

**Ce cours est enregistré
et mis en ligne sur les
plateformes UNIGE.**



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

Développement cérébral de l'enfance à l'adolescence

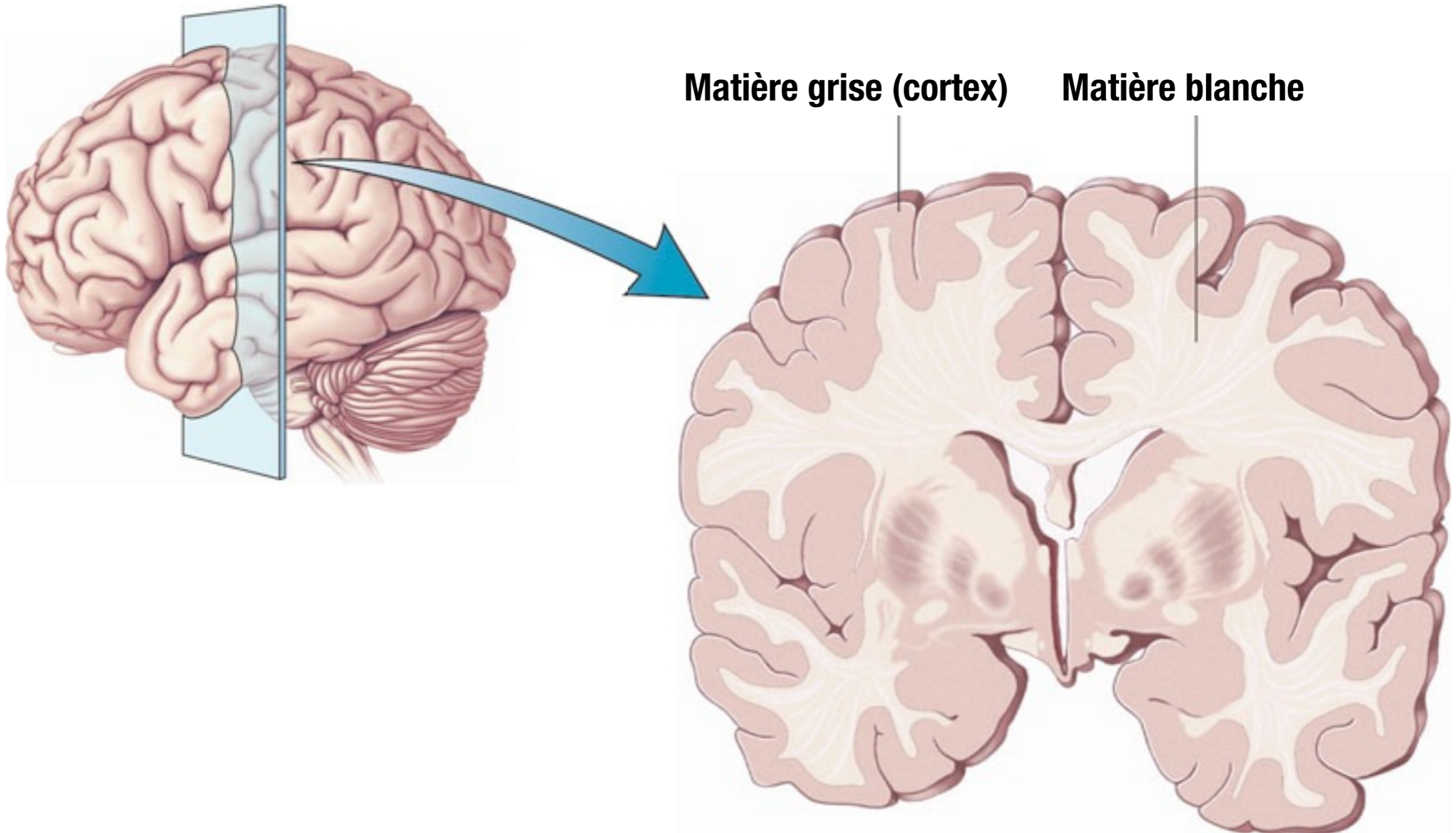
Prof. Marie Schaer

Unige & Centre de Consultation spécialisé en Autisme

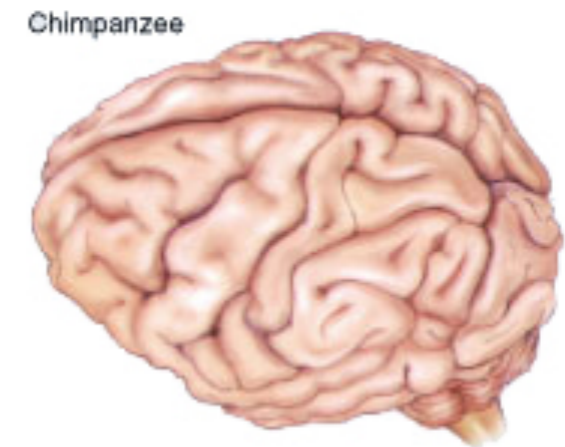
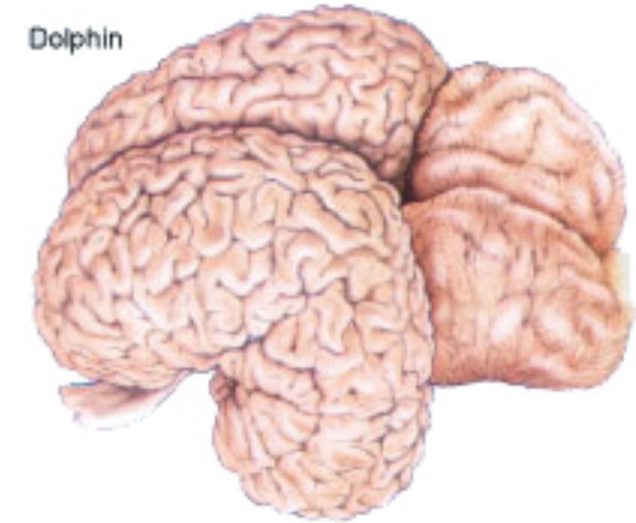
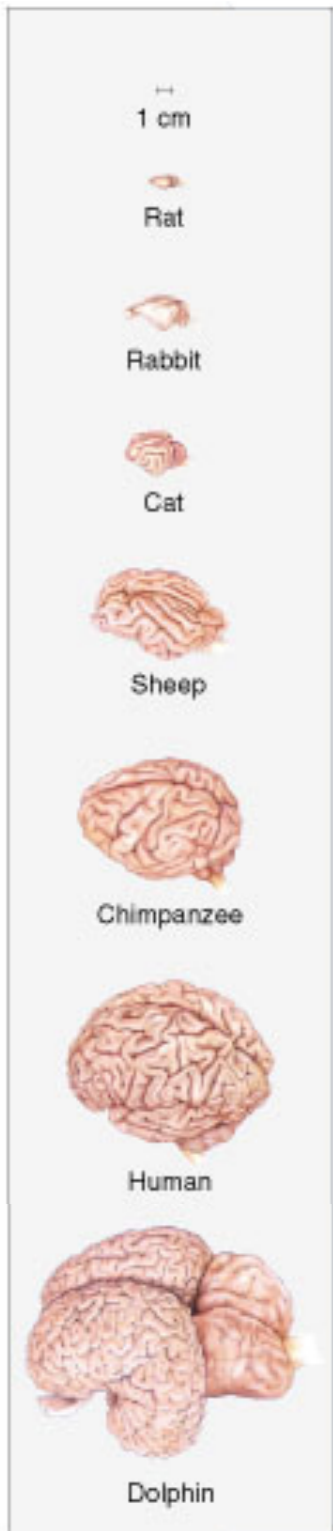
29 janvier 2026

marie.schaer@unige.ch

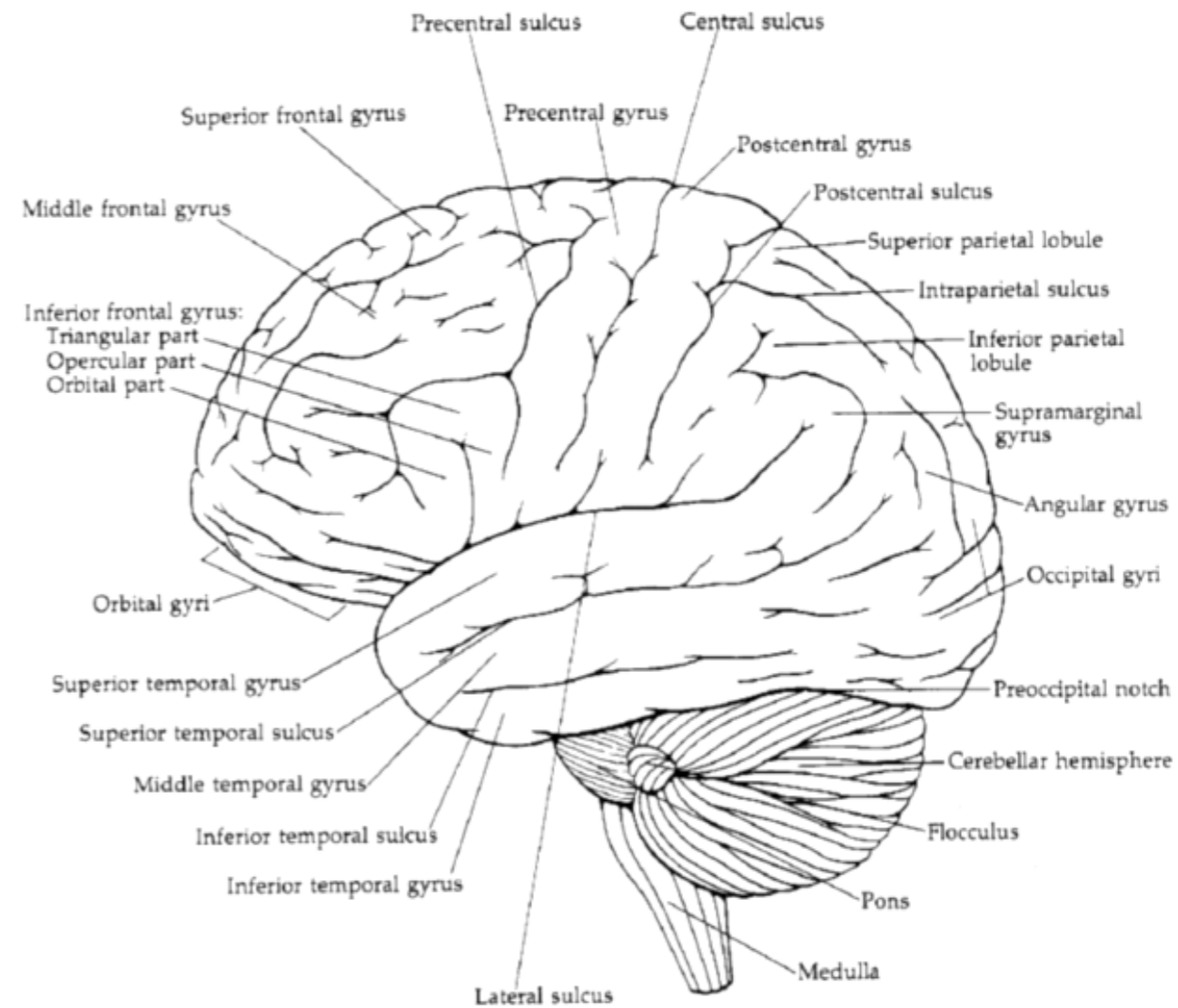
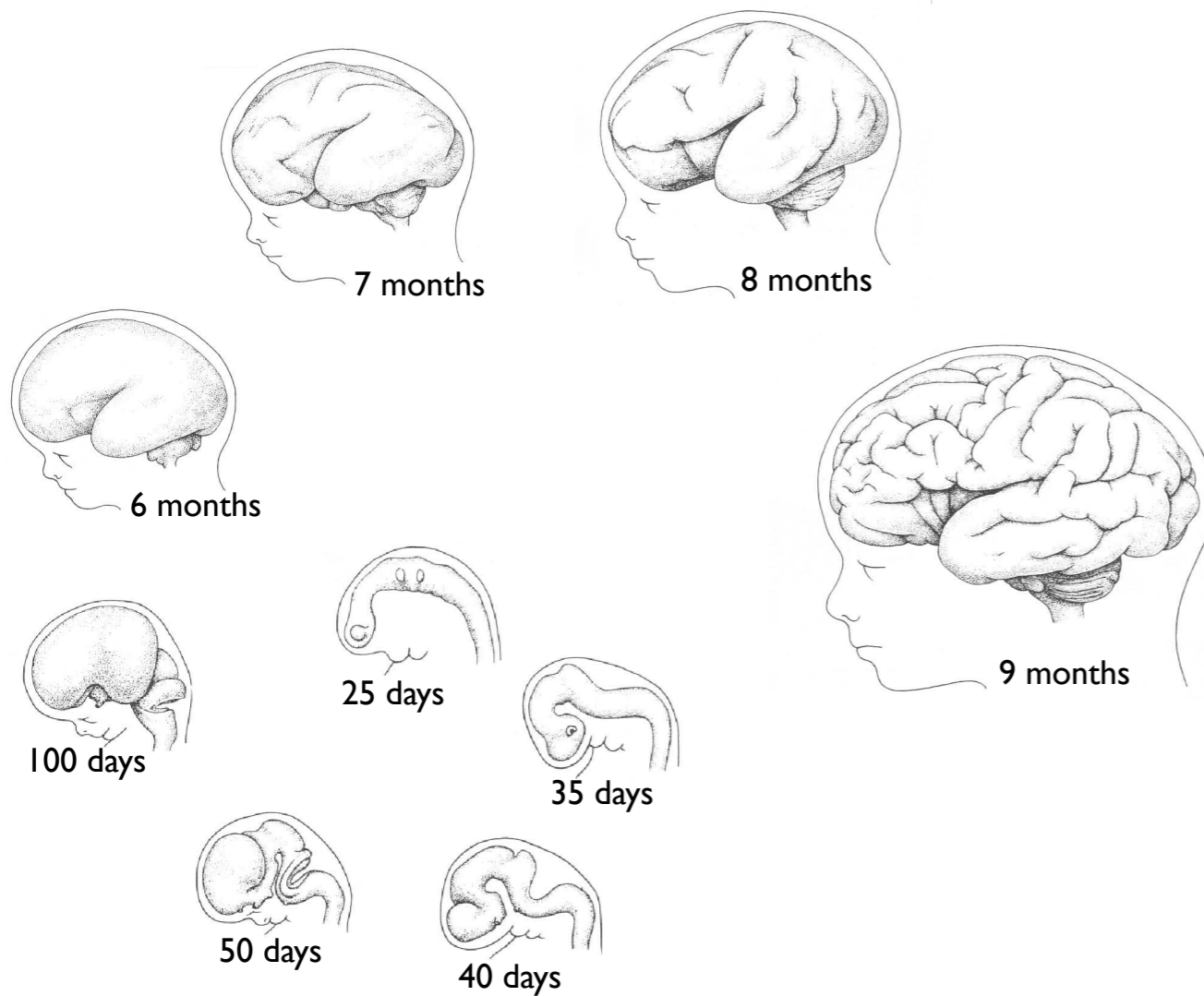
Le cerveau humain



Le cerveau humain



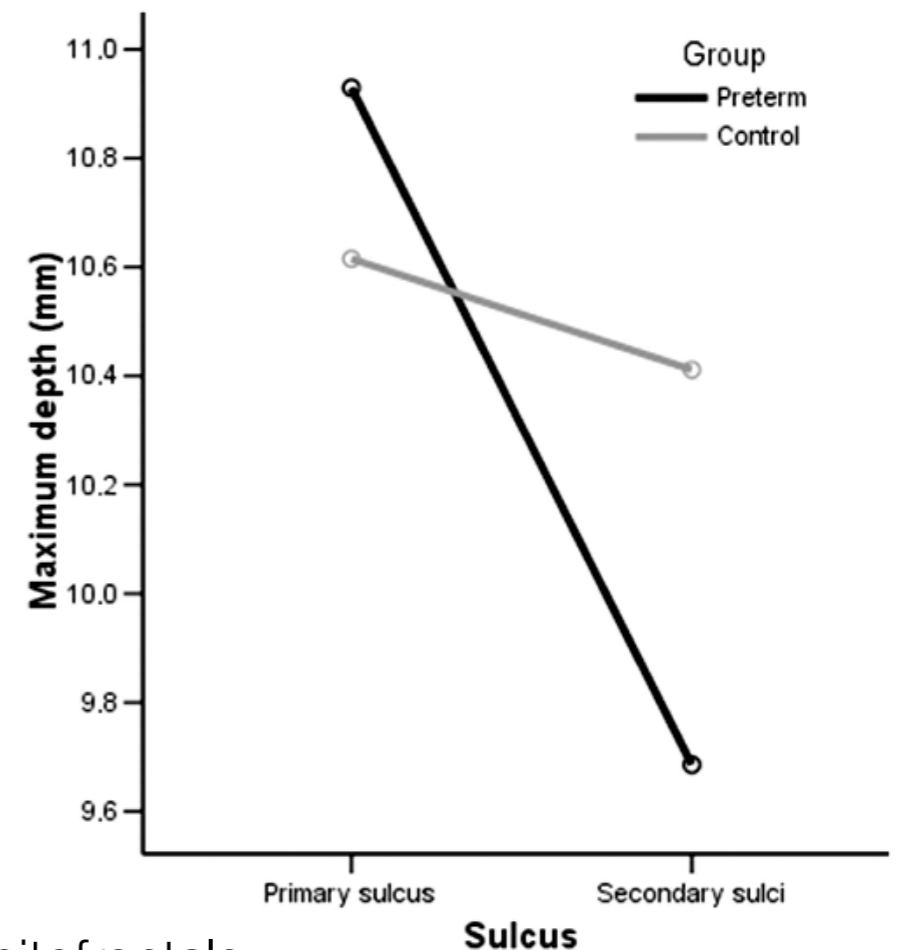
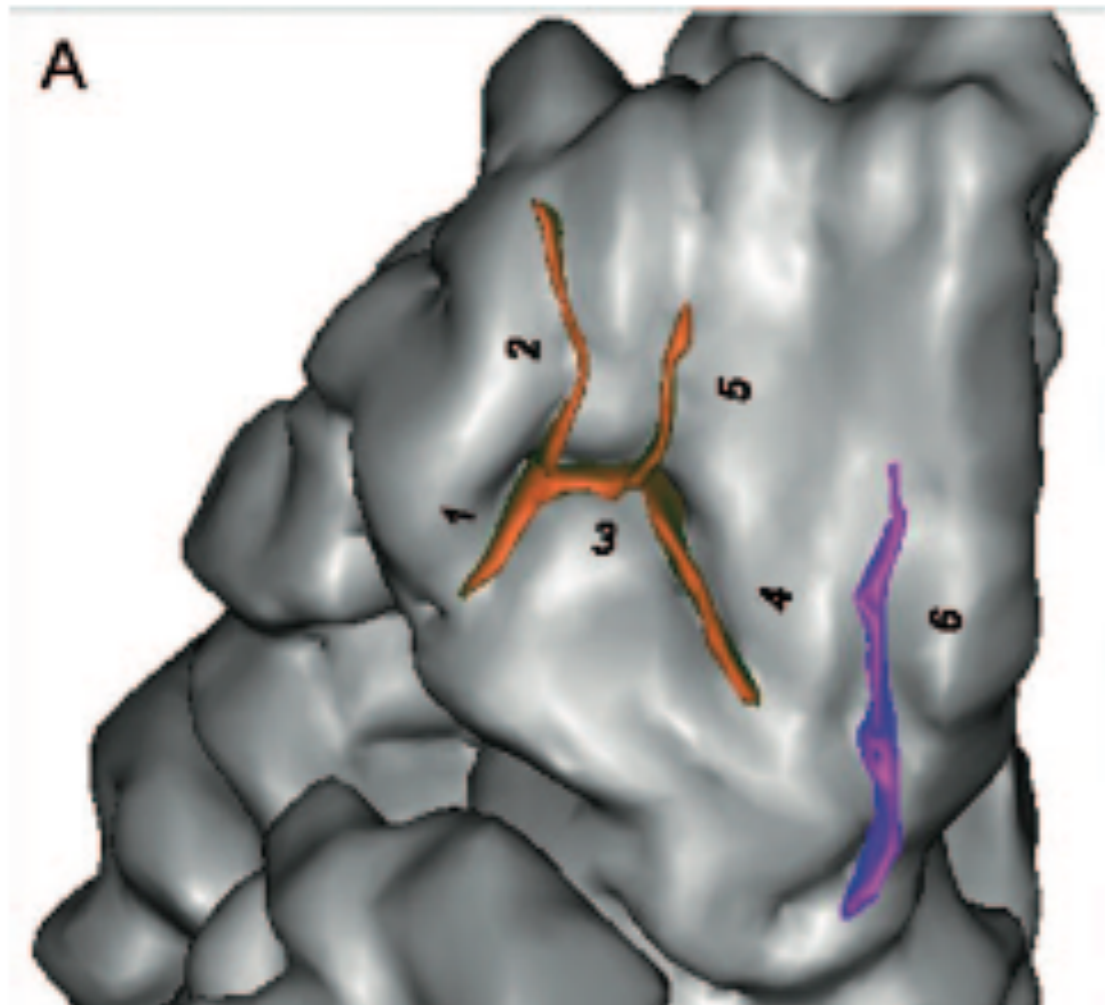
Développement du cerveau: période prénatale



► La plupart des sillons sont présents à la naissance

Le plissement du cortex: une fenêtre sur le développement précoce

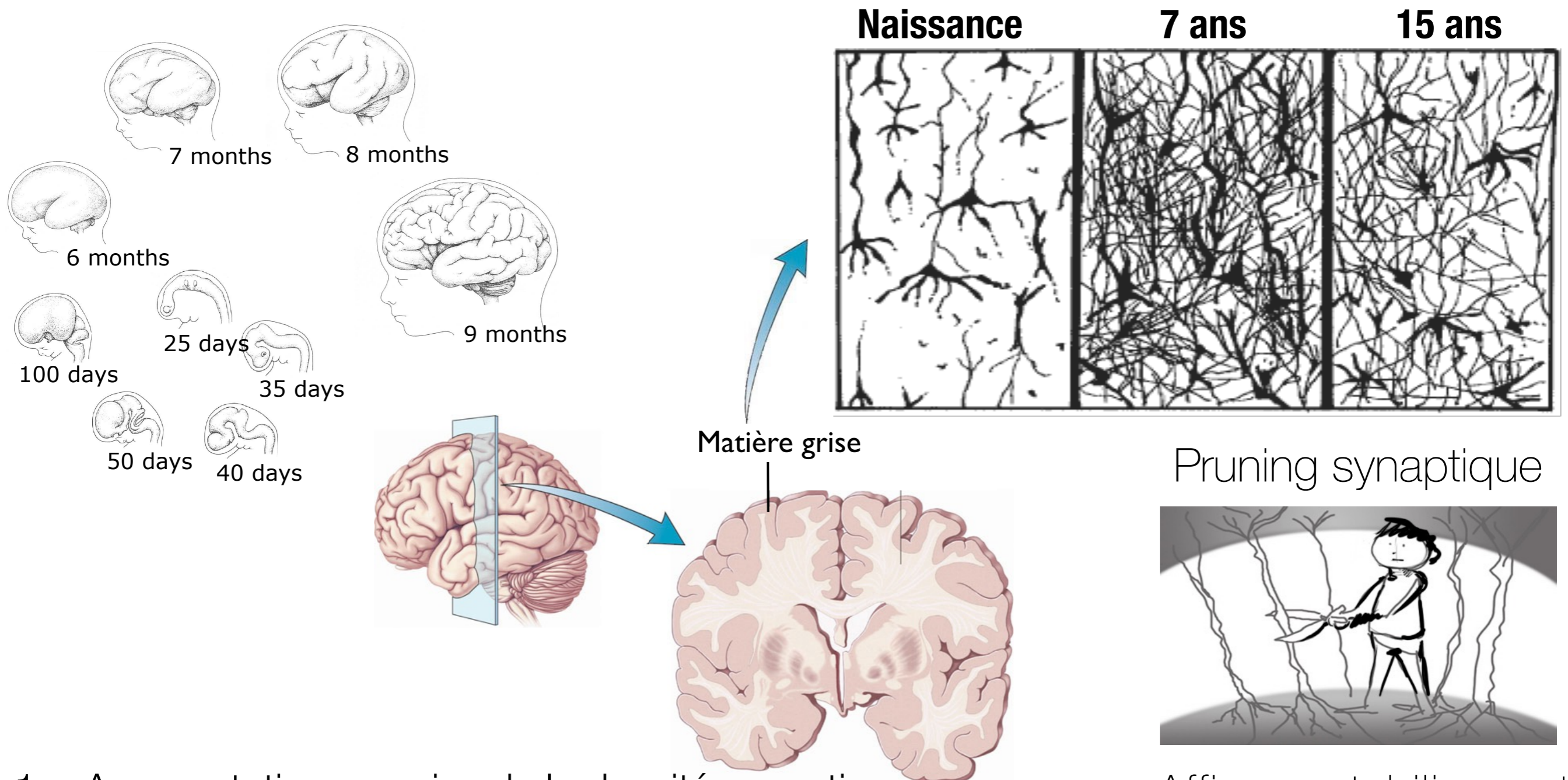
Par exemple, chez des adolescents nés grands prématurés (<31 semaines), on retrouve une diminution de la profondeur des sillons secondaires, comparés à des adolescents nés non-prématurément.



6 sillons de la région orbitofrontale:

- sillon primaire: le sillon olfactif (6)
- sillons secondaires: les parties caudale (1) et rostrale (2) du sillon latéral orbital, le sillon transverse orbital (3), les parties caudale (4) et rostrale (5) du sillon orbital médial

Maturation cérébrale pendant l'enfance et l'adolescence

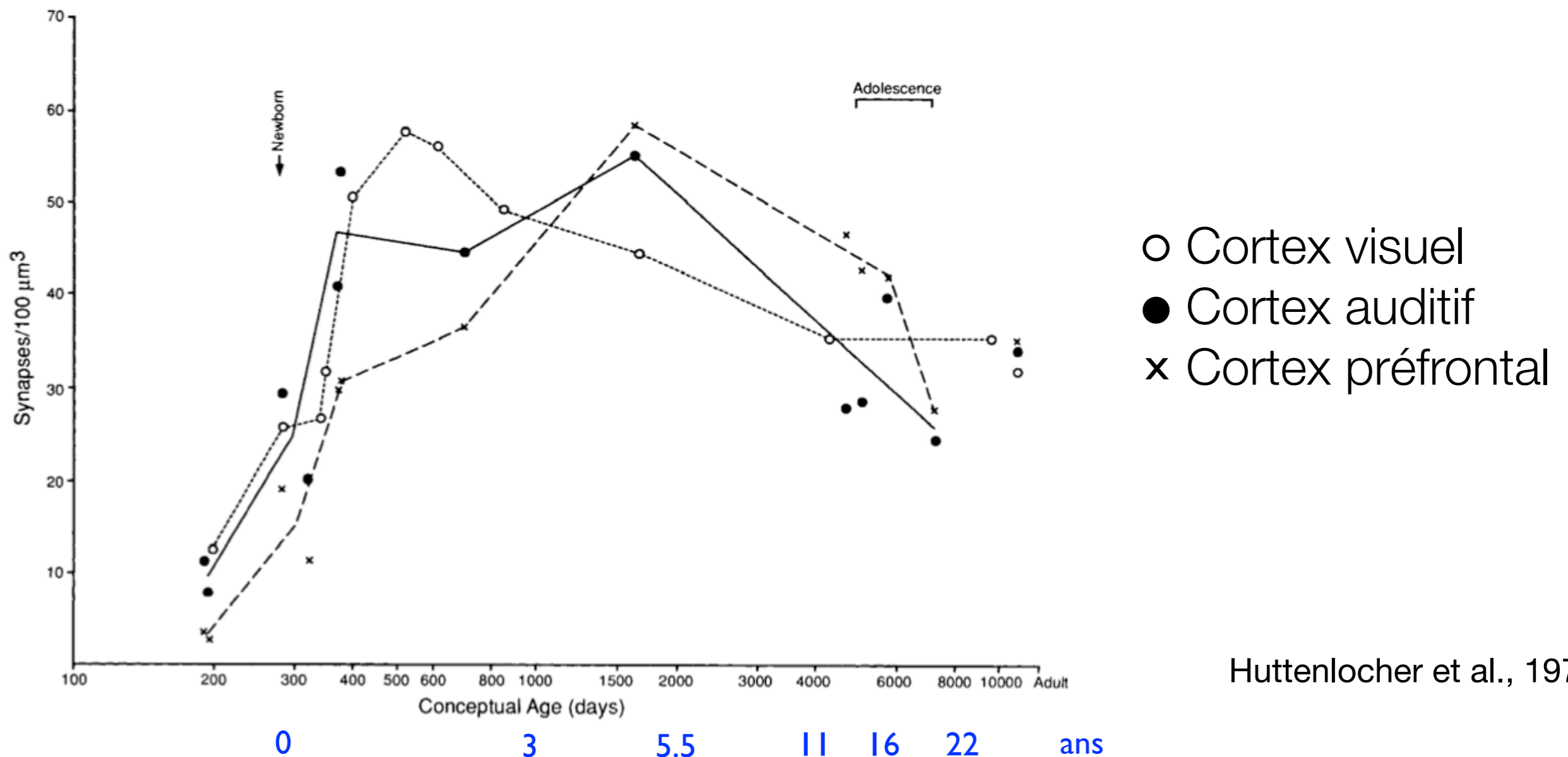


1. Augmentation massive de la densité synaptique (surproduction)
2. Optimisation du réseau par la disparition des connections moins utiles (élimination / pruning)

Affiner, stabiliser et augmenter l'efficacité du réseau

Maturation des connexions synaptiques

Des études histopathologiques montrent que les phases d'élimination des synapses (pruning) surviennent à des âges différents selon les régions

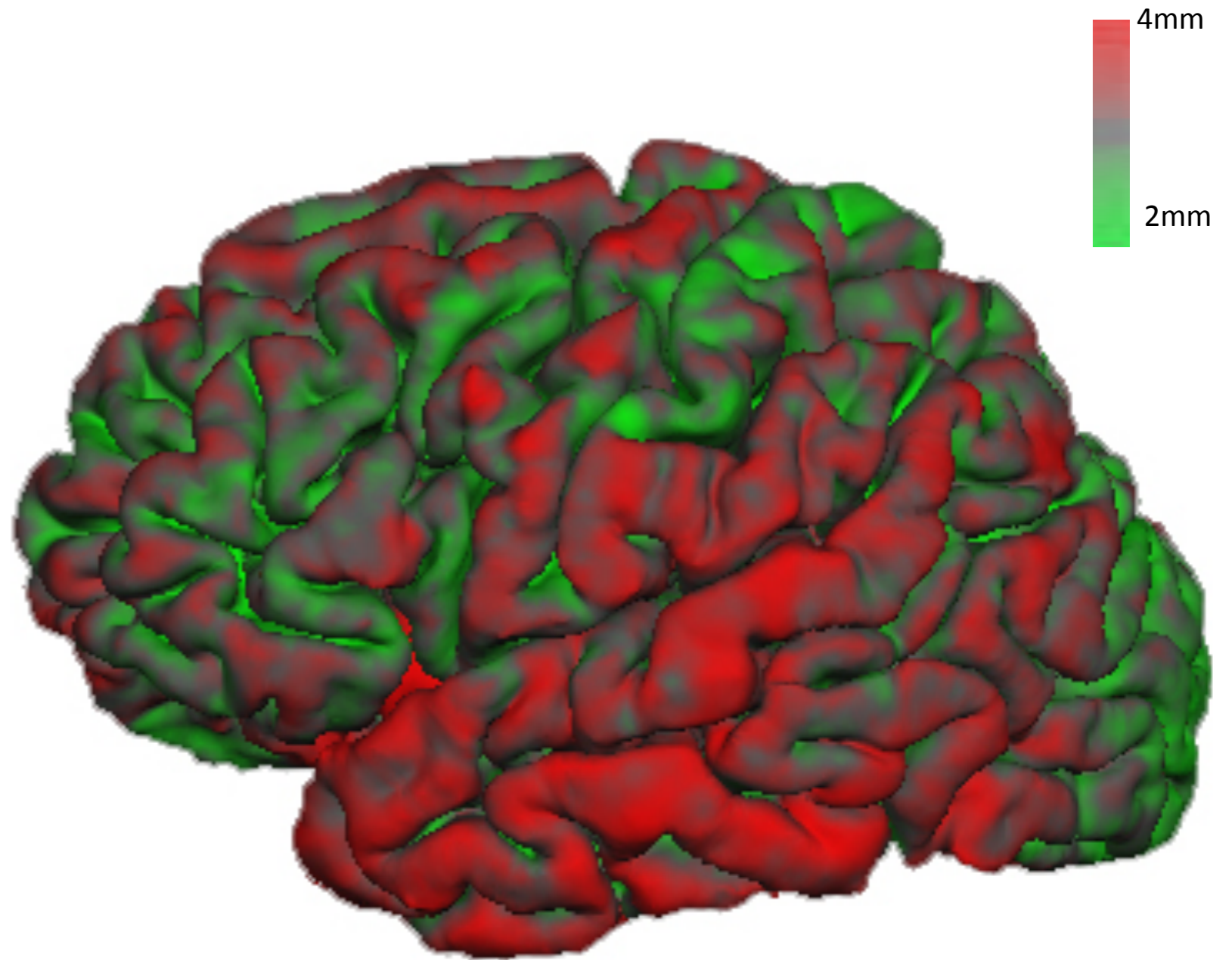
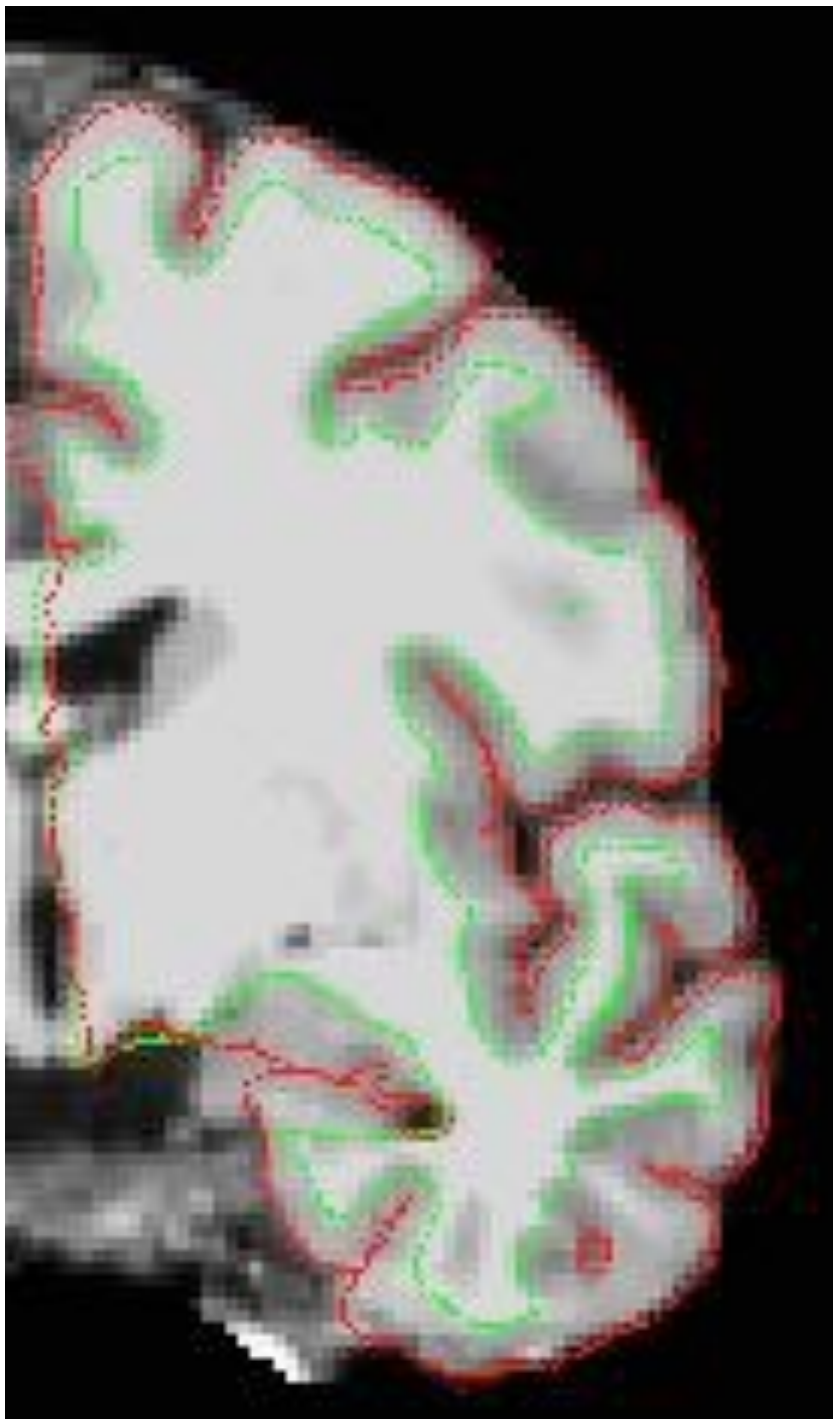


Huttenlocher et al., 1979

Mesurer l'épaisseur corticale avec l'IRM

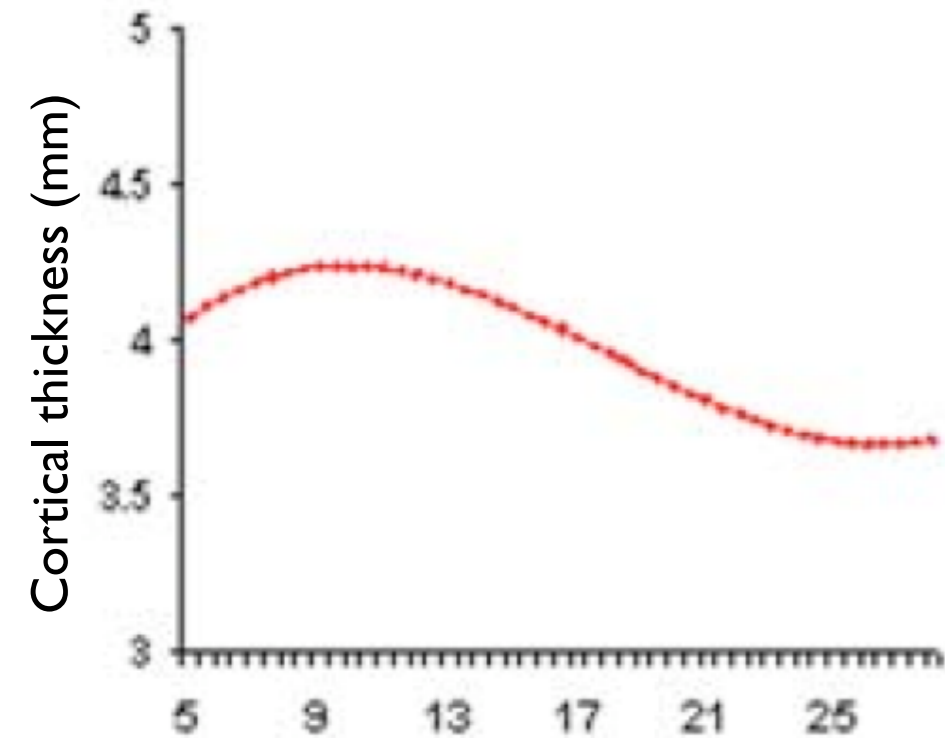


Mesurer l'épaisseur corticale avec l'IRM



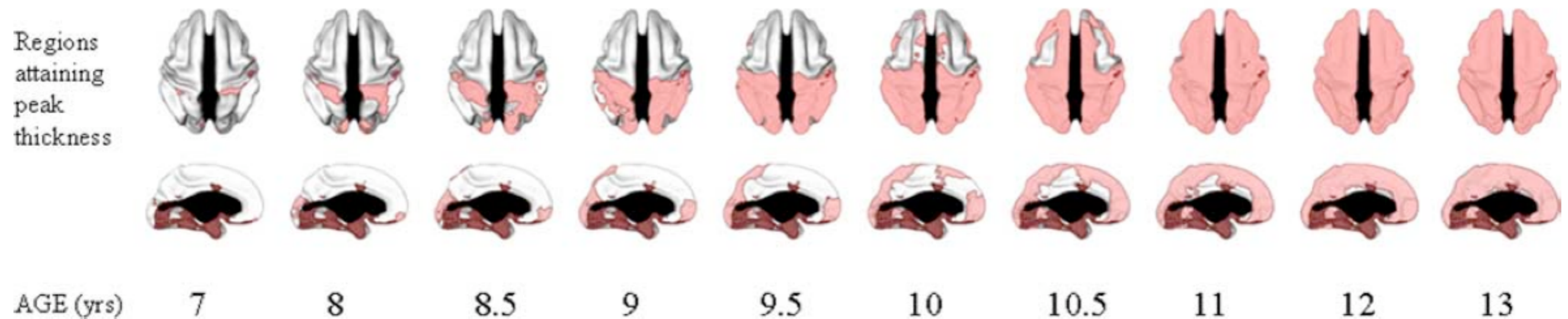
logiciel FreeSurfer, <http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/>

Mesurer la maturation corticale

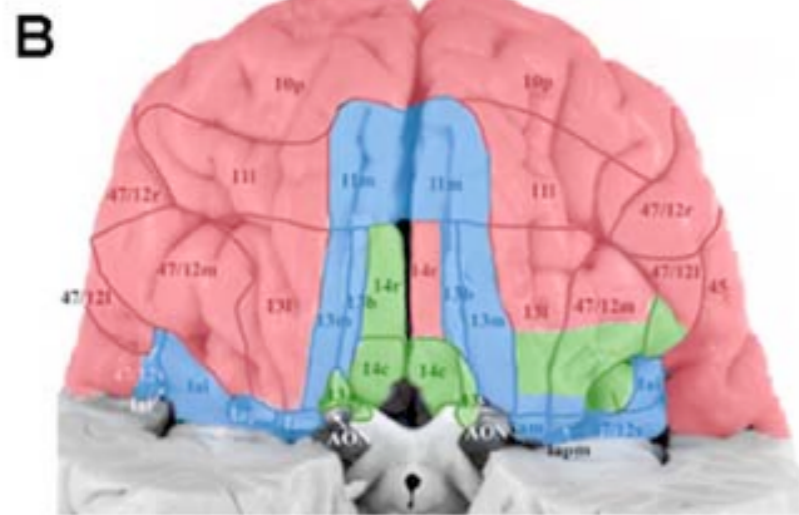
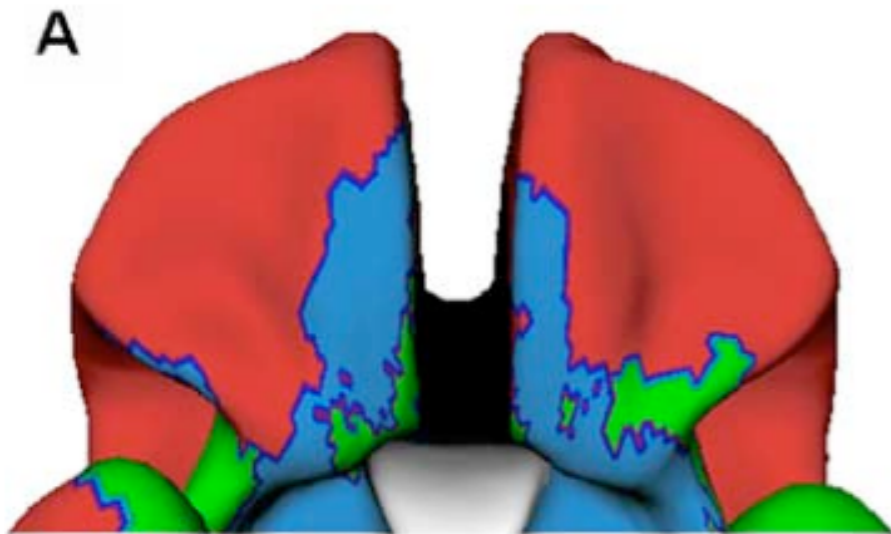


La mesure de l'épaisseur corticale permet une fenêtre sur les processus de plasticité au cours du développement et de périodes critiques

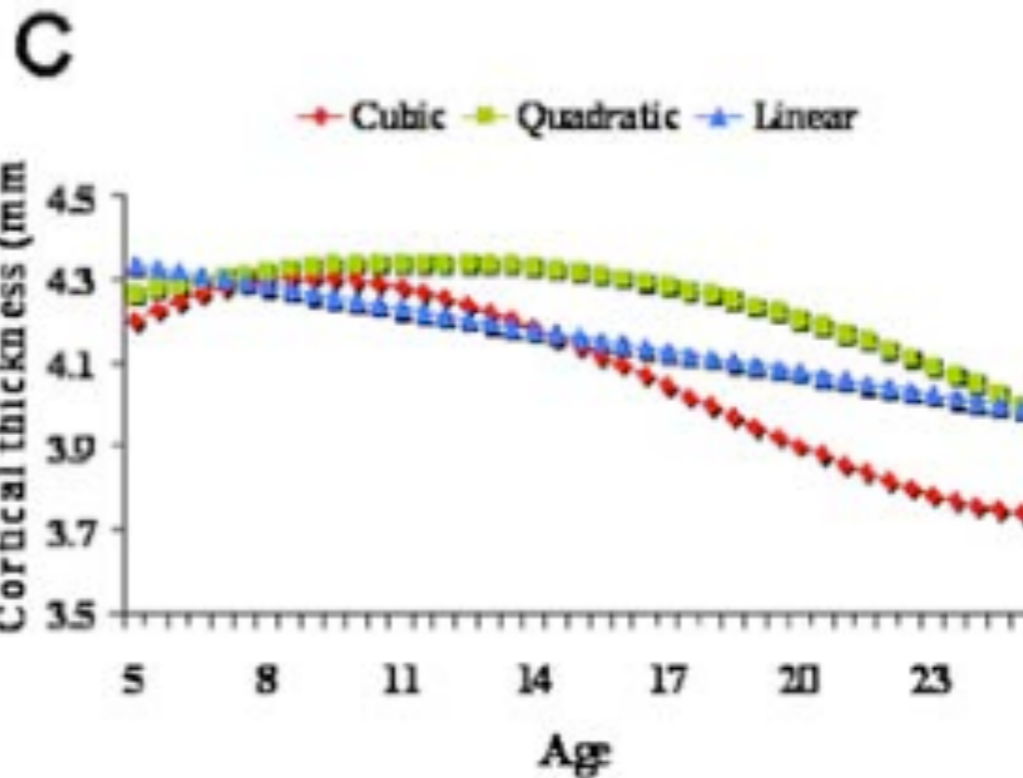
Le pic d'épaisseur corticale est considéré comme un index de maturation



Mesurer la maturation corticale



- Vert: isocortex à 6 couches
- Rouge et bleu: allocortex (<6 couches)

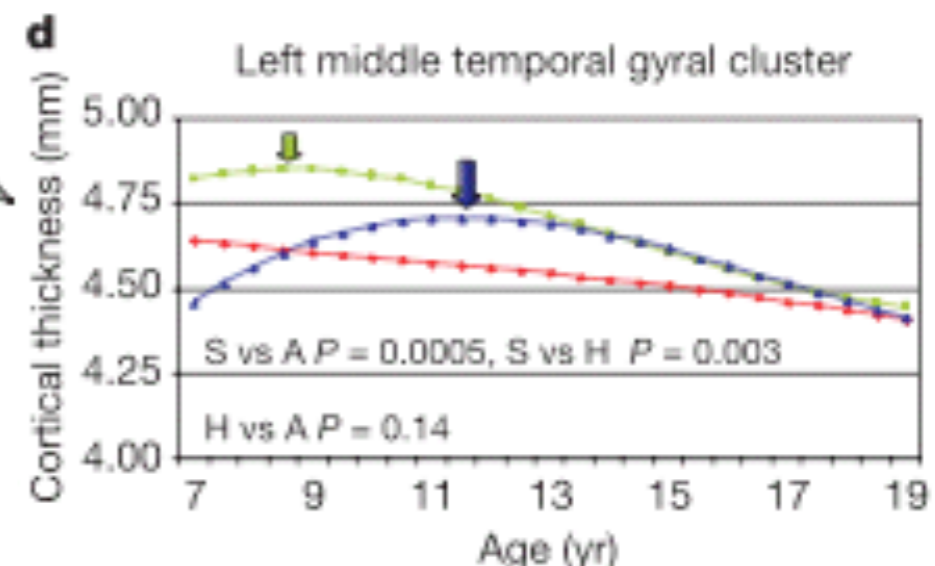
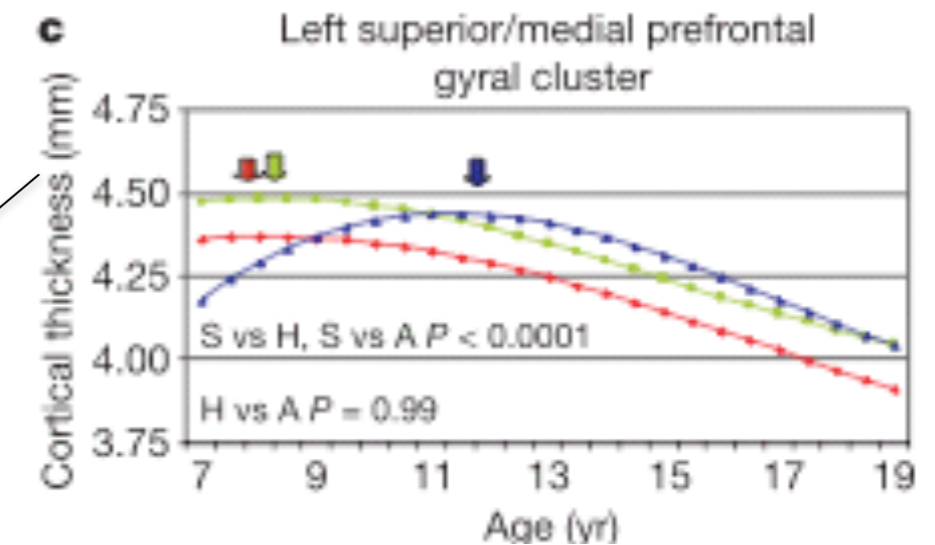
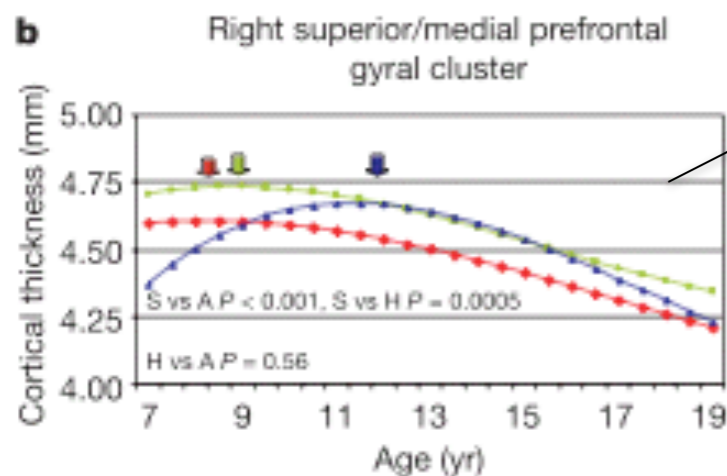
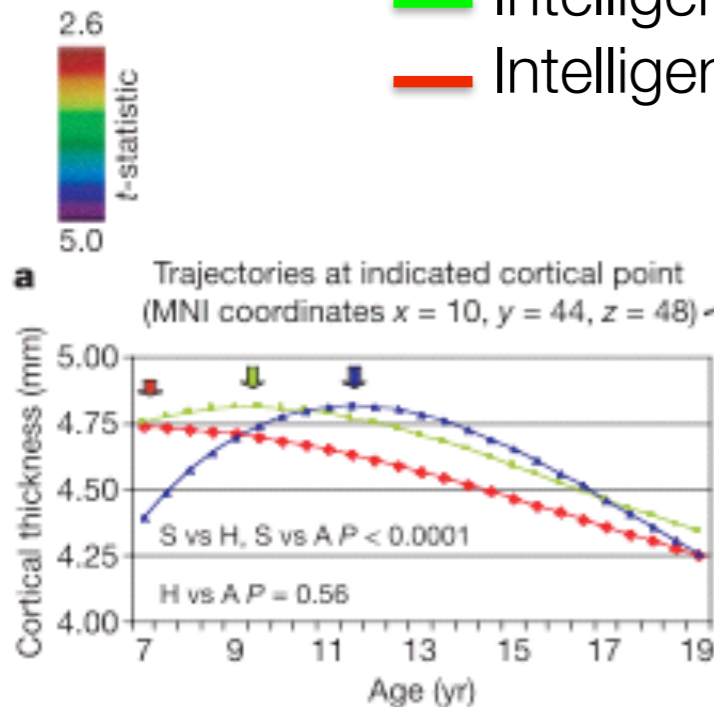


Le niveau de précision de l'imagerie IRM pour identifier la maturation cérébrale est telle qu'il corrèle fortement avec la structure cytoarchitectonique corticale, telle qu'identifiée microscopiquement par des études post-mortem

Maturation corticale & intelligence

307 enfants et adolescents, parmi lesquels 178 ont été scannés plusieurs fois, subdivisés en 3 groupes selon leur résultat à un test de QI:

- Intelligence supérieure (121 – 149)
- Intelligence élevée (109 – 120)
- Intelligence moyenne (83 – 108)



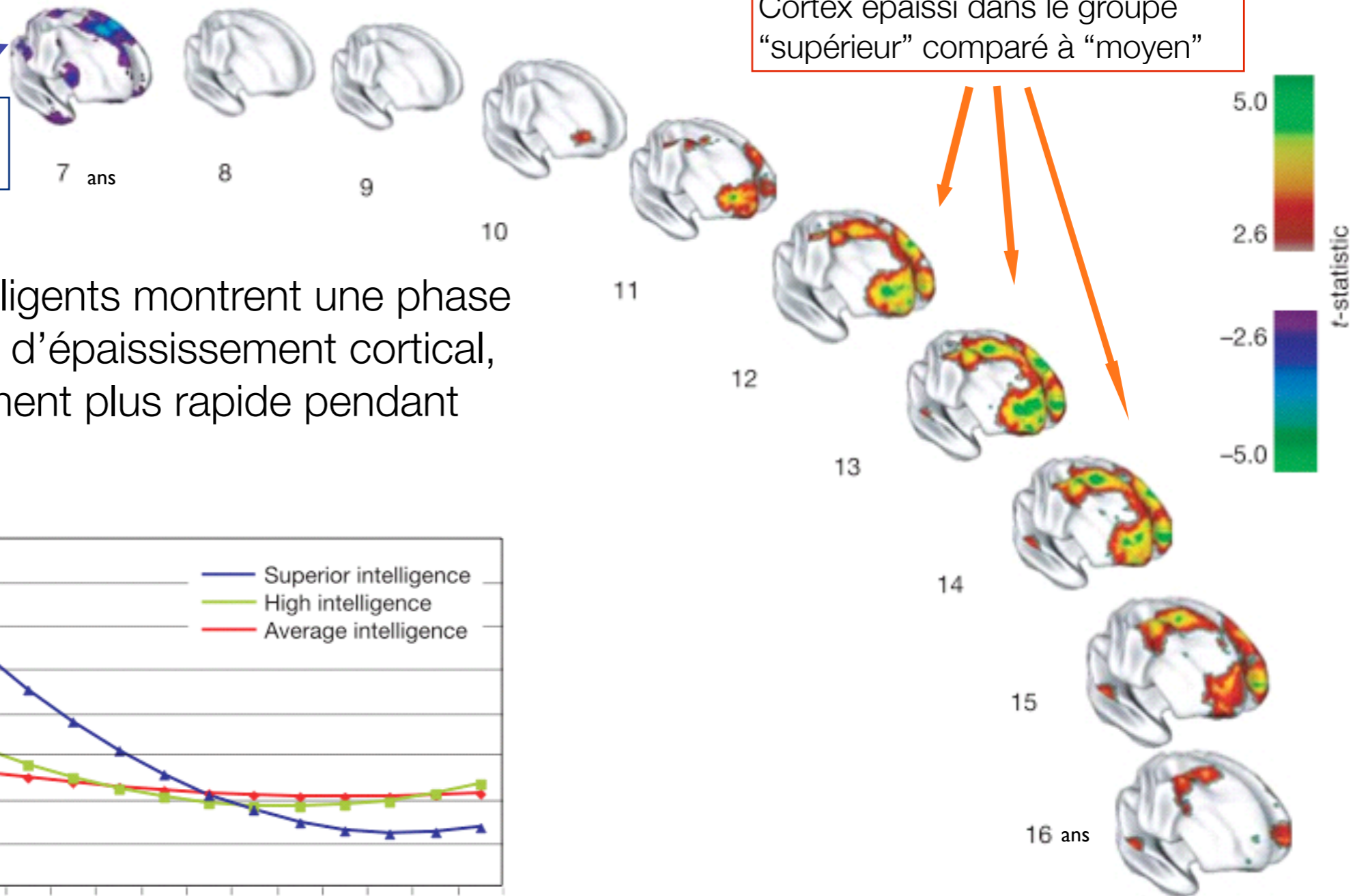
Shaw et al, Nature 2006

Maturation corticale & intelligence

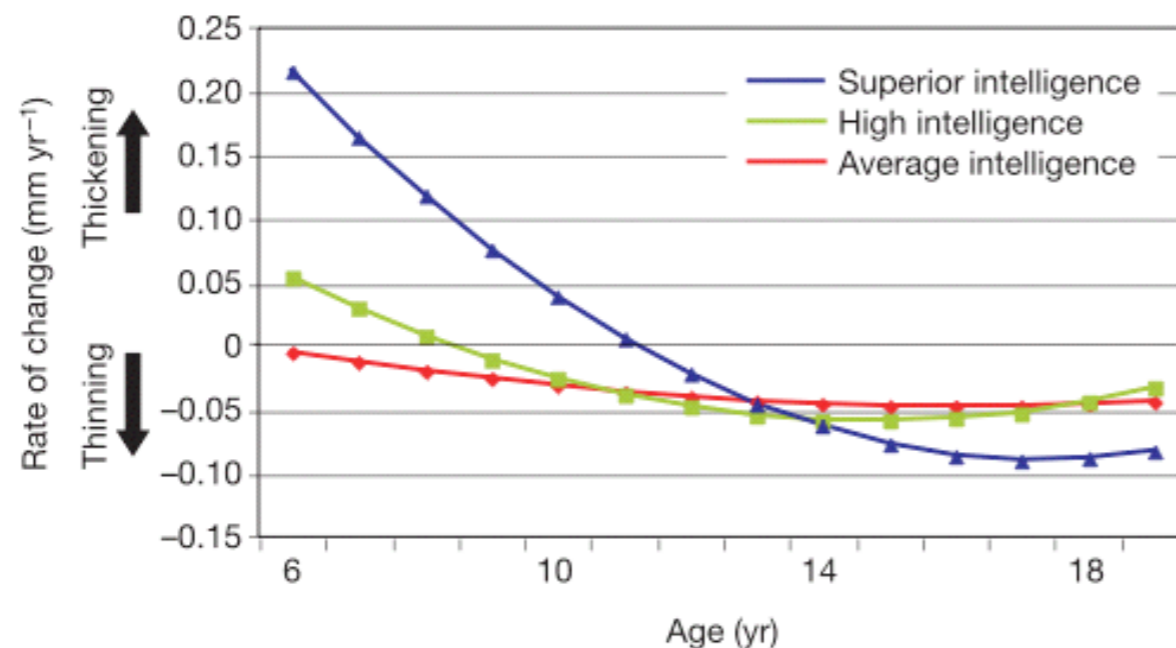
Différence développementale entre les groupes "supérieur" et "moyen"

Cortex épaissi dans le groupe "supérieur" comparé à "moyen"

Cortex aminci dans le groupe "supérieur" comparé à "moyen"

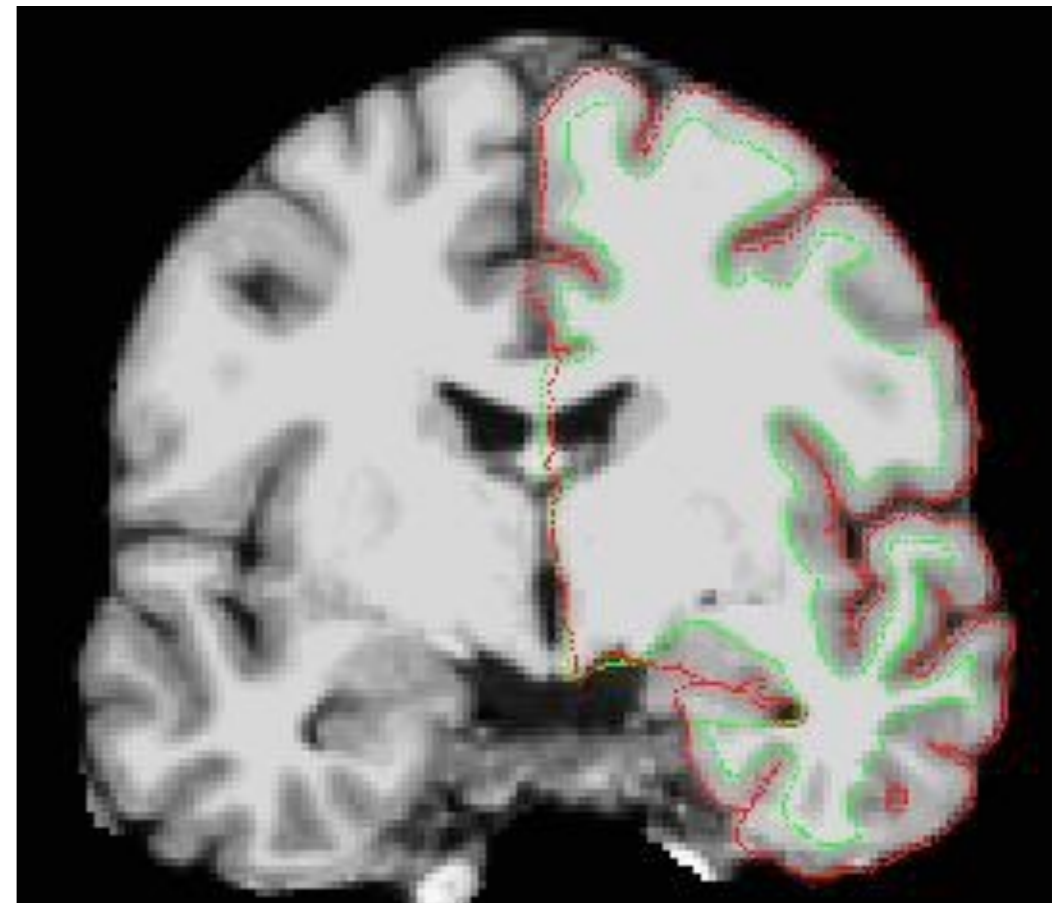
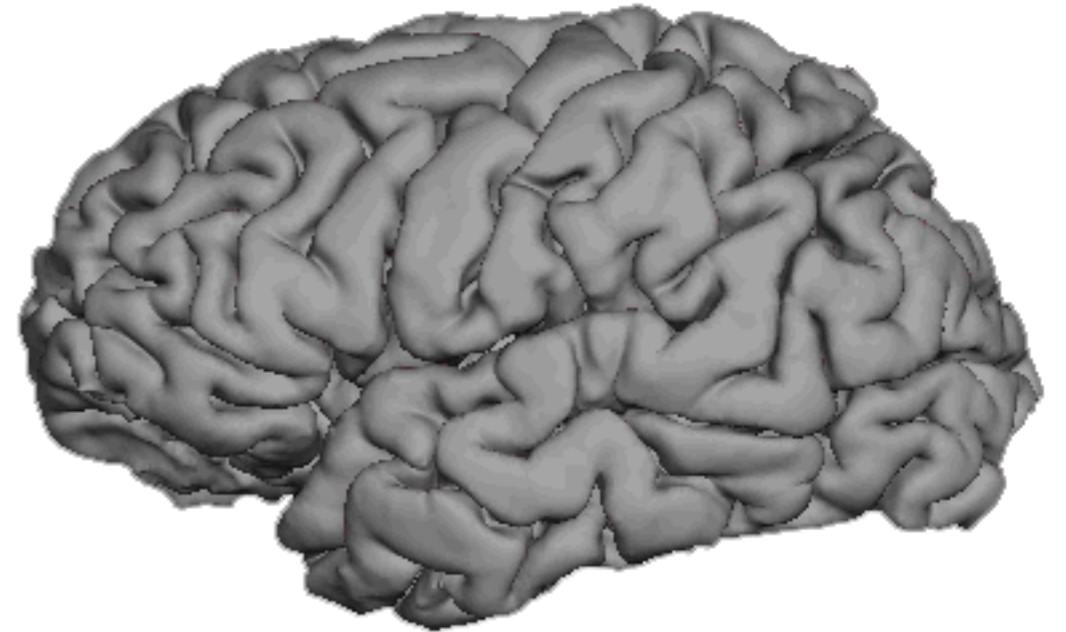


Les enfants les plus intelligents montrent une phase accélérée et plus longue d'épaississement cortical, suivie par un amincissement plus rapide pendant l'adolescence



Résumé intermédiaire

- ▶ Le plissement du cortex est majoritairement déterminé avant la naissance.
- ▶ L'épaisseur du cortex varie ensuite passablement pendant l'enfance et l'adolescence, et reflète le processus de maturation du cortex qui s'accompagne d'une élimination des synapses



L'effet de facteurs environnementaux sur le développement cérébral

L'expérience est le principal facteur qui influence le développement cérébral

- ▶ Notre cerveau est extrêmement plastique, c'est-à-dire capable d'adapter sa structure et sa fonction en réponse à l'environnement, l'expérience ou des changements physiologiques
- ▶ Le cerveau humain garde toute la vie une capacité de plasticité, qui dépend de l'expérience, et sous-tend tous les apprentissages
- ▶ Il existe cependant des périodes sensibles dans le développement cérébral, pendant lesquelles l'expérience est déterminante pour l'acquisition de la fonction

Importance de l'expérience pendant des périodes déterminées du développement

- ▶ Sur le plan visuel, si le cortex visuel ne reçoit pas de stimulation d'un oeil pendant une période critique, le cerveau deviendra "aveugle" de cet oeil.



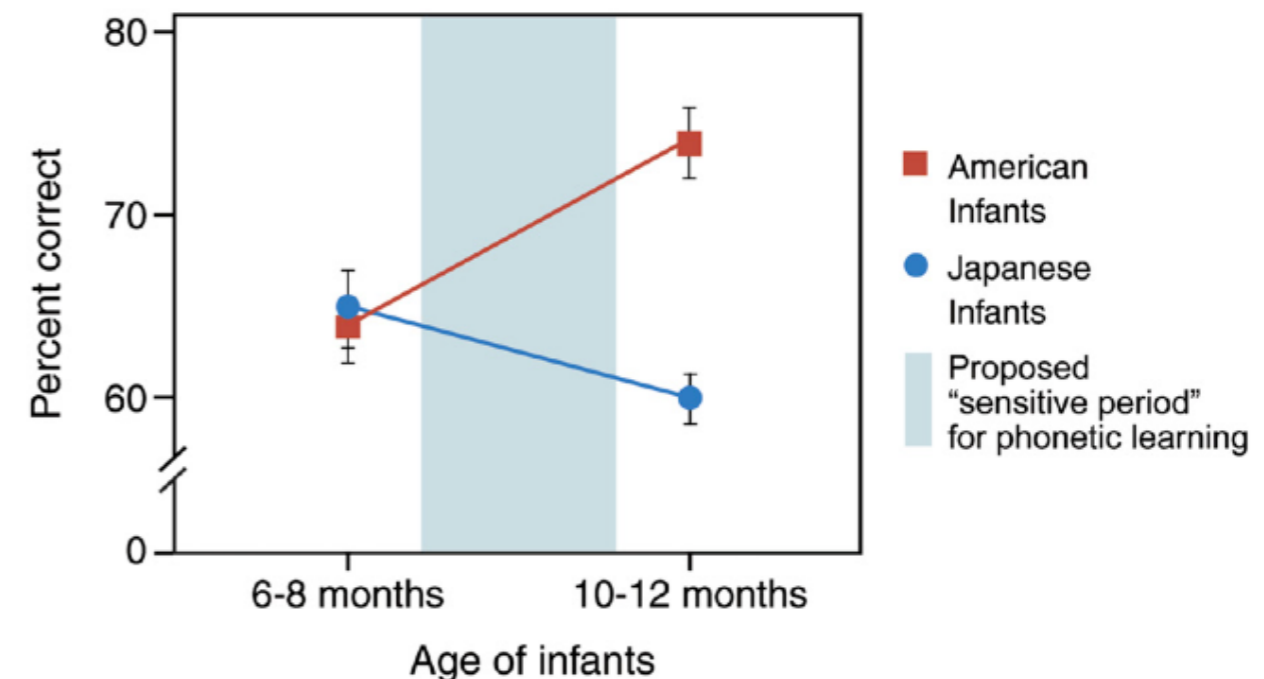
image: Eyesight4you

Importance de l'expérience pendant des périodes déterminées du développement

- ▶ Sur le plan visuel, si le cortex visuel ne reçoit pas de stimulation d'un oeil pendant une période critique, le cerveau deviendra "aveugle" de cet oeil.
- ▶ Déjà au cours de la première année de vie, on perd la capacité à reconnaître des phonèmes auxquels nous ne sommes pas exposés.

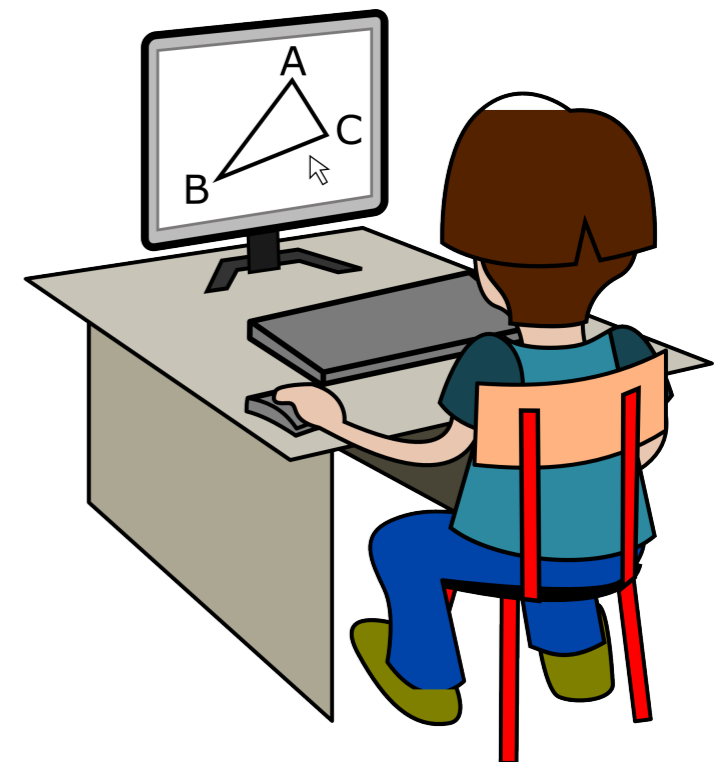


image: Eyesight4you



Des périodes sensibles pour les fonctions plus complexes?

- ▶ Les fenêtres critiques pour le développement du cortex sensoriel primaire ont été bien étudiées, mais il semble y avoir des fenêtres sensibles aussi pour les cortex associatifs, déterminant des capacités comme le langage, l'apprentissage des mathématiques ou de la lecture
- ▶ Certains auteurs suggèrent que l'adolescence représente la fin de toutes ces fenêtres sensibles de plasticité



Résumé intermédiaire

- ▶ La maturation cérébrale est un processus complexe qui repose sur l'expérience pendant des périodes sensibles
- ▶ La maturation cérébrale peut être influencée par de nombreux facteurs, tels qu'un environnement stimulant, le stress (violence / maltraitance), le sommeil, l'activité physique...

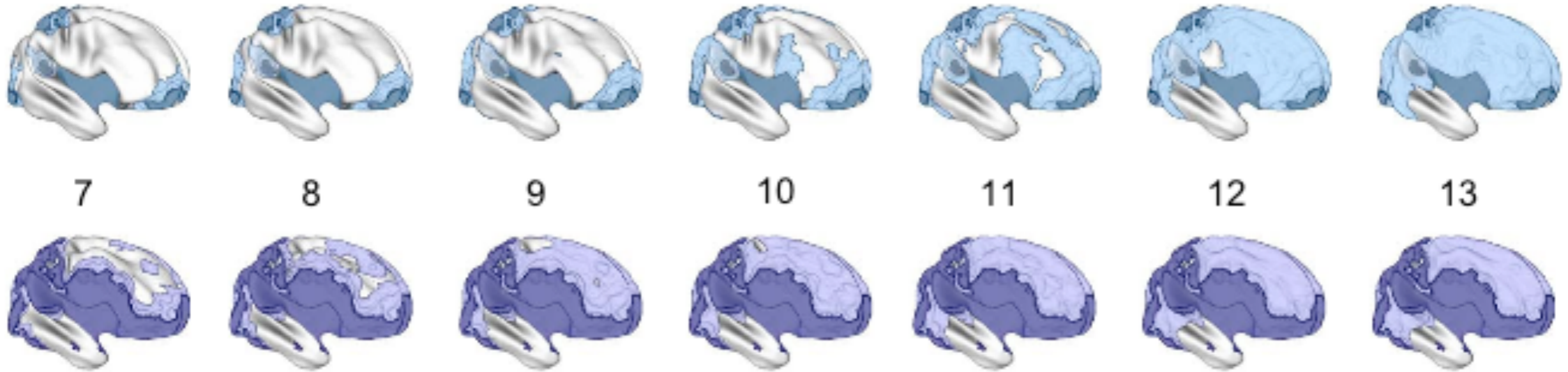
Les troubles du développement cérébral

Trajectoires de maturation anormale associée au TDAH

TDAH = trouble de déficit de l'attention avec/sans hyperactivité

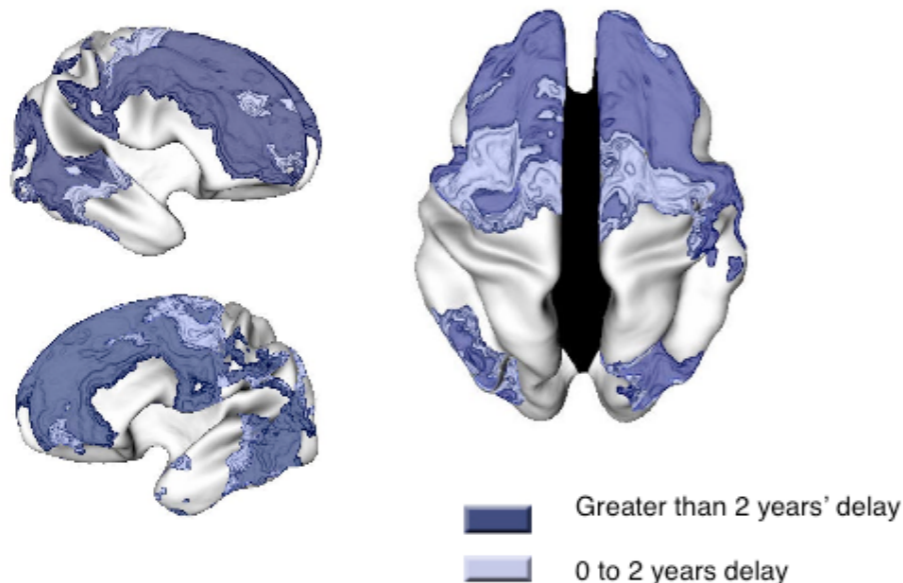
Age auquel le pic d'épaisseur est atteint

TDAH

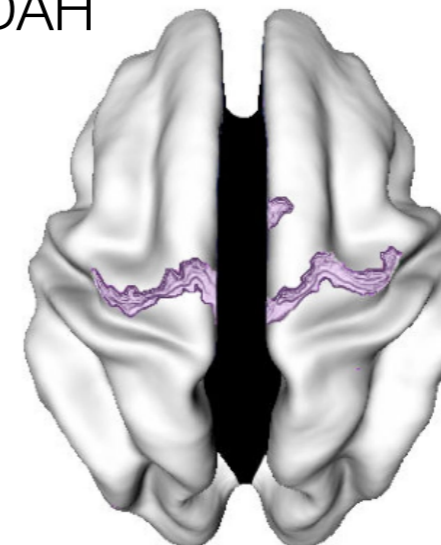


Développement typique

Regions avec un retard associé au TDAH



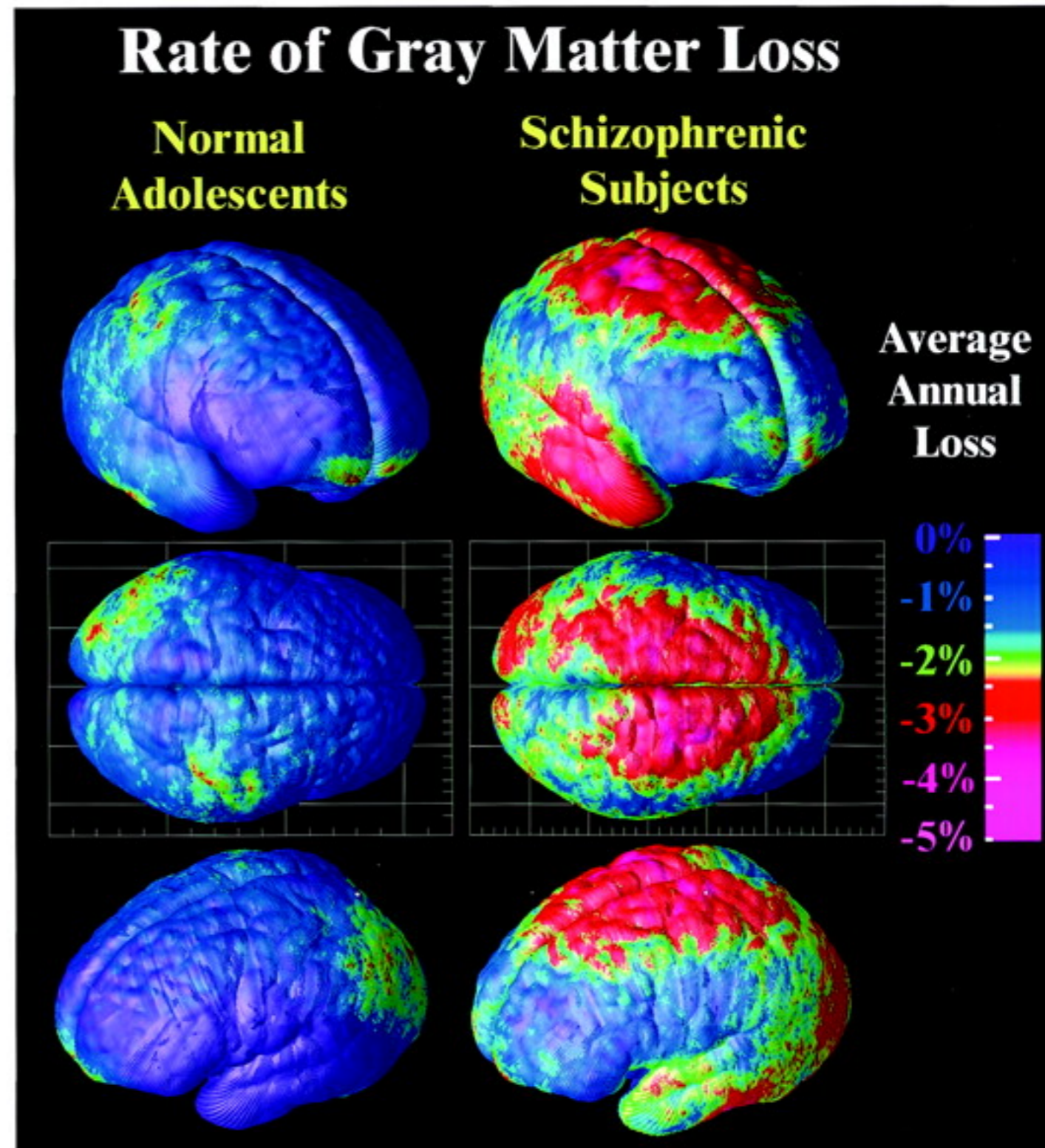
Regions avec une avance de maturation associée au TDAH



Shaw, PNAS 2007

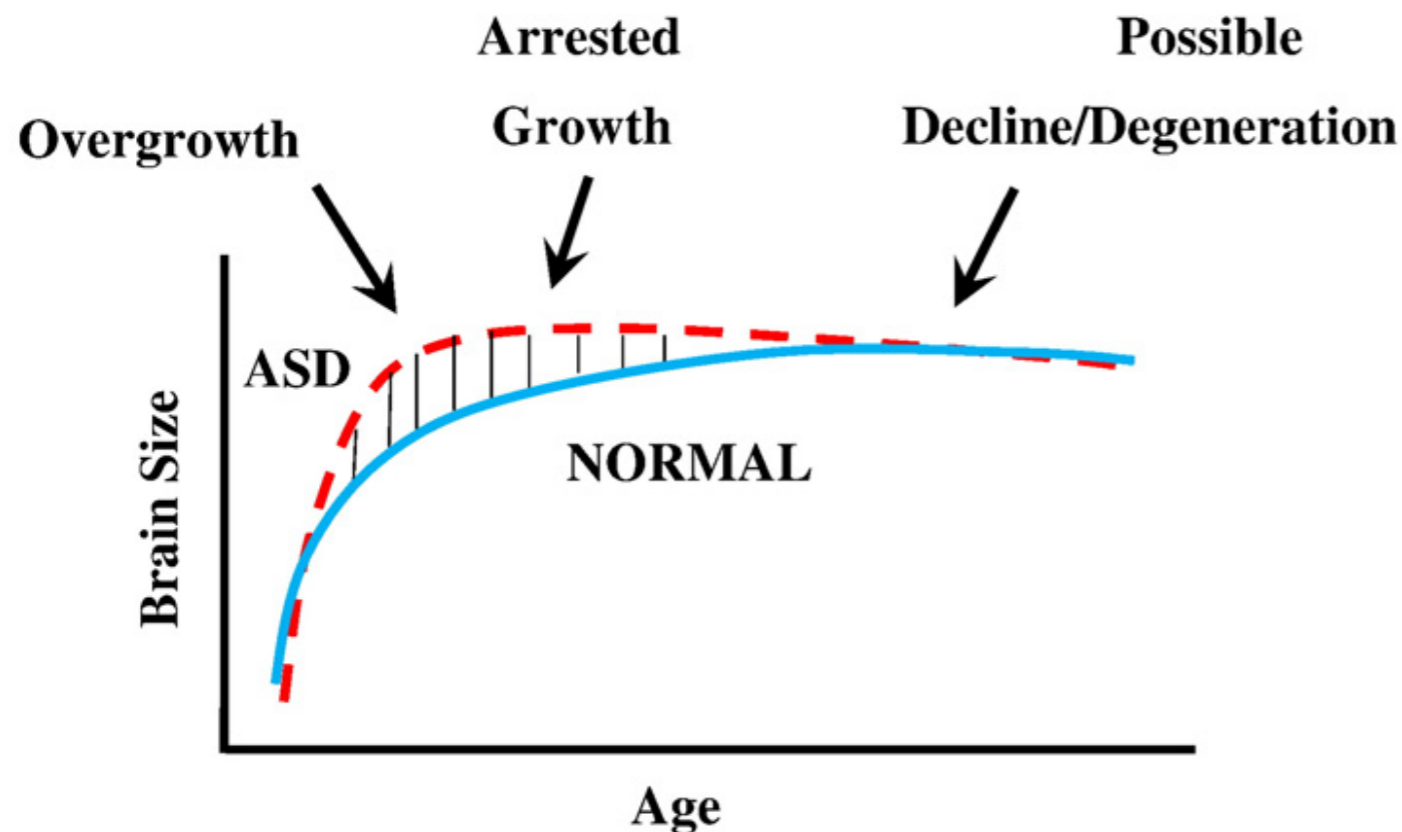
Trajectoires de maturation anormale associée à la schizophrénie

- ▶ Une accélération du pruning synaptique pendant l'adolescence pourrait être associée à l'émergence de la schizophrénie



Trajectoires de maturation anormale associée à l'autisme

- ▶ Une des plus grandes études qui a analysé le développement du cerveau (586 scans couvrant l'âge de 1 ans à 50 ans) suggère que le volume cérébral est plus grand pendant la petite enfance, mais que cette croissance accélérée initiale est suivie d'une diminution accélérée de volume cérébral



Courchesne et al, Brain Research 2011

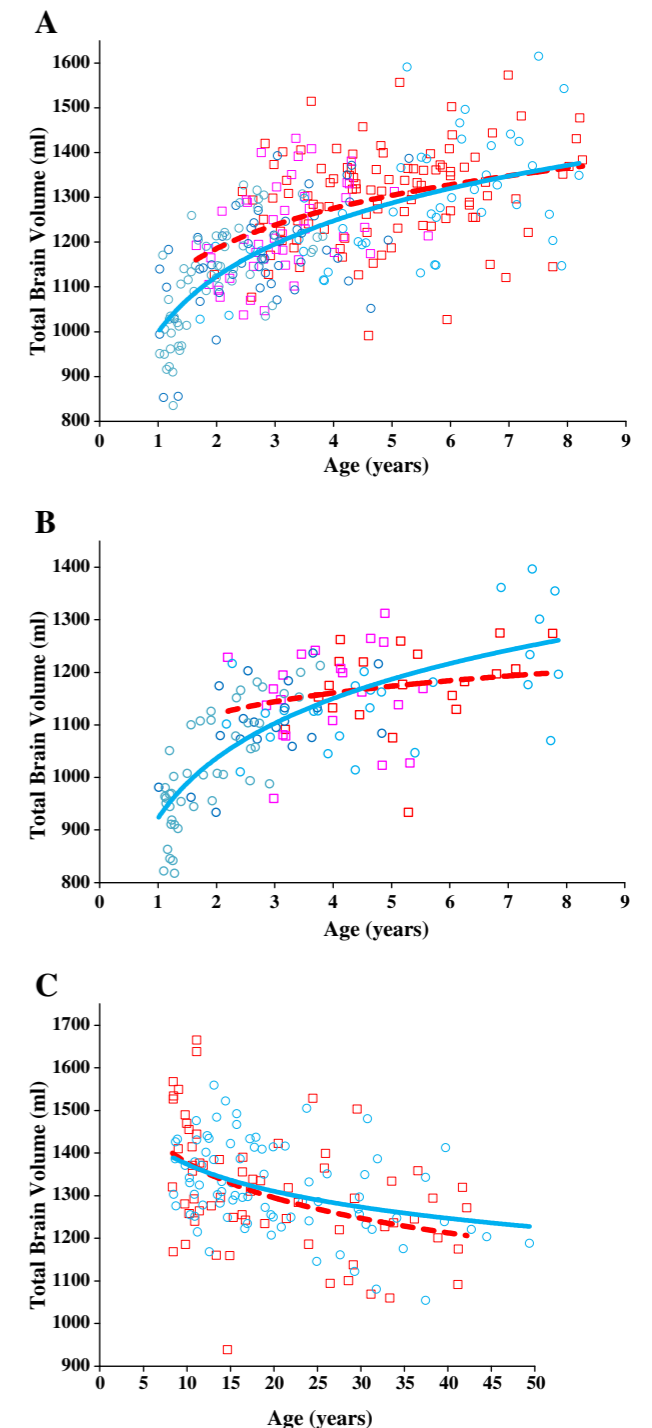
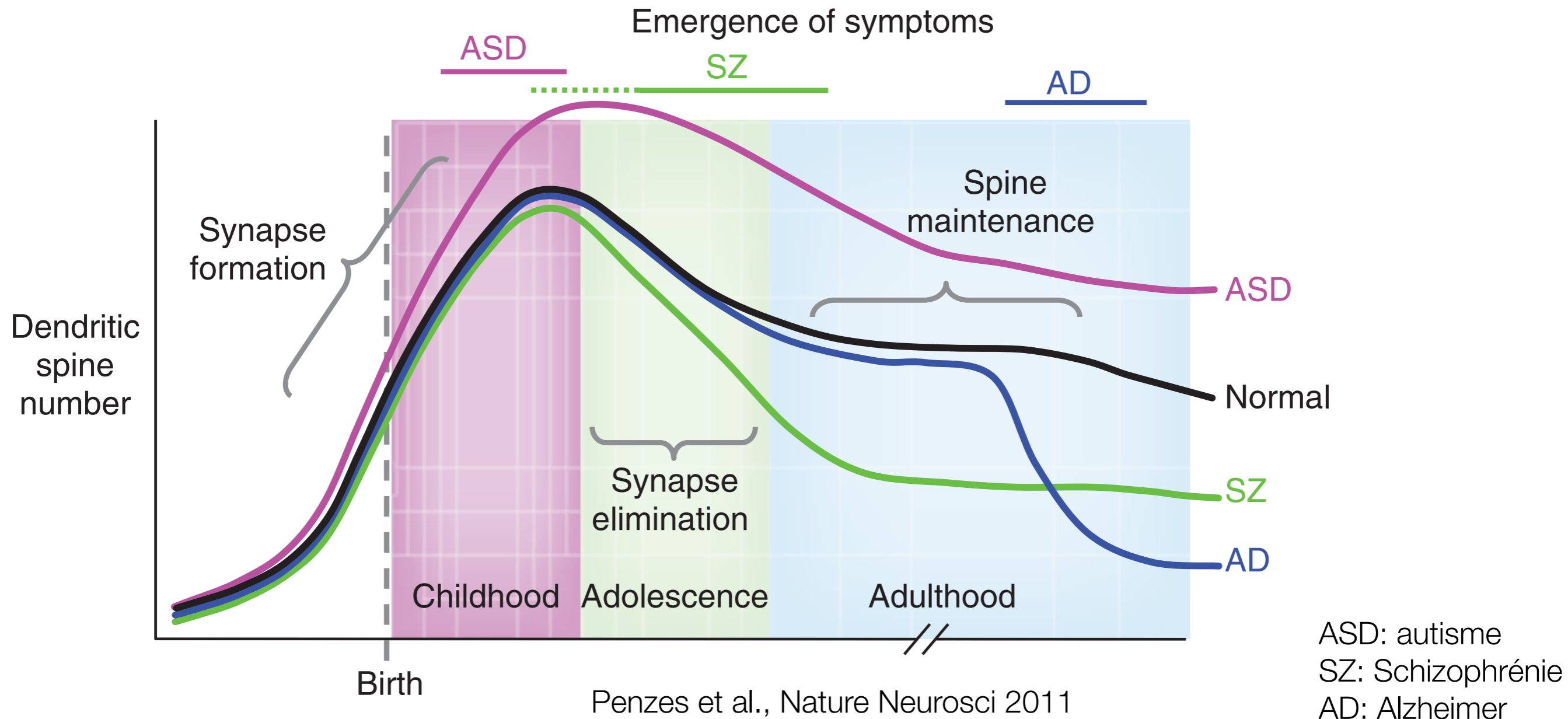


Fig. 4 – Changes in brain size across the lifespan in ASD. Total brain volume is shown for ASD (squares) and control (circles) subjects for (A) males aged 1 to 9 years, (B) females aged 1 to 9 years, and (C) males aged 9 to 50 years. Different colored markers represent the 3 different source datasets. The red, dotted lines represent growth normal trajectories of ASD subjects. The blue solid lines represent the growth trajectories of normal control subjects.

Résumé final

- ▶ Le processus de maturation corticale est un processus complexe. Des altérations dans la régulation de ce processus semblent être en lien avec l'autisme, la schizophrénie et le déficit d'attention.



A 3D puzzle head silhouette, rendered in a light gray color, composed of numerous interlocking puzzle pieces. The head is shown in profile, facing right. The puzzle pieces are arranged to form the shape of a human head, with some pieces missing or slightly offset, creating a sense of depth and complexity. The background is a plain, light gray gradient.

Merci pour votre attention!