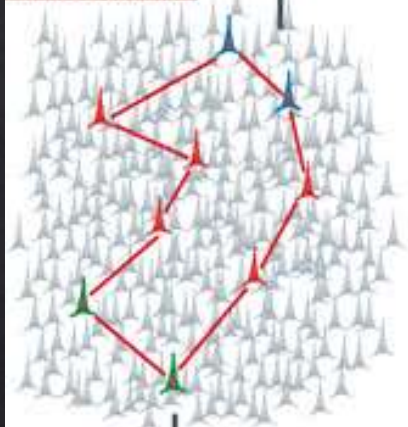
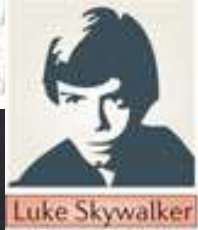
Ça commence par une idée, une image mentale, bref quelque chose qui entre dans notre champ de conscience et que l'on veut communiquer.

- assemblée de neurones sélectionnée



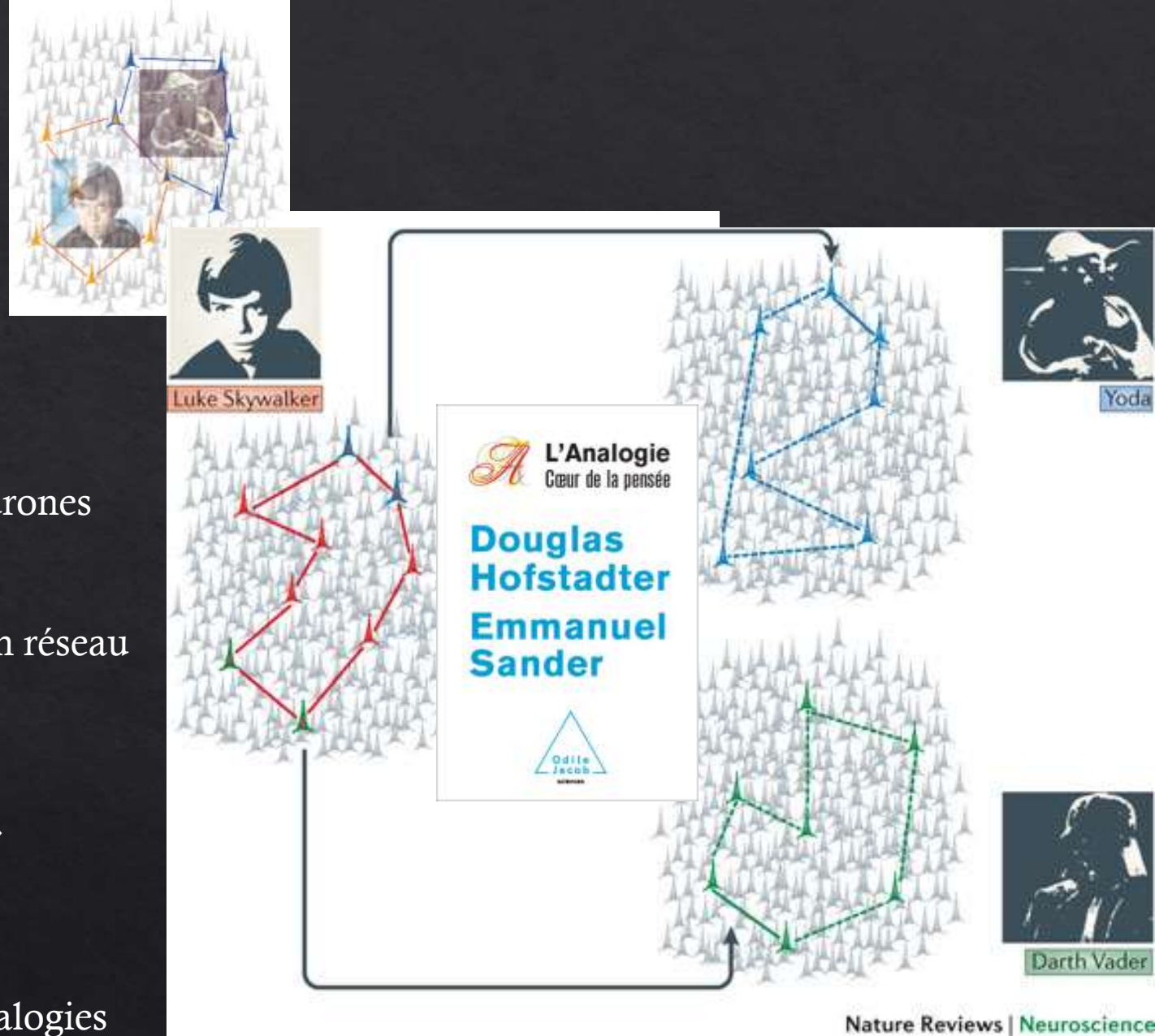
Ça commence par une idée, une image mentale, bref quelque chose qui entre dans notre champ de conscience et que l'on veut communiquer.

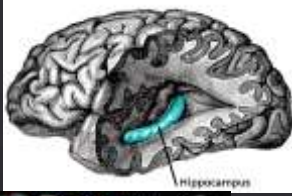
- assemblée de neurones sélectionnée
- attracteur dans un réseau connexionniste



Ça commence par une idée, une image mentale, bref quelque chose qui entre dans notre champ de conscience et que l'on veut communiquer.

- assemblée de neurones sélectionnée
- attracteur dans un réseau connexionniste
- effets de contexte (« embrasement » d'assemblées de neurones)
- glissements et analogies entre catégories





Les morphèmes ont donc une **forme** (arbitraire selon les langues) et un **sens** (ou si vous voulez un **signifiant** et un **signifié**)

Il faut ensuite trouver les bons mots pour le dire (lexique, sémantique)



Et ce signifié peut être **concret** (telle chose) ou plus **abstrait** (la liberté, l'amour, l'infini, etc.)

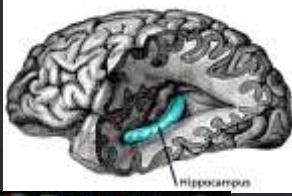
Le **lexique**, c'est l'ensemble des mots d'une langue, son **vocabulaire**

Un **mot** est le plus petit élément du langage avec un contenu sémantique.

Cette unité minimale de signification, on l'appelle aussi **morphème** en linguistique.



Exemple, dans "maisonnette" il y a deux morphèmes : " maison " et " -ette " qui est le suffixe de diminutif qui donne le sens de petitesse ici.



Les phonèmes n'ont toutefois qu'un signifiant (pas de signifié, ne désignent rien).



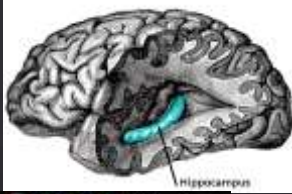
Donc en combinant phonèmes et morphèmes on peut construire autant de mots que l'on veut (la "double articulation" du langage).

On distingue aussi les **phonèmes** :

éléments sonores
élémentaires dans la
prononciation d'une langue.

Les phonèmes s'enchaînent en un ordre donné pour former des morphèmes.

Exemple : les 2 phonèmes du mot « chat » sont notés \ʃa\

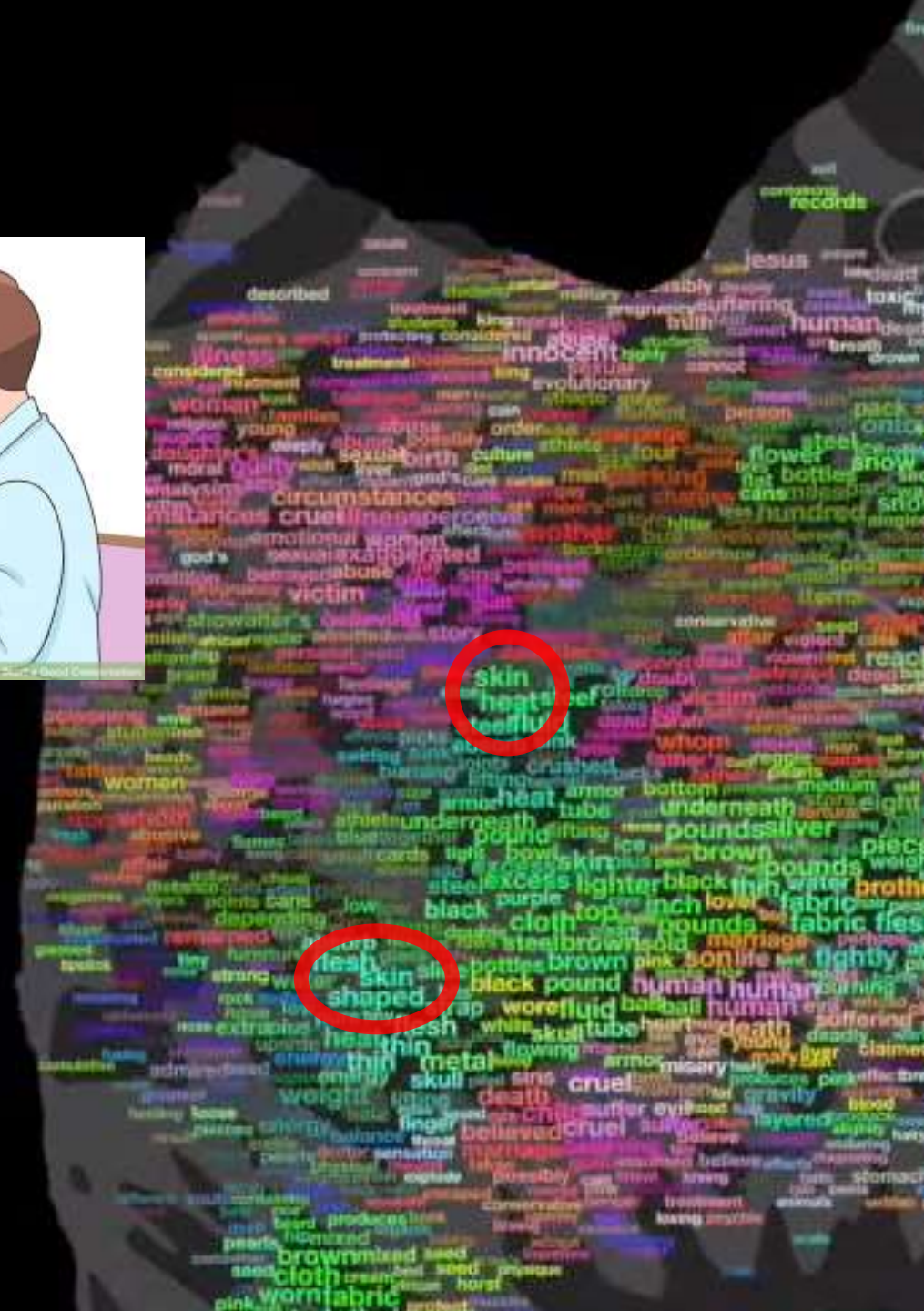
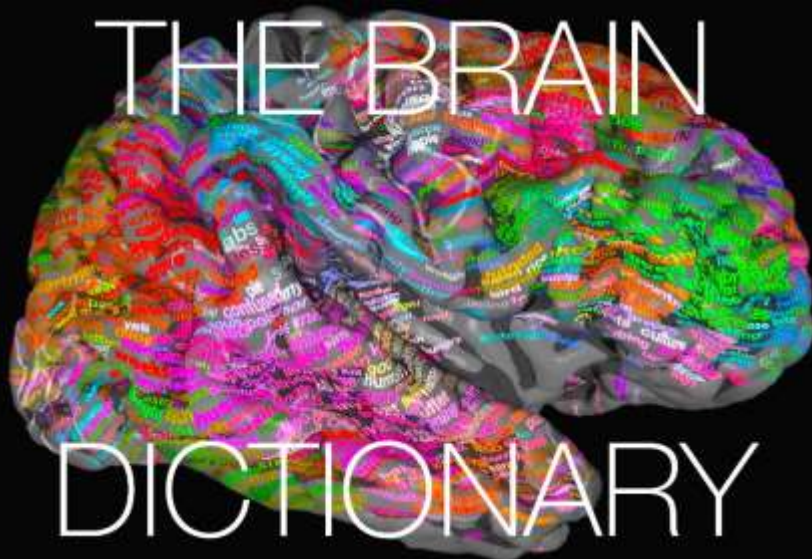


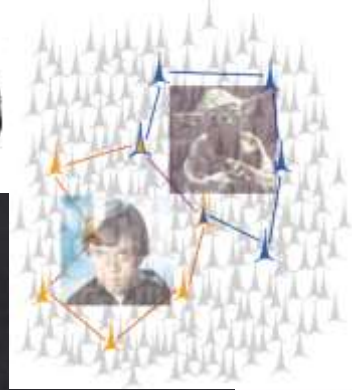
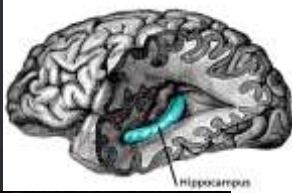
Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Lundi, 20 mars 2017

Une première carte sémantique sur le cortex humain

[http://www.blog-
lecerveau.org/blog/2017/03/20/6369/](http://www.blog-
lecerveau.org/blog/2017/03/20/6369/)



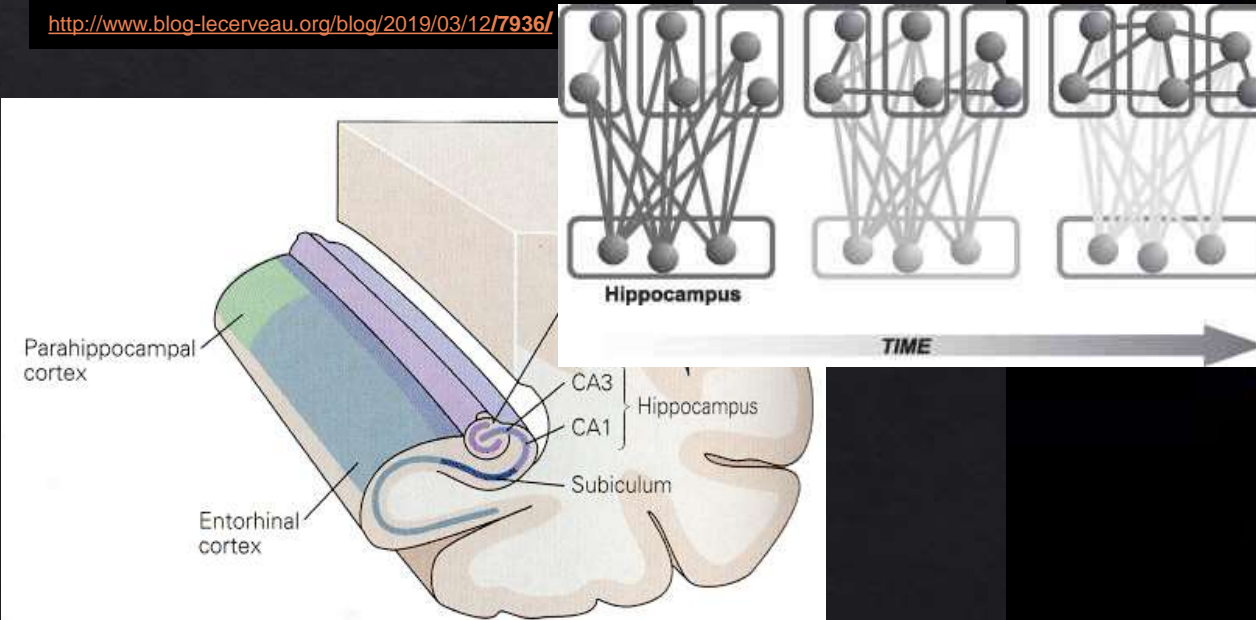


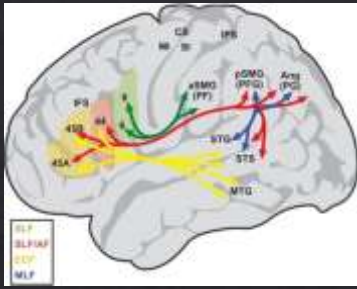
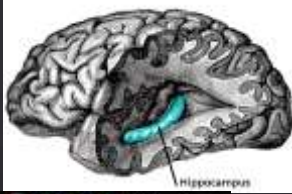
Le **BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Mardi, 12 mars 2019

La trace de nos apprentissages observée dans l'hippocampe et le cortex

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2019/03/12/7936/>





Puis ordonner ces mots dans une forme grammaticalement correcte pour véhiculer l'idée désirée

Autrement dit, faire des **phrases**, grâce à la **syntaxe** qui indique comment utiliser différentes catégories de mots.

Cette combinaison de mots entre eux, selon des **règles de grammaire** propres à chaque langue, permet d'exprimer encore plus de choses avec une grande créativité au niveau du sens (la « productivité » du langage).

Phonème	/i/
Morphème	/tir/
Unité syntaxique	il tire
Énoncé (phrase)	Il tire la langue.
Image mentale (sémantique)	

Ces règles syntaxiques amènent plus de précision et de clarté dans les énoncés car **l'ordre des mots** dans une phrase a une importance capitale.

« L'homme mange l'alligator » et « L'alligator mange l'homme »
ont des sens bien différents...

« Un chien mord un passant » ce n'est pas une nouvelle,
mais « Un passant mord un chien », c'en est une !

La **punctuation** acquière aussi une fonction importante :

« Venez manger, les enfants » ne signifie pas la même chose que
« Venez manger les enfants ».

Ni « Passe-moi le livre épais » que « Passe-moi le livre, épais. »

Certains mots « relationnels » comme « *et, le, un, avec* »
ne désignent rien en eux-mêmes, mais ont une fonction syntaxique
dans la chaîne de mot que constitue une phrase.

Si on les enlève parce que l'espace est restreint comme dans les petites
annonces, cela peut causer problème :

« Chien à donner. Mange de tout adore les enfants. »,

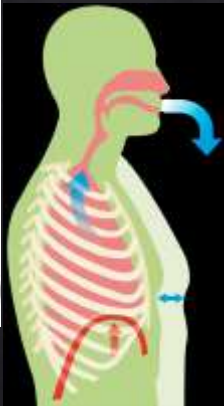
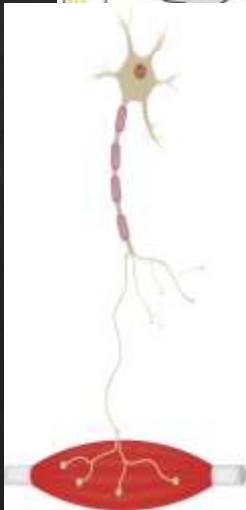
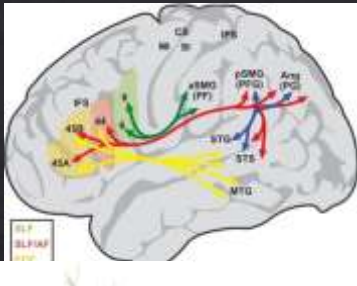
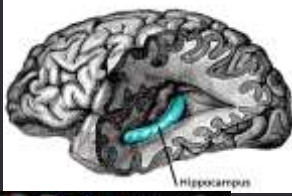
« Vends armoire pour dames aux pattes courbées. », etc.

Le linguiste Noam Chomsky a montré comment **la syntaxe pouvait être
détachée du sens** avec sa fameuse phrase

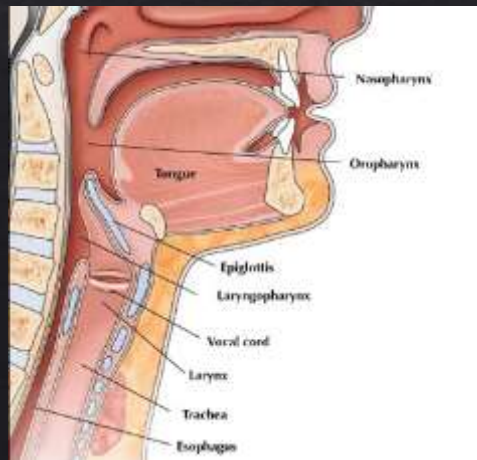
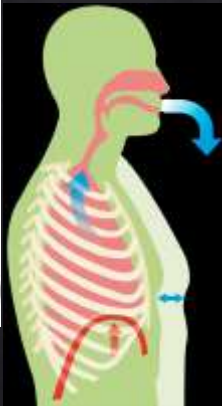
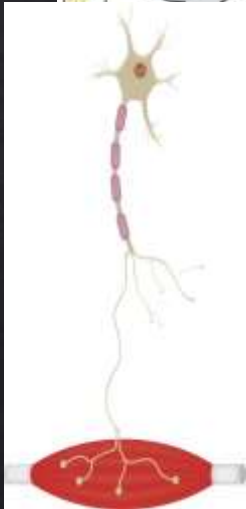
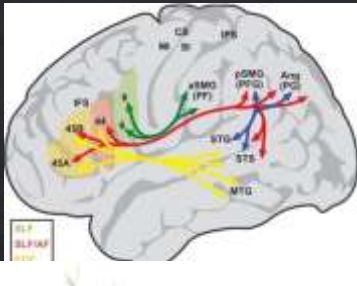
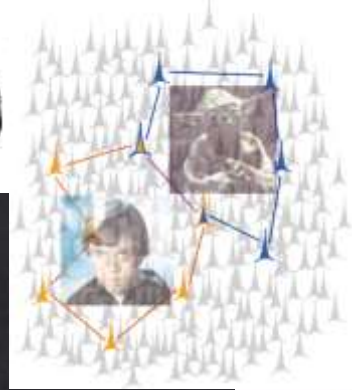
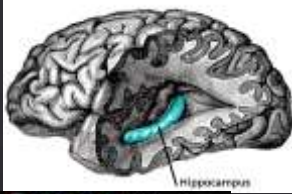
« Colorless green ideas sleep furiously »

(« Les idées vertes incolores dorment furieusement. »)

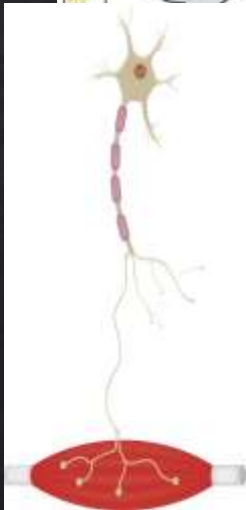
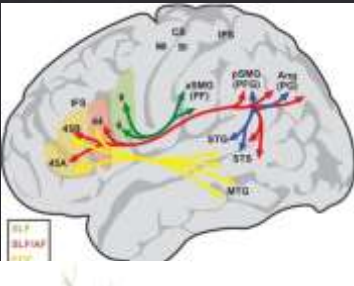
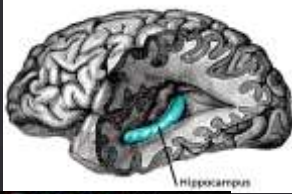
qui n'a évidemment pas de sens, mais sa syntaxe correcte nous porte
à en chercher un.



Envoyer les commandes motrices appropriées aux muscles, d'abord du diaphragme...



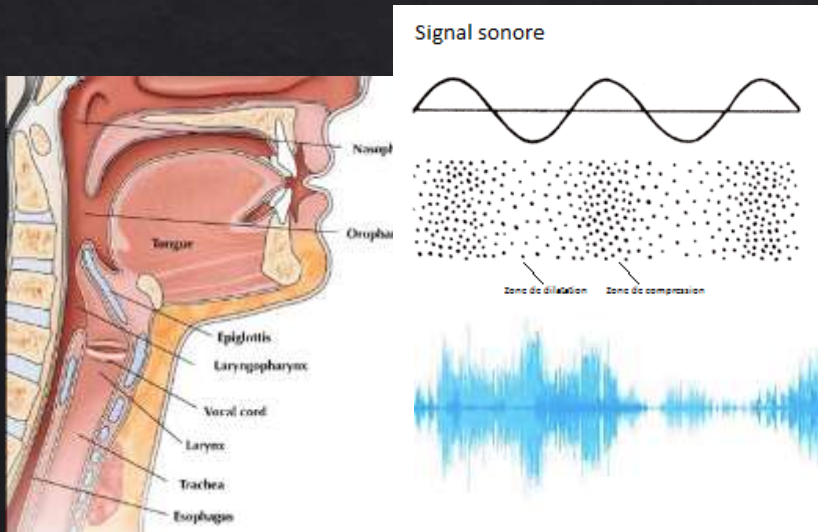
...puis à l'appareil phonatoire (cordes vocales, langue, mâchoire, lèvres, etc.)



Production concrète des paroles : cordes vocales vibrent dans le larynx; l'air vibrant traverse ensuite diverses cavités nasales et buccales dont la forme peut varier (ce qui amplifie ou diminue certaines harmoniques)



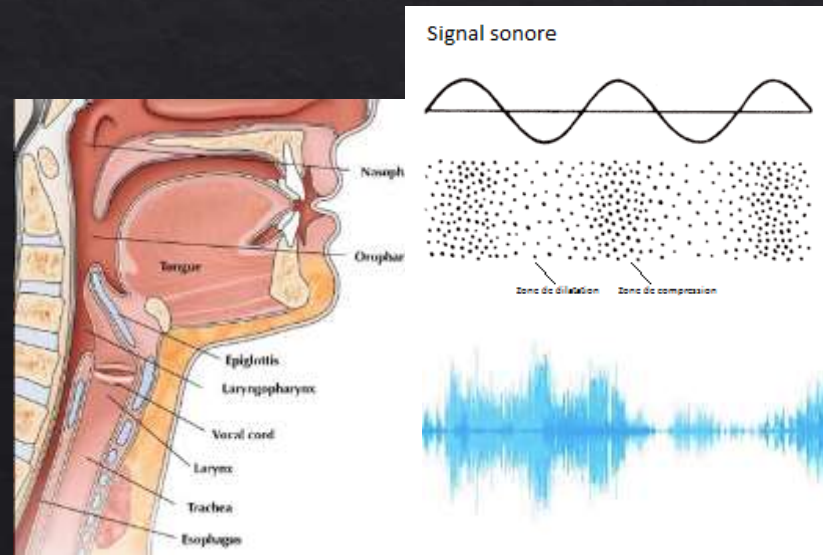
- avancer ou reculer la langue : é ou è
- monter ou descendre la langue : é ou a
- bloquer ou restreindre le passage de l'air permet de former des consonnes



→ Descente de notre larynx au cours de l'évolution amène des risques de s'étouffer en mangeant mais aurait été un compromis pour produire plus de sons pour le langage. **Mais...**

Revenons aux sons produits par quelqu'un qui parle...

Le signal sonore :
compression et dilatation
de l'air



Seulement certains sons ou séquences de sons font partie du **registre phonologique** d'une langue.

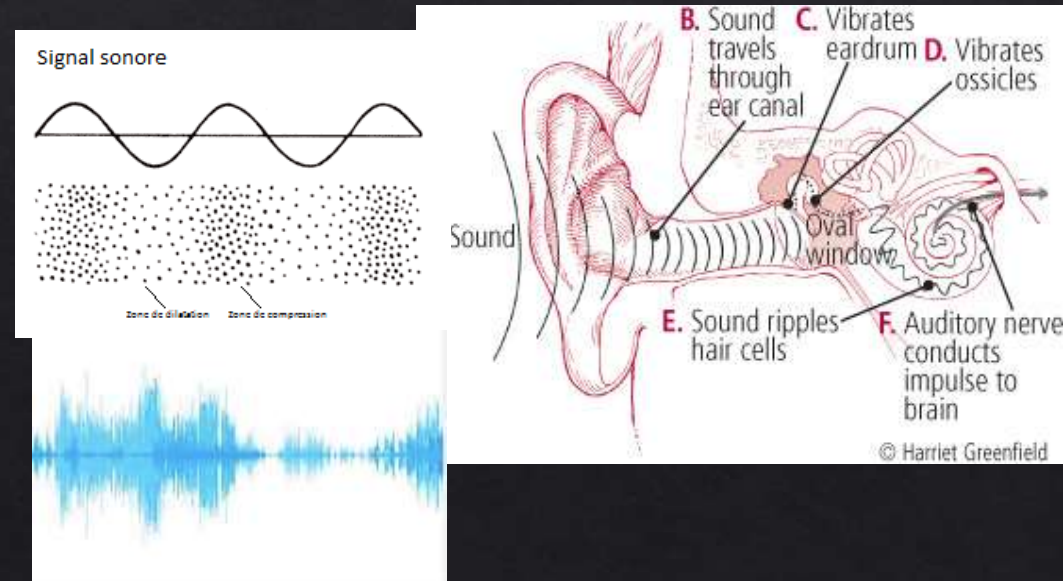
Par exemple, le système phonologique du français possède 36 phonèmes : 16 voyelles, 17 consonnes et 3 semi-voyelles (plus des variantes de prononciation pour certains phonèmes)

La prononciation peut aussi être différente selon les mots.

Par exemple, en Anglais : le même suffixe « ed » a 3 prononciations possible : (walked (t), jogged (d), patted (ed)).

Avoir un accent dans une seconde langue, c'est transposer les règles phonologiques de notre première langue dans la seconde !

Et quand on porte attention à la phonologie, qu'on la manipule et qu'on joue avec, on appelle ça de la poésie !



Compréhension du langage :

Une personne qui parle dans sa langue n'isole pas les mots entre des silences (comme les espaces qui séparent les mots écrits)

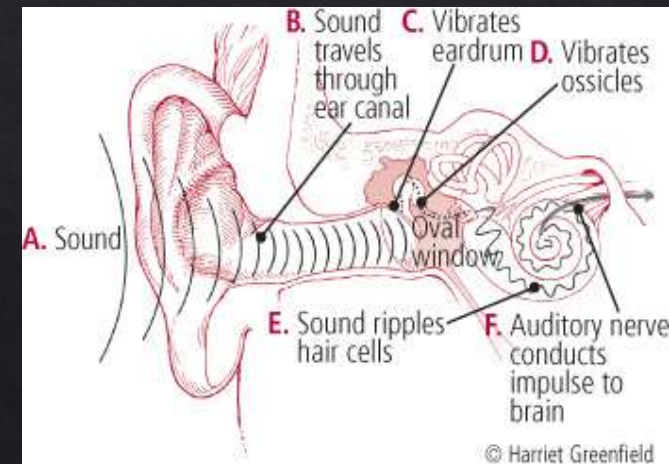
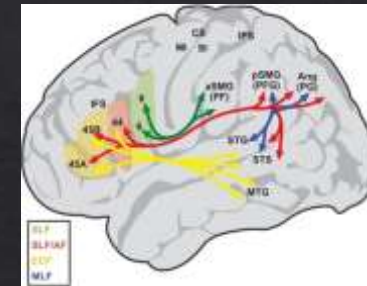
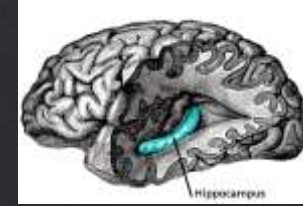
Suffit d'écouter une langue étrangère : difficile d'en isoler les éléments constitutifs.

Les ordinateurs ont le même problème
(Dear mom and dad → The man is dead...)

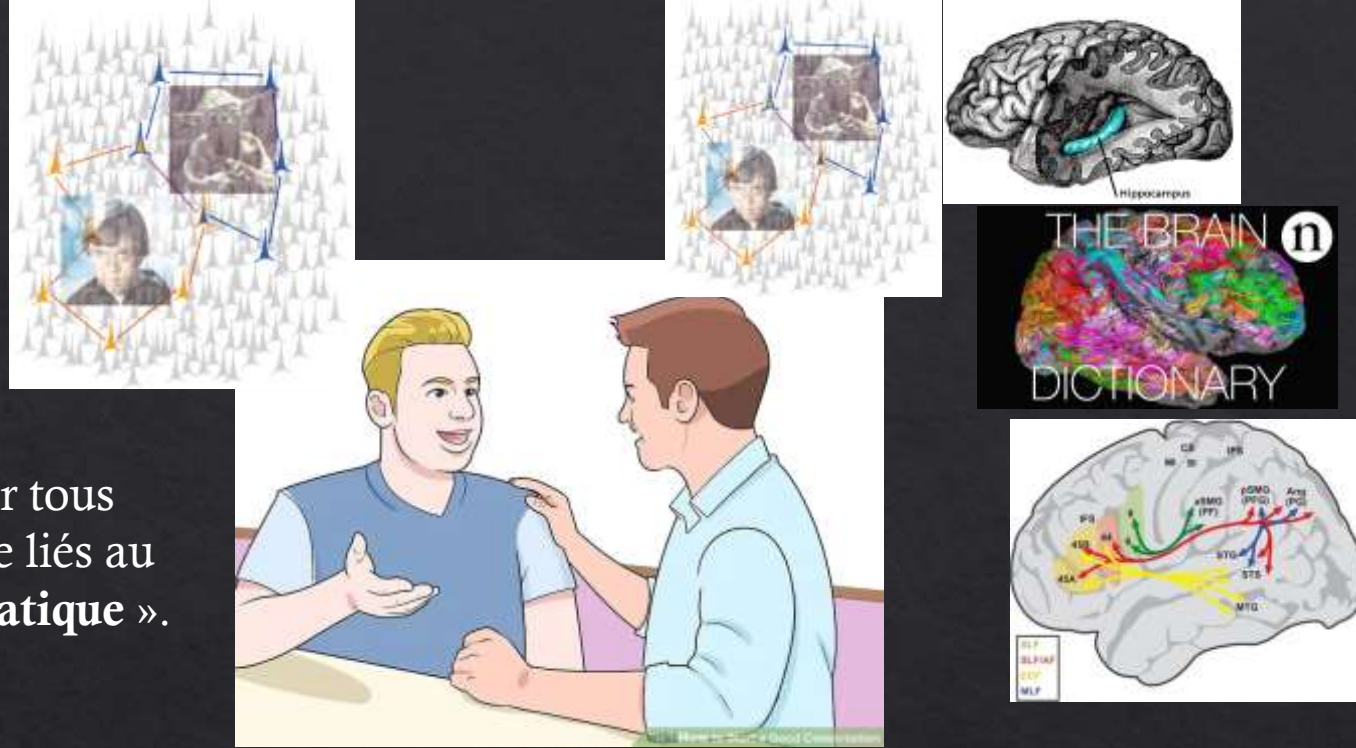
Et pourtant, dans notre langue, on reconnaît les mots individuels à travers cette suite de sons continus grâce à notre lexique mental (ce qui n'est pas le cas pour une langue inconnue)

« I scream, you scream,
they scream, we all scream
for ice cream! »

Donc inconsciemment on projette une signification probable sur la phrase.



Il faut ensuite intégrer tous les aspects du langage liés au contexte : la « **pragmatique** ».



Plus de la moitié des phrases que l'on prononce ne désigneraient pas littéralement ce qu'on veut dire (ironie, second degré, métaphores, etc.).

Ces actes de langage indirects sont reliés aux **intentions** des locuteurs, intentions que l'on essaie encore une fois constamment de « **prédire** ».

D'où le **principe de coopération** au coeur de la communication parlée : les interlocuteurs cherchent à faire avancer la conversation efficacement.

La phrase « Si tu pouvais me passer le bol de guacamole, ce serait super... » n'est pas qu'un simple souhait car elle amène le comportement désiré.



Enfin, la compréhension d'un message parlé va dépendre de la **prosodie** (ou intonation) et du **langage non verbal** (expressions faciales, mouvement du corps, des mains, etc.)

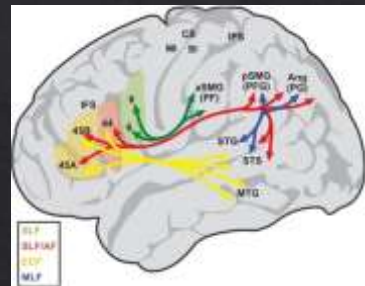
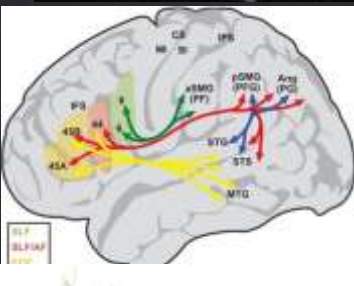
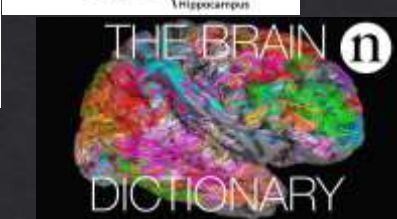
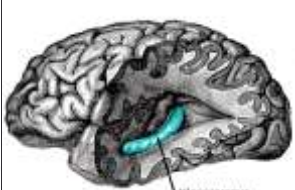
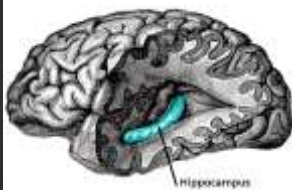


C'est pourquoi une phrase entendue au téléphone sera moins riche de sens que la même phrase dite par quelqu'un qui est devant nous.

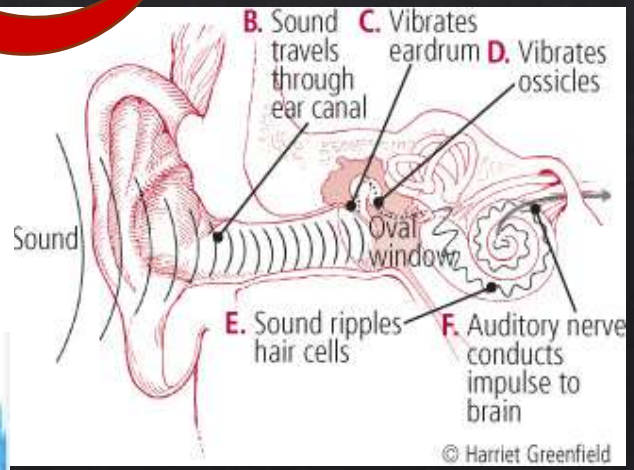
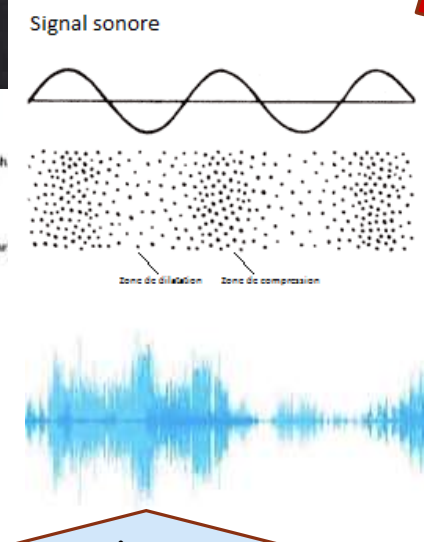
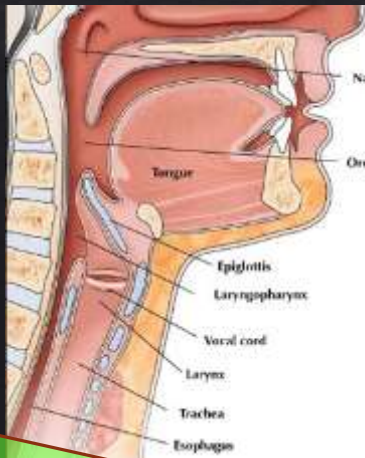
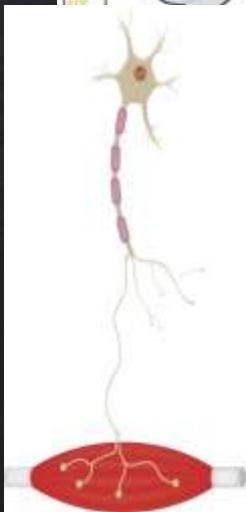
Et pourquoi la même phrase écrite aura encore moins de sens possible que celle entendue au téléphone. → D'où les nombreux «smiley» des communications électroniques qui tentent de réintroduire la dimension prosodique du langage.

C'est aussi cet aspect non verbal de la communication que nous avons tenté de retrouver durant le confinement avec nos nombreuses réunions virtuelles...

Niveau linguistique



Chacune de ces étapes constituent des champs de recherche en soi que l'on n'a pu qu'évoquer ici...



Niveau physiologique

Niveau acoustique

Niveau physiologique

Le langage : une propriété émergente de la vie sociale chez les humains

La vie sociale et la communication dans le règne animal

L'apparition du langage chez l'humain

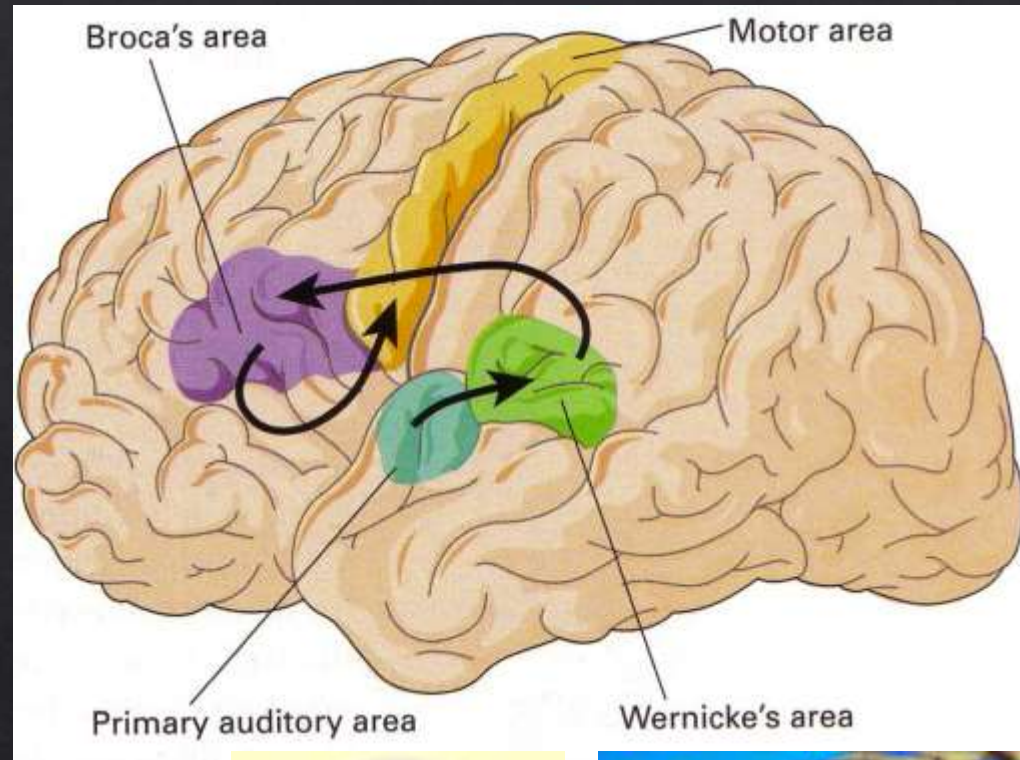
La spécificité du langage comme moyen de communication

Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal

Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture

« L'analogie / catégorisation », au cœur de la pensée

Une première compréhension très schématique du langage.



On sait encore relativement **peu de choses**
sur les **corrélats neuronaux du langage**.

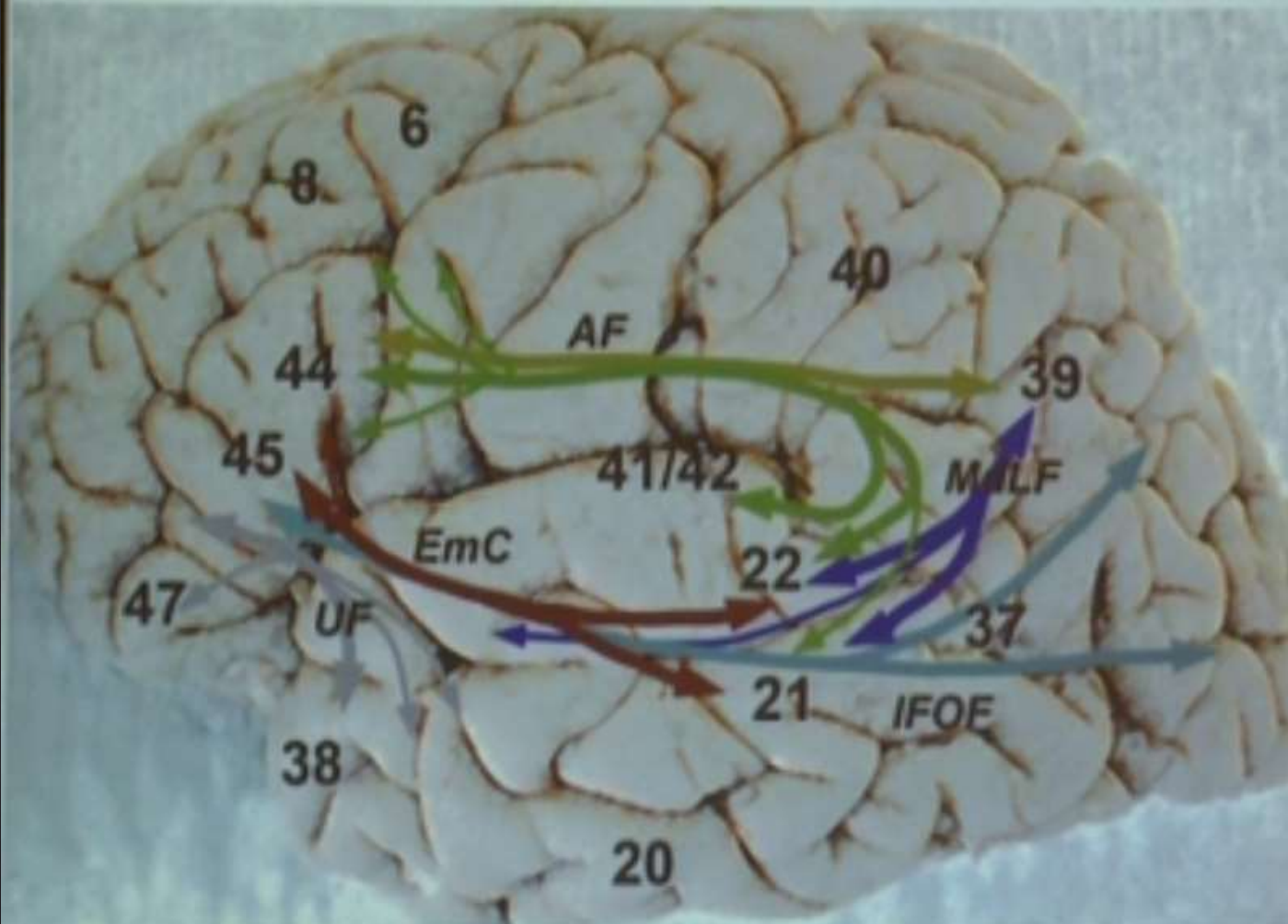
Raisons :

- Approche « isolationniste » (module...)
- Absence de modèle animal
- Pas d'évidences d'une seule région qui serait **spécifique** au langage

Cela ne veut pas dire que l'on ne connaît pas de **réseaux cérébraux**
dont l'activité est associée à divers aspects du langage.

Connectivité fronto-temporale des aires du langage

Axer, H., Klingner, C. M., & Prescher, A. (2013). Fiber anatomy of dorsal and ventral language streams. *Brain and Language*, 127(2), 192–204.



Trois principaux faisceaux de connexion fronto-temporale impliquant la « région de Broca »:

Faisceau arqué (*arcuate fasciculus*)

Capsule extrême

Faisceau unciné (*uncinate fasciculus*)

Fig. 4. Connectivity scheme of human language-related areas.

Crédit :
Stanislas
Dehaene

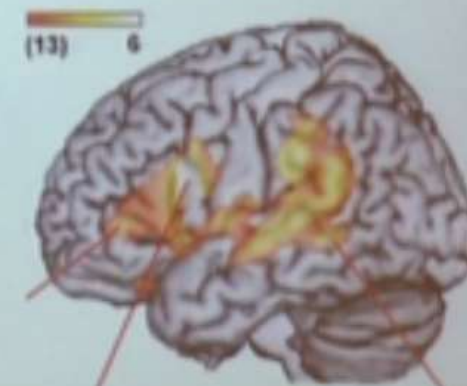
Conclusions

L'écoute ou la lecture de la langue maternelle active un réseau reproductible d'aires cérébrales, latéralisé à l'hémisphère gauche.



Un sous-ensemble de ces régions
s'active spécifiquement lors de la
manipulation des arbres syntaxiques

semble indispensable à la compréhension des
phrases où la syntaxe joue un rôle central.



Conclusions

Le « noyau » des aires du langage vérifie plusieurs critères de « modularité » (Fodor, 1983):

- Architecture neurale fixe et reproductible d'un individu à l'autre.
- Développement rapide et propre à l'espèce humaine (propriétés du *language acquisition device* postulé par Chomsky)
- Spécificité pour le domaine des opérations linguistiques, pas d'activation en réponse à des opérations symboliques dans le domaine mathématique
- Traitement automatique, même en l'absence de conscience (« encapsulation », inaccessibilité à la conscience)



Dehaene parle ici d'un « **noyau** » des aires du langage...

...et là d'un « cœur » de régions spécialisées dans les opérations syntaxiques.

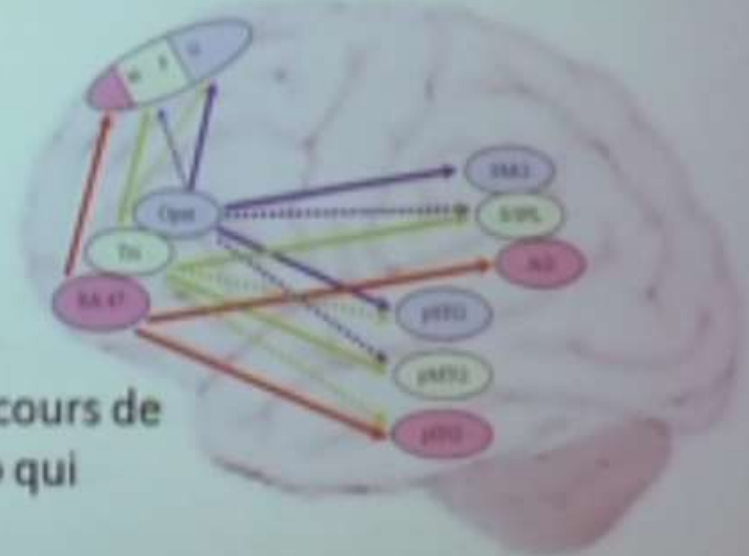
- Sur le plan fonctionnel:

- Il existe un « cœur » de régions spécialisées dans les opérations syntaxiques (IFG oper/tri + région tempore supérieure postérieure)



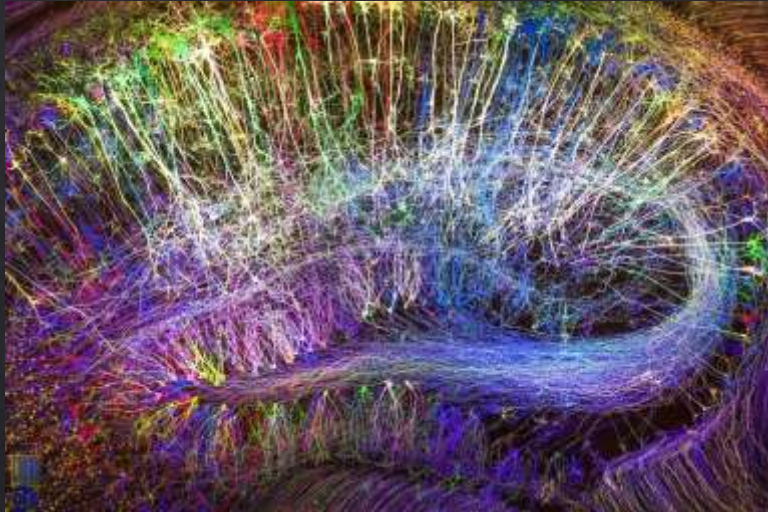
- Ce « cœur syntaxique » est entouré d'autres régions impliquées dans le traitement phonologique ou sémantique.

- Hypothèse plausible et intéressante: tous ces réseaux (auquel s'ajoute un réseau mathématique dorsal) pourraient avoir changé simultanément au cours de l'évolution, et acquis une capacité d'« unification » qui permet la formation d'arbres enchâssés.



Comme on l'avait vu à la séance #4, bien qu'il y ait dans le cerveau des structures cérébrales bien **différenciées** avec circuits neuronaux aux **capacités computationnelles particulières** comme :

l'hippocampe ou **le cervelet.**

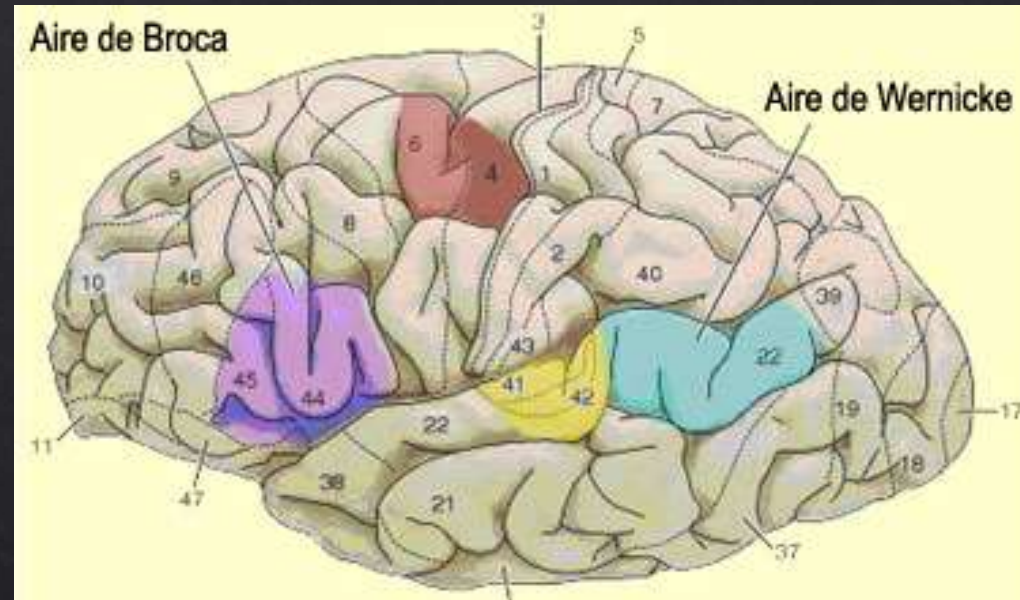


Il est très difficile de trouver des « centre de » quoi que ce soit dans le cerveau et l'on ne peut pratiquement jamais accoler une étiquette fonctionnelle unique à une région cérébrale.

Pour illustrer comment il semble y avoir, en réalité, très peu de régions cérébrales dédiées à une fonction cognitive unique, prenons une méta-analyse de 3 222 études d'imagerie cérébrale effectuée par Russell Poldrack en 2006.

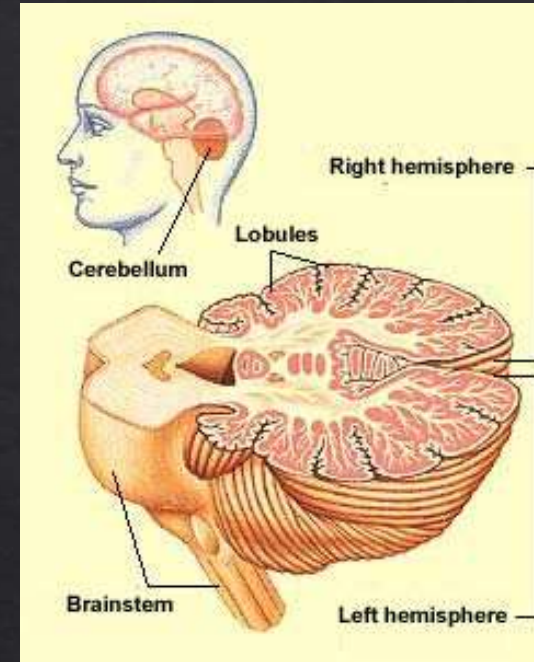
L'**aire de Broca**, typiquement associée au langage, s'activait effectivement lors d'une tâche langagière.

Mais elle était **plus fréquemment** activée dans des tâches **non langagières** que dans des tâches reliées au langage !



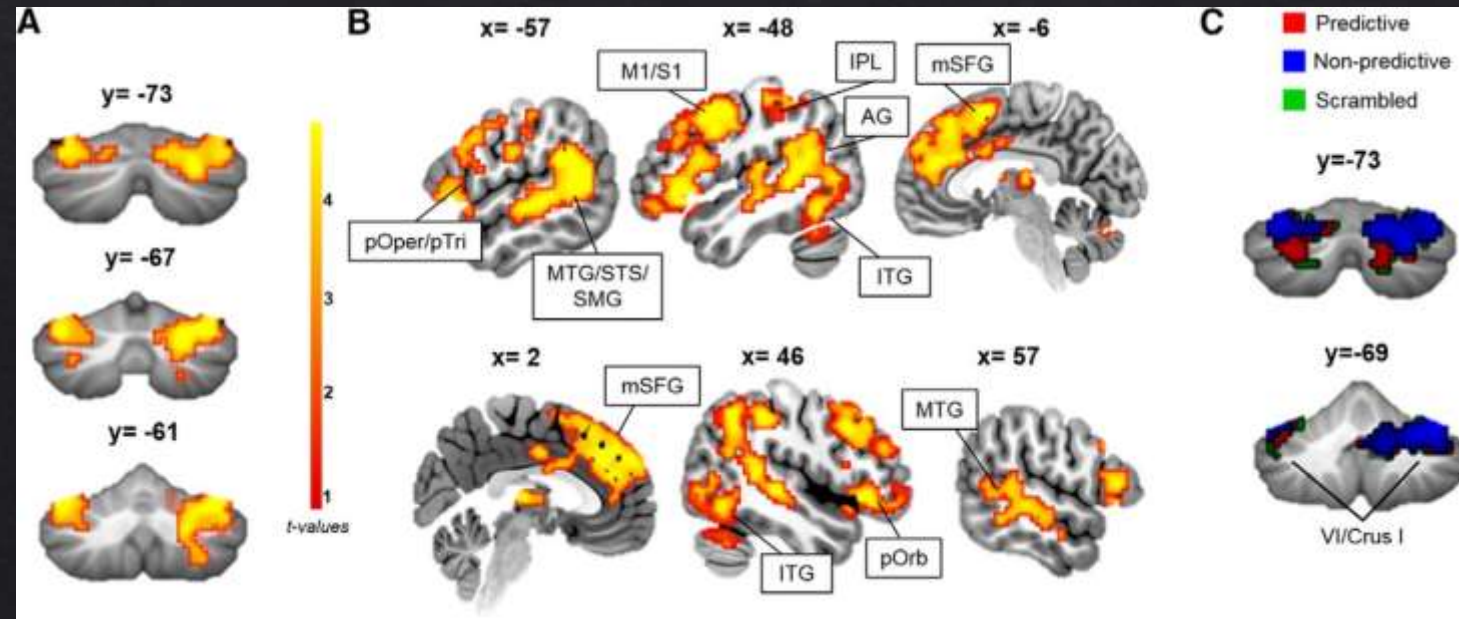
L'aire de Broca a probablement déjà rempli certaines fonctions sensorimotrices qui se sont par la suite avérées utiles pour l'émergence du langage (et ces fonctions premières sont conservées !).

À l'opposé, vous avez une structure comme le **cervelet**, dont la fonction première était associée au contrôle et à la coordination motrice



B, Cerebellar activation during sentence processing is concurrent with [...] activation in the reading and language network.

<https://www.jneurosci.org/content/37/6/1604/tab-figures-data>



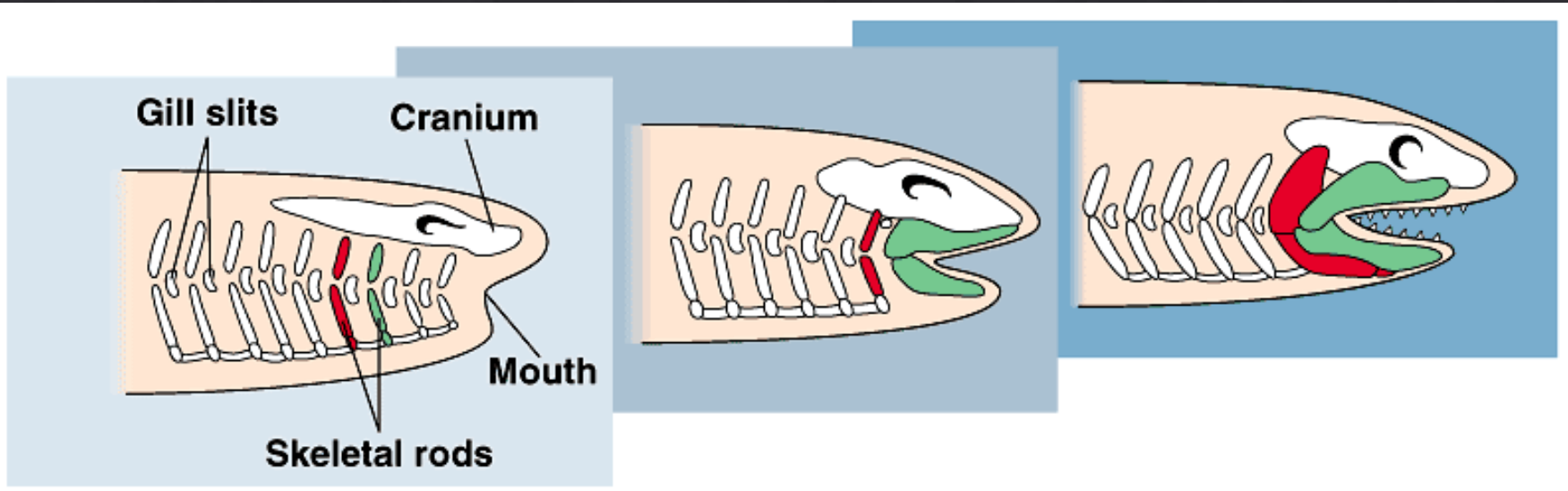
Amène l'idée générale de **recyclage neuronal**,
une approche évolutive qui est maintenant au cœur
de nombreux travaux.



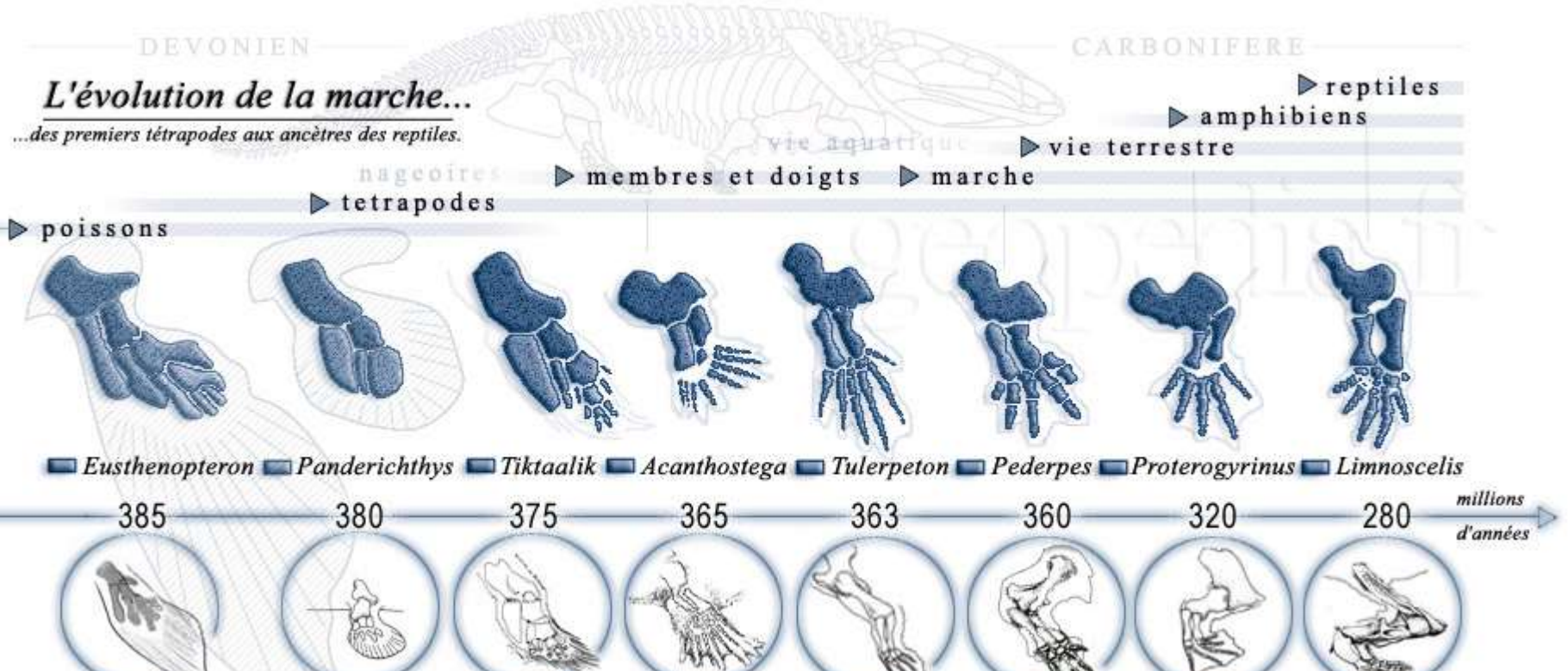
« L'évolution travaille sur ce qui existe déjà. [...]

La sélection naturelle opère à la manière **non d'un ingénieur,**
mais d'un bricoleur; un bricoleur qui ne sait pas encore ce qu'il
va produire, mais **recupère** tout ce qui lui tombe sous la main. »

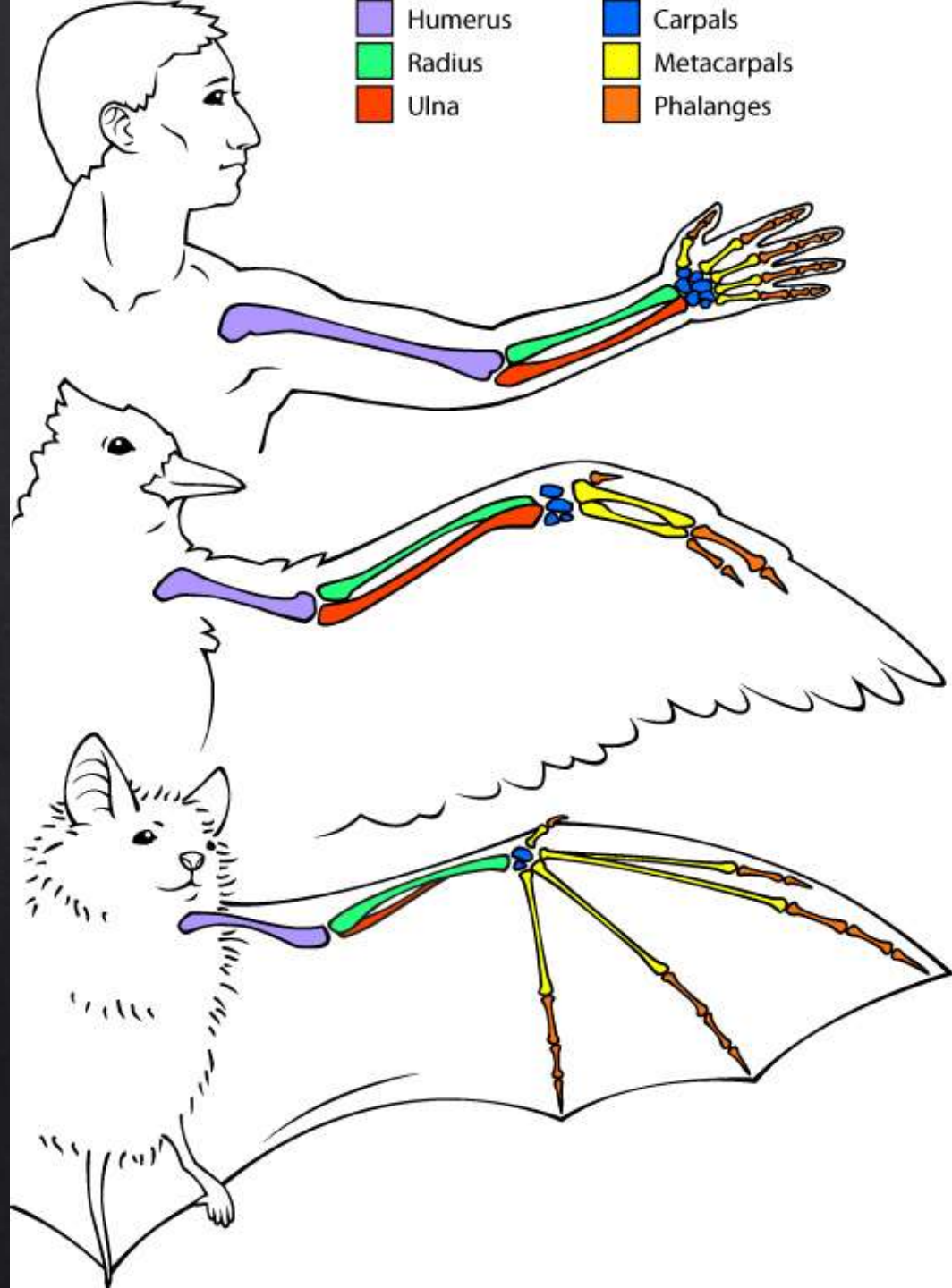
- François Jacob
(Le Jeu des possibles, 1981)



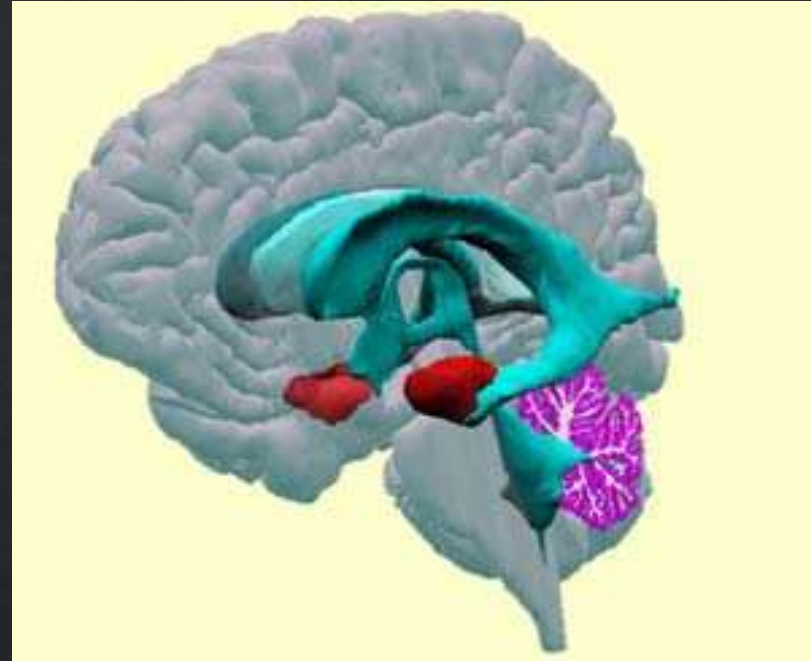
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



- Humerus
- Radius
- Ulna
- Carpals
- Metacarpals
- Phalanges



Même chose pour les structures cérébrales...



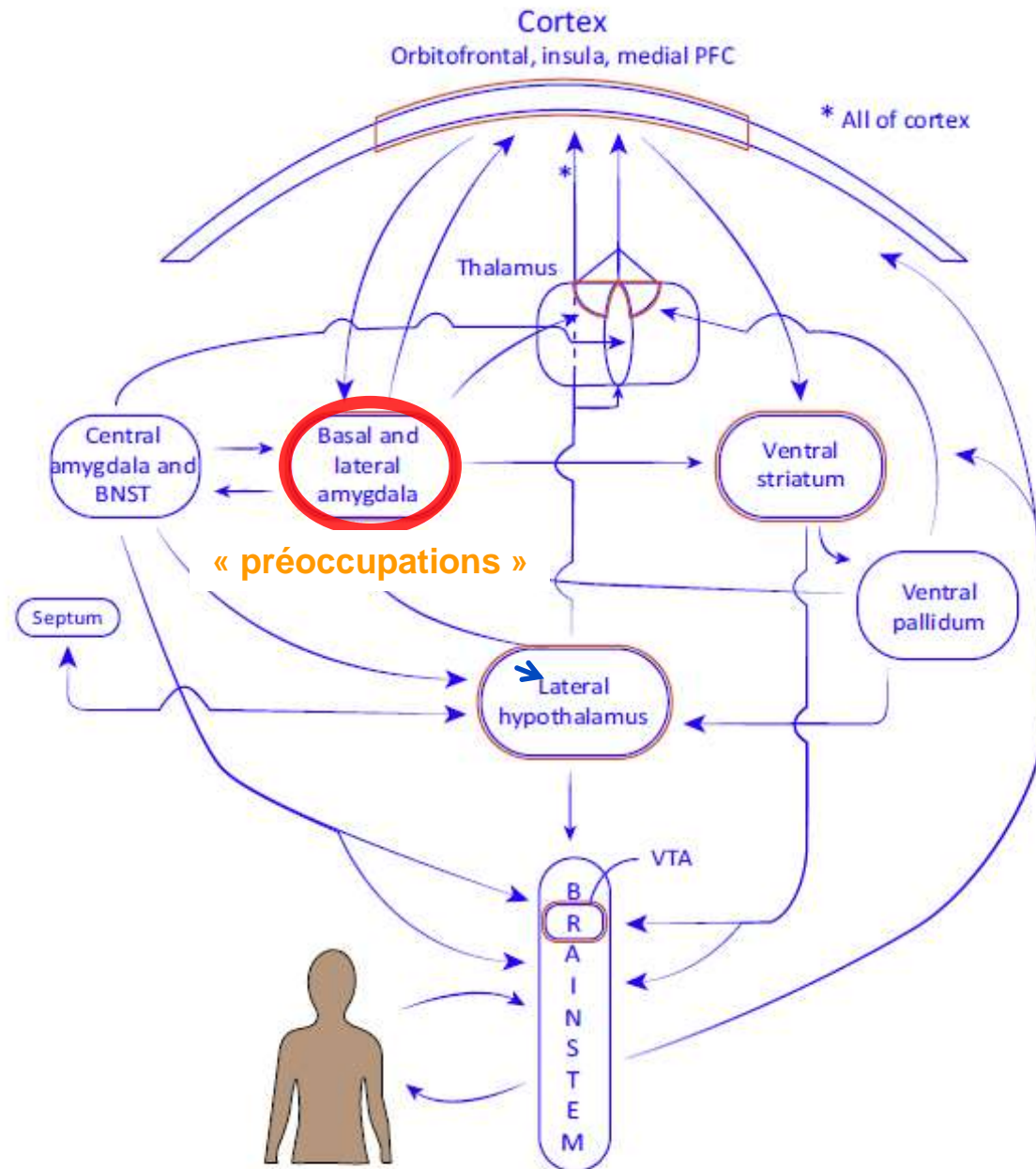
Amygdale = peur ?



Amygdale ~~X~~ peur ?

Non. Amène une composante de « préoccupation » qui, en collaboration avec d'autres régions, va correspondre à différents états affectifs.





Autrement dit,
l'amygdale n'agit
pas seule :

elle s'intègre dans
différents
circuits cérébraux
impliquant plusieurs
structures,

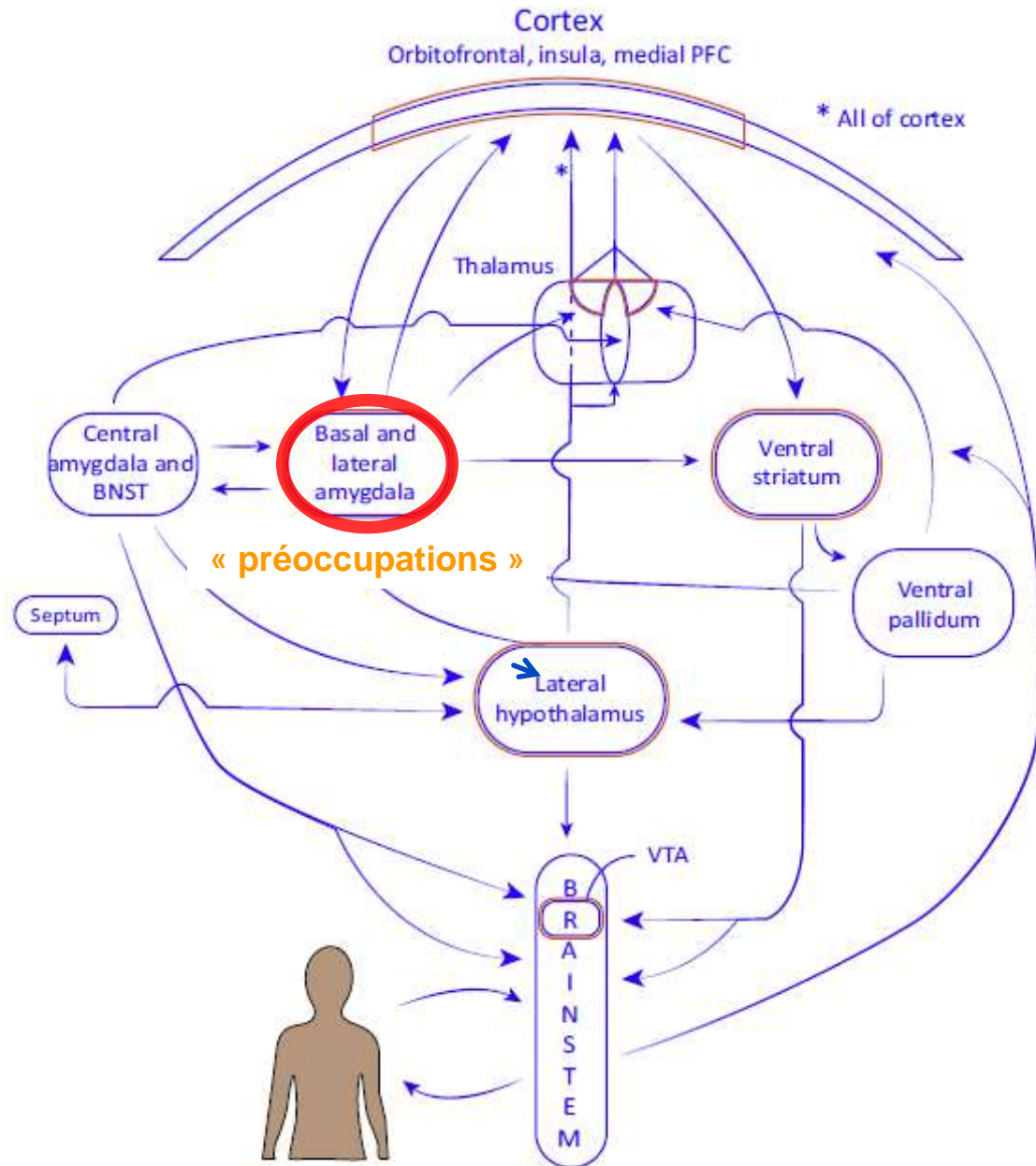
ici dans un réseau relié
aux émotions.

A Network Model of the
Emotional Brain

Luiz Pessoa

Trends Cogn Sci. 2017 May;
21(5): 357–371

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5534266/>



a **functional diversity profile**

For example, in the case of the **amygdala** mentioned above, it would involve **arousal, vigilance, novelty, attention, value determination, and decision making, among others.**

A Network Model of the Emotional Brain

Luiz Pessoa

Trends Cogn Sci. 2017 May; 21(5): 357–371

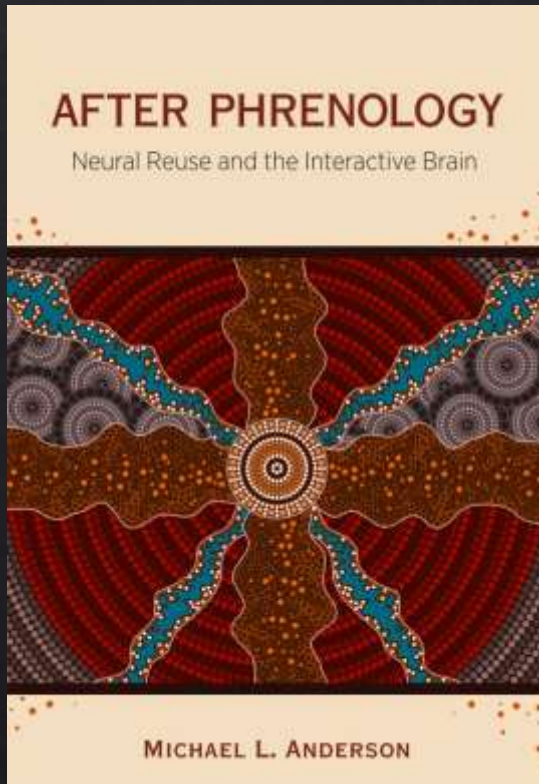
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5534266/>



Le **BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Lundi, 9 mars 2015

La « réutilisation neuronale » pour enfin sortir de la phrénologie ?



Dans son livre *After Phrenology : Neural Reuse and the Interactive Brain*,

Michael Anderson nous propose d'aller au-delà de la phrénologie

avec une approche alternative fondée sur ce qu'il appelle la « **réutilisation neuronale** »

(« neural reuse », en anglais, un cas de recyclage neuronal).

De nombreux autres auteurs vont en ce sens comme **Stanislas Dehaene** avec son hypothèse de

recyclage neuronal

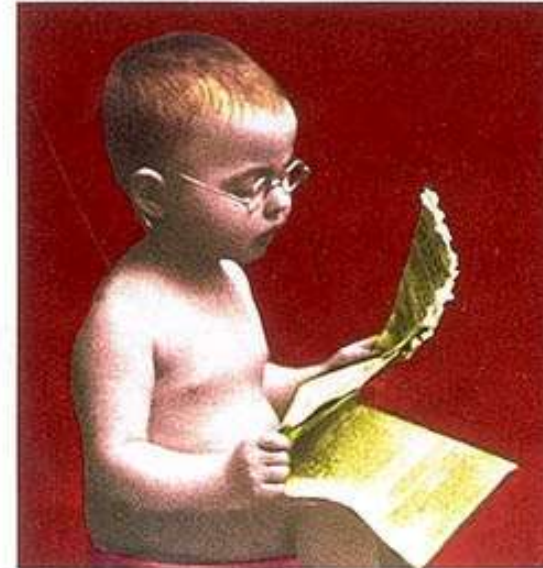
(Dehaene 2005;
Dehaene & Cohen 2007)

Pour plus d'infos, voir au :

[https://lecerveau.mcgill.ca/flash/pop/pop_pres/Conference%20UTA%20Varenes%20-%202024%20octobre%202023%20\(Neurones%20de%20la%20lecture\)%20-%20pour%20pdf.pdf](https://lecerveau.mcgill.ca/flash/pop/pop_pres/Conference%20UTA%20Varenes%20-%202024%20octobre%202023%20(Neurones%20de%20la%20lecture)%20-%20pour%20pdf.pdf)

STANISLAS DEHAENE

LES NEURONES DE LA LECTURE



préface de
Jean-Pierre Changeux

Odile
Jacob

Le langage : une propriété émergente de la vie sociale chez les humains

La vie sociale et la communication dans le règne animal

L'apparition du langage chez l'humain

La spécificité du langage comme moyen de communication

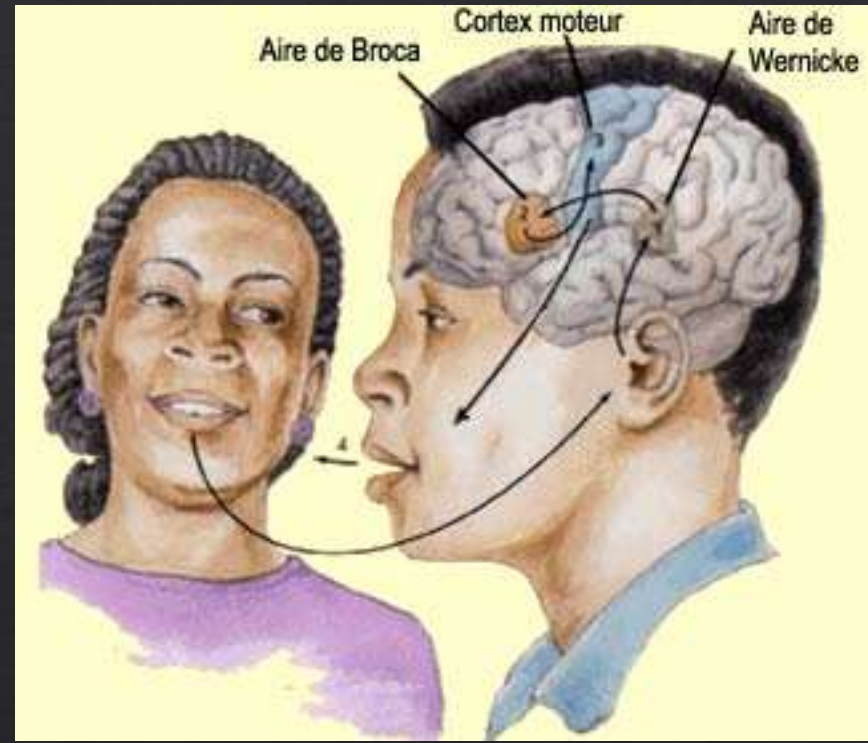
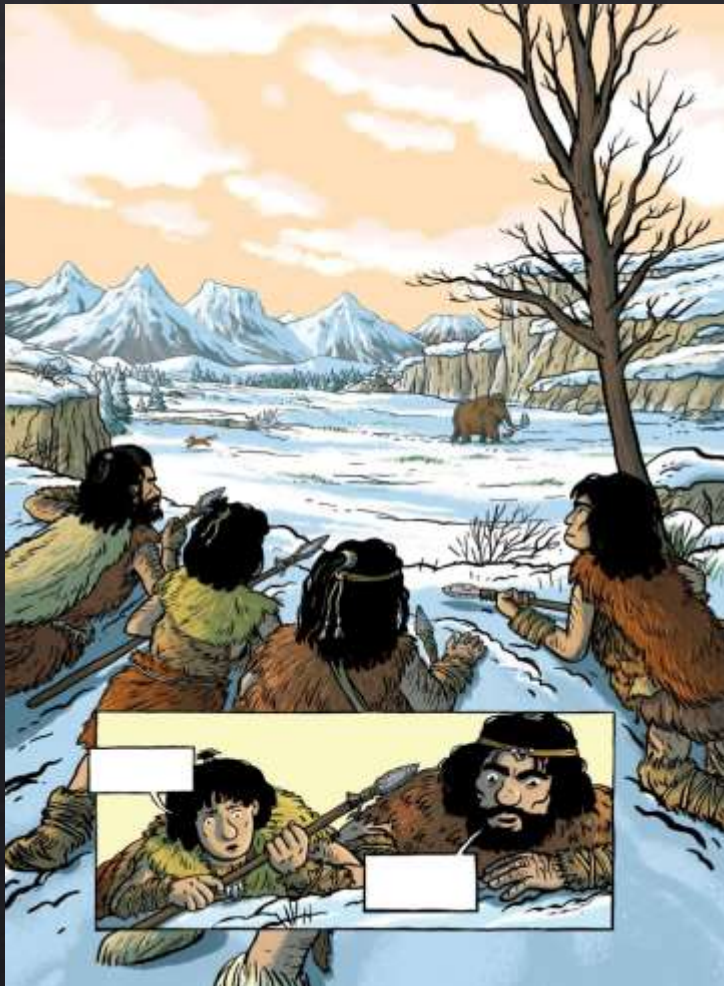
Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal

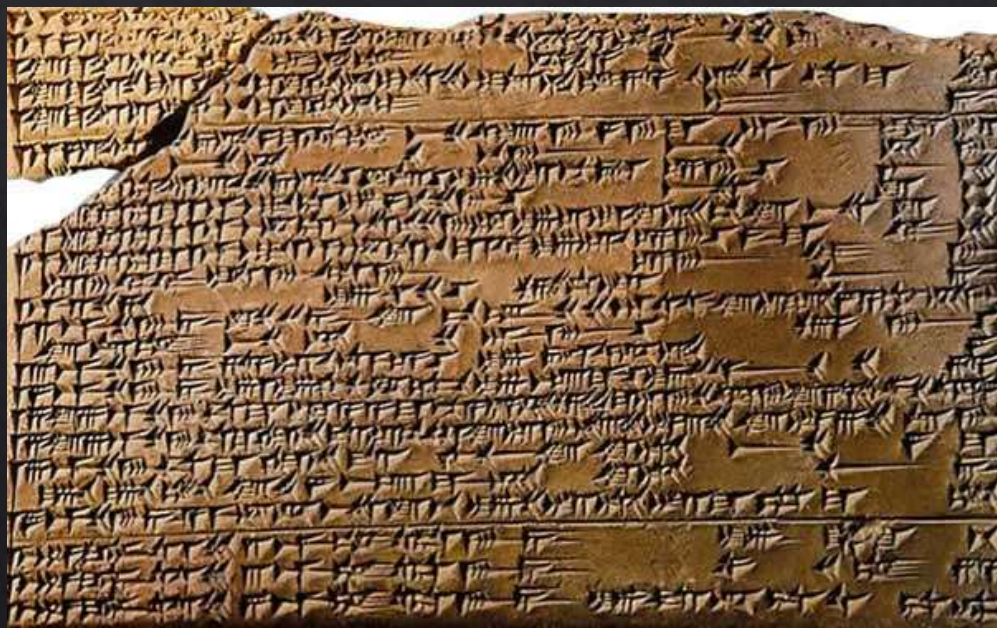
Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture

« L'analogie / catégorisation », au cœur de la pensée

Des circuits cérébraux ont été **sélectionnés pour le langage oral** durant l'hominisation.

(donc durant des centaines de milliers d'années, voire quelques millions)





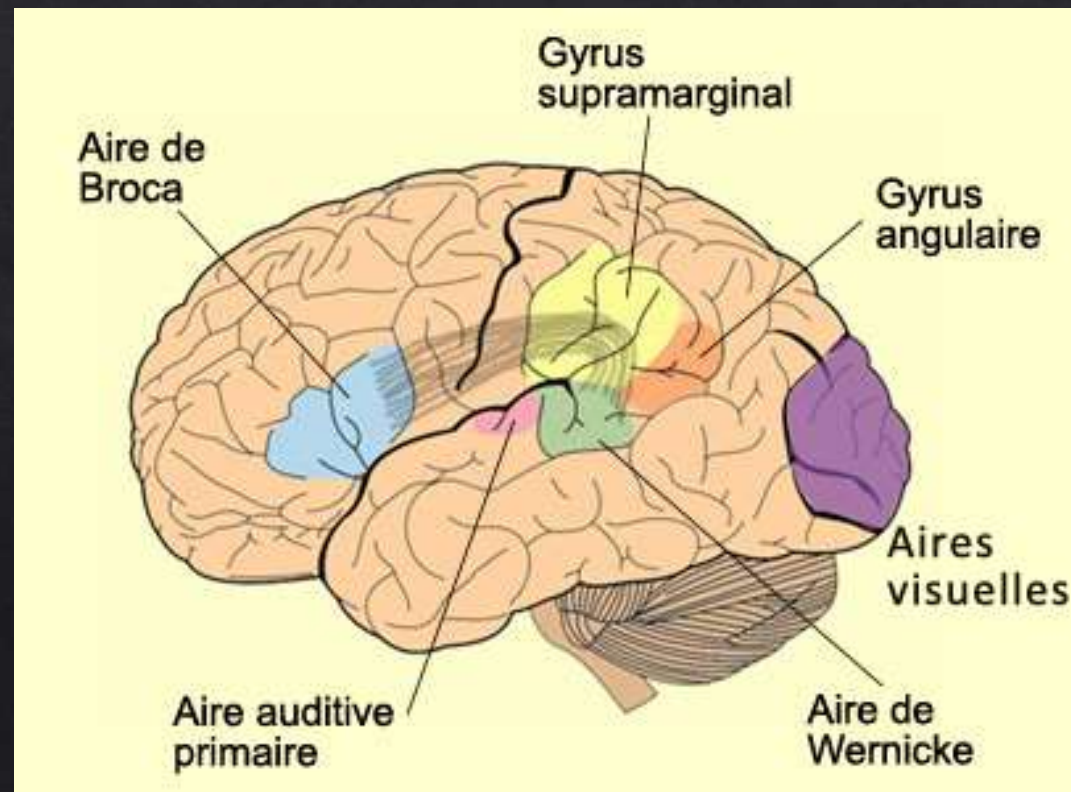
Contrairement au langage oral,
il est difficile d'imaginer
des circuits cérébraux
sélectionnés pour l'écriture.

(quelques milliers
d'années seulement)

L'une des plus vieilles formes d'écriture :
il y a environ **5 400** ans chez les **Babyloniens.**

Comment alors expliquer que le cerveau humain arrive à lire ?

Comment parvient-il à donner accès aux aires du langage par les aires visuelles ?



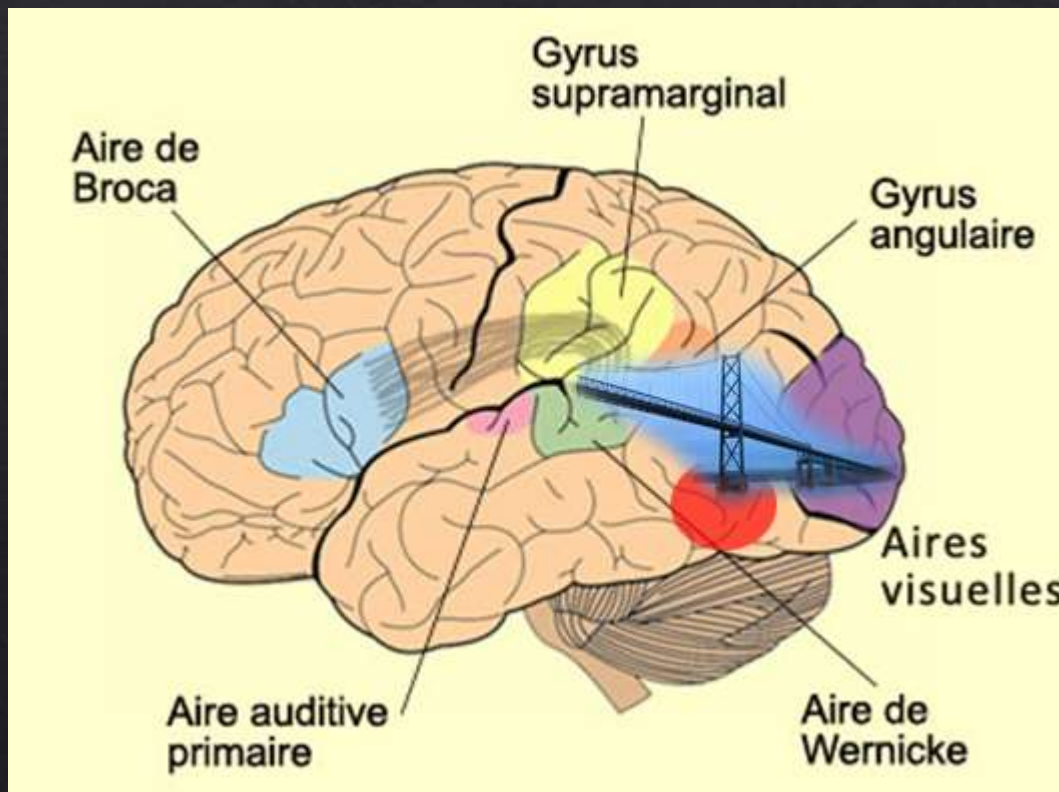
Donc... durant la lecture, comment le cerveau parvient-il à **donner accès aux aires du langage par les aires visuelles ?**

Comment fait-il le pont ?

Selon Dehaene et ses collègues :

grâce à une région **spécialisée pour la lecture.**

Mais comment peut-on avoir une région spécialisée pour une chose **pour laquelle nous n'avons pas évolué ?**



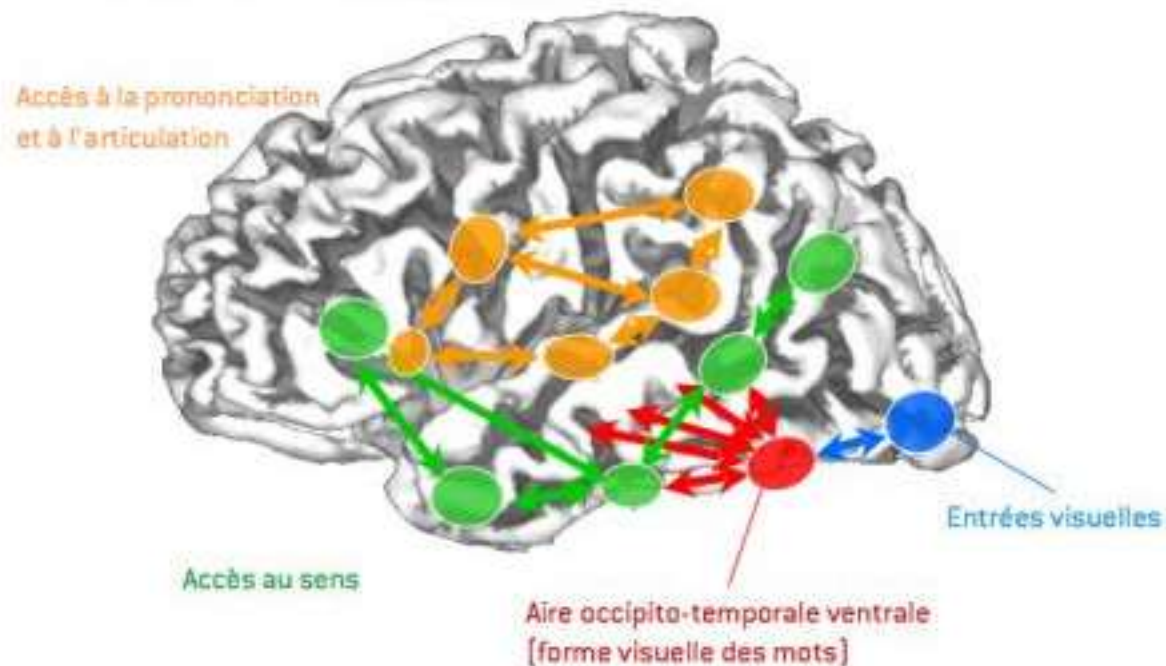
Avant de tenter de répondre à cette question, quelques informations sur

cette région clé pour la reconnaissance visuelle des mots

(qui va ensuite permettre à d'autres réseaux d'en extraire le sens, d'en produire la prononciation, etc.)

L'architecture cérébrale de lecture

Reconnaissance d'un mot en 300 ms



Durant la lecture, l'activation débute dans le pôle **occipital**, vers **100 ms**,

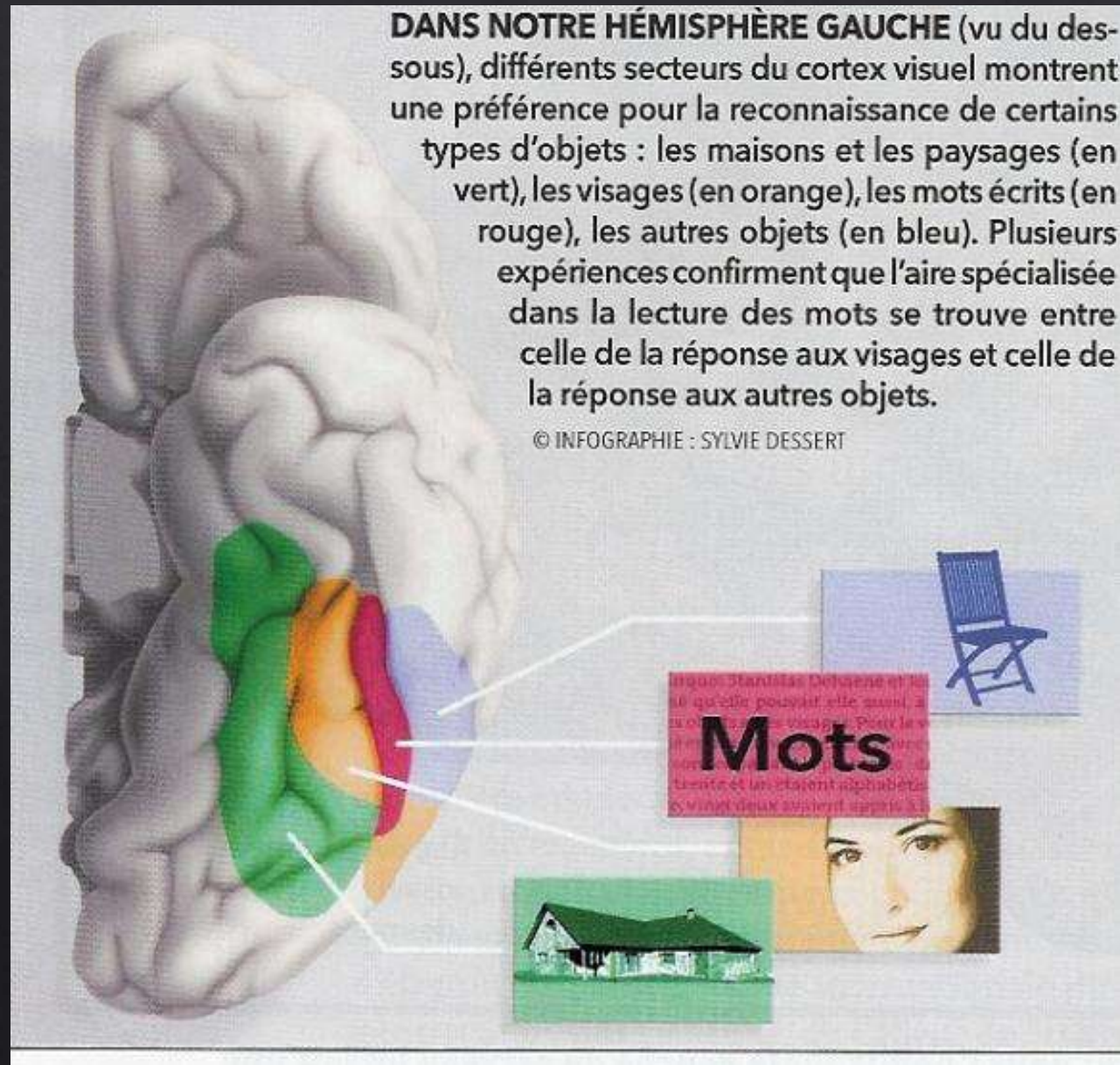
puis vers **170 ms** elle s'étend à la région **occipito-temporale gauche**.

Ensuite : explosion d'activité dans de **multiples régions temporales et frontales** partagées avec l'audition des mots.

Cette région qui répond spécifiquement aux **mots écrits** se situe au milieu d'une mosaïque d'aires de

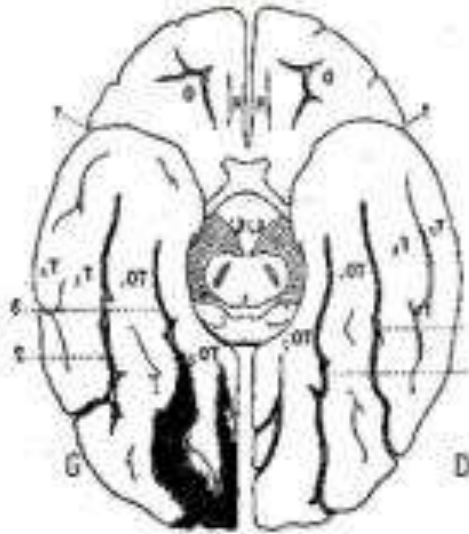
la voie ventrale de la vision dans le

cortex ventral occipito-temporal gauche.

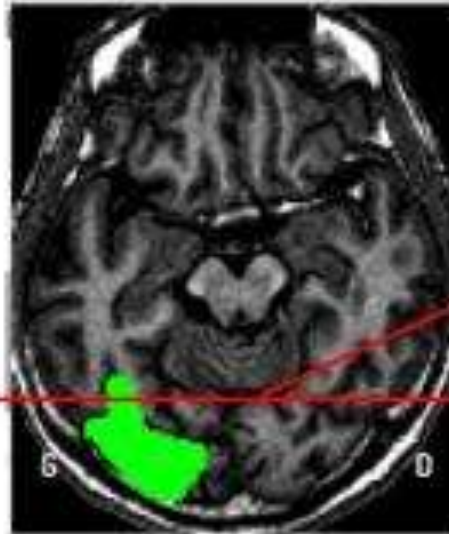


La lésion de cette région entraîne une « alexie pure »

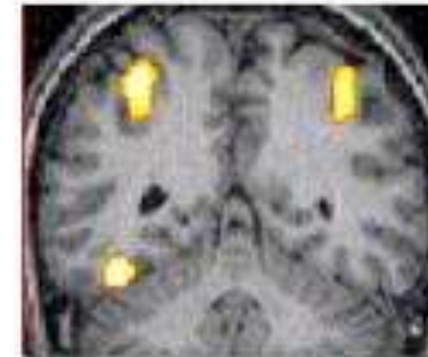
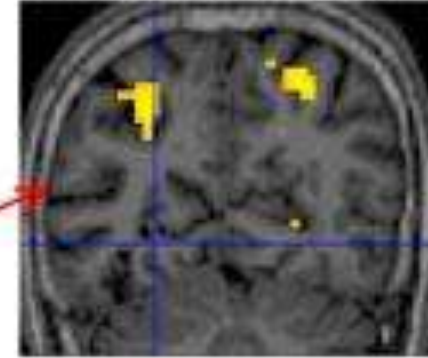
Déjerine, 1892



Cohen et al, 2002



Lecture chez le patient



Sujet normal

Alexie pure : incapacité à lire.

Et pas d'autres problèmes apparents :
la personne reconnaît les visages,
comprend, parle, et même écrit.
Mais quelques secondes après ne peut

Mais comment peut-on avoir une région qui semble extrêmement sensible pour une chose **pour laquelle nous n'avons pas eu le temps d'évoluer ?**

L'hypothèse de Dehaene et ses collègues est que nous avons **recyclé** cette région qui s'est probablement d'abord mise en place pour jouer un rôle plus ancien et fondamental qui est la **reconnaissance visuelle des formes**,

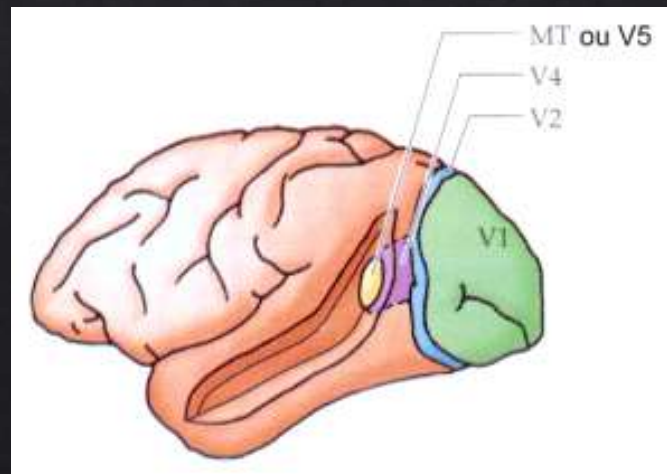
pour l'adapter à la reconnaissance des formes **des lettres des systèmes d'écriture**.



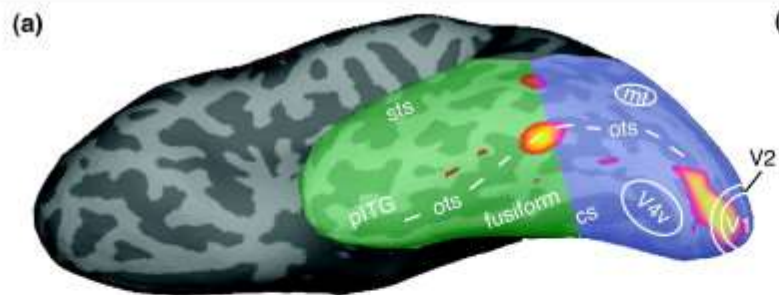
Chez le singe macaque :



- Similitudes entre des aires visuelles, dont la **présence de l'aire occipito-temporale ventrale**
- Répond en fait à **certaines propriétés de ces objets**, comme des formes simples de lignes qui se croisent.



Or, plusieurs de ces formes simples ressemblent à nos lettres, pourrait être des lettres...

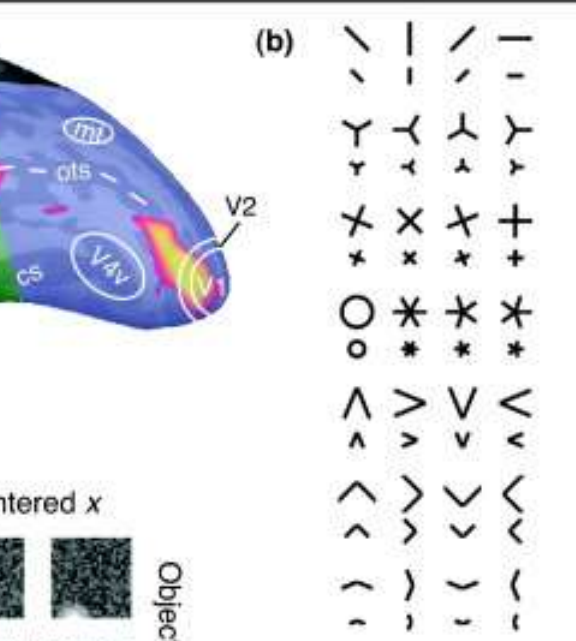


TRENDS in Cognitive Sciences



Il y a donc déjà, dans le cerveau du singe, des neurones répondant à un véritable alphabet de ces formes simples qui l'aident à percevoir les objets multiformes présents dans la nature.





Notre région **occipito-temporale ventrale**, qui était donc déjà présente chez nos cousins primates, va nous permettre de reconnaître les arrêtes et les jonctions des lettres de nos alphabets,

comme elle permettait déjà la reconnaissance de ces arrêtes et de ces jonctions pour les objets naturels.



D'où l'idée **ce n'est pas notre cerveau qui a évolué pour lire** (il n'a pas eu le temps), mais que c'est nous, culturellement, avons favorisé certaines formes **arbitraires dans nos alphabet**.

Le **recyclage neuronal** est donc rendu possible par des systèmes d'écriture qui prennent parti de notre facilité à détecter ces formes particulières fréquentes dans la nature.

English	Theban	Malachim	Egyptian Hieroglyphics	Greek
A	𐤀	𐤀	𐤀	Α
B	𐤁	𐤁	𐤁	Β
C	𐤂	𐤂	𐤂	Γ
D	𐤃	𐤃	𐤃	Δ
E	𐤄	𐤄	𐤄	Ε
F	𐤅	𐤅	𐤅	Φ
G	𐤆	𐤆	𐤆	Γ
H	𐤇	𐤇	𐤇	Η
I	𐤈	𐤈	𐤈	Ι
J	𐤉	𐤉	𐤉	Ι
K	𐤊	𐤊	𐤊	Κ
L	𐤋	𐤋	𐤋	Λ
M	𐤌	𐤌	𐤌	Μ
N	𐤍	𐤍	𐤍	Ν
O	𐤎	𐤎	𐤎	Ο
P	𐤏	𐤏	𐤏	Π
Q	𐤐	𐤐	𐤐	Θ
R	𐤑	𐤑	𐤑	Ρ
S	𐤒	𐤒	𐤒	Σ
T	𐤓	𐤓	𐤓	Τ
U	𐤔	𐤔	𐤔	Υ
V	𐤕	𐤕	𐤕	Υ
W	𐤖	𐤖	𐤖	Υ
X	𐤗	𐤗	𐤗	Ξ
Y	𐤘	𐤘	𐤘	Υ
Z	𐤙	𐤙	𐤙	Ζ

Le langage : une propriété émergente de la vie sociale chez les humains

La vie sociale et la communication dans le règne animal

L'apparition du langage chez l'humain

La spécificité du langage comme moyen de communication

Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal

Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture

« L'analogie / catégorisation », au cœur de la pensée

Faire une analogie, c'est établir une comparaison entre des phénomènes dans lesquels on perçoit tout à coup une ressemblance.

L'articulation de mon coude ressemble au « coude » d'un tuyau.

Manger et lire ont quelque chose en commun : incorporer quelque chose.

Je peux donc « dévorer des livres » ou parler de « nourritures spirituelles ».

L'analogie dresse un pont entre un phénomène dans le monde **présent** et une expérience **passée** mémorisée.

Elle nous permet de penser et d'agir dans des **situations inconnues**.

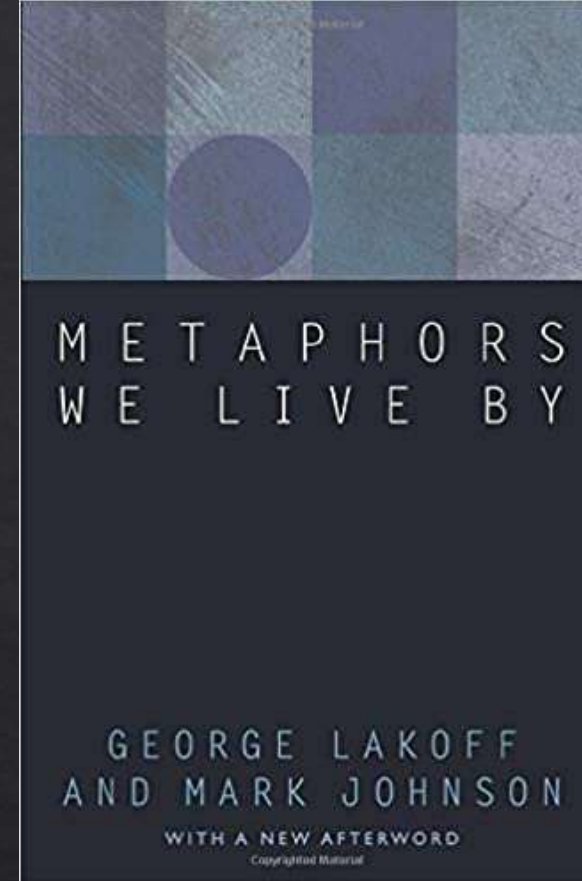
Bref, elle a un caractère prédictif.



mai 2010

La métaphore et l'analogie deviennent, avec des auteurs comme Hofstadter ou Lakoff, non plus une simple construction linguistique ou littéraire, mais une construction conceptuelle essentielle et centrale dans le développement de la pensée.

Dans le courant de la sémantique générative développée par **George Lakoff**, on place la métaphore conceptuelle **issue de nos expériences corporelles** au cœur du langage.



1980

Metaphors We Live By & Coronavirus

2 avr. 2020

https://www.youtube.com/watch?v=7XJdfC_1JT4

Pour Lakoff, notre cerveau est si intimement lié au corps, que **les métaphores qui en émanent sont nécessairement puisées dans ce corps** et son rapport au monde.

Même si ces métaphores seraient largement inconscientes et difficiles à déceler parce que souvent trop éloignées de leur origine pour être remarquées.

Exemple : la métaphore la plus souvent utilisée pour un débat intellectuel est, quand on y pense bien, celle du **combat** :

il a gagné le débat, cette affirmation est indéfendable, il a mis en pièce tous mes arguments, cette remarque va droit au but, etc.

Aussi, attention à l'évocation positive ou négative d'une métaphore (« fardeau fiscal », « économie »...)

2 septembre **2014**

Notre corps à l'origine de notre compréhension du langage

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/09/02/notre-corps-a-lorigine-de-notre-comprehension-du-langage/>

[...] des auteurs comme Lakoff pensent que l'on ne pourrait simplement pas comprendre la majorité des phrases que l'on entend si notre cerveau n'était pas constamment en train de **simuler** les processus sensori-moteurs proches ou lointains qu'elles évoquent.

[...] Le fait d'être cajolé pour un enfant s'accompagnant généralement de la chaleur corporelle du parent, celui-ci finirait par **associer de manière durable dans ses réseaux de neurones l'affection à des sensations de chaleur, puis à des mots évoquant la chaleur.**

**Douglas
Hofstadter**
**Emmanuel
Sander**



2013

« Nous affirmons que **la cognition** est constituée d'un flux ininterrompu de catégorisations

et qu'aux racines de la pensée se situe non pas la classification, qui place des objets dans des cases mentales rigides,

mais la catégorisation/analogie, dont dépend la remarquable fluidité de la pensée humaine. »

Pour plus de détails sur « L'analogie, cœur de la pensée », voir au :

http://lecerveau.mcgill.ca/flash/pop/pop_pres/UTA%20Bro-Ver%20-%20Cours%207%20%20Tout%20ce%20qui%20precede%20fait%20emerger%20les%20fonctions%20superieures%20-%20pour%20pdf.pdf

L'origine et l'élaboration de nos concepts

Ils doivent leur existence à une immense suite d'analogies élaborées inconsciemment au fil du temps.

L'exemple du concept de « maman » :

Le nourrisson repère des régularités de son environnement : lorsqu'il est en détresse, une « entité » qui possède certaines caractéristiques plus ou moins stables de forme, de taille, de couleur... vient le nourrir, le changer, l'apaiser. Cette succession de régularités donne naissance au **concept de maman.**

En grandissant, l'enfant s'aperçoit que d'autres enfants sont entourés d'autres adultes qui se comportent envers eux *grosso modo* comme sa propre maman se comporte envers lui.

C'est une analogie entre lui-même et un autre enfant, entre une autre grande personne et sa Maman, entre une forme de relation protectrice et une autre. "Maman" perd alors sa majuscule pour devenir "maman".

A un moment, on passe de "maman" à "mère". Chemin faisant, on rencontre des cas plus étranges, comme la reine mère des abeilles, et le concept englobe des sens plus abstraites qualifiées communément de métaphoriques telles que « mère poule » ou « mère patrie ». Ou encore lorsqu'on dit "la Révolution américaine est la mère de la Révolution française" ou "l'oisiveté est la mère de la philosophie".

Par analogies successives leur concept de maman va donc évoluer jusqu'à prendre une forme culturellement partagée.

Nos catégories mentales sont ainsi enrichies par extension tout au long de notre vie. Les concepts ne cessent donc jamais d'évoluer et il y a un potentiel de raffinement à peu près infini pour chaque concept.

Grâce à l'analogie, on finit par reconnaître une chaise, même si elle s'écarte du stéréotype classique.

Par exemple, si vous êtes féru de design de meubles, vous aurez un concept de chaise beaucoup plus développé, raffiné et inclusif que votre voisin.



Même dans une langue commune, « *les frontières de nos catégories conceptuelles restent floues* ».

«*Est-ce qu'un chapeau est un vêtement ou un accessoire?*».

Résultat : environ 50% disent vêtement, et 50% disent accessoire

Autre exemple : qu'est-ce qu'un sandwich ?...

Un exemple de raffinement conceptuel : le vocabulaire des jeunes enfants.

Une fillette de 2 ans disait ainsi « **déshabiller la banane** ». Il n'est pas tout à fait aberrant d'utiliser le concept de « déshabiller » pour un fruit, mais un concept plus fin existe dans notre culture, celui d'« éplucher ».

Sa catégorie « déshabiller » est moins spécifique que celle des adultes et s'applique à des contextes plus variés.

Une analogie comme celle-ci fonctionne par **proximité sémantique**. La fillette a repéré que ce que l'on fait à la banane est analogue à ce que l'on fait à l'être humain.

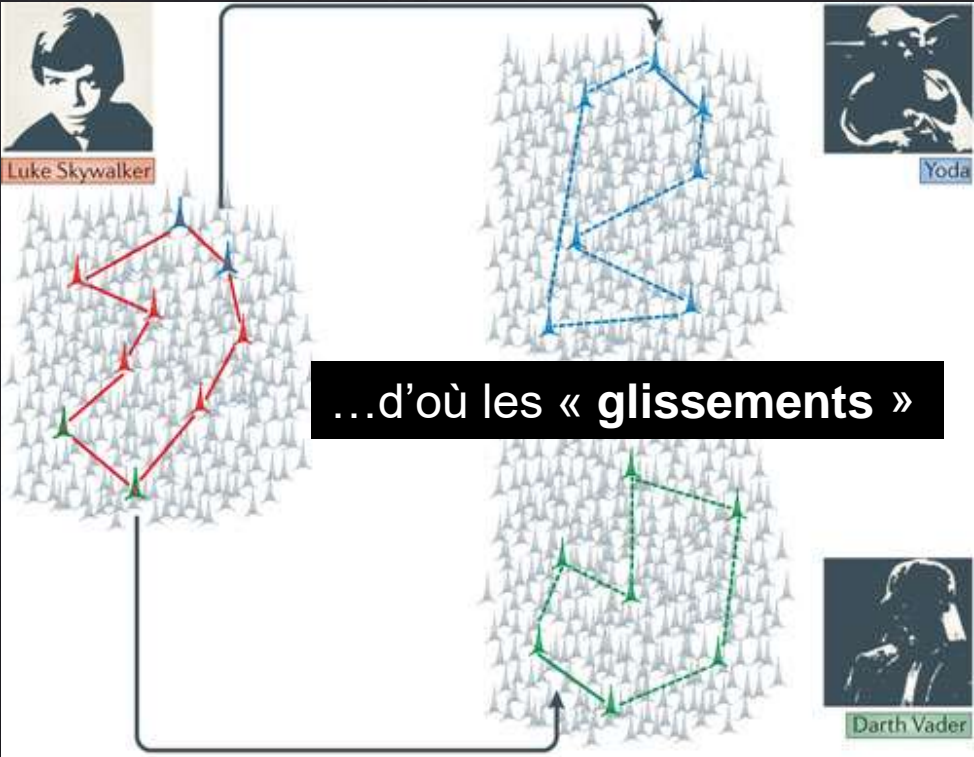
En s'exprimant ainsi, l'enfant sera corrigé par un adulte et elle affinera son concept de « déshabiller ».

Et il en est de même pour un enfant qui dit « J'ai cassé le livre » ou encore « Maman, tu peux recoller mon bouton ? »

Comment surgit un concept dans notre pensée ?

Comment surgit un concept dans notre pensée ?

Nos concepts sont sélectivement évoqués à tout moment par les analogies qu'établit sans cesse notre cerveau afin d'interpréter ce qui est nouveau et inconnu dans des termes anciens et connus. » p.9



Notre mémoire est « associative »...



Une thèse essentielle du livre :

nous désignons nos catégories mentales par des **mots**,
i.e. des concepts verbalement étiquetés, comme chien, chat, joie,
résignation, contradiction, etc.

Mais aussi par des **mots composés**, **des locutions figées**,
des **maximes**, des **proverbes**, des **fables** et même des **expériences
personnelles** qui peuvent prendre plusieurs phrases à décrire
et qui nous sont arrivées qu'une seule fois !

Ces derniers sont des concepts sans étiquettes verbales,
comme « la fois où je me suis retrouvé grelottant dehors parce que la
porte s'était claquée tout d'un coup ».

De tels concepts, quel que soit leur niveau de concrétude ou
d'abstraction, sont mobilisés à chaque instant,
le plus souvent **sans que nous en ayons conscience**.

Des exemples

(mais pas autant qu'il n'y en a dans leur bouquin !)

D'abord on peut percevoir des analogies entre objets **sans avoir recours au langage** (les bricoleurs qui vont utiliser une pierre ou un bout de bois comme marteau le savent bien).

Un exemple concret : la douche...

Quand vous passez quelques jours chez un ami, vous découvrez toujours une douche avec des particularités différentes, des imprévus. Mais on se débrouille grâce à ses expériences antérieures.

Si nous n'avions pas cette faculté de **rapprocher chaque situation** dans laquelle nous nous trouvons **d'une myriade d'autres situations analogues** déjà vécues, nous serions continuellement perdus dans ce monde, incapables de la moindre action, de la moindre pensée.

Les technologies numériques sont la rupture la plus radicale avec le siècle dernier, mais des mots comme "bureau", "corbeille", "copier-coller" ont été utilisés pour décrire des phénomènes analogues à ceux que les gens connaissaient.

Inversement, les technologies numériques, dans lesquelles nous baignons, sont en train de devenir elles-mêmes sources d'analogies pour comprendre plus clairement le monde matériel.

Ainsi, on entendra dire "J'ai le cerveau qui bogue" ou "Je me suis fait scanner par ma future belle-mère"...

Les auteurs mentionnent également toutes les **expressions populaires, style proverbe ou dicton**: «*On ne parle pas de corde dans la maison d'un pendu*», «*Faire d'une pierre, deux coups*», «*Chat échaudé craint l'eau froide*»...

Il s'agit toujours de **mettre en relation des situations similaires** à travers un concept commun, un rapprochement, une similitude.

Des **catégories non lexicalisées**, souvent très personnelles :

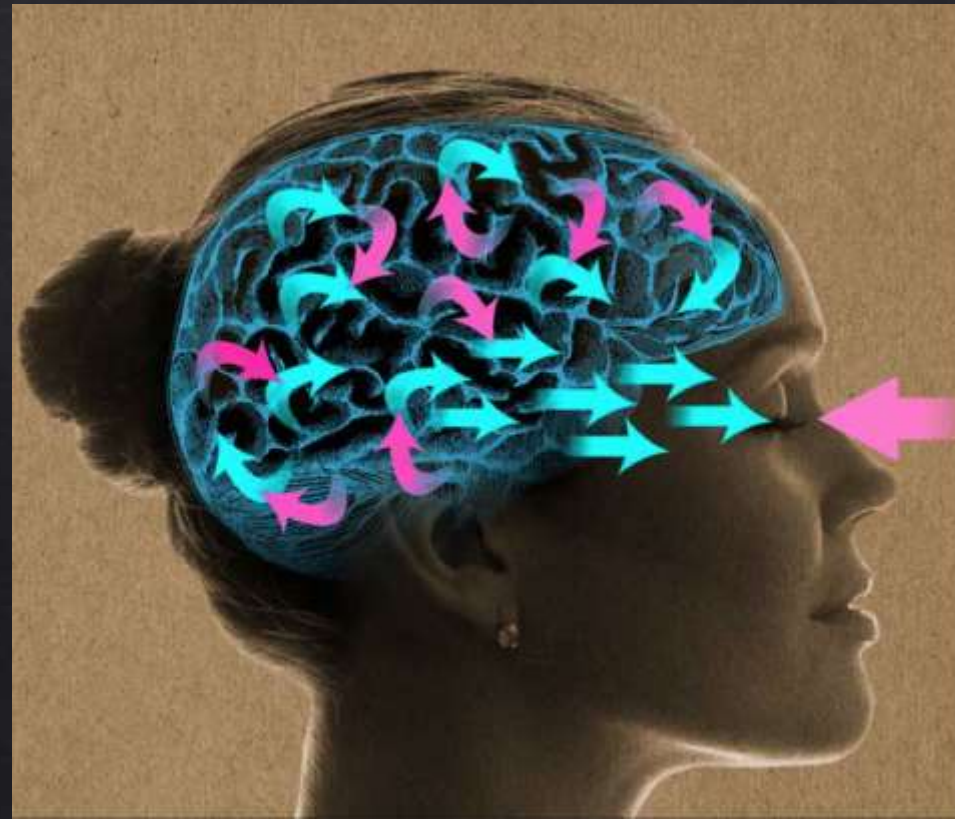
L'anecdote sur les indices mathématiques qui déçoivent Hofstadter, et l'analogie qu'il fait plusieurs décennies plus tard quand sa fille est déçue que le deuxième bouton sur l'aspirateur ne fait pas de bruit.

La langue a constamment recours aux analogies. Les auteurs notent ainsi les expressions du langage ordinaire qui les révèlent très explicitement. Par exemple, dans une conversation, lorsque nous commençons une phrase par: **«Moi aussi, cela m'est arrivé...»**.

Souvent, la situation citée est fort éloignée de l'original. Mais, pour celui qui fait la comparaison, elle rentre dans la même catégorie car il y voit **une similarité profonde au-delà des dissemblances apparentes**.

C'est ainsi que fonctionne le cerveau : il se demande en permanence **dans quelle mesure ce que nous avons vécu** de singulier est susceptible de s'appliquer à notre compréhension du monde.

Le « cerveau prédictif » (« predictive processing »)



Autre point important : de plus en plus on se rend compte que **les concepts sont liés à nos perceptions, que ce sont même eux qui nous permettent de percevoir !**

Cela va à l'encontre de l'idée la plus commune qui veut que la perception d'un objet, par exemple, commence par une observation objective de ce dernier dans laquelle aucune connaissance n'intervient, suivie d'une pensée conceptualisée.

Comme si percevoir consistait à « activer » dans notre cerveau un état objectif du monde selon un découpage de l'environnement indépendant de l'observateur.

Pourtant, si nous ne possédions pas le concept de

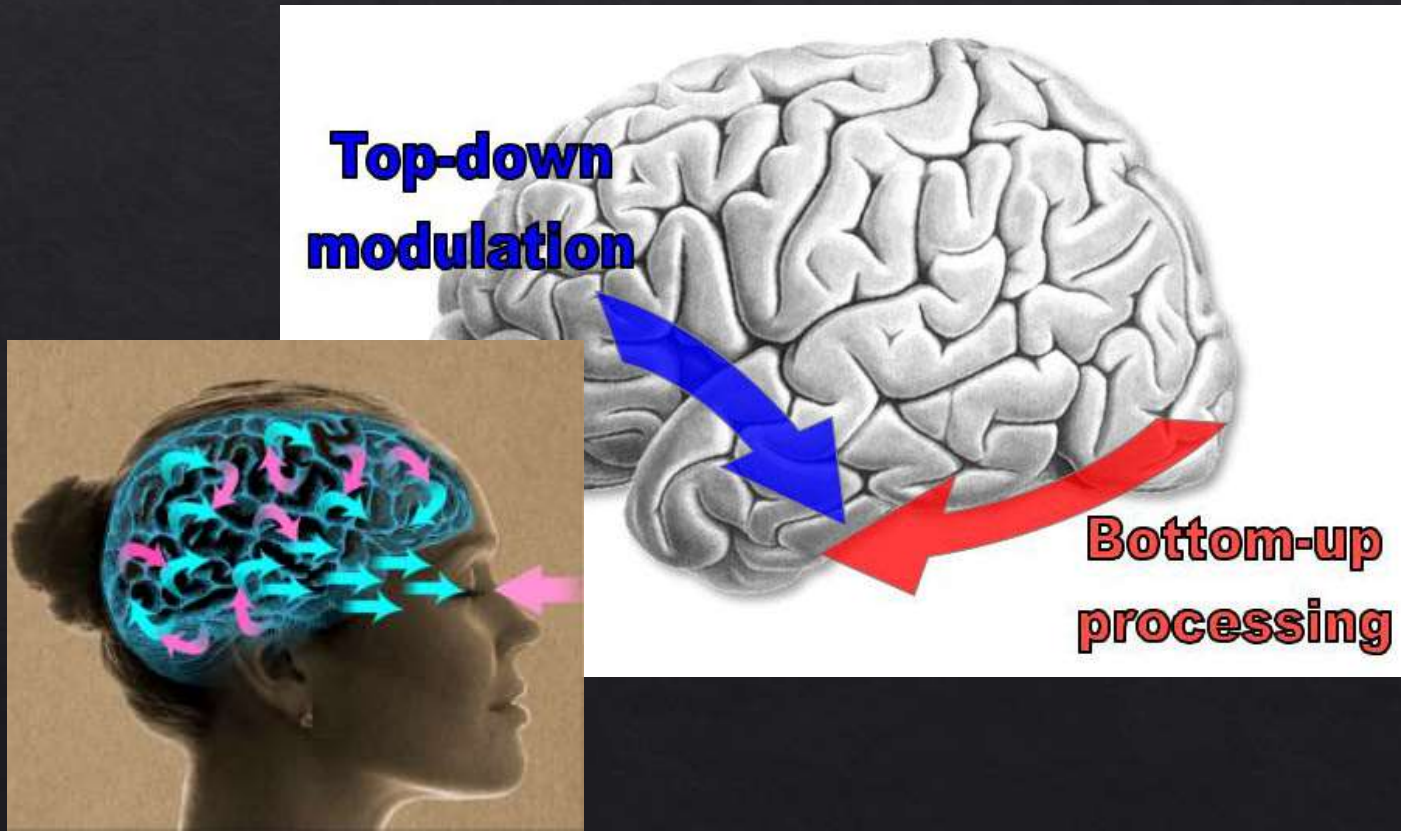




Autrement dit, nous avons besoin d'avoir déjà construit cette catégorie pour reconnaître ces objets. Même chose pour des concepts plus abstraits.

Ainsi, **les concepts et les stimuli qui proviennent de nos organes sensoriels sont en interaction permanente ;**

il n'existe pas de frontière étanche entre **percevoir** et **concevoir**.





- Décisions avec de longues délibérations
- Expression des émotions et des sentiments
- Discours logique

→ **CONSCIENT**

- Décisions rapides et automatiques
- Monitoring constant des états corporels
- Motivations derrière nos comportements

→ **INCONSCIENT**

Rapports complexes

Séance 8 : « **Moi** » conscient versus motivations inconscientes : notre espèce a-t-elle de l'avenir ?

