

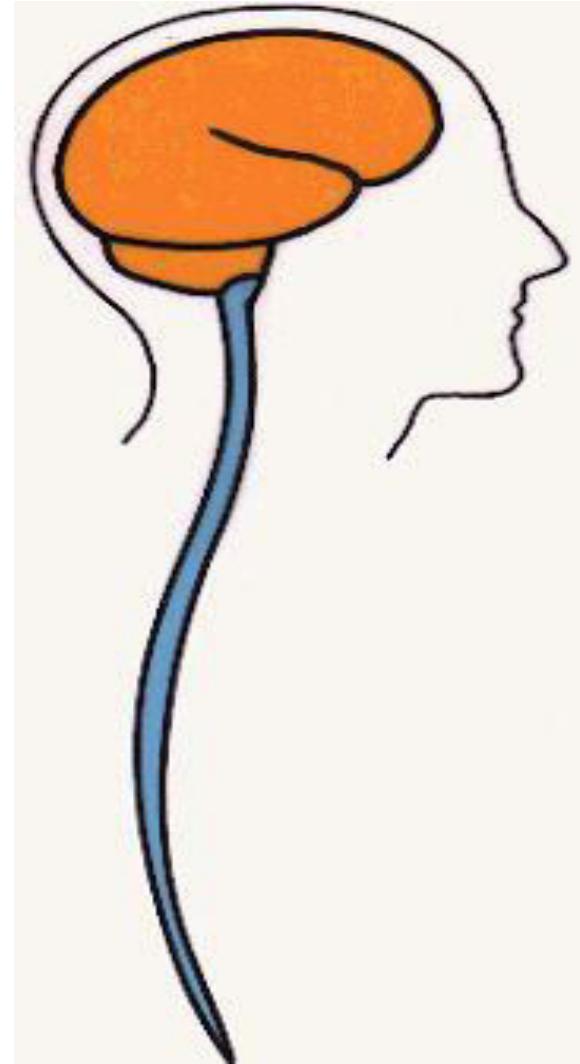
# **EMBRYOLOGIE DU Système Nerveux**

**Pr MAHDADI .S Dr. HAMADOUCHE.A**

**Faculté de médecine SETIF**

# INTRODUCTION

**Le système nerveux central (SNC) est un ensemble fonctionnel très complexe, vu la diversité de ses structures, la multiplicité de ses interactions et sa merveilleuse fonction d'intégration des informations des centres corticaux.**



# Introduction

- ➔ **Le système nerveux apparaît au début de la 3ème semaine du développement embryonnaire à partir de l'ectoblaste.**
- ➔ **Il se présente sous forme d'un disque épithélial plus large dans la région céphalique que dans la région caudale**

# Formation du tube neural

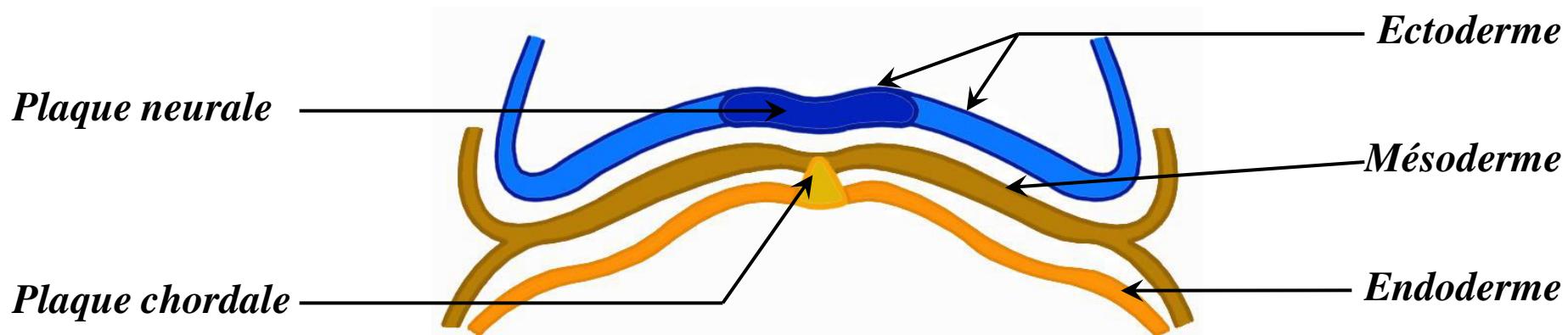
# Formation du tube neural

Le disque épithélial passe par trois stades :

- ➔ **la plaque neurale**
- ➔ **la gouttière neurale**
- ➔ **le tube neural**

# Stade de la plaque neurale

- Le système nerveux est d'origine **ectodermique**.
- La chorde dorsale induit dans l'ectoblaste sus-jacent **un épaissement** : **la plaque neurale ou neuro-ectoblaste** à la **deuxième semaine** (Chez un embryon de 1,5 mm).



*Coupe n°1 : embryon de 2 semaines. Longueur vertex / coccyx = 1,5 mm.*

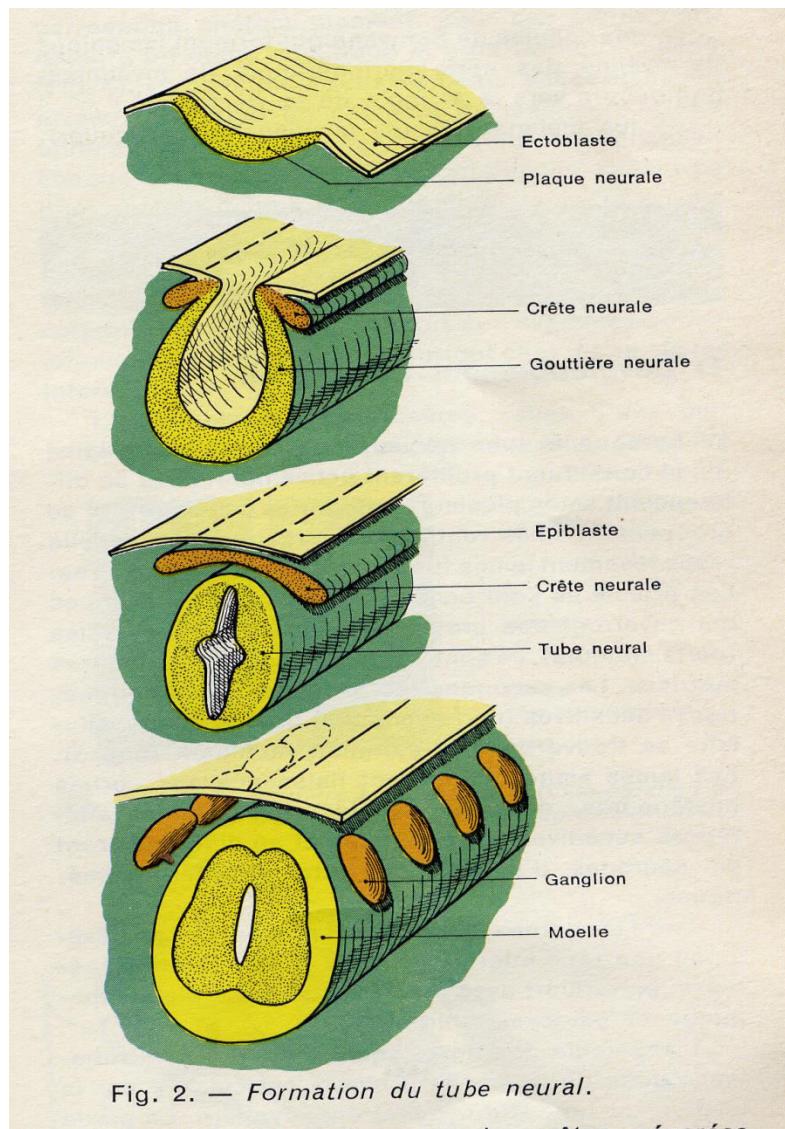
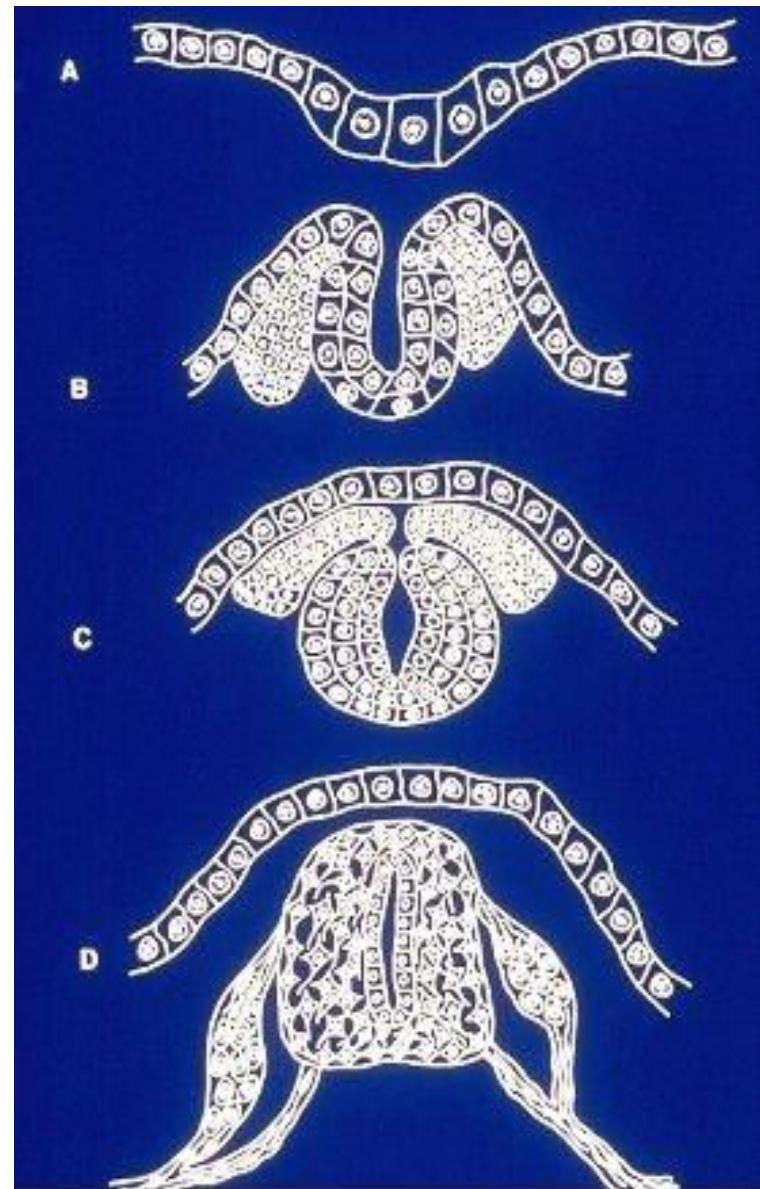


Fig. 2. — Formation du tube neural.



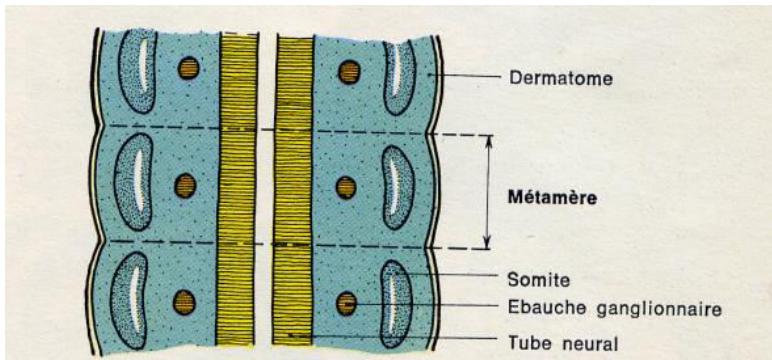


Fig. 5. — *Le métamère anatomique. Coupe parallèle au plan dorsal de l'embryon (d'après Giroud).*

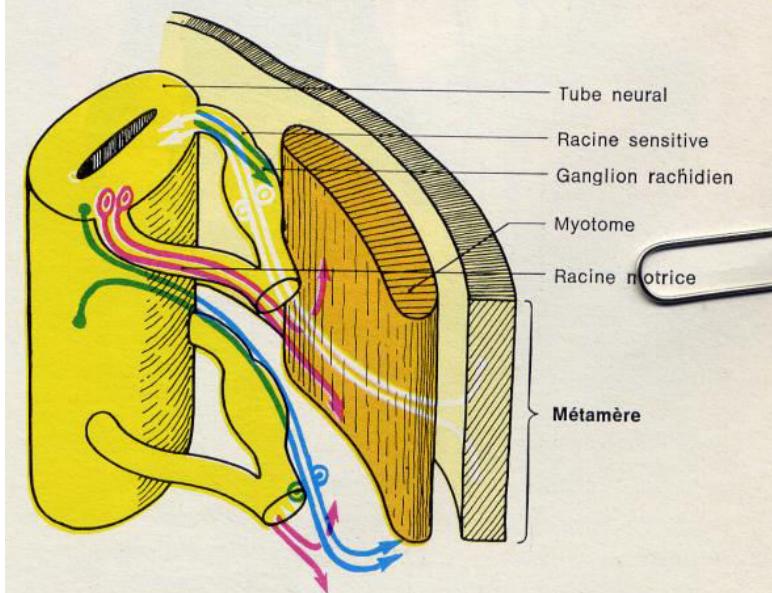


Fig. 6. — *Le métamère fonctionnel.*

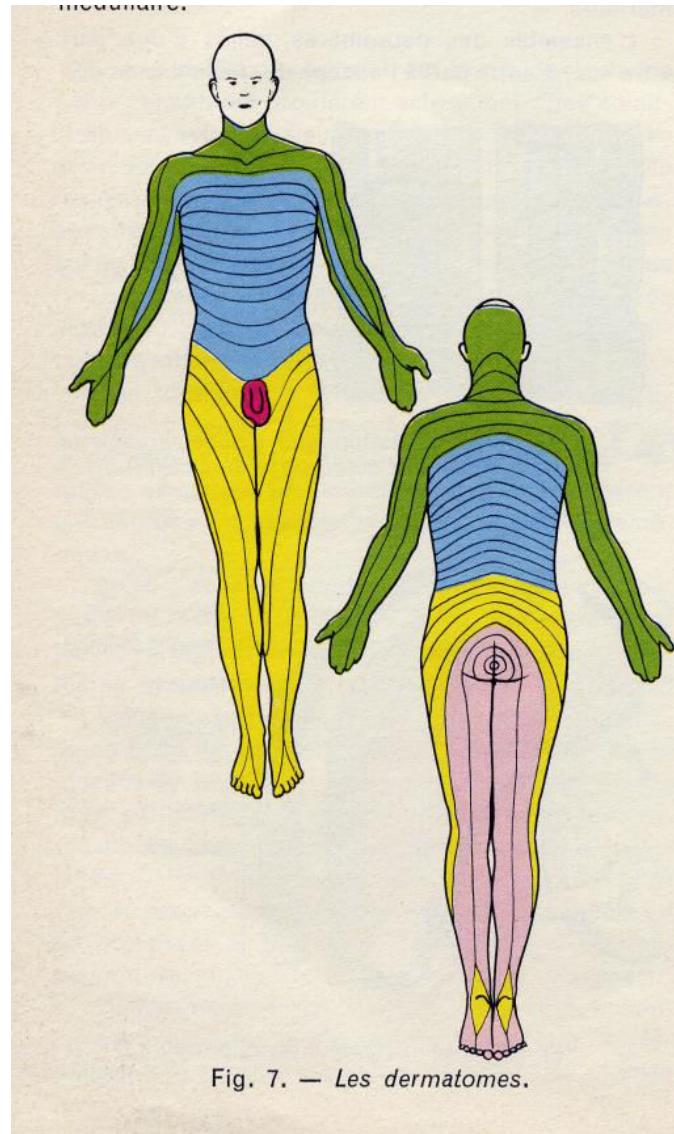
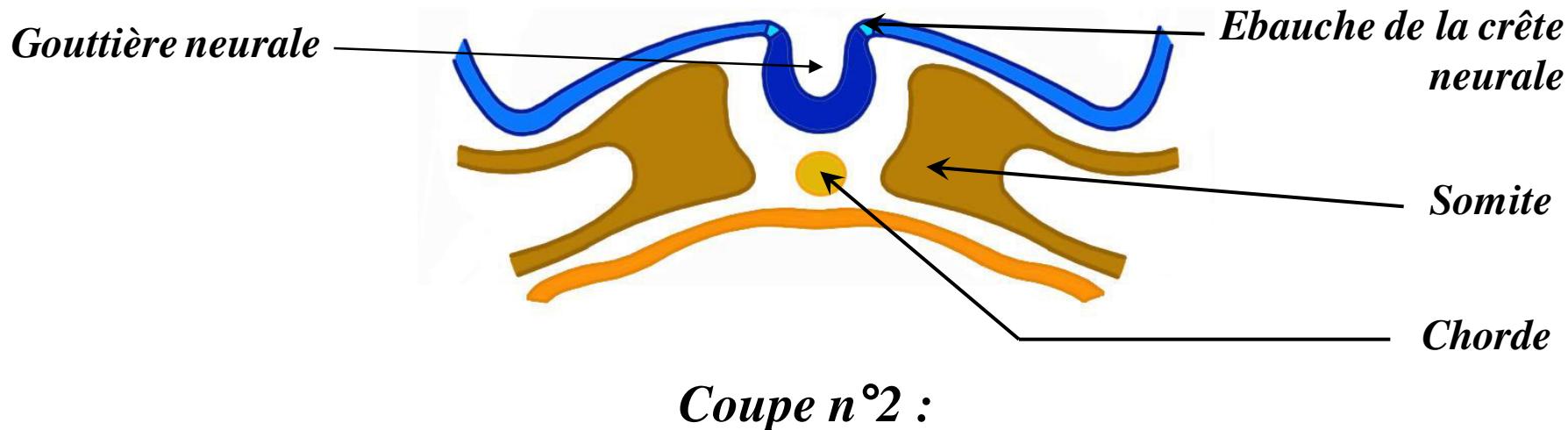


Fig. 7. — *Les dermatomes.*

# Stade de la gouttière neurale

(vers la fin de la 3eme semaine)

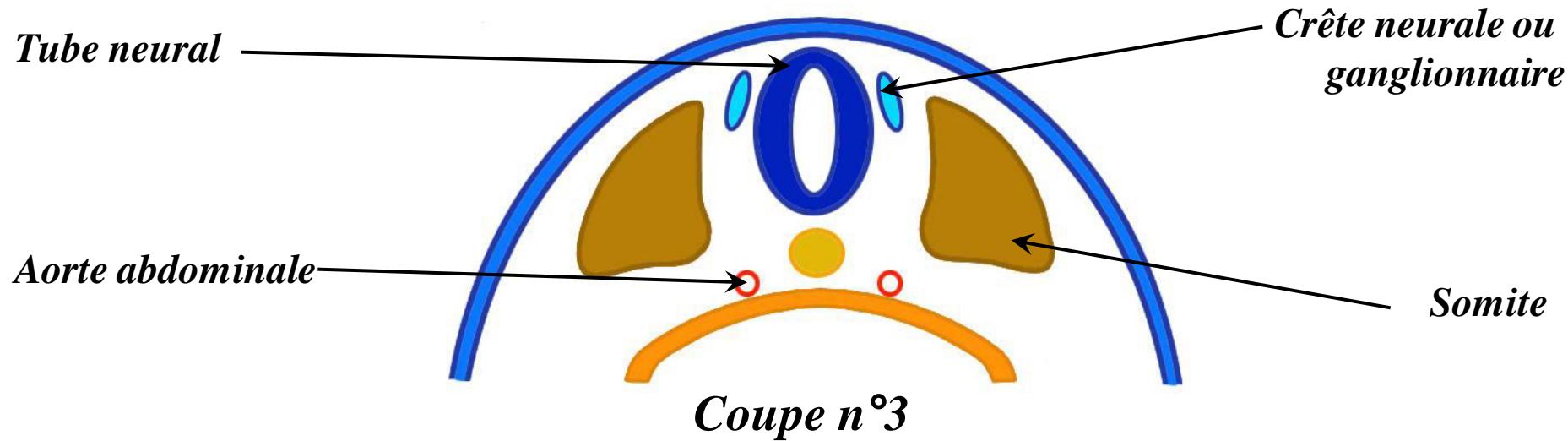
- La plaque neurale se creuse pour former une **gouttière neurale** dont les bords se soulèvent et forment les deux **crêtes neurales**.



# Stade du tube neural

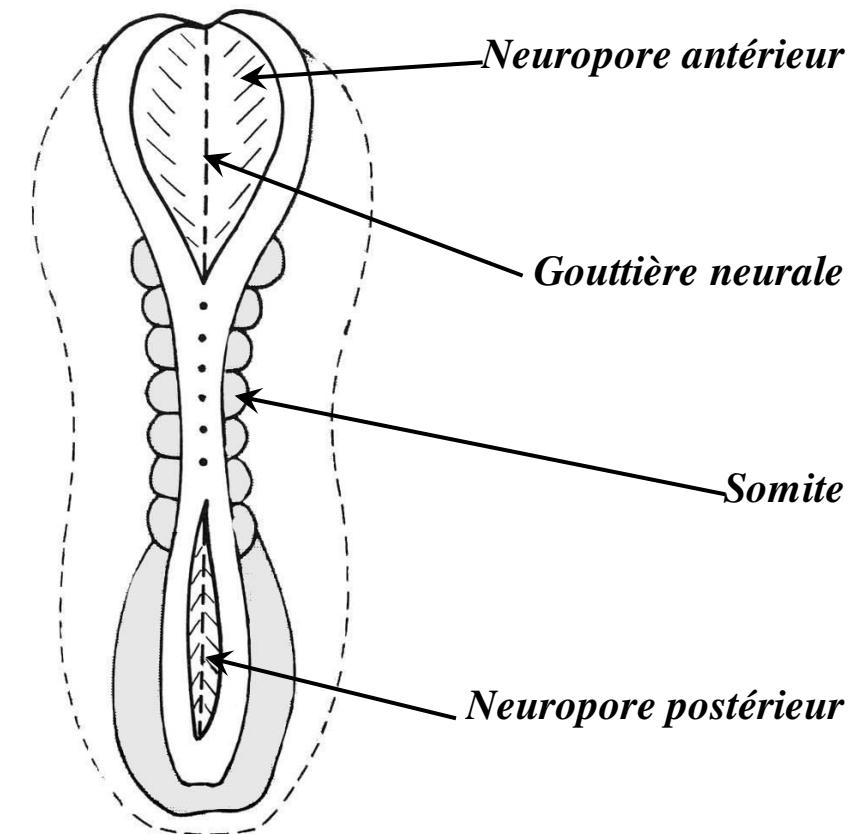
(vers le début de la 4eme semaine)

- La gouttière neurale se transforme en **un tube neural**.
- En effet le feuillet superficiel (épiblaste) se referme en enfouissant le tube neural.
- Les crêtes neurales se séparent du tube neural et de l'épiblaste et se fragmentent pour donner les ganglions spinaux.



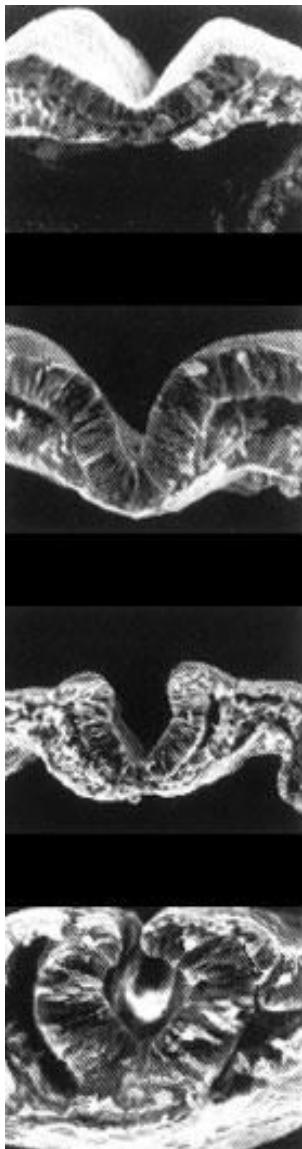
➡ La gouttière neurale se ferme d'abord dans la région cervicale, puis cette **fermeture progresse vers les extrémités céphalique et caudale de l'embryon.**

➡ Les deux orifices terminaux, le **neuropore antérieur** et le **neuropore postérieur** se ferment par la lame terminale, respectivement au **24<sup>ème</sup> jour** et au **26<sup>ème</sup> jour**.



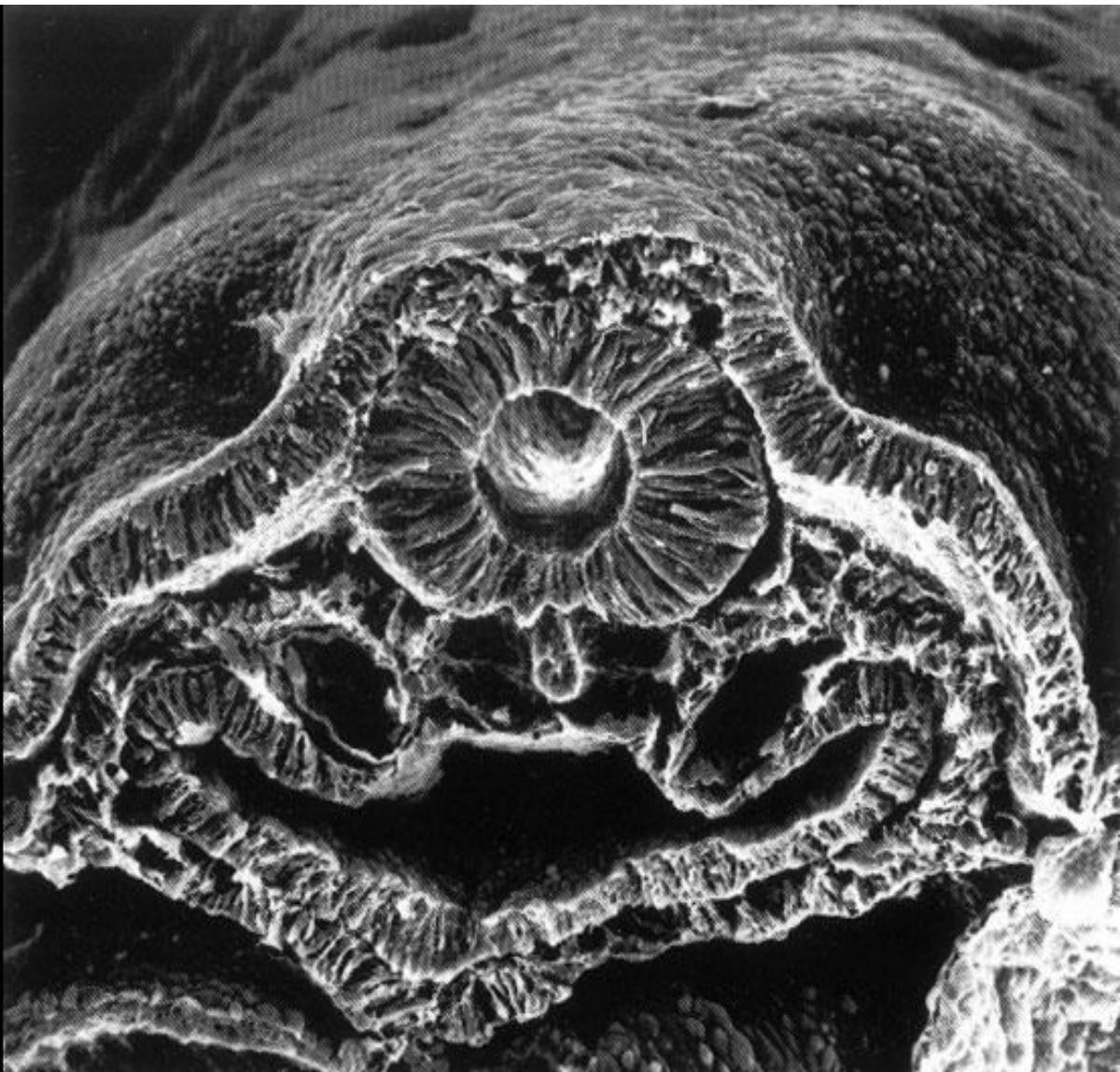
*Vue dorsale d'un embryon à 7 somites*

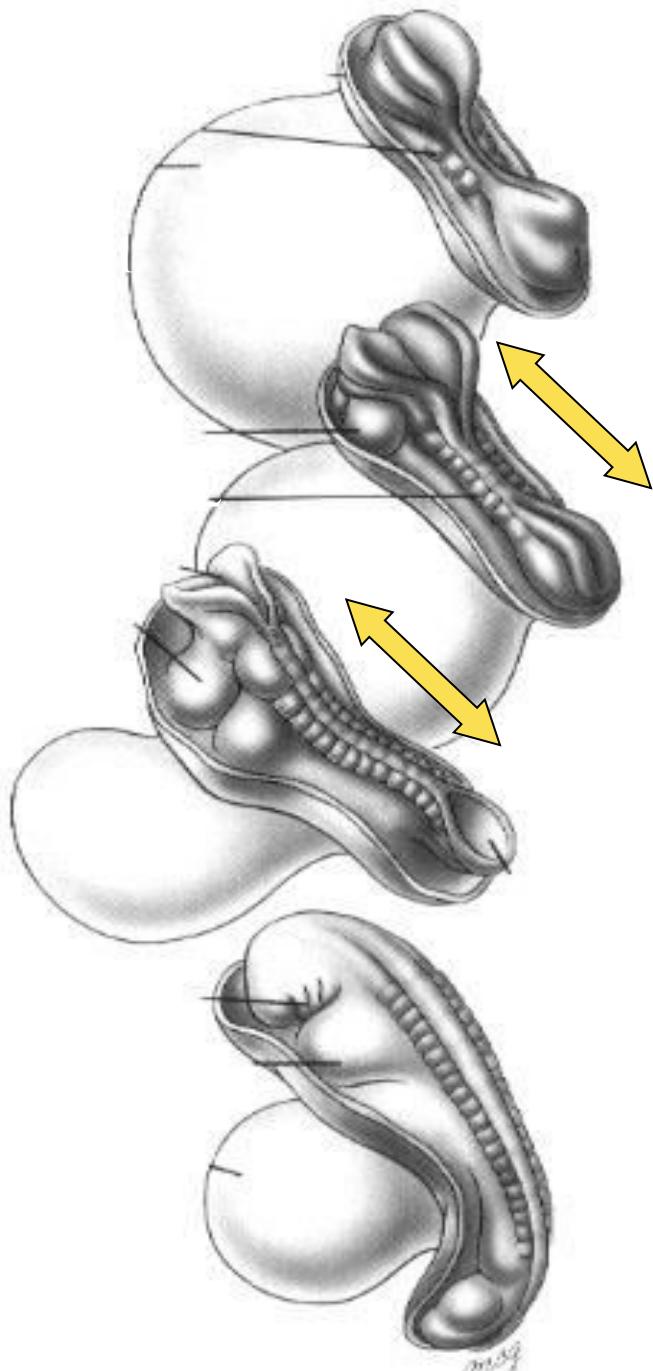
## J 22 : La plaque neurale se transforme en tube neural : neurulation



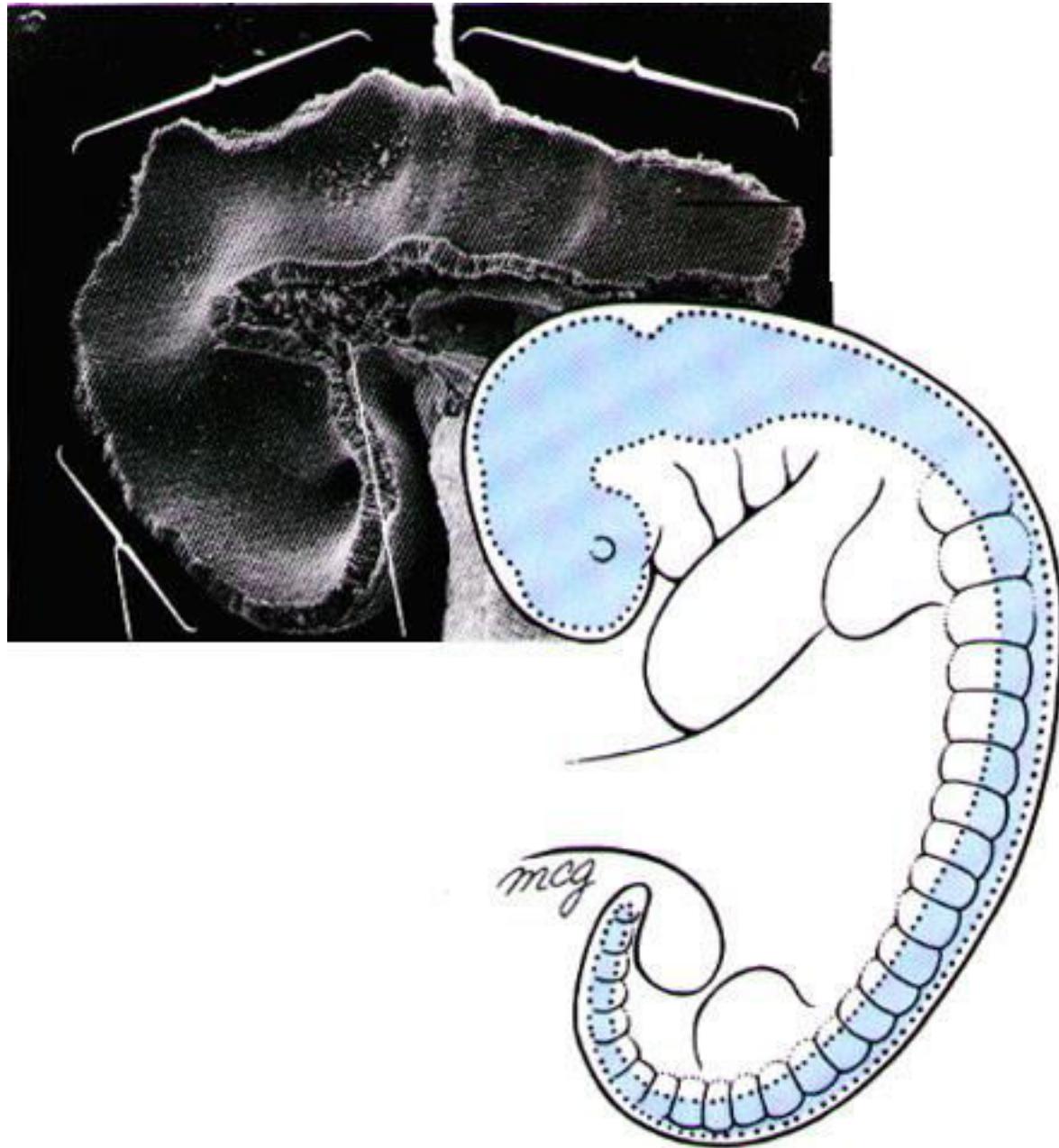
Gouttière

neurale





- La fermeture du tube neural débute au niveau des 5 premiers somites
- Elle progresse dans les directions crâniale et caudale
- Le neuropore antérieur se ferme à J24
- Le neuropore postérieur se ferme à J26 (S2, somite 31)



J 29 La neurulation a donné naissance à un tube neural clos

# Développement du tube neural

# Développement du tube neural

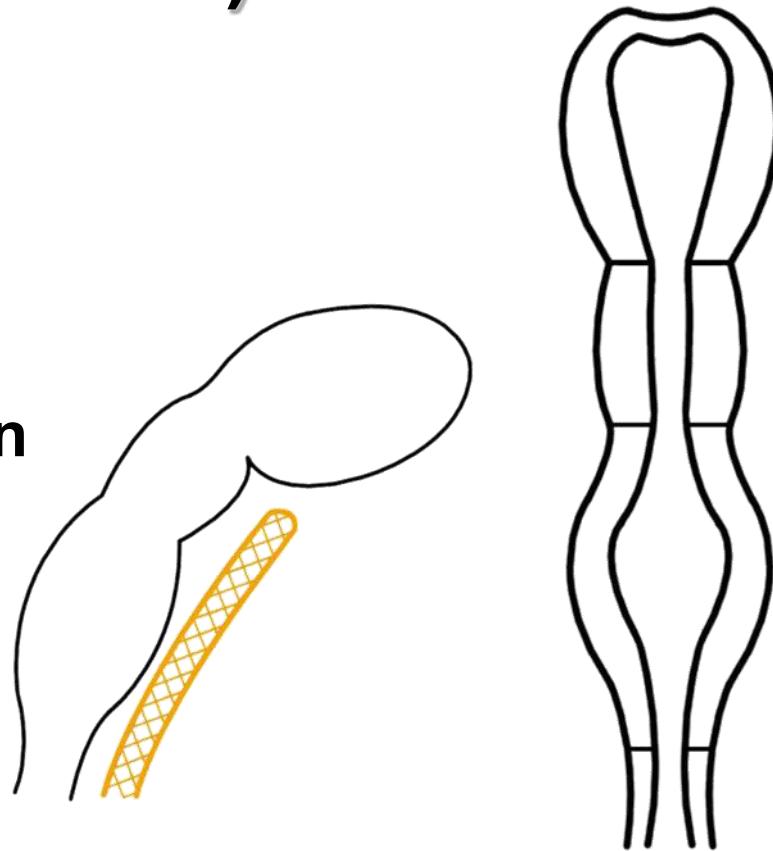
## DÉVELOPPEMENT LONGITUDINAL

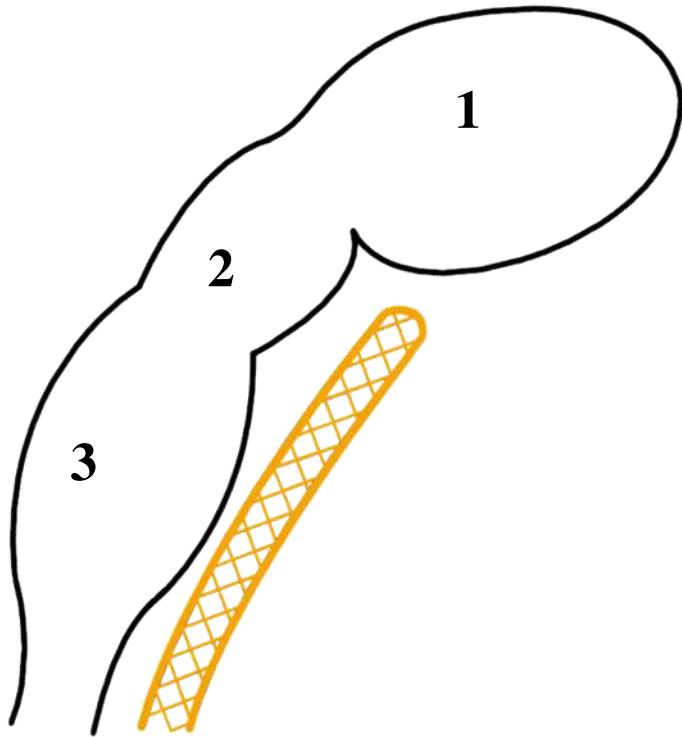
- ➔ L'extrémité caudale subit peu de transformations et donne **la moelle épinière**.
- ➔ L'extrémité crâniale subit d'importantes modifications et donne **l'encéphale**.

# Stade de 3 vésicules

(fin du 1<sup>er</sup> mois)

- ➡ La plicature du corps de l'embryon entraîne la coudure du tube neural.
- ➡ Sa partie antérieure se dilate en **trois vésicules, les vésicules cérébrales primitives** qui vont donner **l'encéphale**.
- ➡ Le reste du tube neural donne **la moelle spinale**.



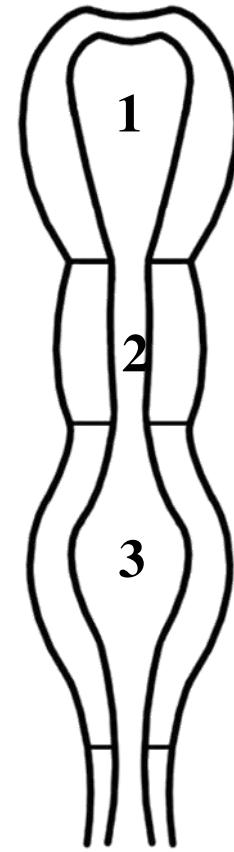


*Vue de profil*

*1- Prosencéphale*

*2- Mésencéphale*

*3- Rhombencéphale*



*Vue de face*

*Organogenèse du système nerveux central (stade trois vésicules)*

# Stade de 5 vésicules

(Vers la moitié du 2<sup>eme</sup> mois)

**Le prosencéphale** se divise en deux vésicules :

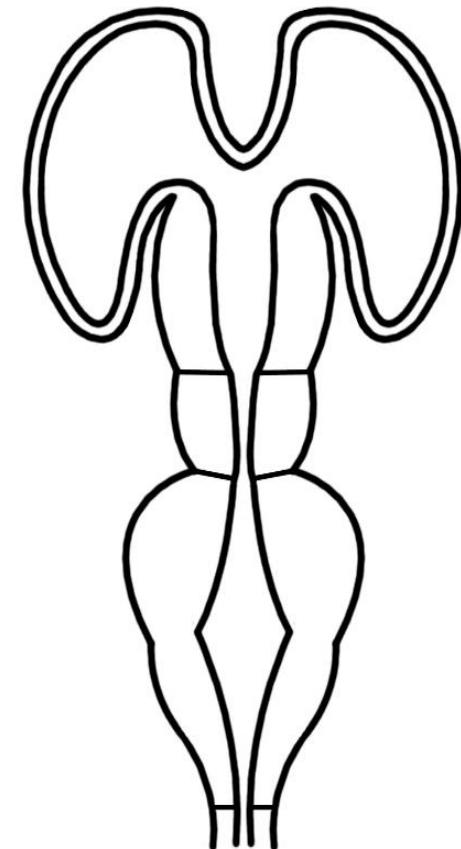
- ➲ Une antérieure : **le télencéphale** 1<sup>re</sup> vésicule
- ➲ Une postérieure : **le diencéphale** 2<sup>ème</sup> vésicule

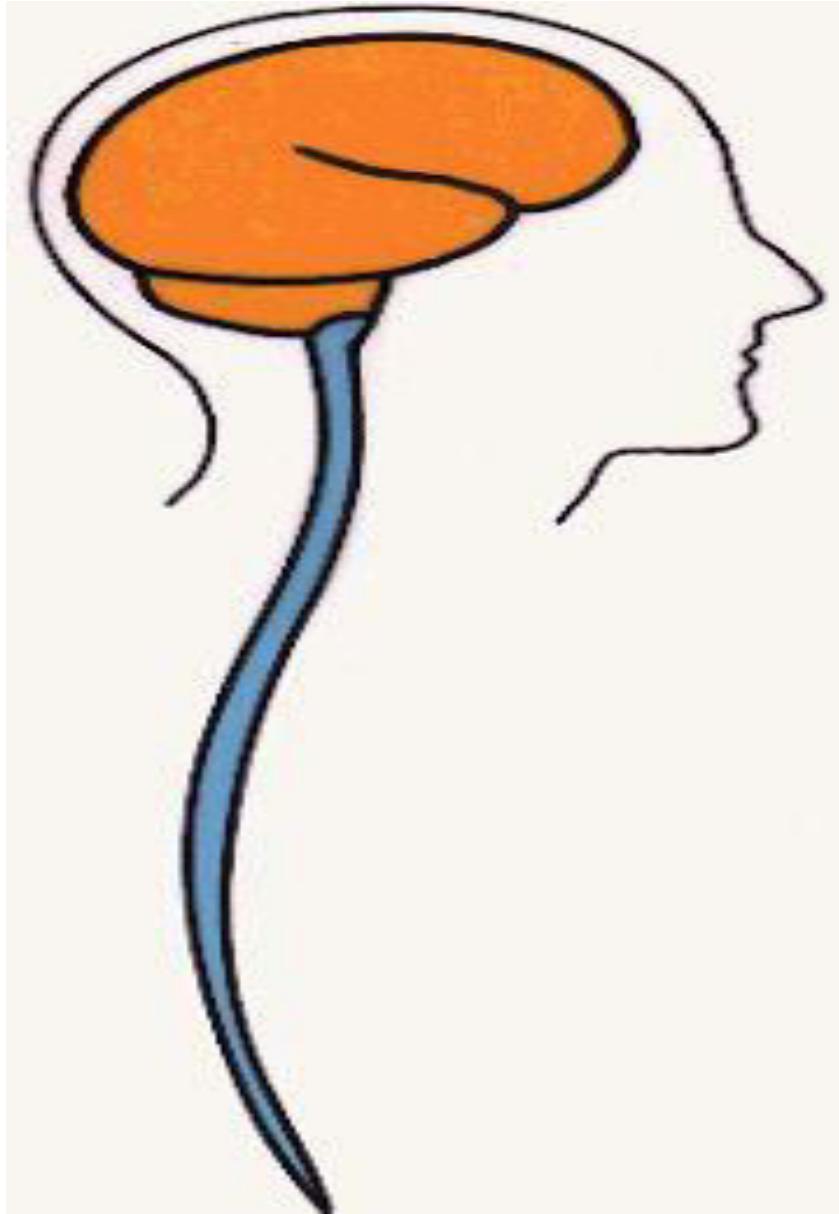
**Le mésencéphale** subit peu de modifications ;

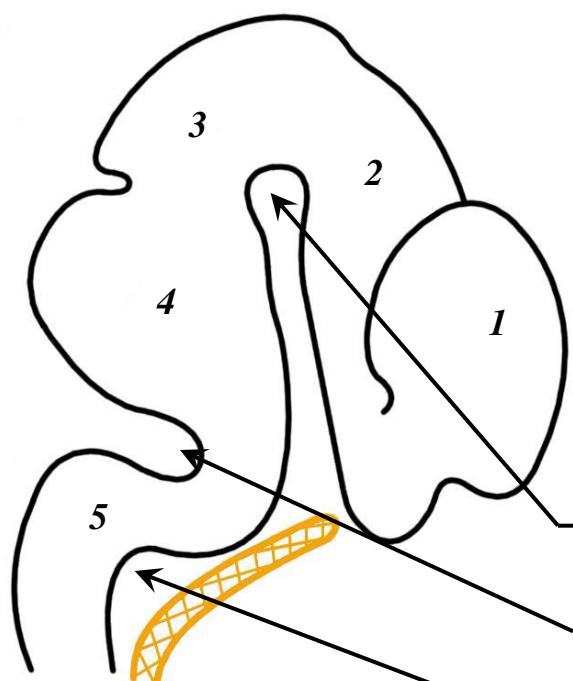
3<sup>eme</sup> vésicule

**Le rhombencéphale** se divise en deux vésicules :

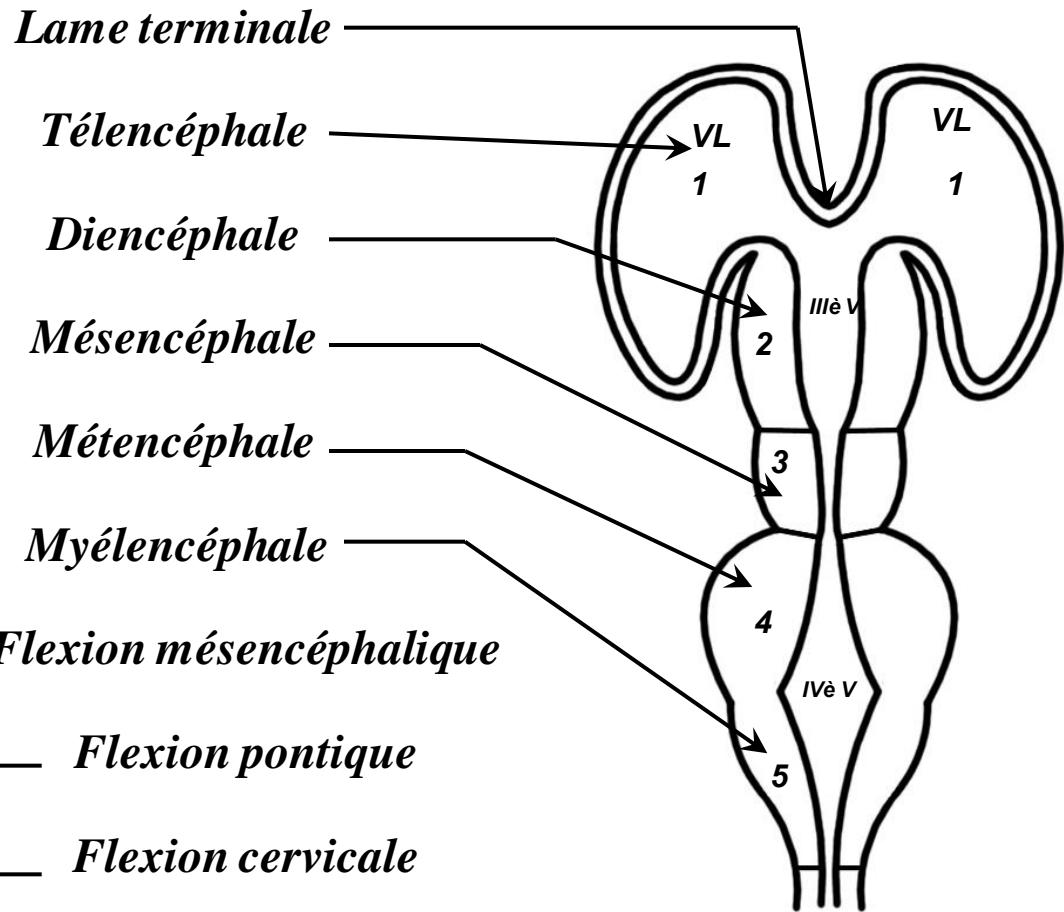
- ➲ Une antérieure : **le métencéphale** : 4<sup>ème</sup> vésicule
- ➲ Une postérieure : **Le myélencéphale** : 5<sup>ème</sup> vésicule







*Vue de profil*



*Vue de face*

*Organogenèse du système nerveux central (stade cinq vésicules)*

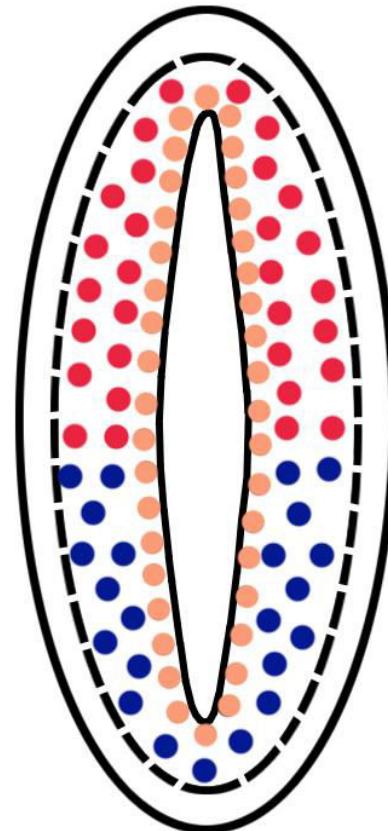
# Développement du tube neural

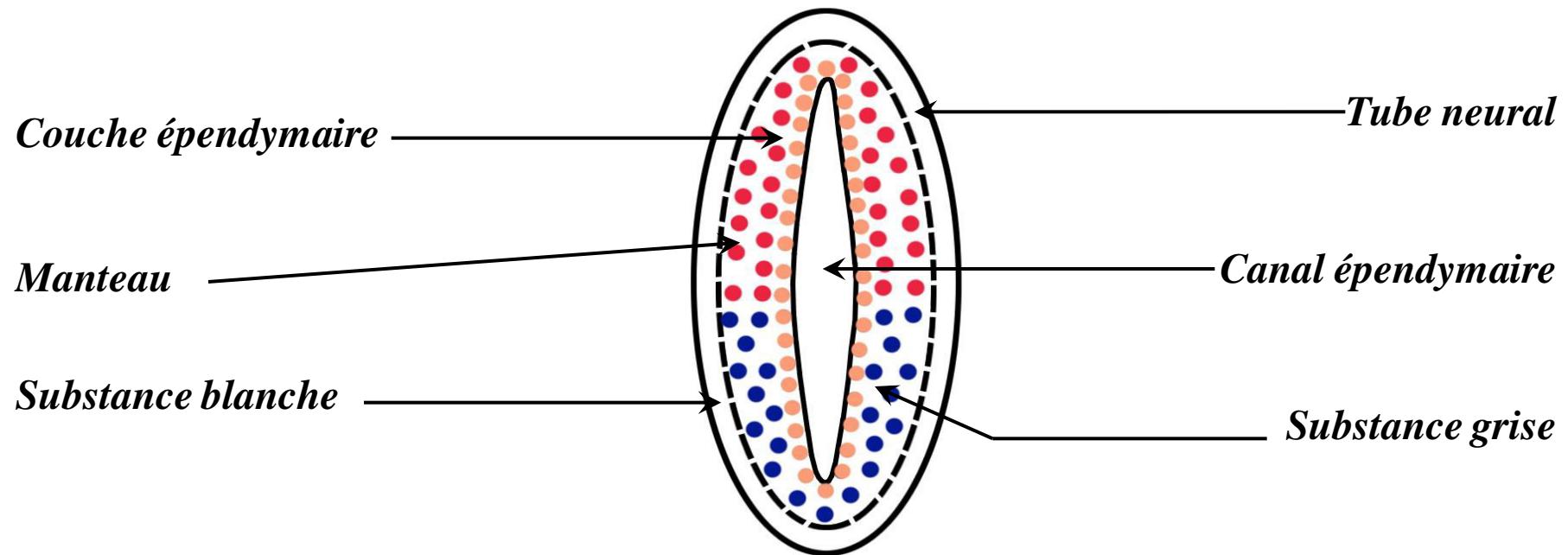
## DÉVELOPPEMENT TRANSVERSAL

Il concerne les cavités et les parois

**Une coupe transversale du tube neural montre autour du canal de l'épendyme trois zones concentriques :**

- ➲ **La couche épendymaire** qui donne l'épithélium épendymaire
- ➲ **Le manteau (neuroblastes)** formera plus tard **la substance grise** .
- ➲ **La zone marginale** (prolongements cellulaires) , après myélinisation de ces fibres elle donne **la substance blanche**.





*Stade 1*

*Coupe transversale du tube neural (développement segmentaire)*

# LE DEVENIR DU TUBE NEURAL

# Organogenèse de la moelle spinale

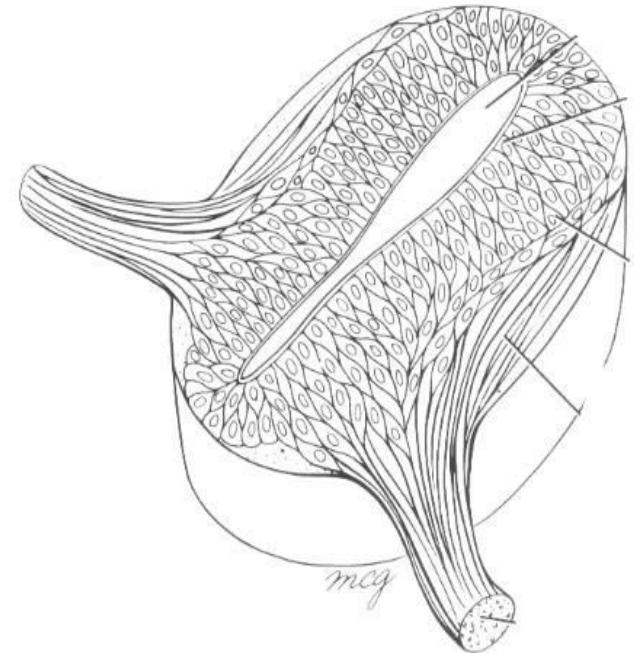
# La moelle spinale

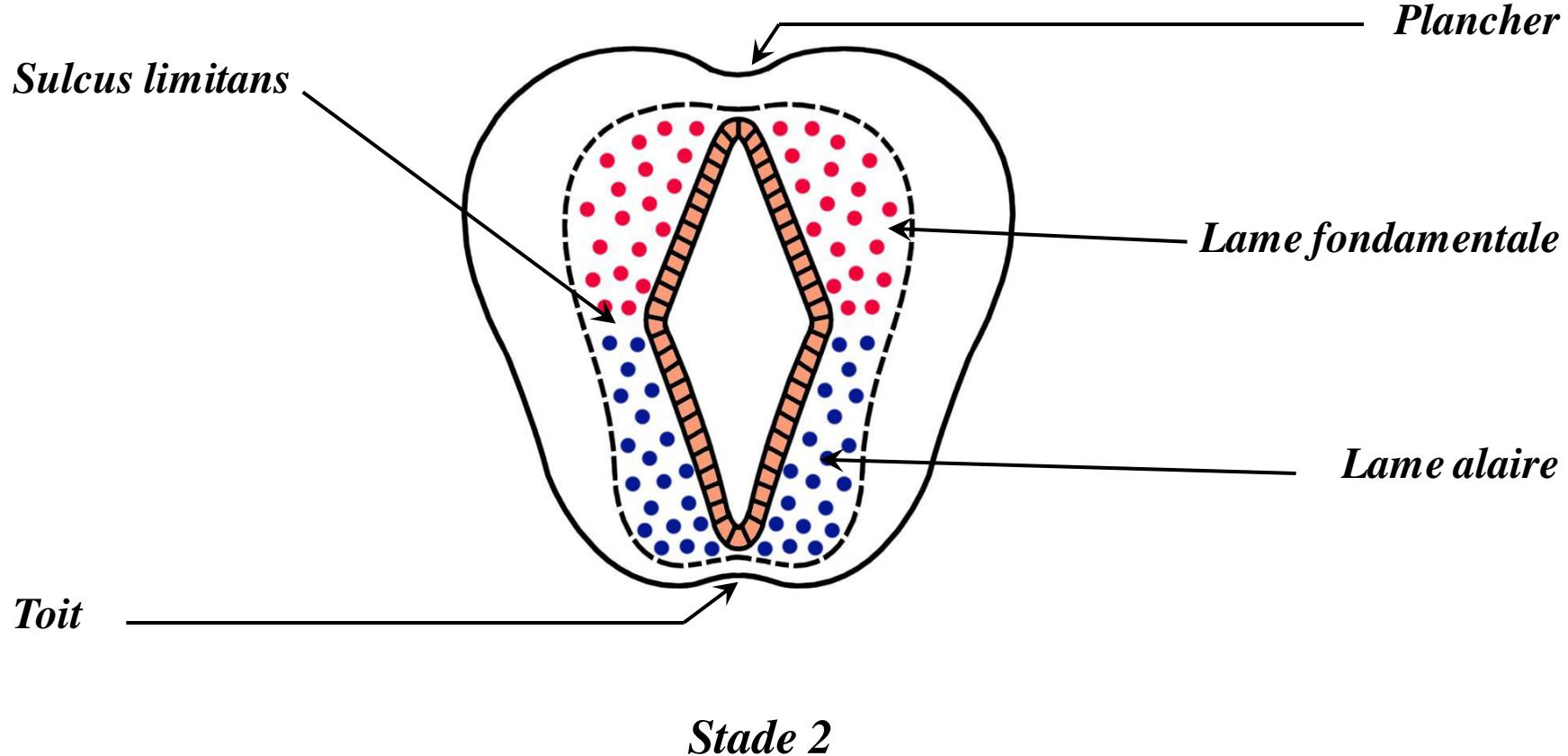
La prolifération cellulaire entraîne des modifications importantes du tube neural, dans **le plan transversal & longitudinal**.

# Dans le plan transversal

Sur une coupe transversale, on retrouve la même structure fondamentale plus ou moins modifiée, avec

- Un canal central losangique
- Un sillon latéral, le sulcus limitans, zone des centres végétatifs
- Une lame dorsale ou alaire (neurones sensitifs), en arrière du sulcus limitans.
- Une lame ventrale ou basale (neurones moteurs), en avant du sulcus limitans.

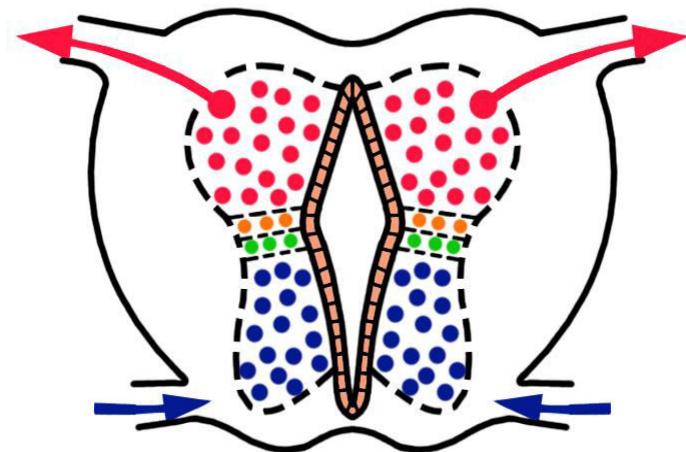


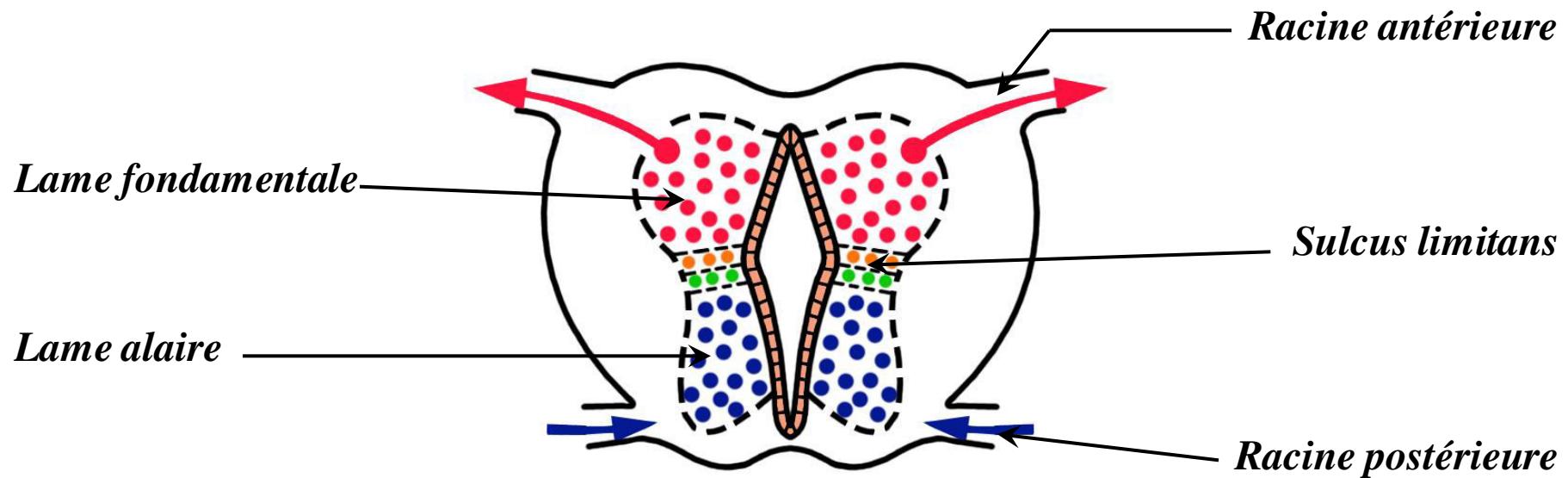


*Coupe transversale du tube neural (développement segmentaire)*

# Dans le plan transversal

- La partie dorsale du tube neural correspond au septum de soudure et la partie ventrale au plancher.
- La commissure blanche antérieure donne passage aux fibres qui associent les côtés droit et gauche du tube neural.



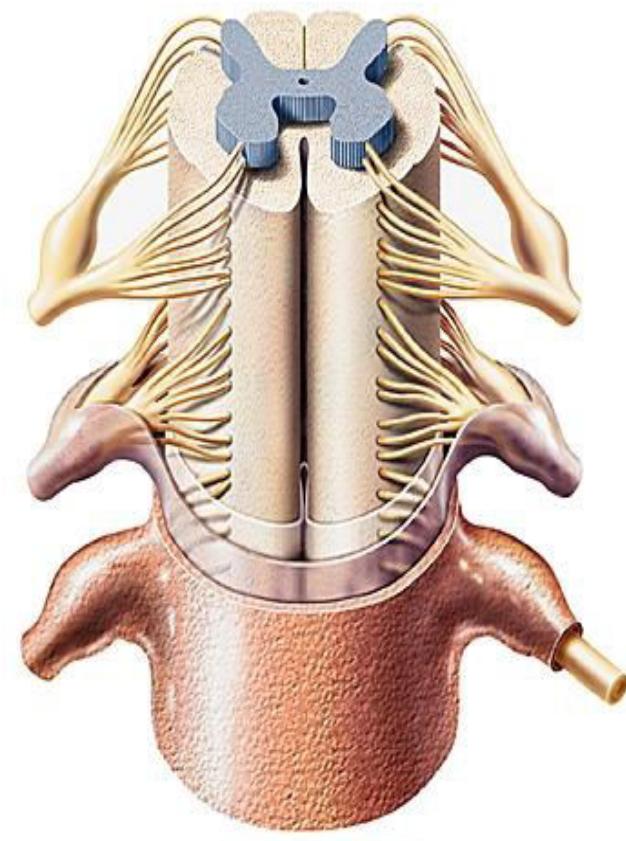


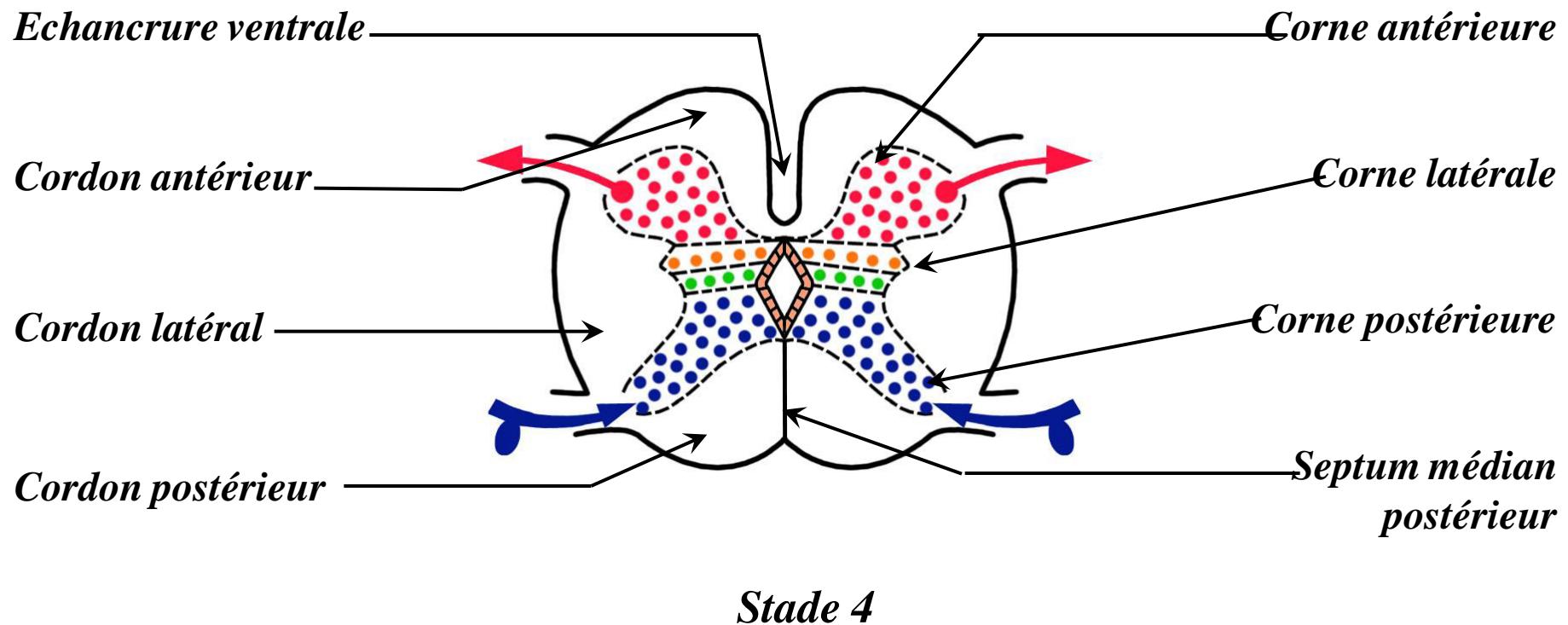
*Stade 3*

*Coupe transversale du tube neural (développement segmentaire)*

# Dans le plan transversal

- La substance grise s'individualise (**noyaux ou corps cellulaires**) de la substance blanche (**prolongements**).
- Cette dernière forme deux expansions, **la racine ventrale et la racine dorsale**.
- La racine dorsale entre en contact avec le **ganglion spinal** et forme ainsi la cellule en T. Ainsi se constitue définitivement :
  - La morphologie de la moelle spinale (cornes et cordons )
  - Le nerf spinal (mixte )
  - L'arc réflexe.





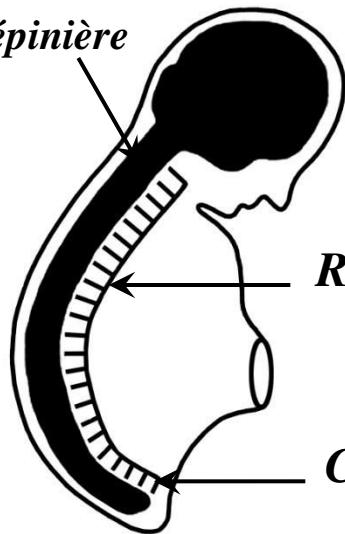
*Coupe transversale du tube neural (développement segmentaire)*

# Dans le plan longitudinal

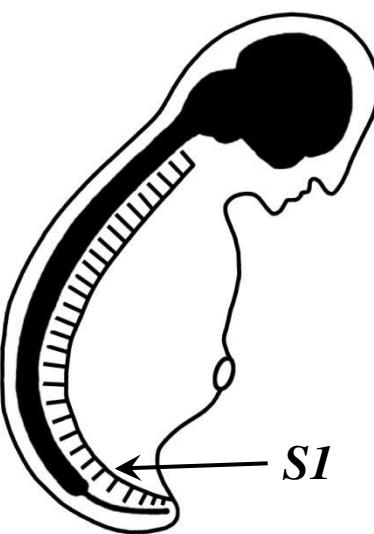
**La moelle s'accroît en longueur, mais la croissance en longueur de la colonne vertébrale est plus importante que celle de la moelle :**

- ➡ Chez l'embryon de 30 mm : la moelle atteint le coccyx.
- ➡ Chez l'embryon de 110 mm : la moelle atteint L<sub>3</sub>
- ➡ Au stade définitif, la moelle atteint L<sub>2</sub> et se continue par **le filum terminale**.
- ➡ Le sac dural est intermédiaire en S<sub>3</sub>

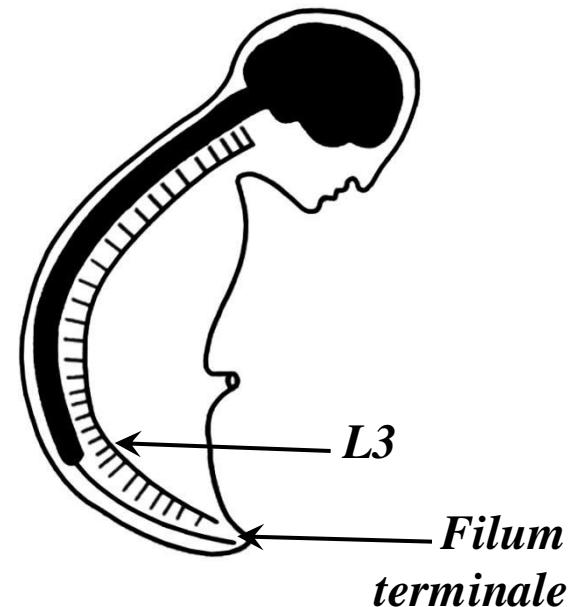
*Moelle épinière*



*30 mm*



*70 mm*



*110 mm*

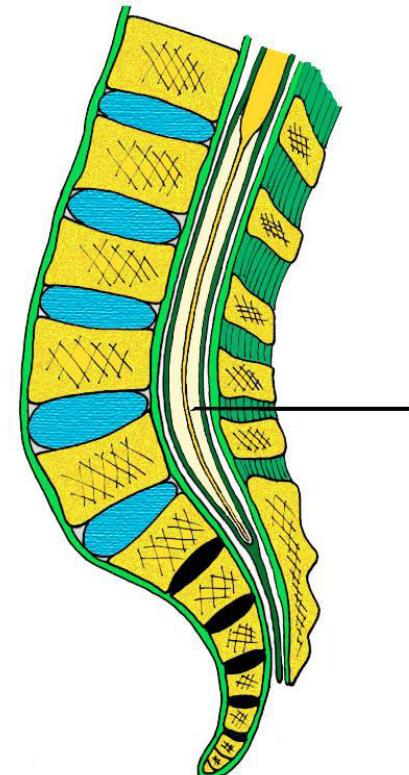
*Coupes sagittales chez un embryon (développement topographique)*

# Dans le plan longitudinal

D'où deux conséquences en découlent :

- **La possibilité de la ponction lombaire pour recueillir le liquide cérébro-spinal.**
- **L'inclinaison des racines spinales :**

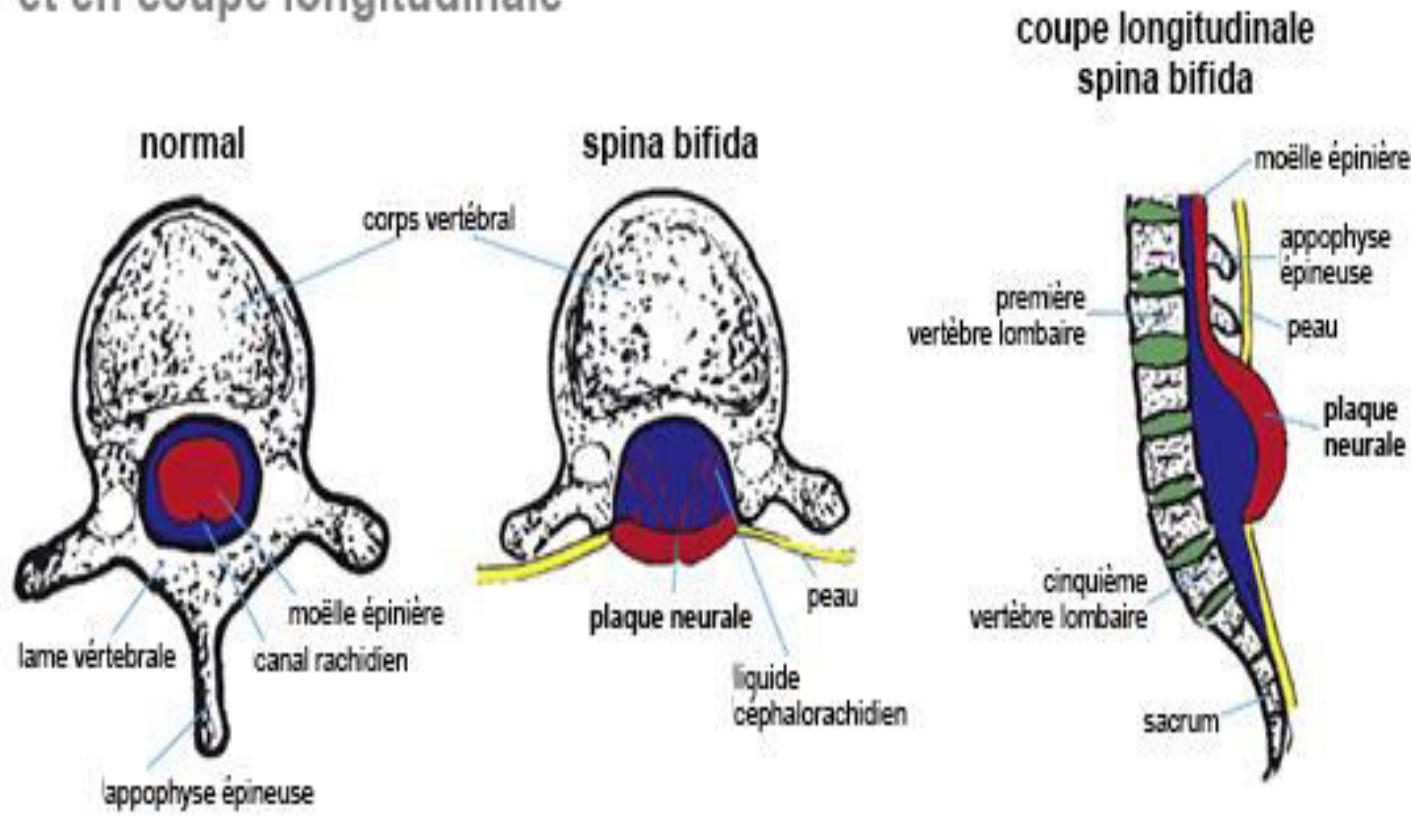
- les racines crâniales sont horizontales
- les racines moyennes sont obliquement descendantes
- les racines caudales sont verticales.



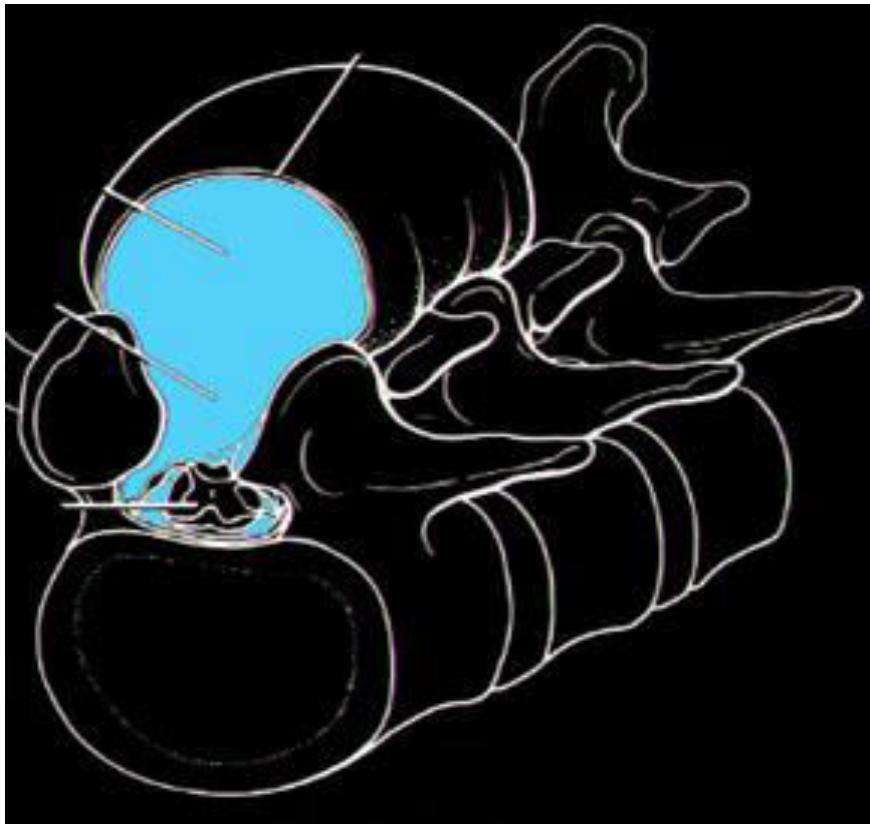


# **Les malformations congénitales**

## Le «spina bifida», vu en coupe transversale et en coupe longitudinale



- La fermeture du tube neural induit la fermeture de l'arc postérieur
- Les anomalies de fermeture du tube neural entraînent une anomalie de l'arc vertébral postérieur : **spina bifida**



**Méningocèle** : protrusion méningeé exclusive

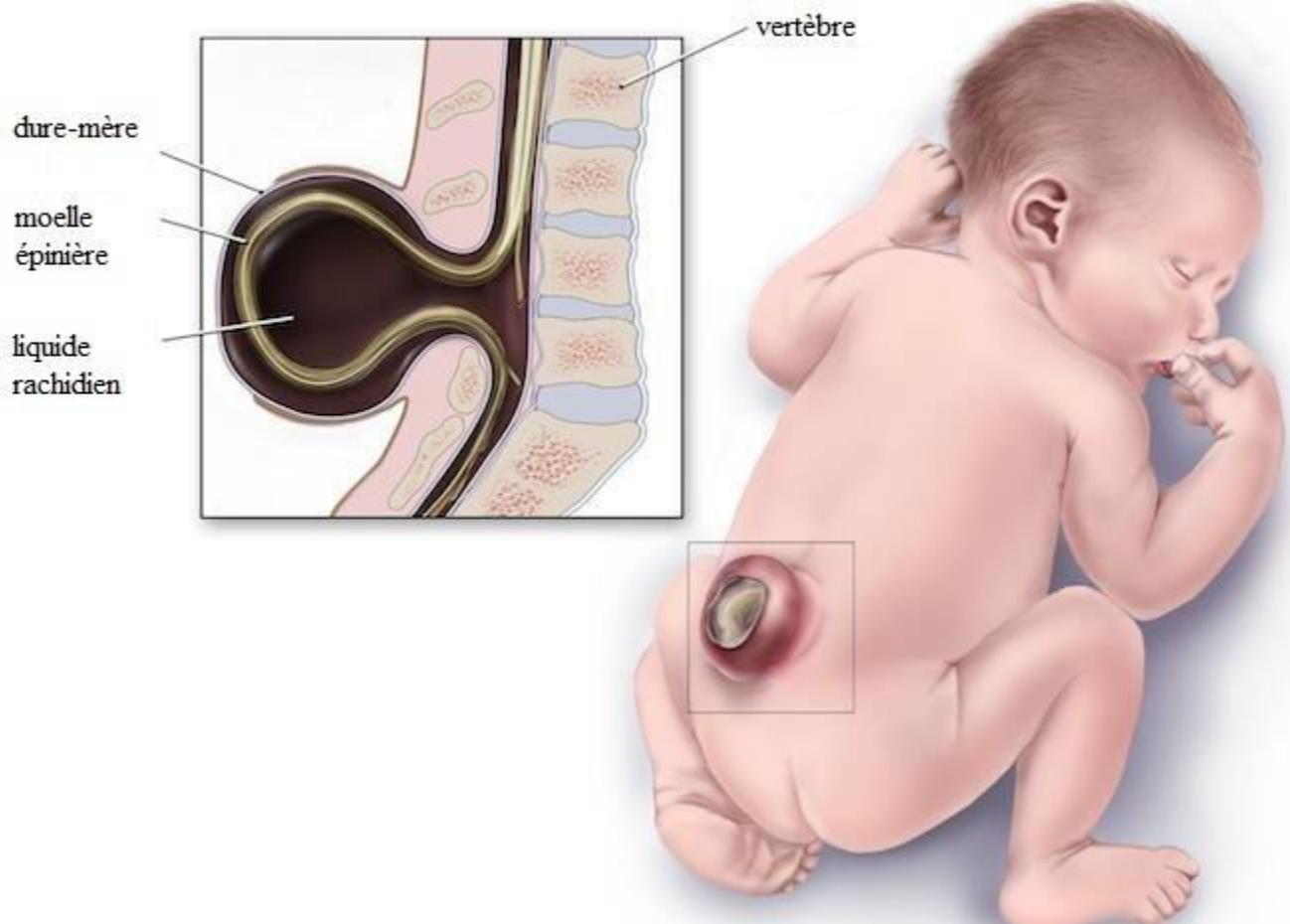


**Myéloméningocèle** : protrusion  
méningée et du tube neural

**Méningoencéphalocèle** :  
protrusion méningée et du tube  
neural en région occipitale



## Spina Bifida (malformation congénitale)





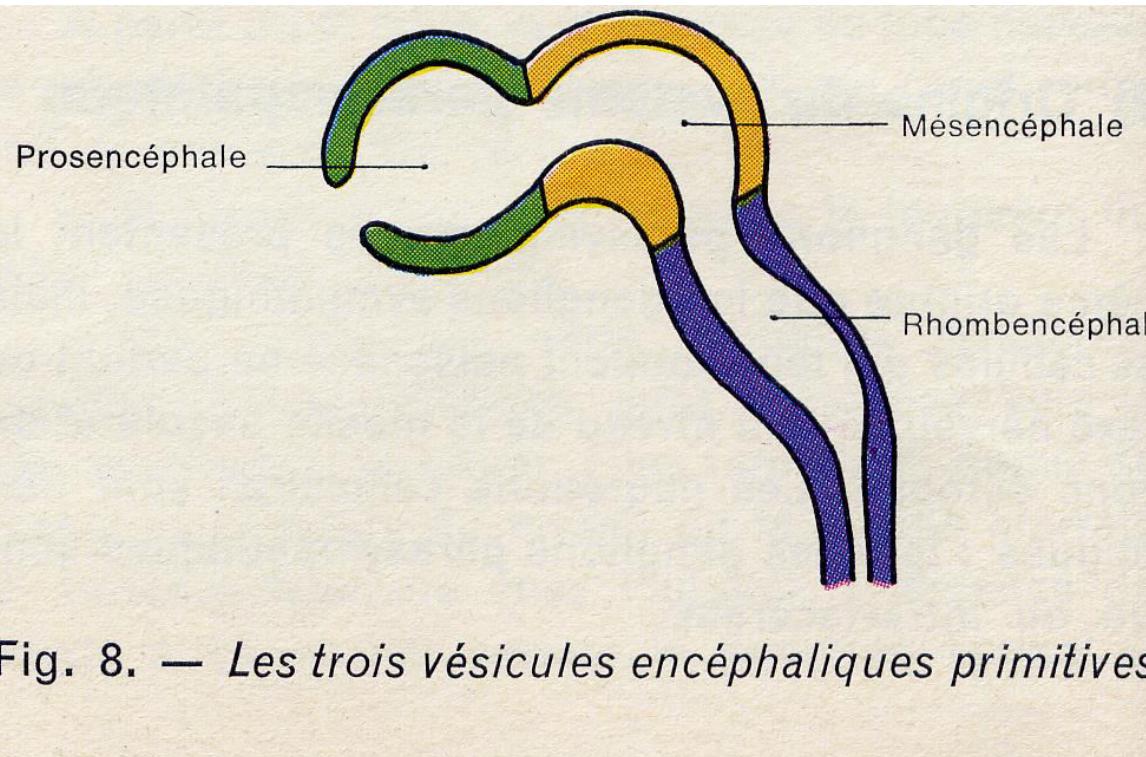


Fig. 8. — *Les trois vésicules encéphaliques primitives*

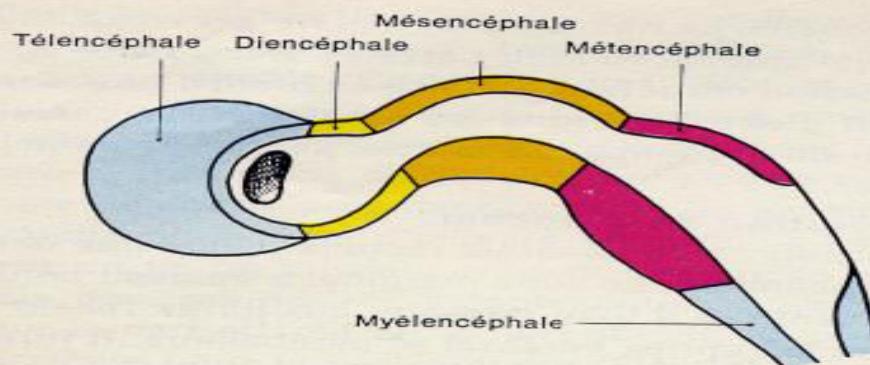


Fig. 9. — *Stade à cinq vésicules*

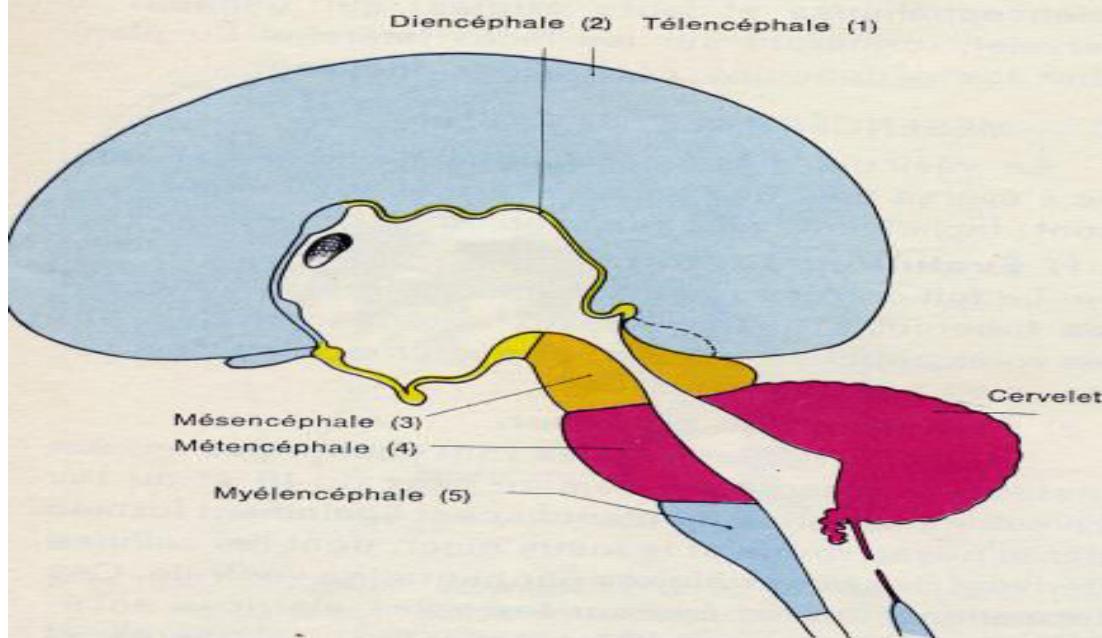
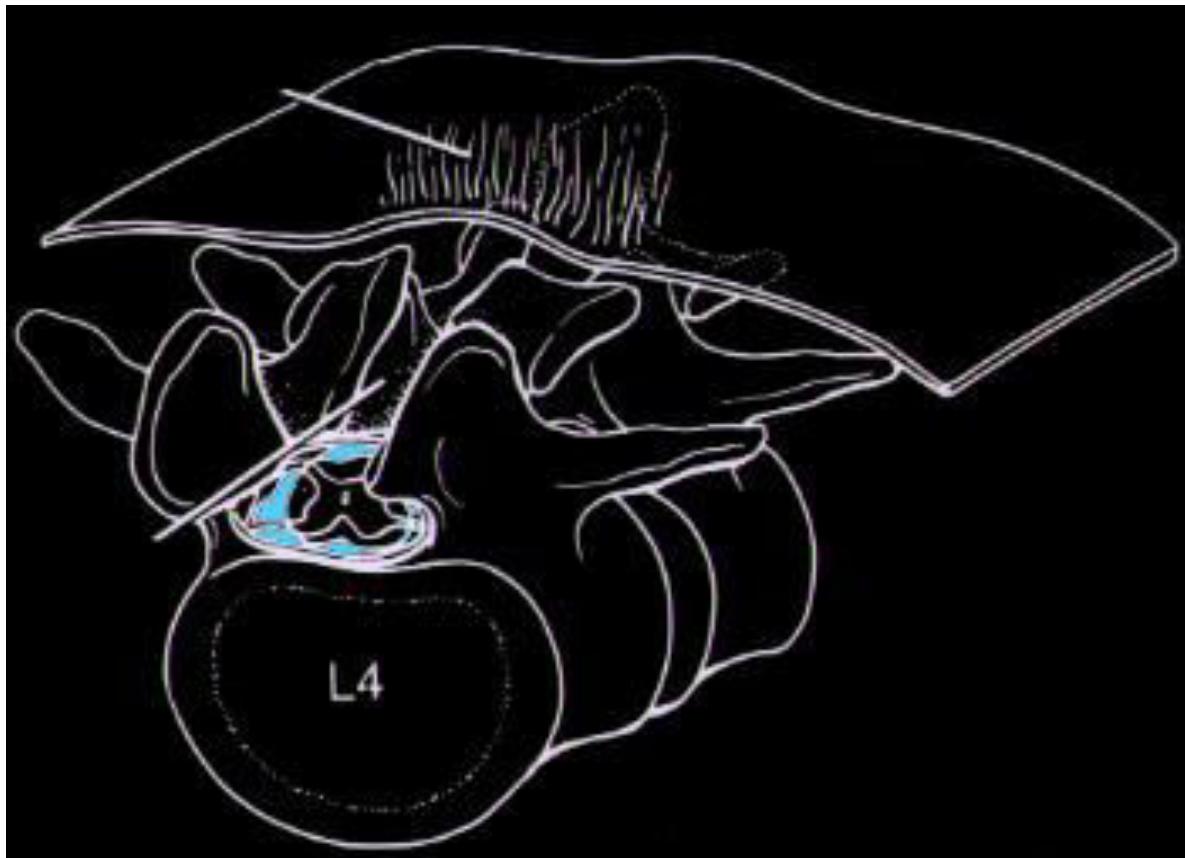


Fig. 10. — *Évolution des différentes vésicules.*

**Spina bifida occulta** : anomalie isolée de fermeture vertébrale  
(région sacrée – touffe de poils en surface)

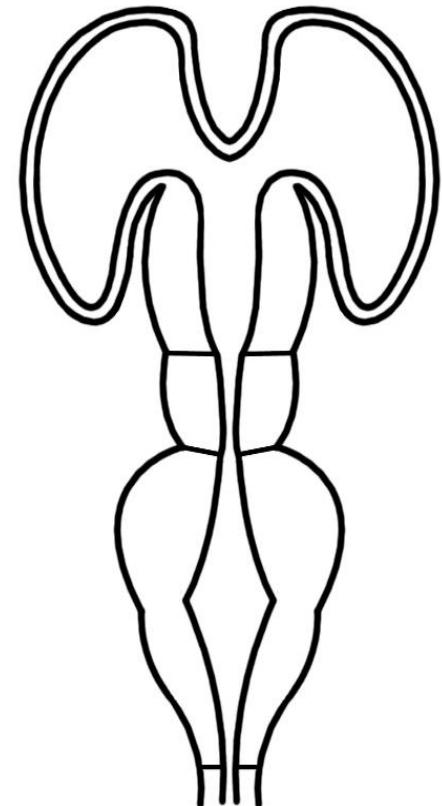


# **Organogenèse du tronc cérébral**

# Le tronc cérébral

**Le tronc cérébral dérive des trois vésicules:**

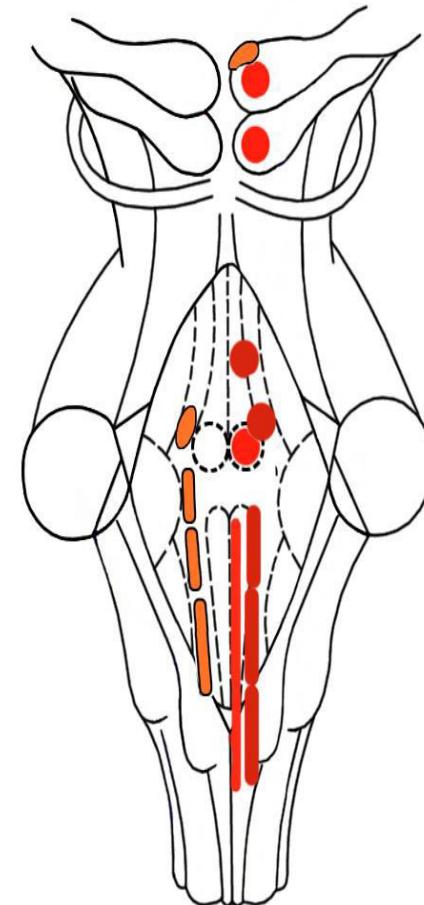
- **Mésencéphale**
- **Métencéphale**
- **Myélencéphale.**



# Le tronc cérébral

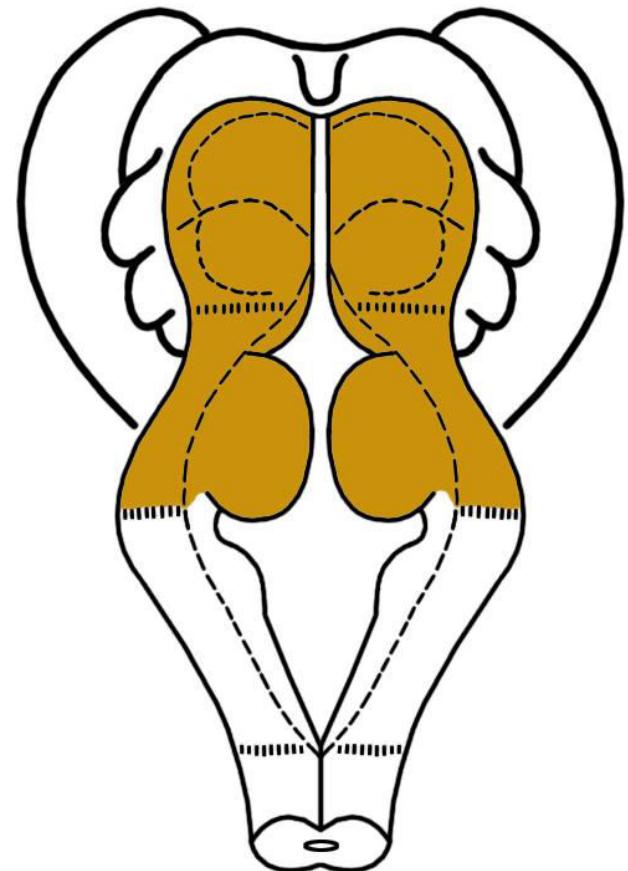
Ces vésicules vont subir des multiples modifications :

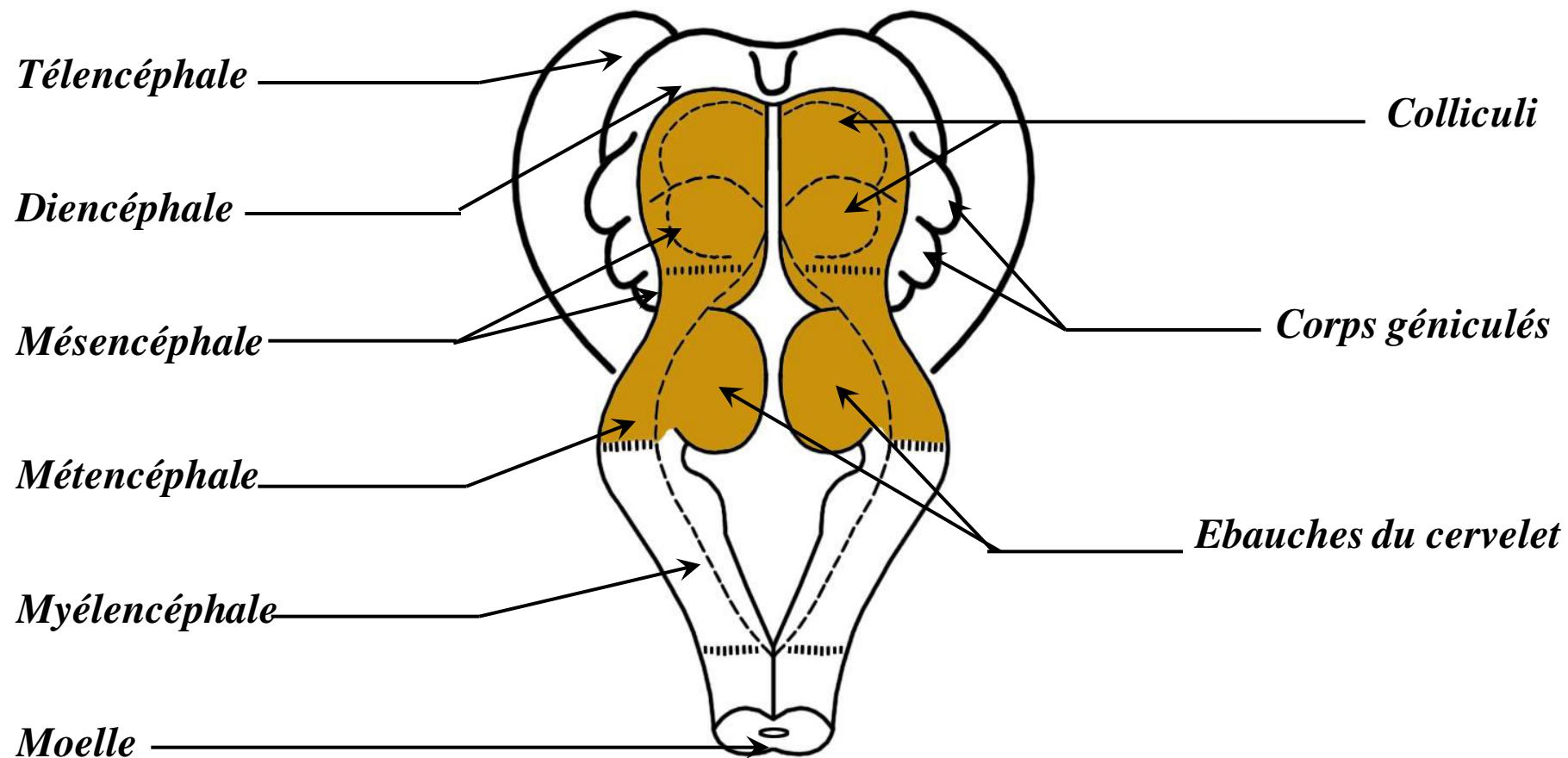
- ⌚ L'élargissement du canal central qui va donner le quatrième ventricule.
- ⌚ La fragmentation de la substance grise en six colonnes.
- ⌚ La présence de fibres horizontales qui fragmentent les colonnes en noyaux.
- ⌚ L'apparition des noyaux propres du tronc cérébral



# Le tronc cérébral

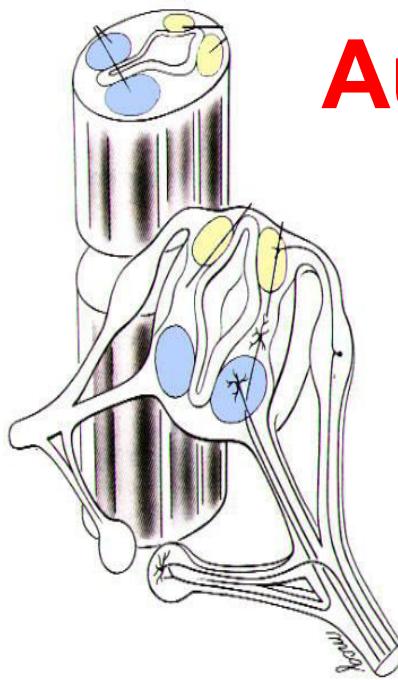
➡ L'apparition (au stade de 23 mm) de **deux bourgeons tectaux** qui fusionnent sur la ligne médiane et se développent en arrière pour donner **le cervelet**.



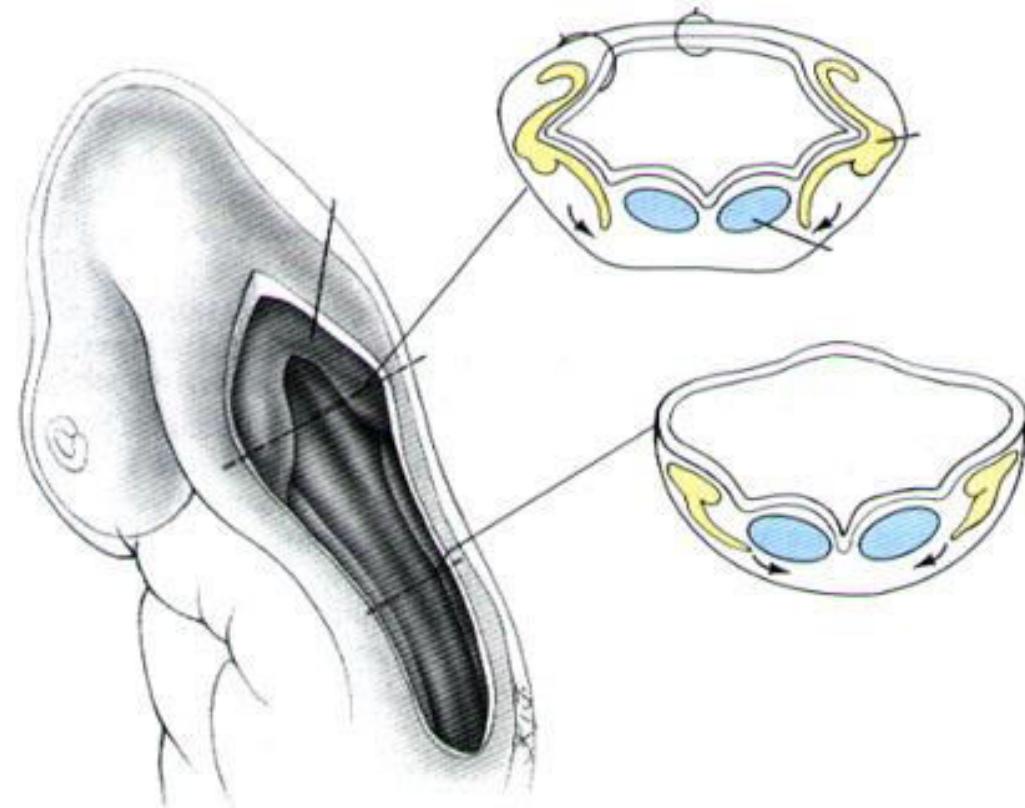


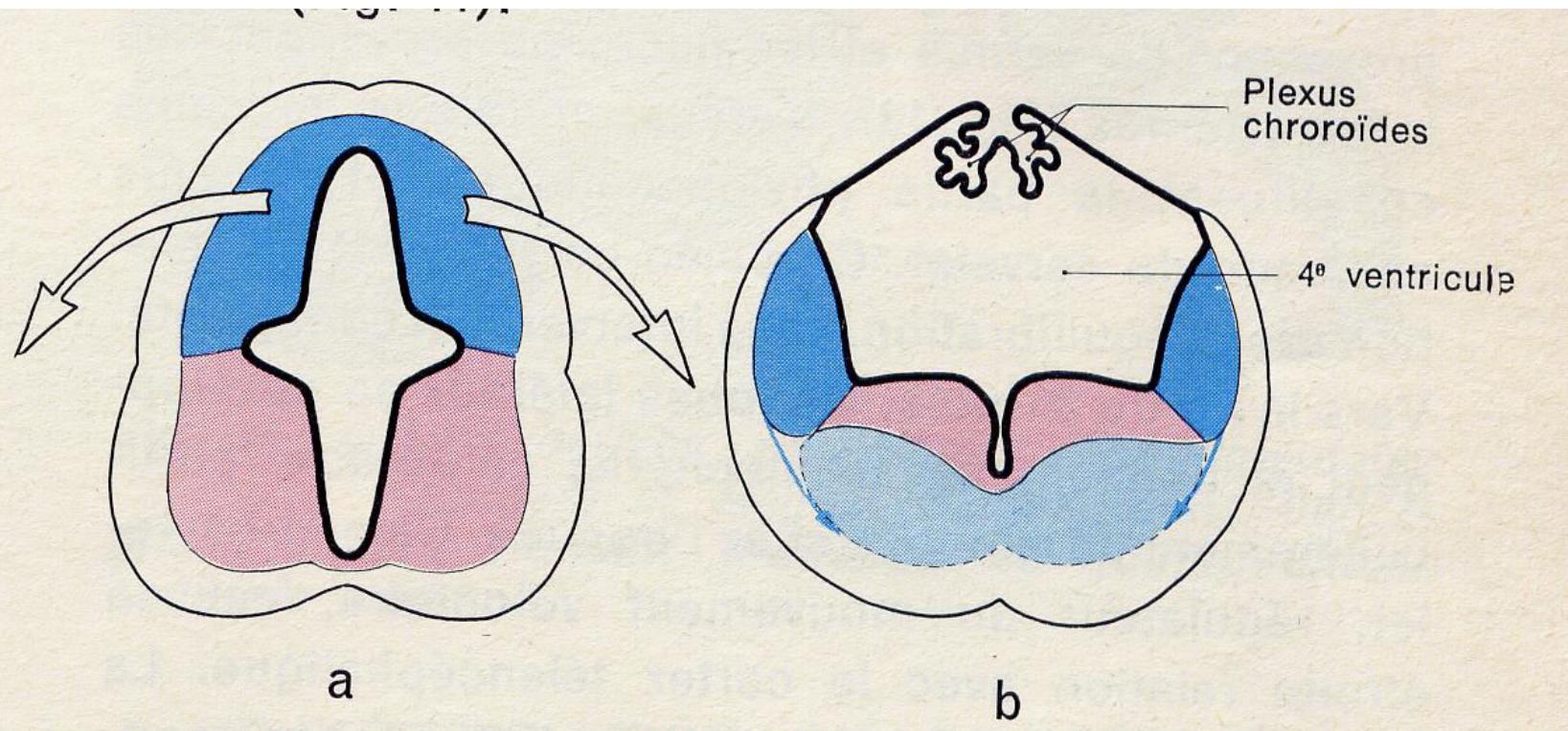
*Vue postérieure chez un embryon de 23 mm*

# Au niveau du rhombencéphale :



- les lames alaires s'écartent comme un livre qui s'ouvre
  - La plaque du toit s'amincit pour devenir une membrane transparente
- 
- Cette toile choroïdienne du V4 est composée de pie mère et d'épendyme
  - Elle donne les plexus choroïdes par bourgeonnement





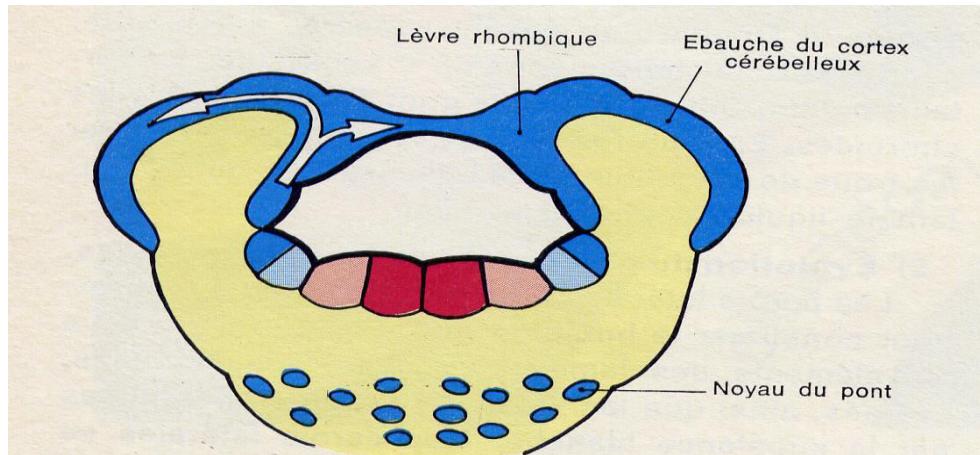


Fig. 12. — Section transversale du métencéphale.

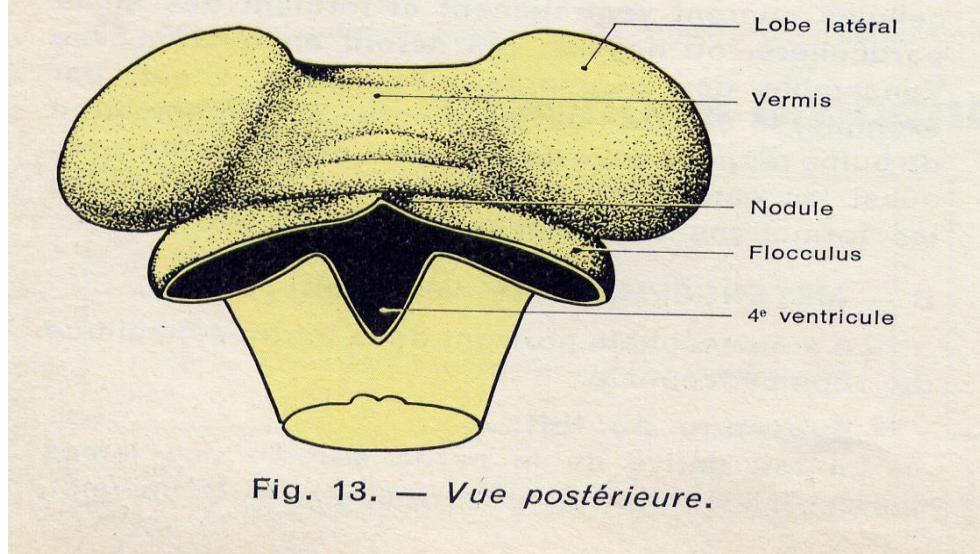
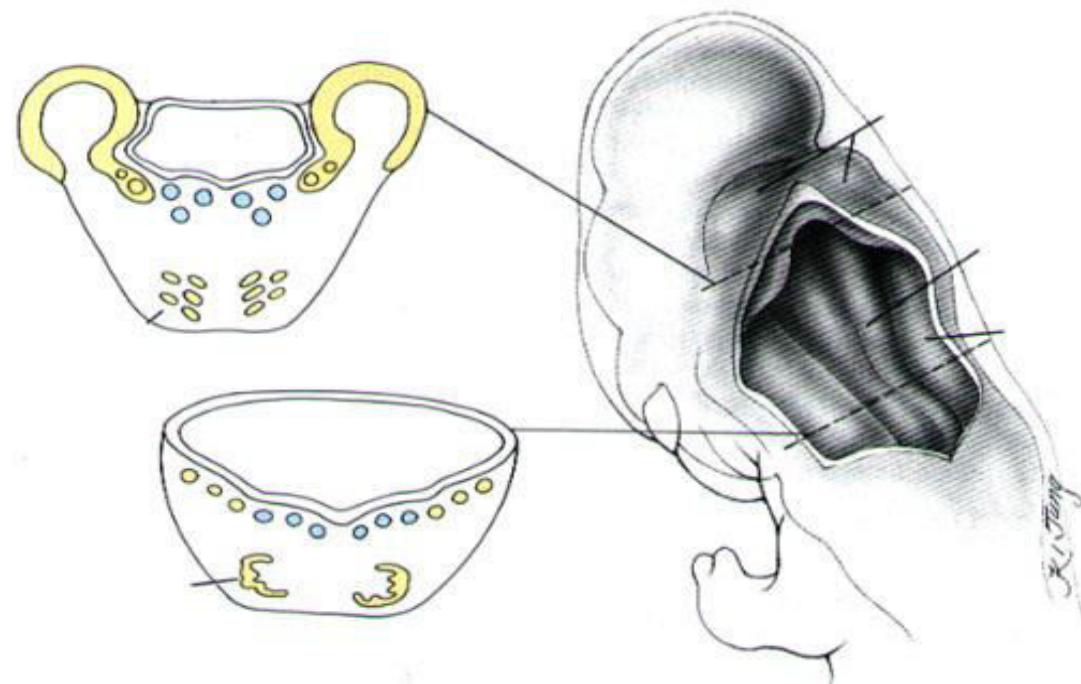
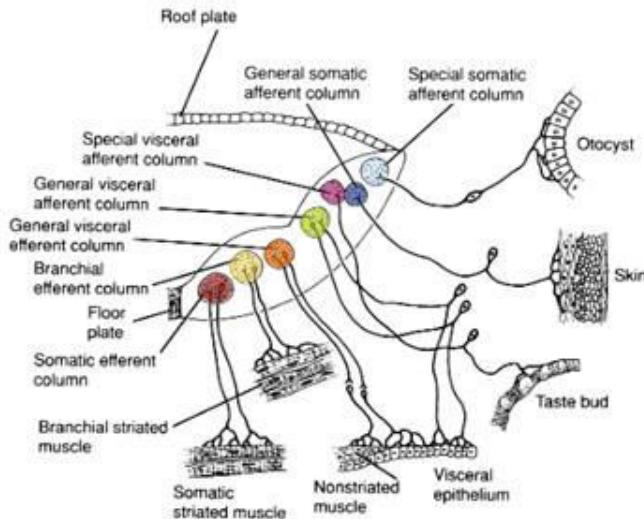


Fig. 13. — Vue postérieure.

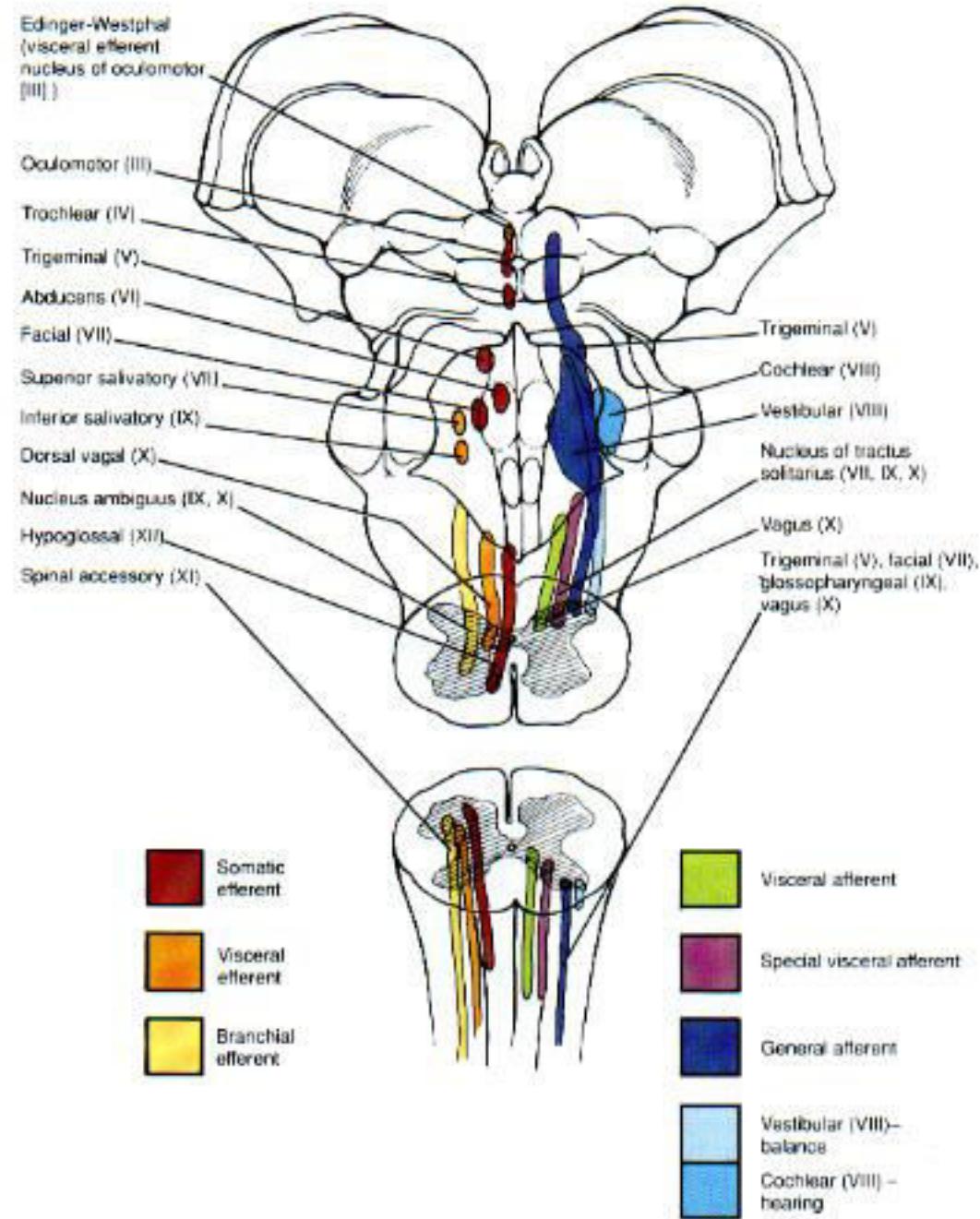
- La plaque du toit donne **la toile choroidienne** qui limite en arrière le V4
- La plancher du V4 **a une forme de losange**
- Les lames alaires et basales s'organisent **en colonnes** mais gardent une fonction similaire
- L'ébauche cérébelleuse, les noyaux pontiques et l'olive dérivent de la lame alaire





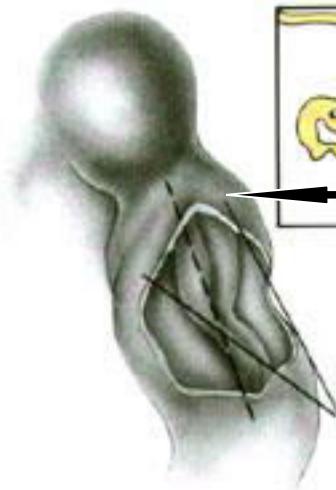
## Les colonnes se réorganisent en noyaux

Les nerfs crâniens et leurs ganglions dérivent de la crête neurale et des placodes

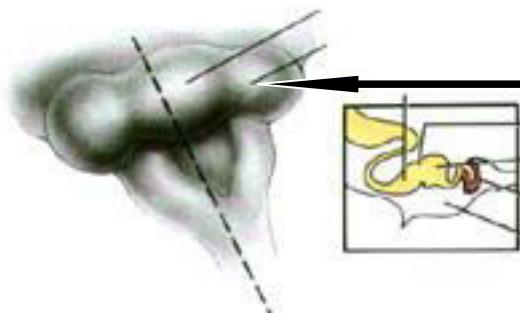




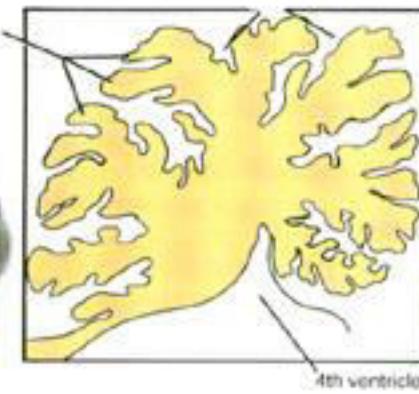
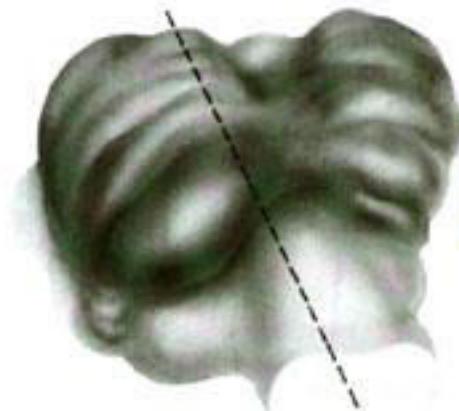
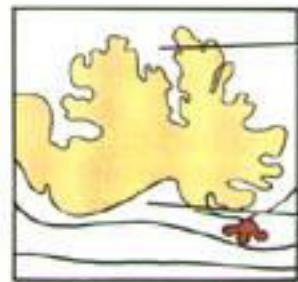
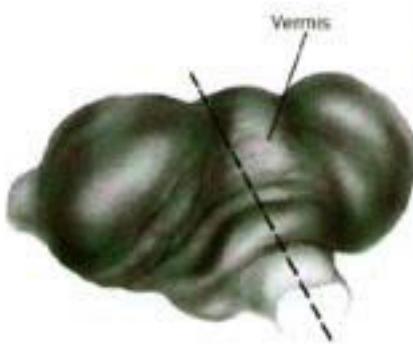
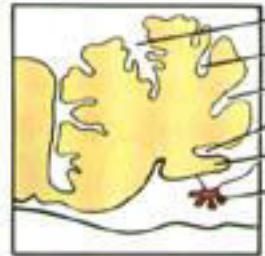
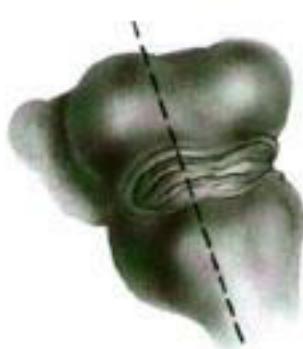
J 33 : le V4 est limité cranialement par les lèvres rhombiques



J 35 (6ème semaine): les lèvres rhombiques donnent **les plaques cérébelleuses**

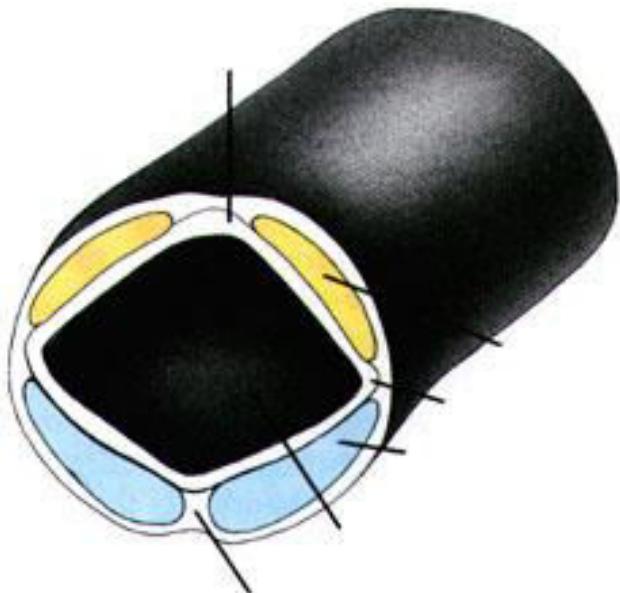


J 50 le développement **des plaques cérébelleuses** donne **le vermis et les hémisphères**  
**Le plexus choroïde du V4 apparaît**



**Les lamelles se développent pour conduire a l'aspect définitif du cervelet**

# Mésencéphale



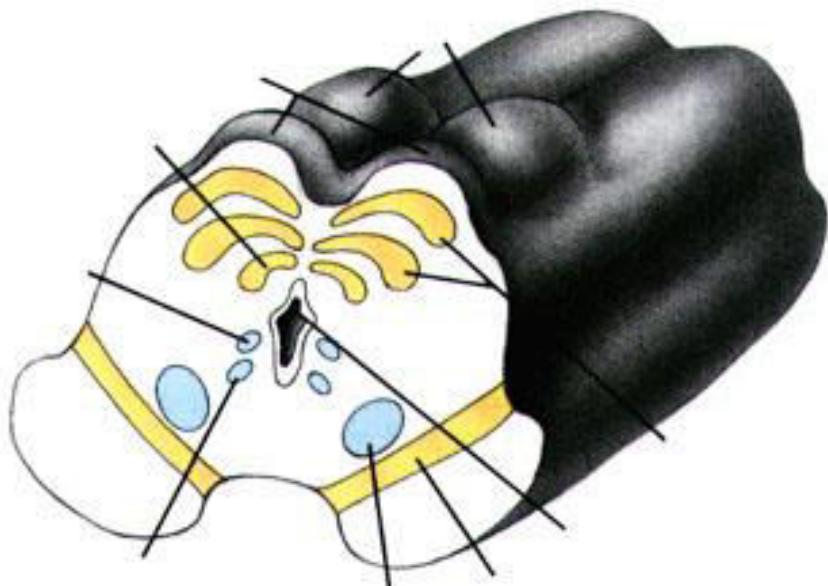
**A 6 semaines : le tube neural est bordé par :**

**les lames alaires, dorsales  
les lames basales, ventrales**



**A 12 semaines : les lames alaires se développent et envahissent la plaque du toit.**

**Elles forment le corps bigéminé portant une gouttière sagittale.**



**16 semaines : le corps bigéminé se divise en colliculi sup et inf**



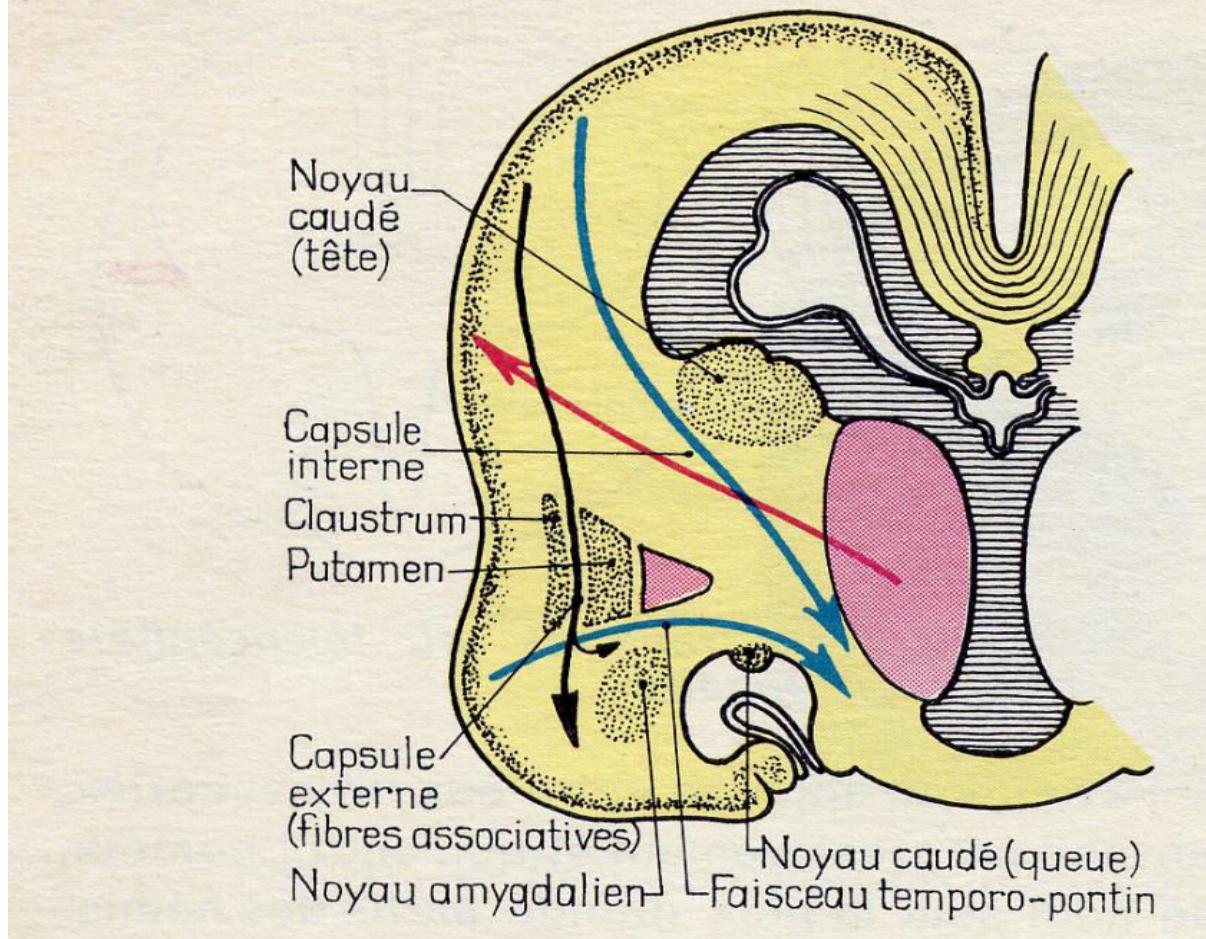
**Les lames alaires (S) donnent les colliculi :**

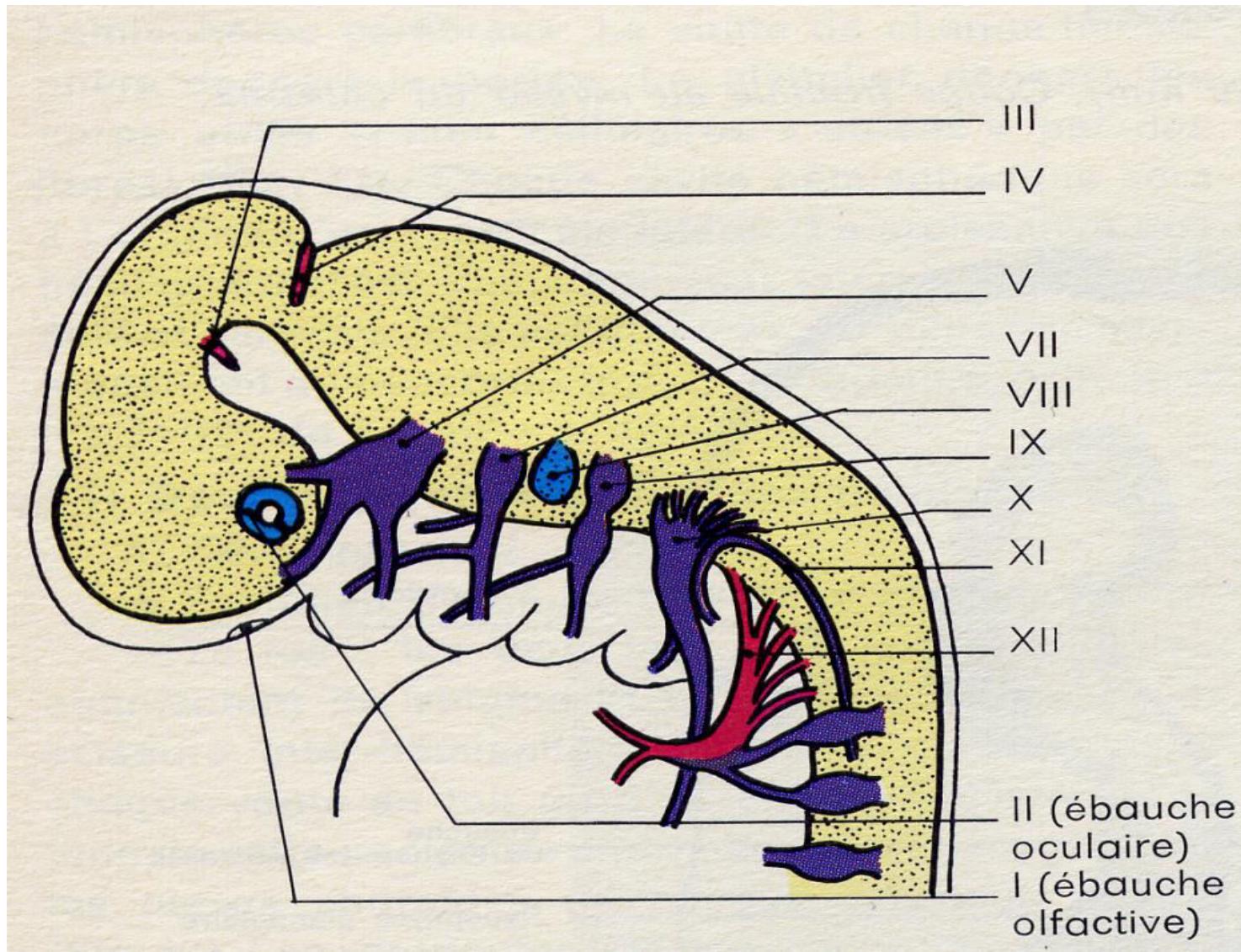
- supérieur (vision)
- inférieur (audition)

**Les lames basales (M) donnent :**

- Le noyau rouge
- Les noyaux du III

## Embryologie : développement du système nerveux





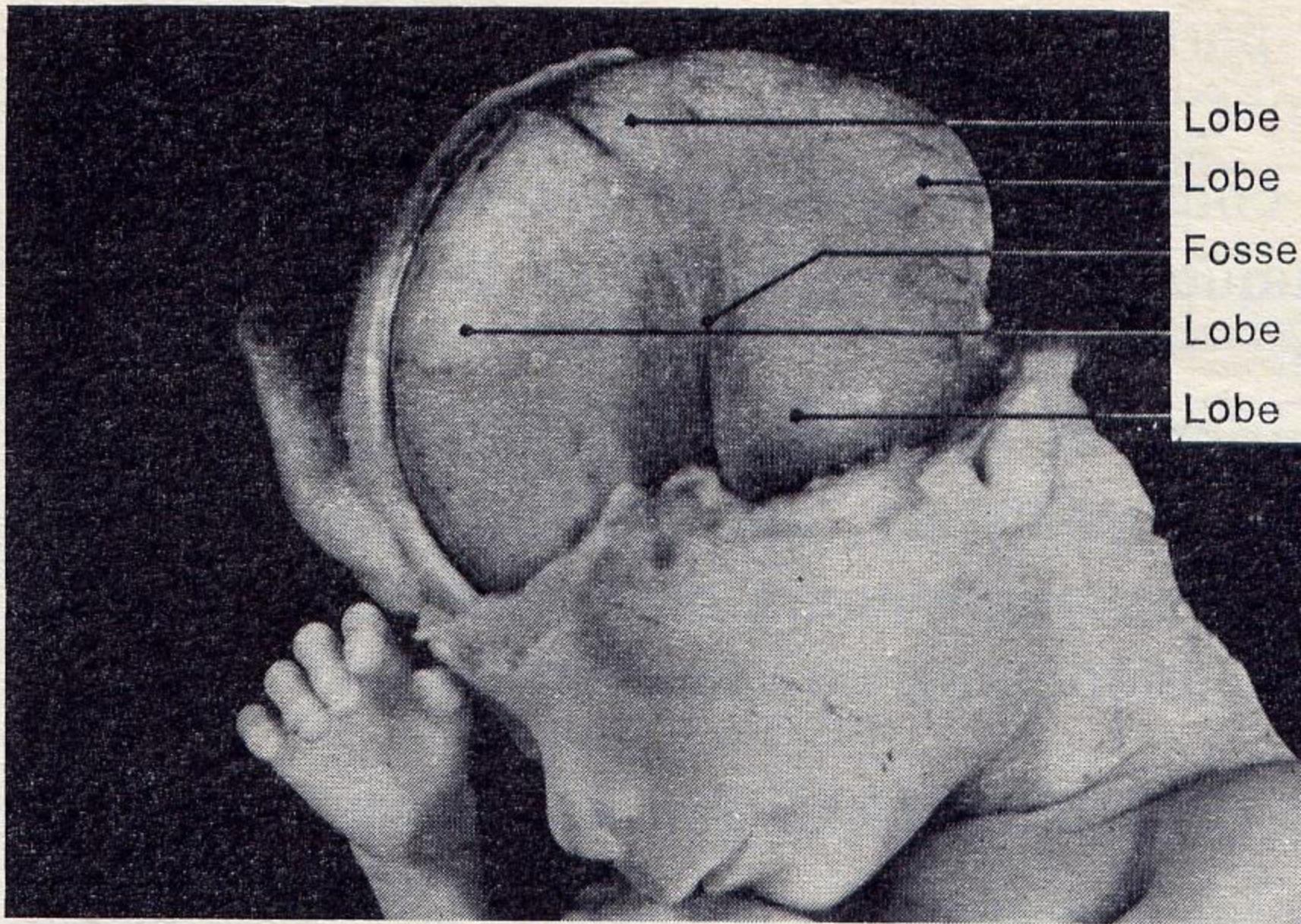
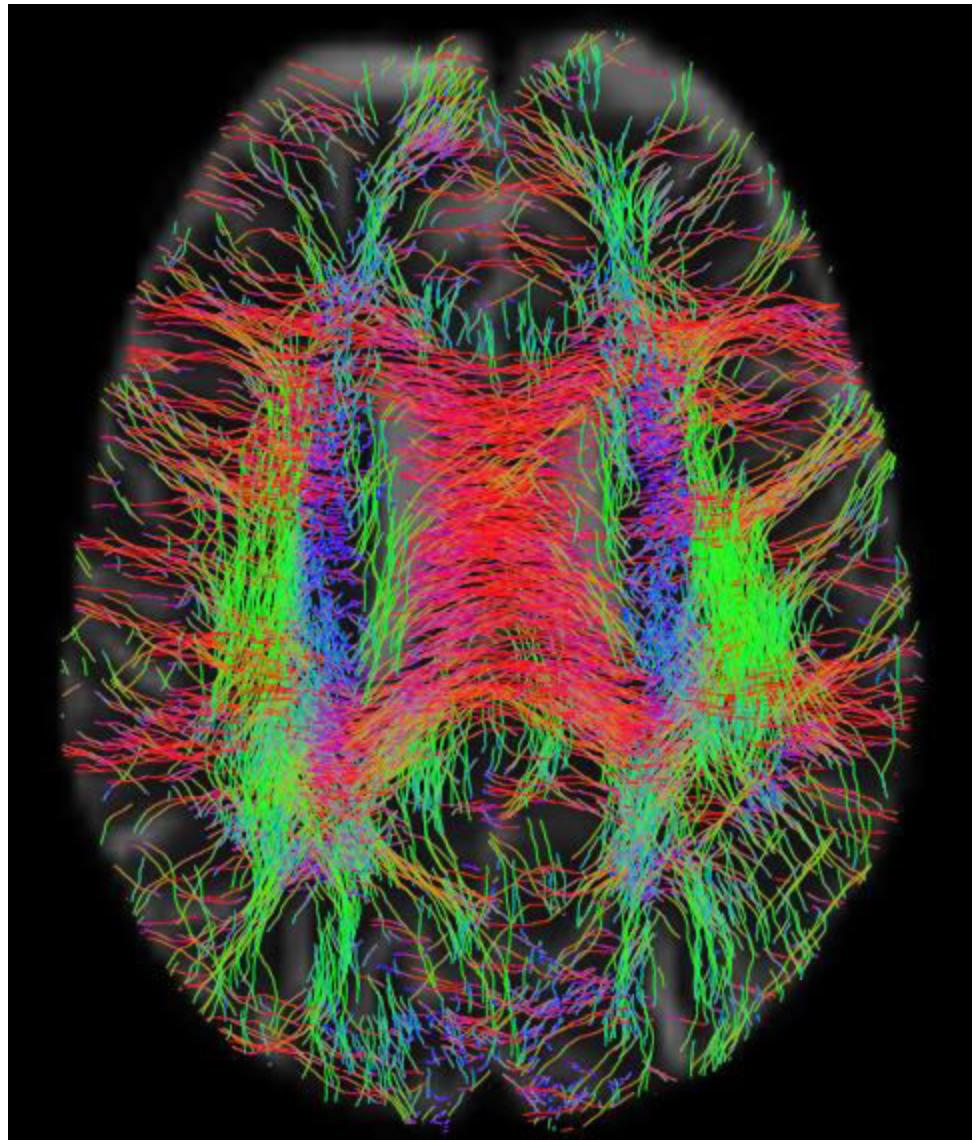
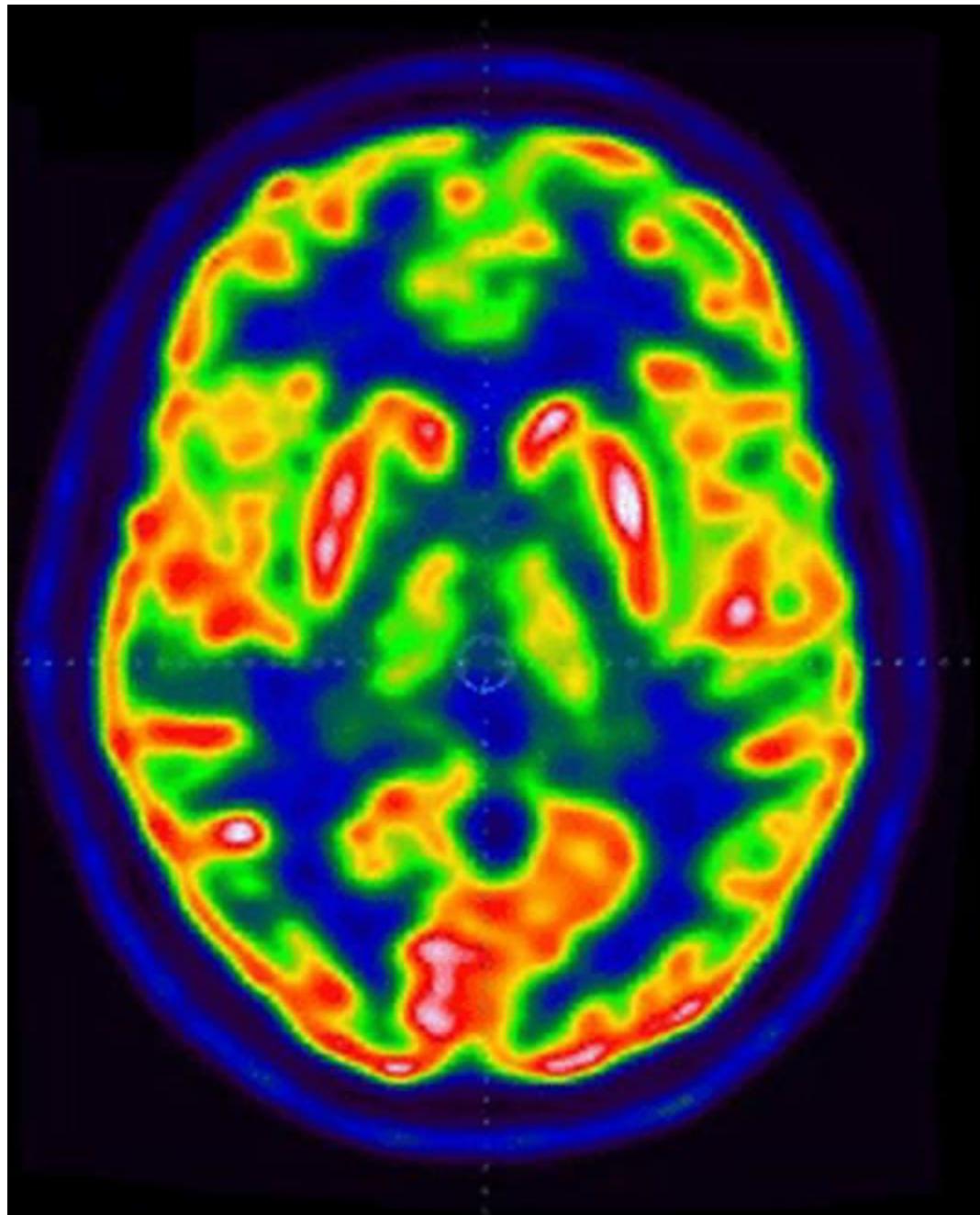


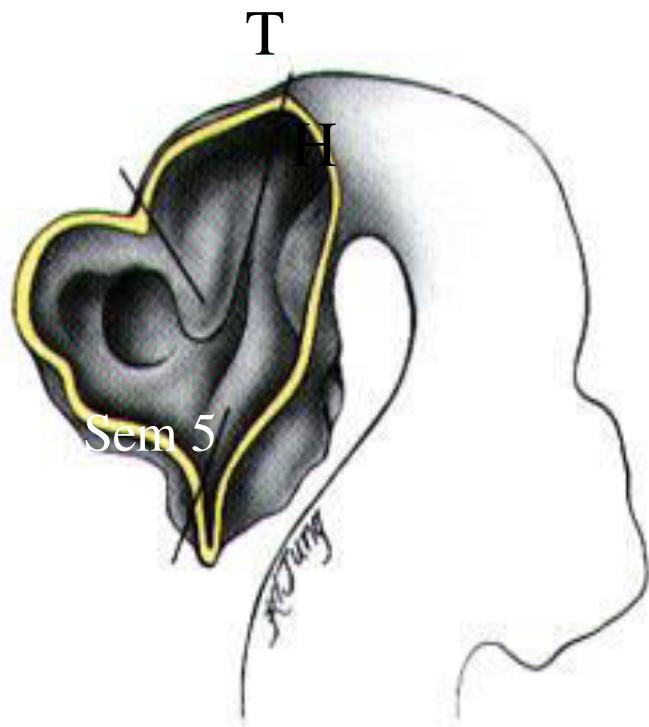
Fig. 81. Fœtus humain de 5 mois environ.





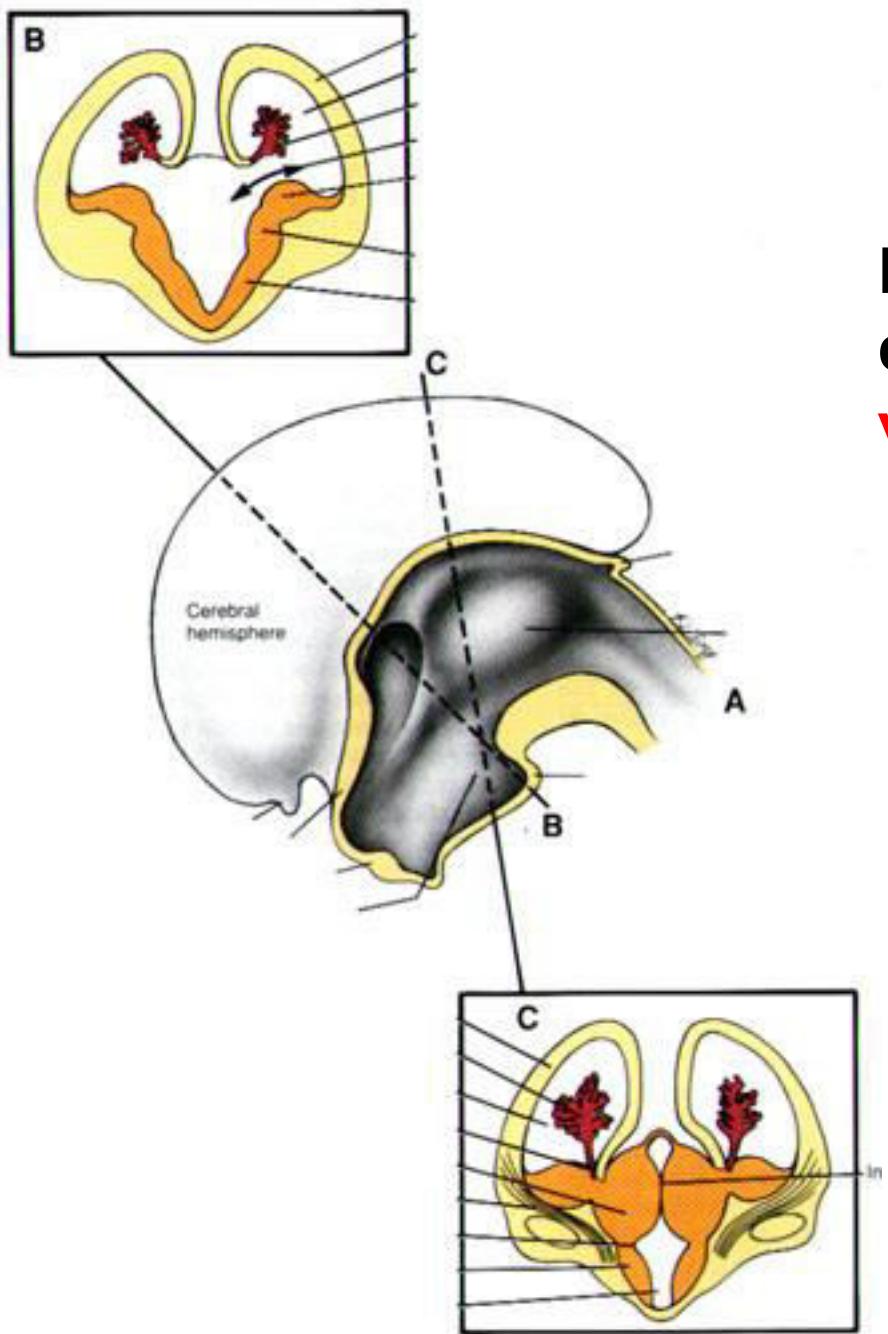
Neuro-anatomie - Organogenese

# Diencéphale



**5ème semaine : apparition de renflements au niveau des lames alaires :**

- **Thalamus**
- **Hypothalamus**  
Séparés par le sillon hypothalamique



**La croissance thalamique diminue la largeur du 3eme ventricule**

**La plaque du toit du diencéphale reste épithéliale et donne les plexus choroïdes et la toile choroïdienne du V3**

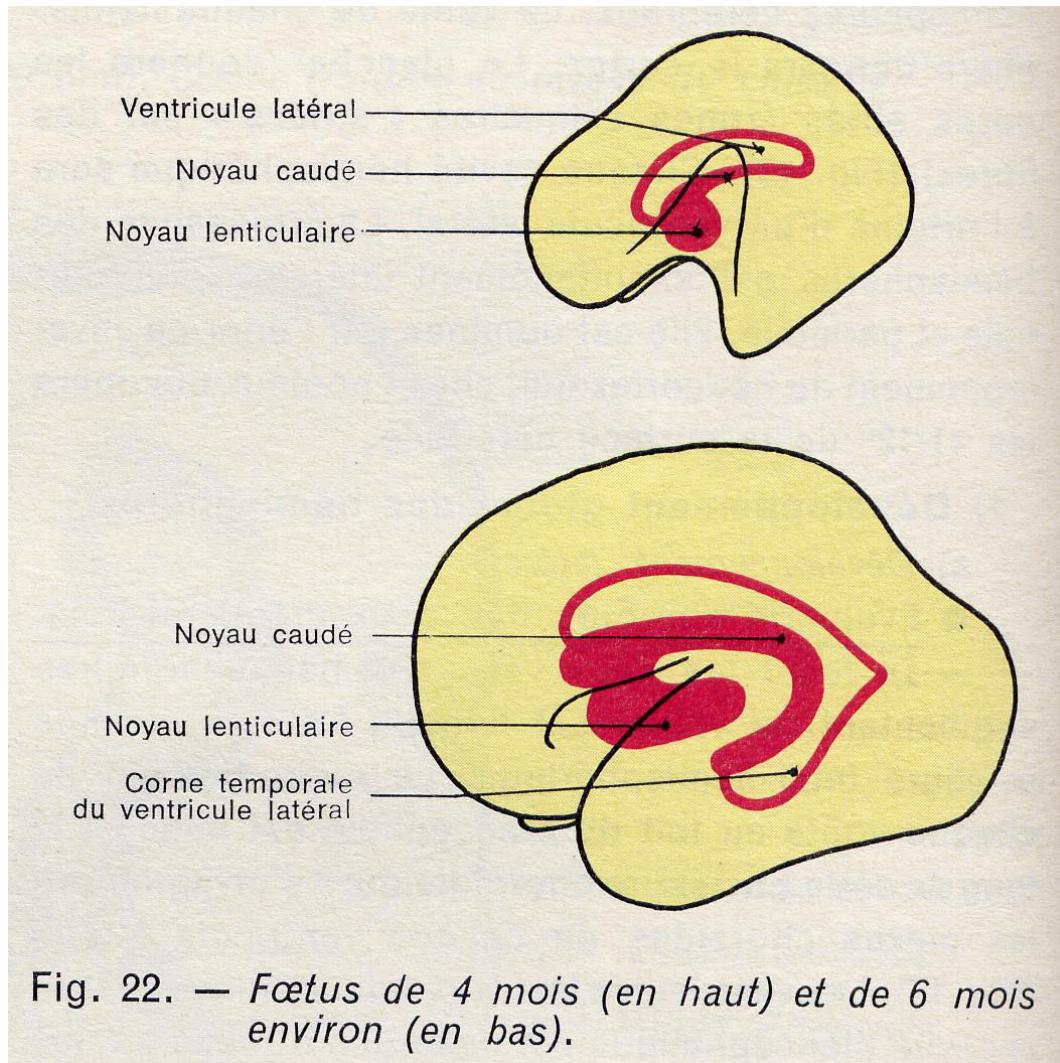


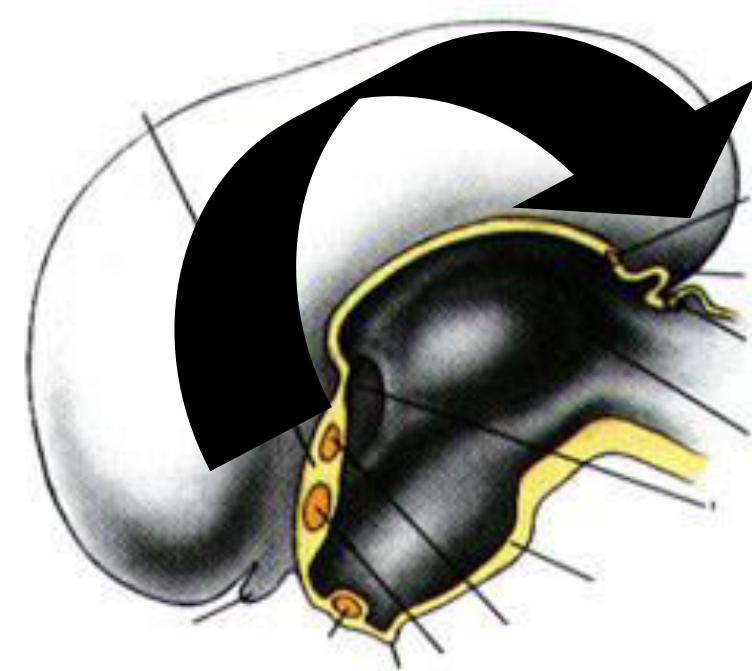
Fig. 22. — *Fœtus de 4 mois (en haut) et de 6 mois environ (en bas).*

# Télencéphale



**Les hémisphères apparaissent à partir de J32 : expansions latérales du télencéphale**

# Télencéphale



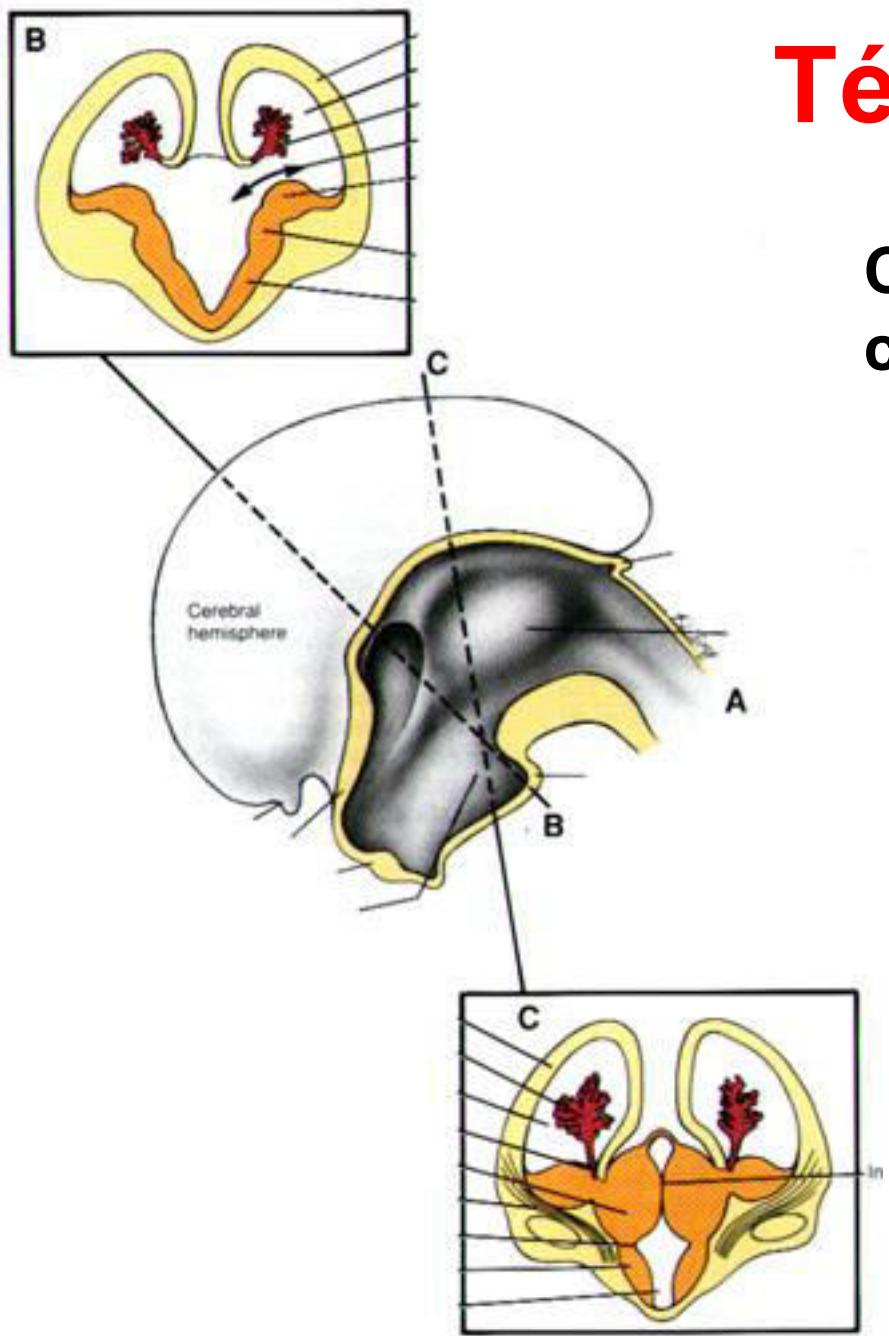
**Les hémisphères croissent avec un mouvement d'enroulement**

**Les hémisphères se plissent pour former les sillons**

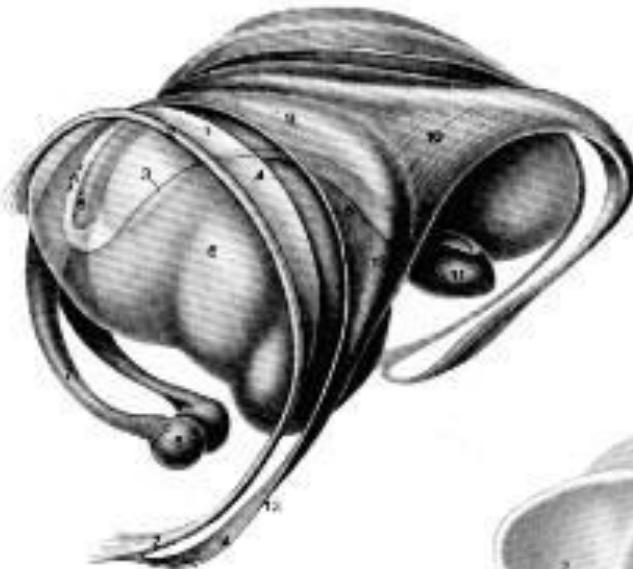


# Télencéphale

Chaque hémisphère  
comporte **un ventricule latéral**



Le plexus choroïde est  
continu avec la toile  
choroïdienne du V3

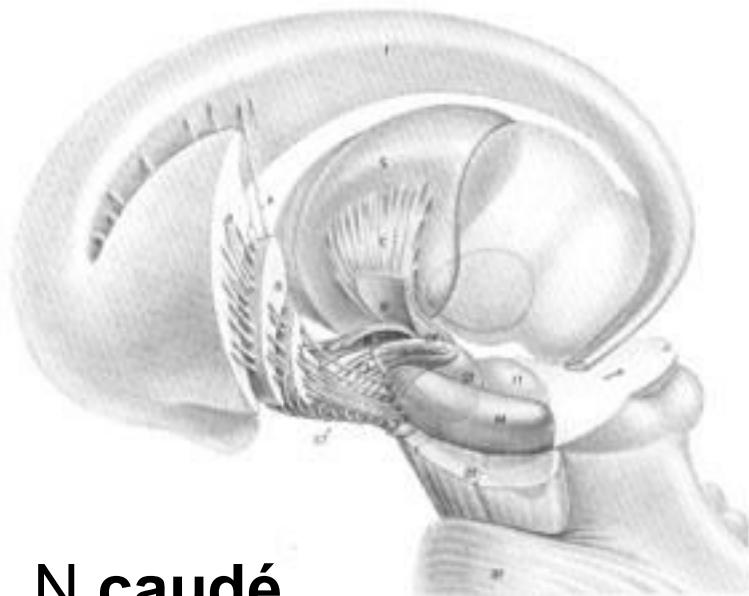


## Diverses structures suivent ce mouvement d'enroulement :

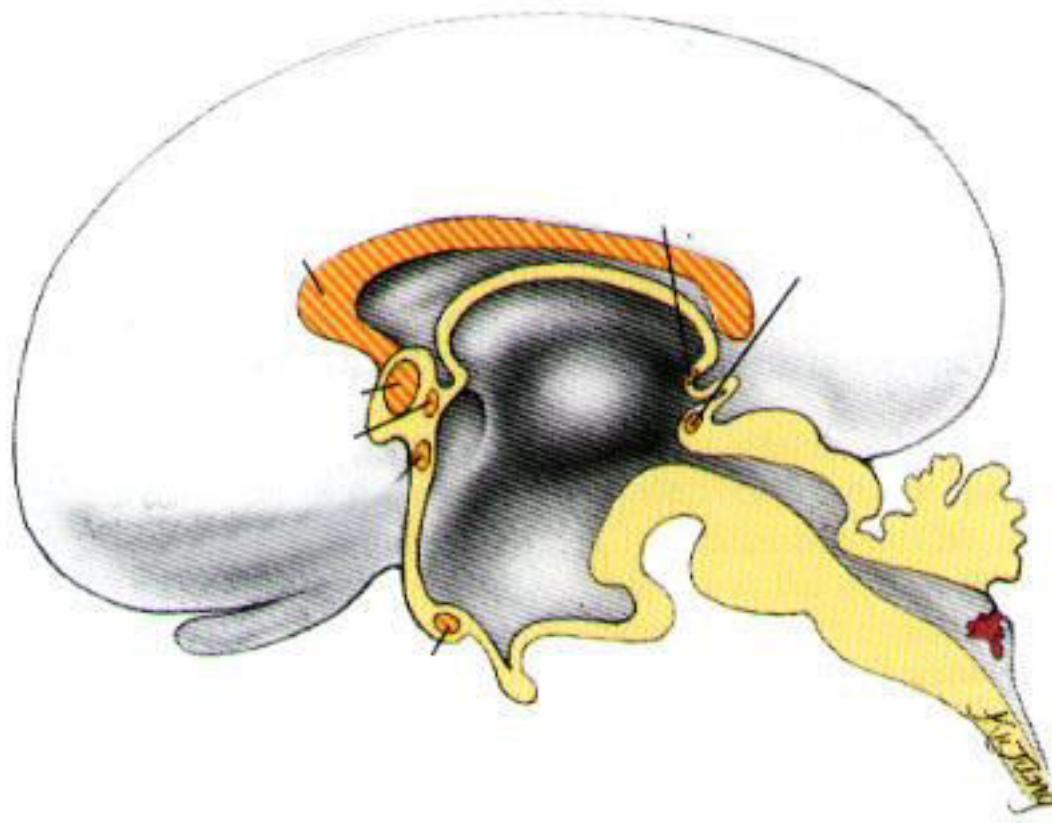
# fornix



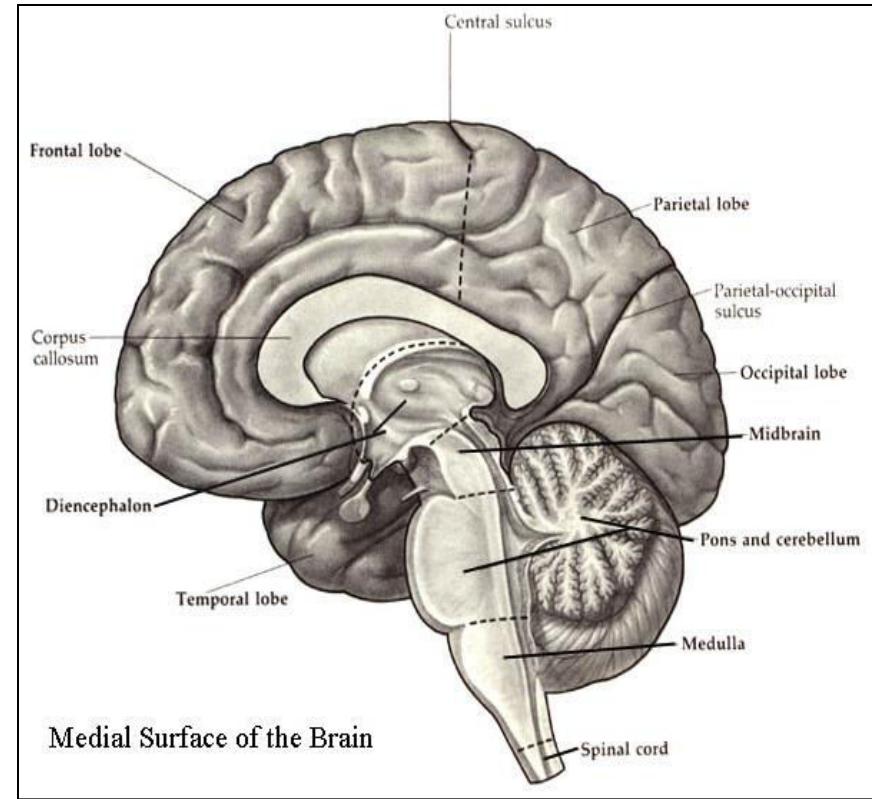
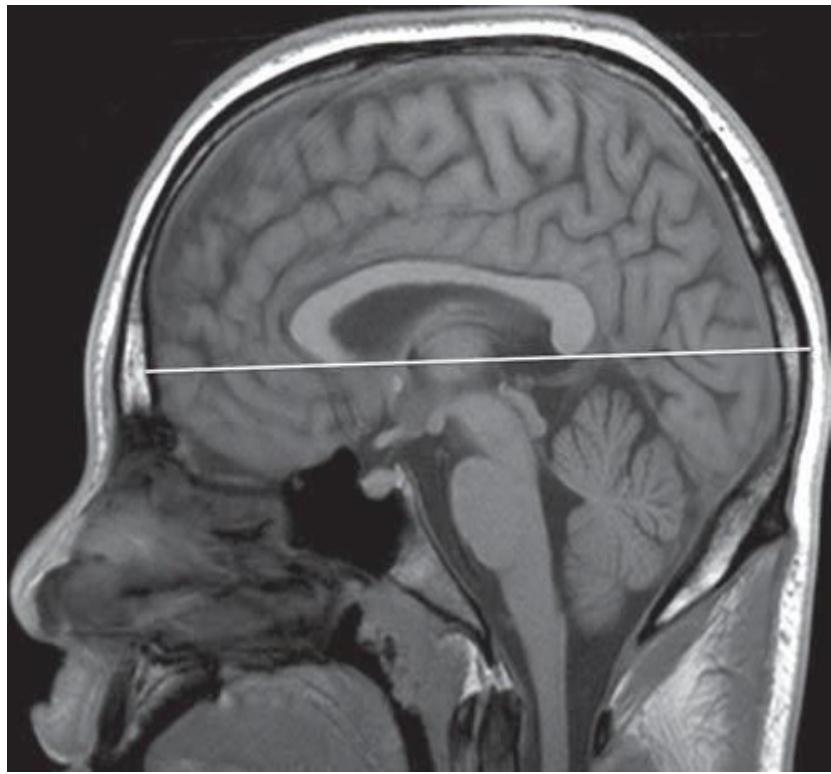
## ventricles

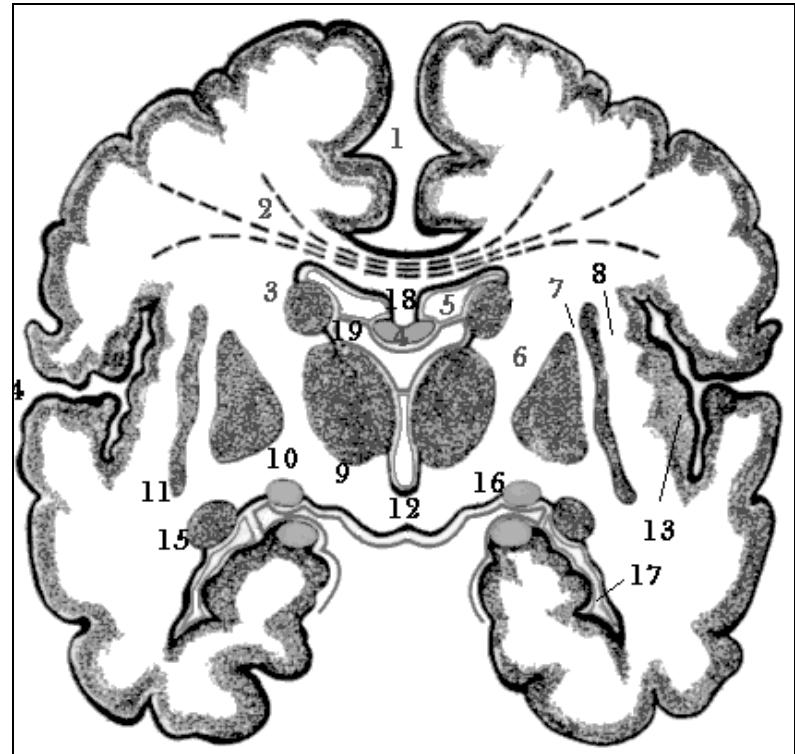
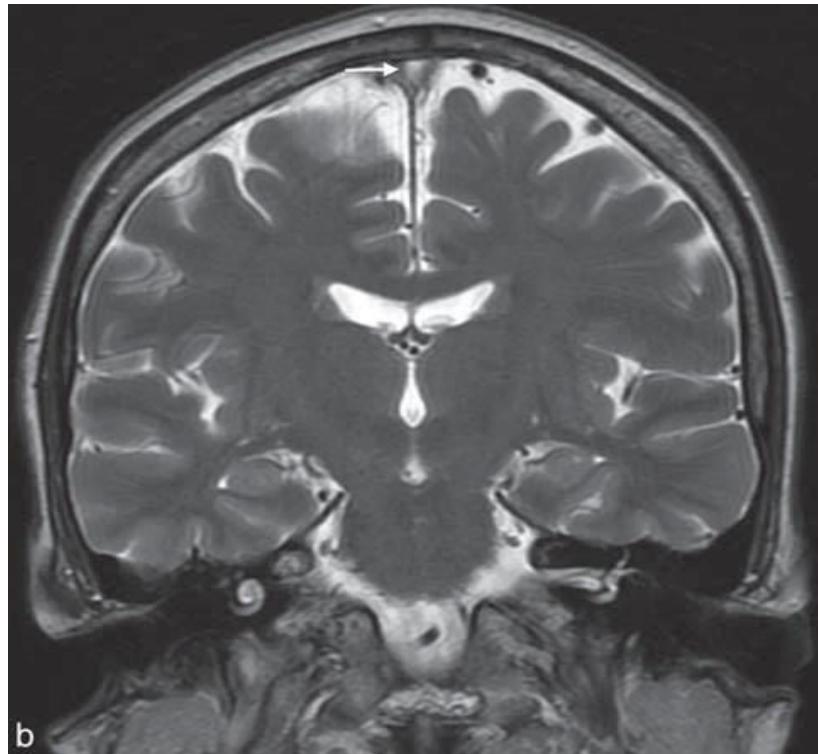


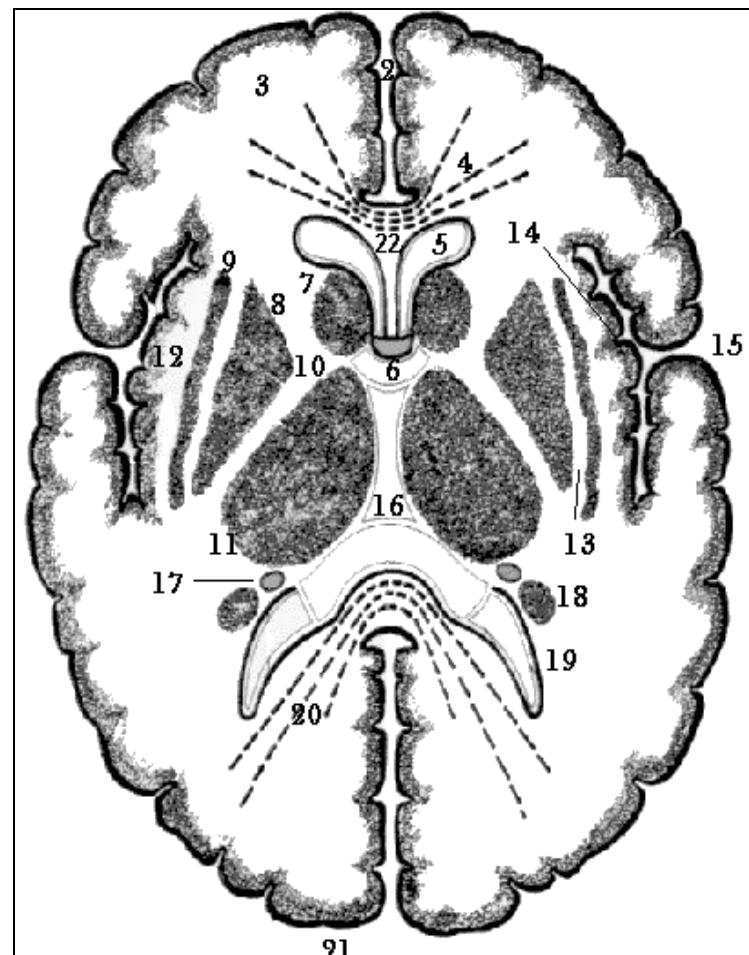
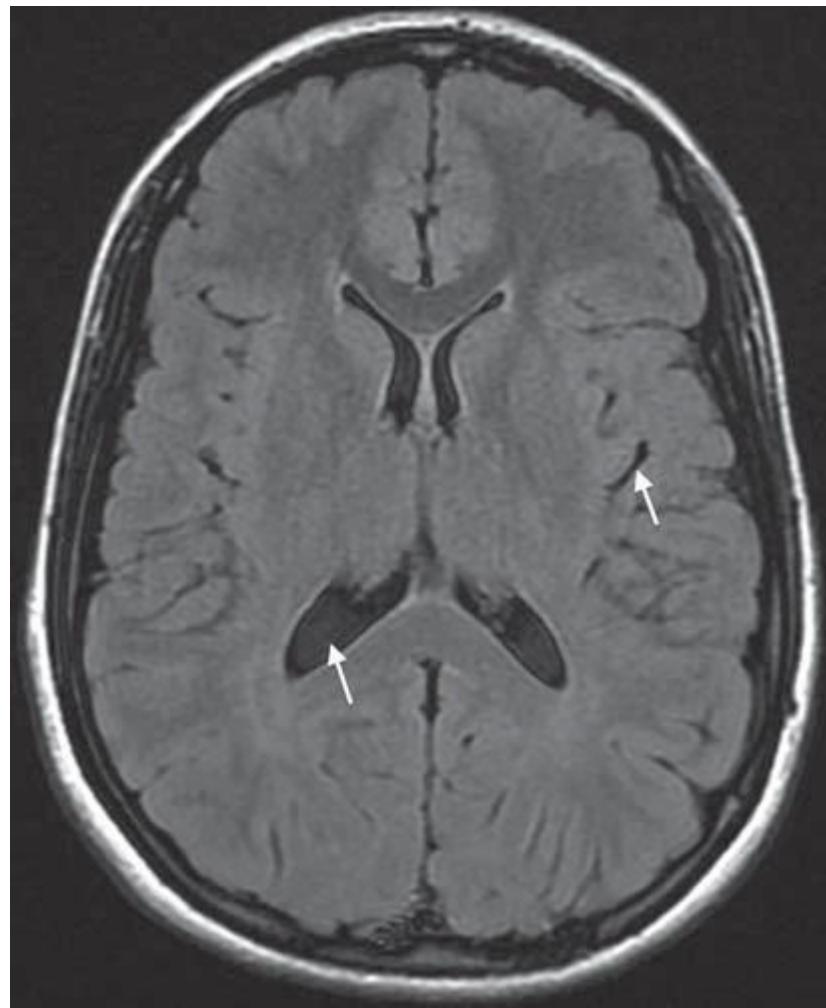
## N caudé



**Les commissures télencéphaliques suivent le mouvement d'enroulement du télencéphale**







8<sup>e</sup> édition

# Embryologie médicale



T. W. Sadler Jan Langman

Traduction et adaptation françaises  
Robert Pagès, Gilbert Belaisch



Éditions Pradel



