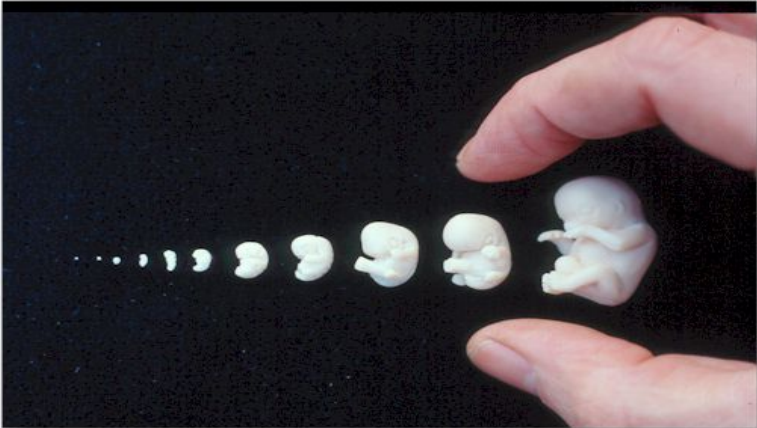


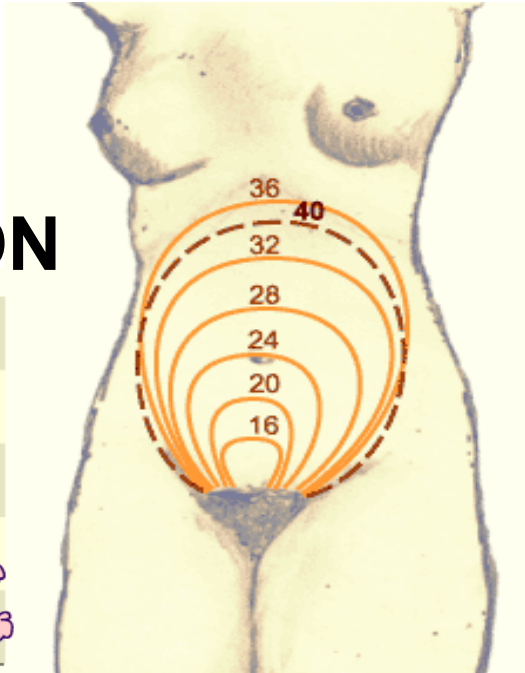
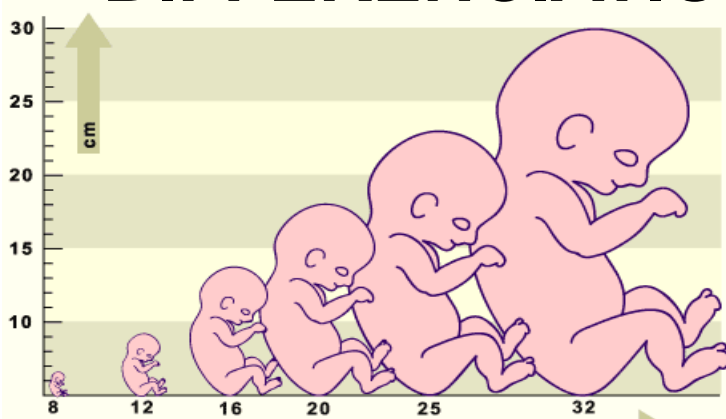
# EMBRYOLOGIE



## ORGANOGENÈSE

## CROISSANCE

## DIFFÉRENCIATION



**EMBRYOGENÈSE**

**ORGANOGENÈSE**

**S1**

**S2**

**S3**

**S4**

**S5 à S8**



**SA3**

**SA4**

**SA5**

**SA6**

**SA7 à SA10**



**EMBRYOGENÈSE**

**ORGANOGENÈSE**

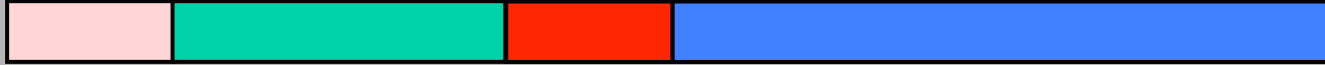
**S1**

**S2**

**S3**

**S4**

**S5 à S8**



**SA3**

**SA4**

**SA5**

**SA6**

**SA7 à SA10**



**= neurulation**  
**= somitogenèse**

# classification Carnegie

**I. période présomitique** stades 1 à 9



**II. période somitique** stades 10 à 12

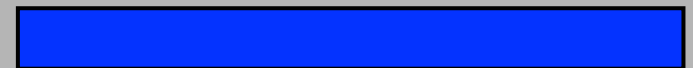
**III. période postsomitique**

stades 13 à 23



S5 à S8

SA7 à SA10

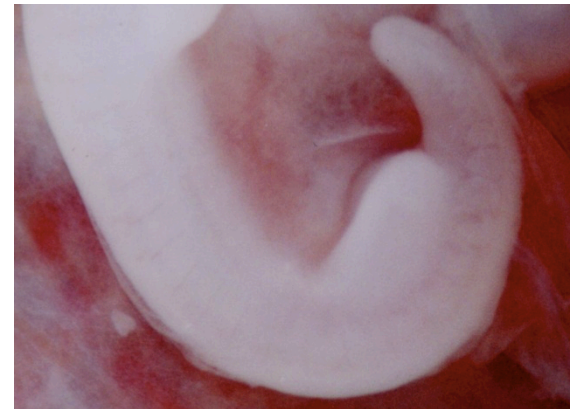


## membres inférieurs :



**stade 13** vers 28 jours  
apparition du bourgeon du membre inférieur

**stade 14** vers 32 jours  
deux bords (pré-axial et post-axial)  
veine marginale



**ped :**



**stade 15** vers 33 jours

**première ébauche du pied**

**moitié crâniale arrondie**

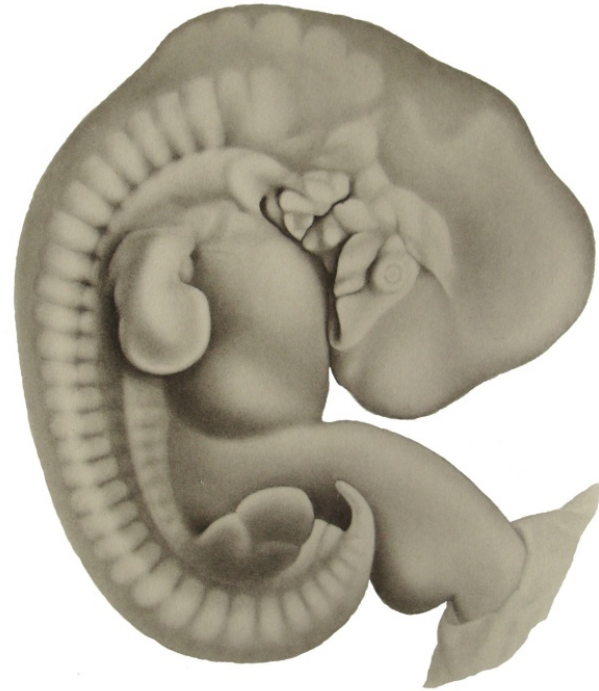
**moitié caudale aplatie :**

**palette du pied**



**crête épiblastique apicale**

**condensation mésenchymateuse à la racine du membre  
troncs nerveux issus des premières racines lombaires**



**stade 16** vers 37 jours

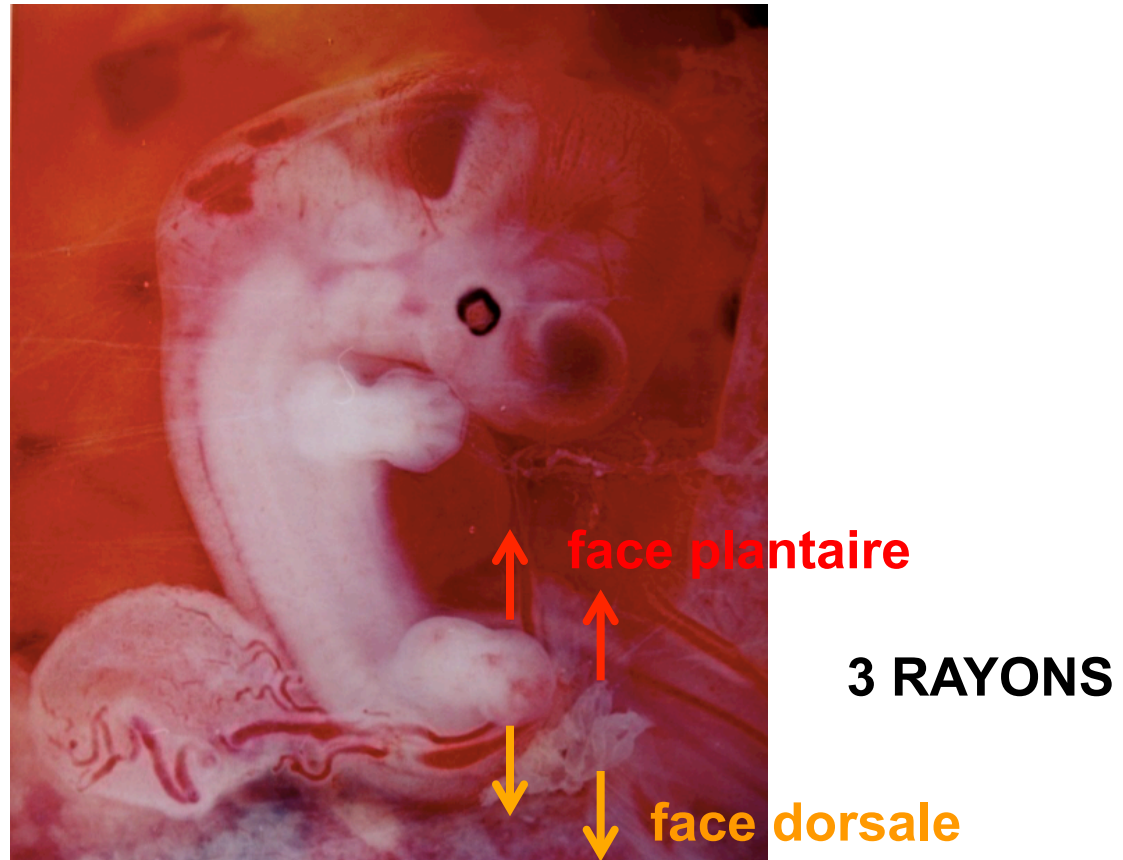
**centre de croissance du pied  
partie du nerf tibial s'étend à la base  
de la palette pédieuse**





**stade 17** vers 41 jours (11 à 14 mm)

**région centrale (tarse)  
PLAQUE DIGITALE**



**stade 17** vers 41 jours (11 à 14 mm)

**région centrale (tarse)  
PLAQUE DIGITALE**



**stade 18** vers 44 jours

**allongement global  
des membres inférieurs**

**pieds :**

**région proximale**

**plaque digitale périphérique – non encore crênelée**

**– rayons orteils**

**visibles**

**stade 19** vers 47 - 48 jours  
membres parallèles

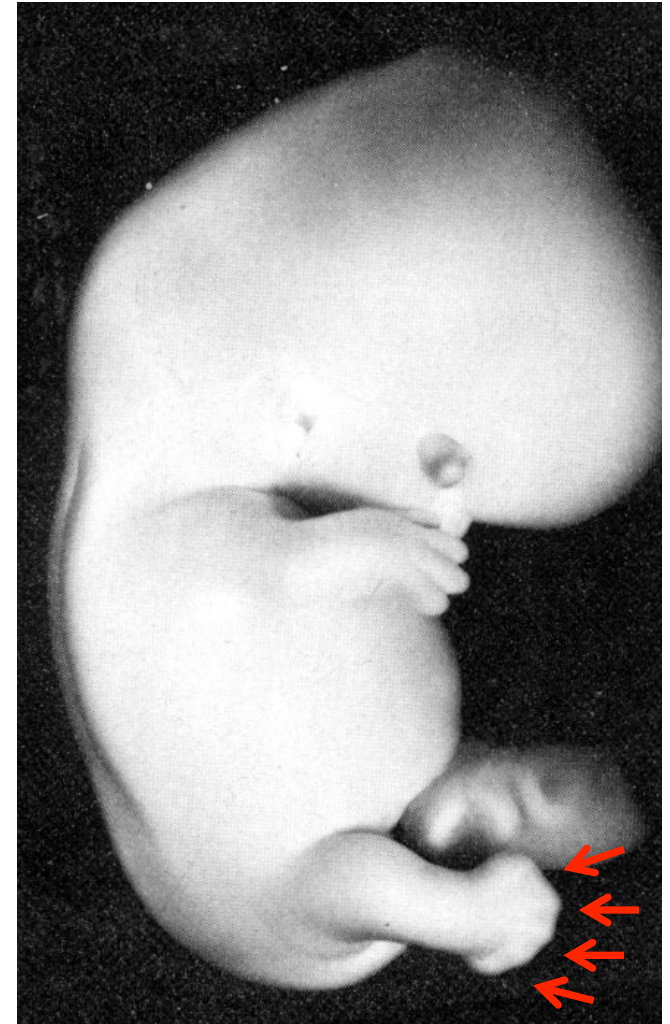
**stade 20** vers 50 - 51 jours

**incurvation des membres inférieurs**

**encoches interdigitales**

**condensation mésenchymateuse calcaneus**

**ébauches ligaments latéraux de la cheville**





**stade 21 vers 52 jours**

**pied rigoureusement plat**

**métatarse dans le prolongement  
direct du tarse**

**condensation mésenchymateuse sustentaculum tali  
apparition de la tubérosité postéro-interne du calcaneus**

**ébauches : os naviculaire**

**+/- cuboïde, 1<sup>er</sup> cunéiforme**

**métatarsiens**

**phalanges proximales des 3 rayons médians**

**stade 22 vers 54 jours**



**allongement global  
des membres inférieurs**

**orteils se rejoignent sur  
la ligne médiane**



**flexion plantaire des pieds  
ébauches des os chondrifiées, **sans aucun début d'ossification****

**stade 23** vers 56 - 57 jours

**croissance littéralement emballée en deux jours**

**pieds (4,5 mm) sont en position de varus équin – adduction  
surfaces plantaires se regardent l'une l'autre en direction médiale**

**tous les éléments du tarse et du métatarse sont chondrifiés  
(sauf les sésamoïdes)**

**cavités articulaires**

**assez fréquemment : ponts cartilagineux entre talus et calcaneus  
ou entre 3<sup>ème</sup> cunéiforme et 3<sup>ème</sup> métatarsien**

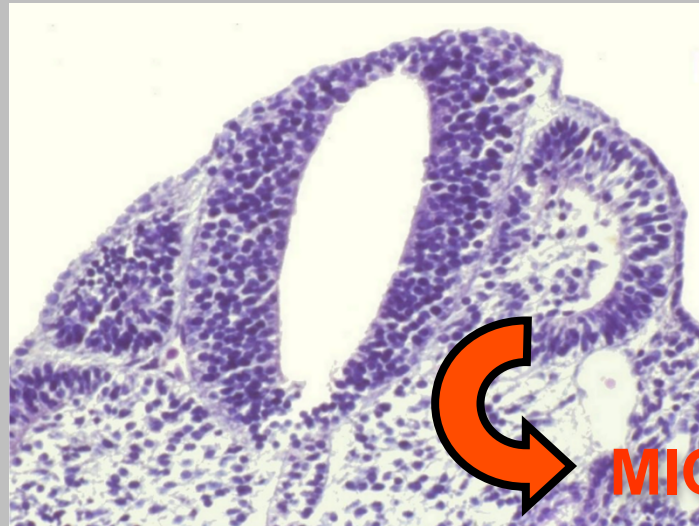
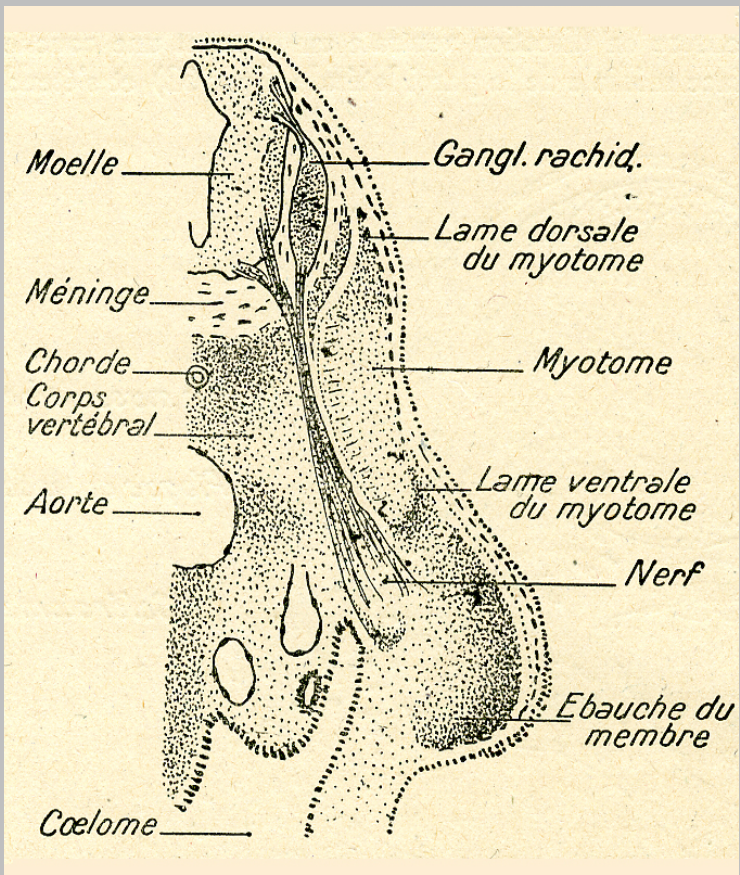
(Kawashima T, Uthoff HK; 1990)



**AU TOTAL**, à la fin de la période embryonnaire :

**formation de deux pieds dont le plan général paraît très achevé**

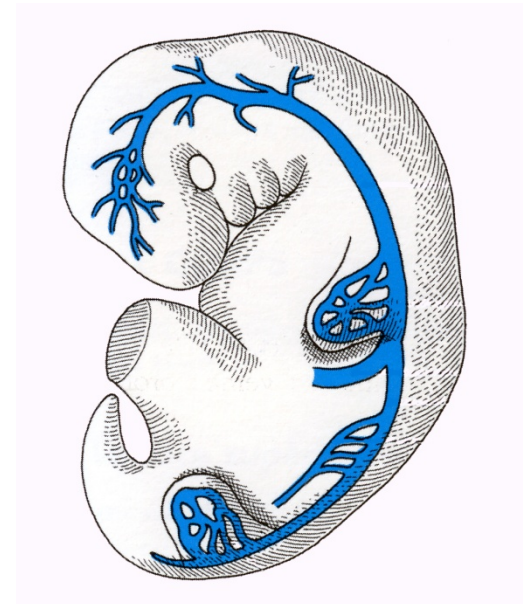
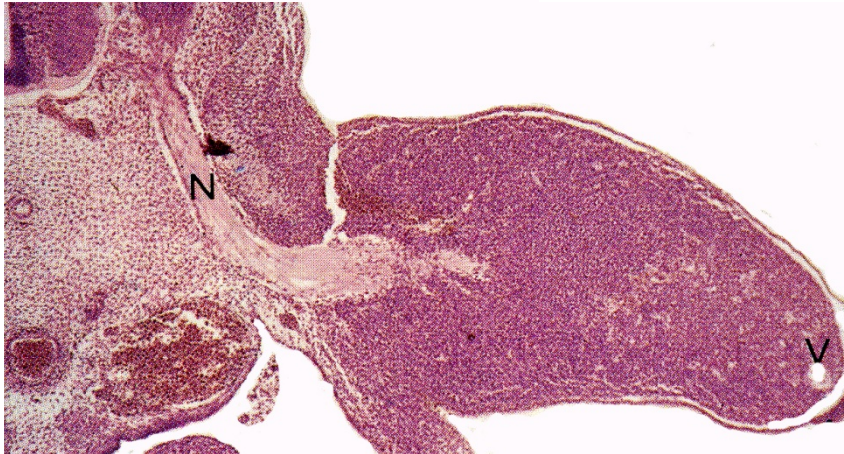
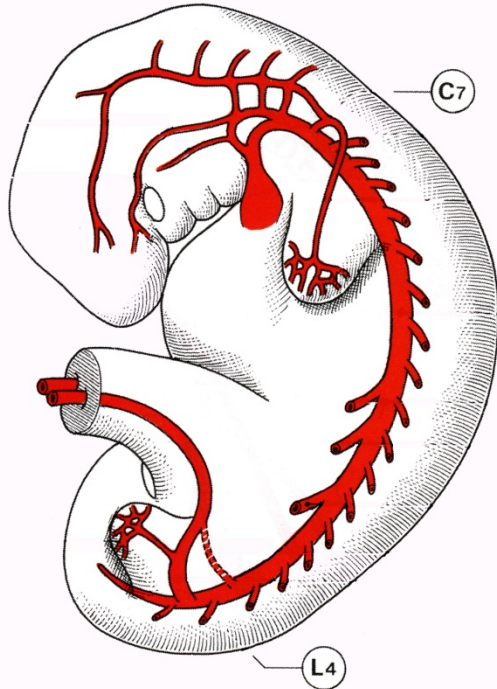




**MIGRATION**

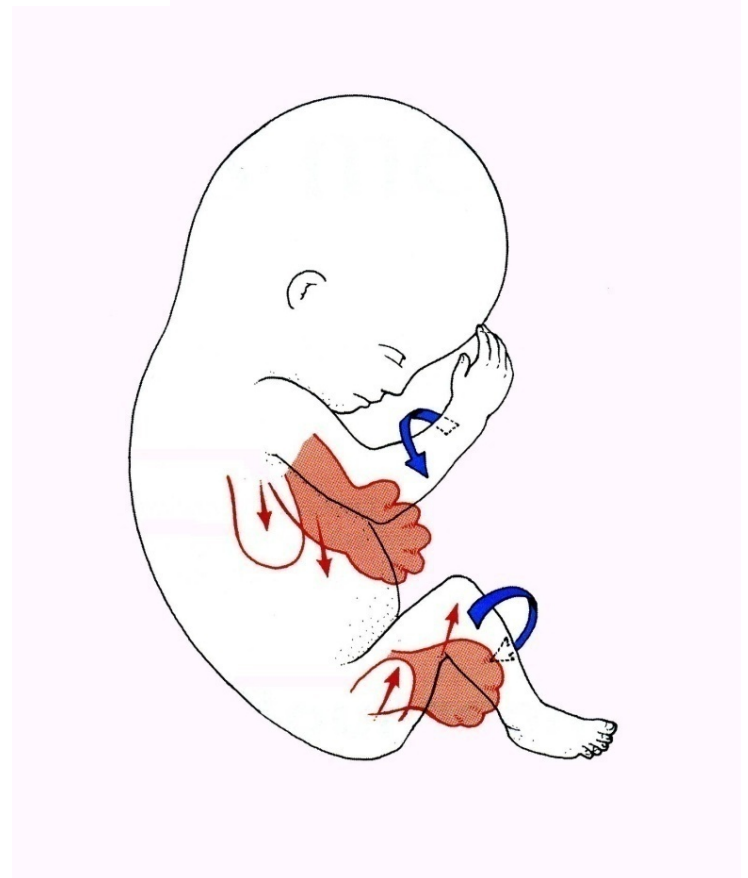
# Evolution du système vasculaire

modifié d'après P. KAMINA  
in: Précis d'Anatomie Clinique 2002



**DIFFÉRENCIATION TISSULAIRE  
et  
CROISSANCE**

**- rotation médiale du membre inférieur :**



**ped**

**équin, varus et adduction diminuent graduellement  
après 10 semaines  
position neutre à 11 semaines**

- disparition de l'adduction du 1<sup>er</sup> métatarsien et du 1<sup>er</sup> orteil :

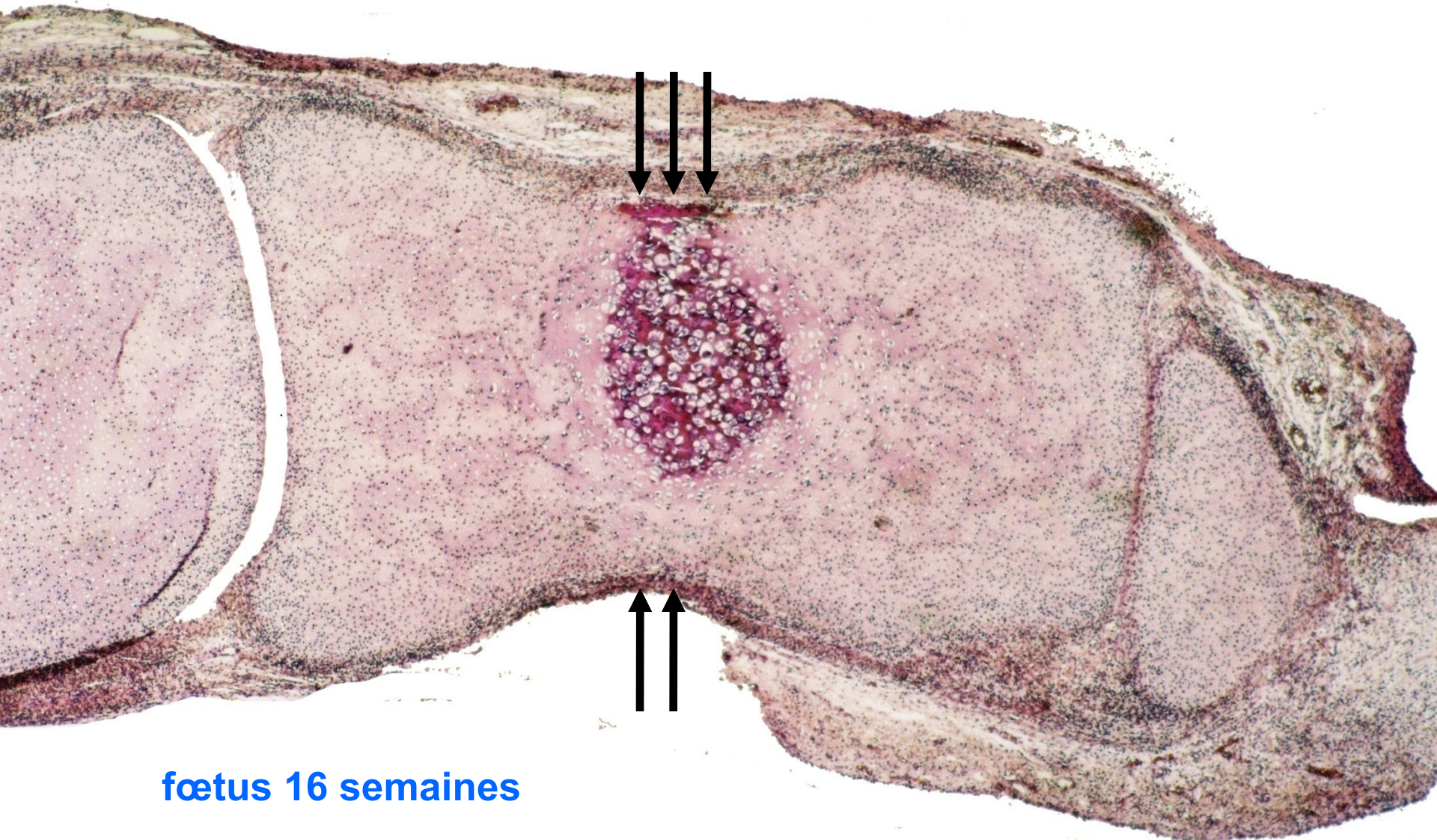


**stade 12 vers 54 jours**



**foetus 11 semaines**

- ossification :



foetus 16 semaines

## **AVANT LA NAISSANCE :**

### **- métatarsiens :**

- . ossification périostique entre 8 et 10 semaines
- . ossification endochondrale après 11 semaines

### **- phalanges proximales et médiales : après 16 semaines**

### **- phalanges distales :**

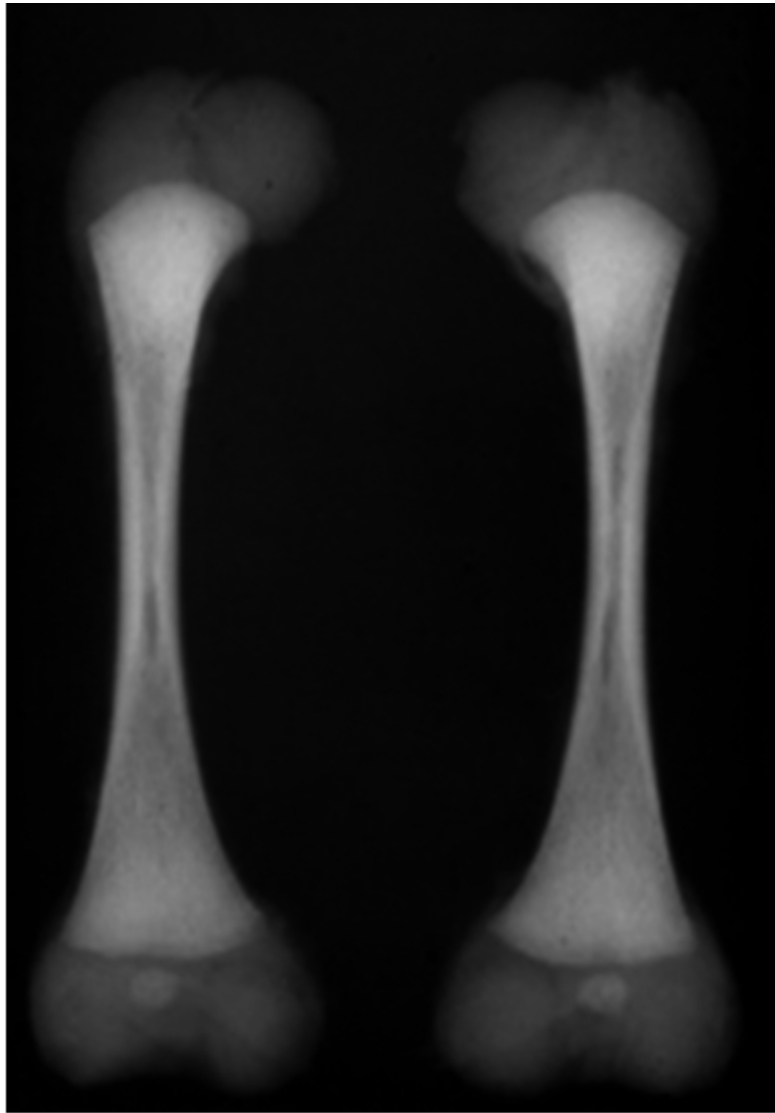
- . ossification membraneuse distale vers 11 semaines
- . ossification endochondrale (distal → proximal)

### **- TARSE :**

### **CALCANEUS :**

- . ossification périostique du calcaneus vers 13-14 semaines
- . ossification endochondrale vers 15-16 semaines

### **TALUS : vers 7 mois**



**les clichés radiographiques  
fournissent surtout des indications  
en fin de grossesse,**

**avec l'apparition des**

germes dentaires      vers 20 – 21 SA

**point calcanéen      vers 22 – 26 SA**

**point astragalien      vers 26 – 30 SA**

points d'ossification épiphysaires :

fémoral inférieur      vers 34 – 38 SA

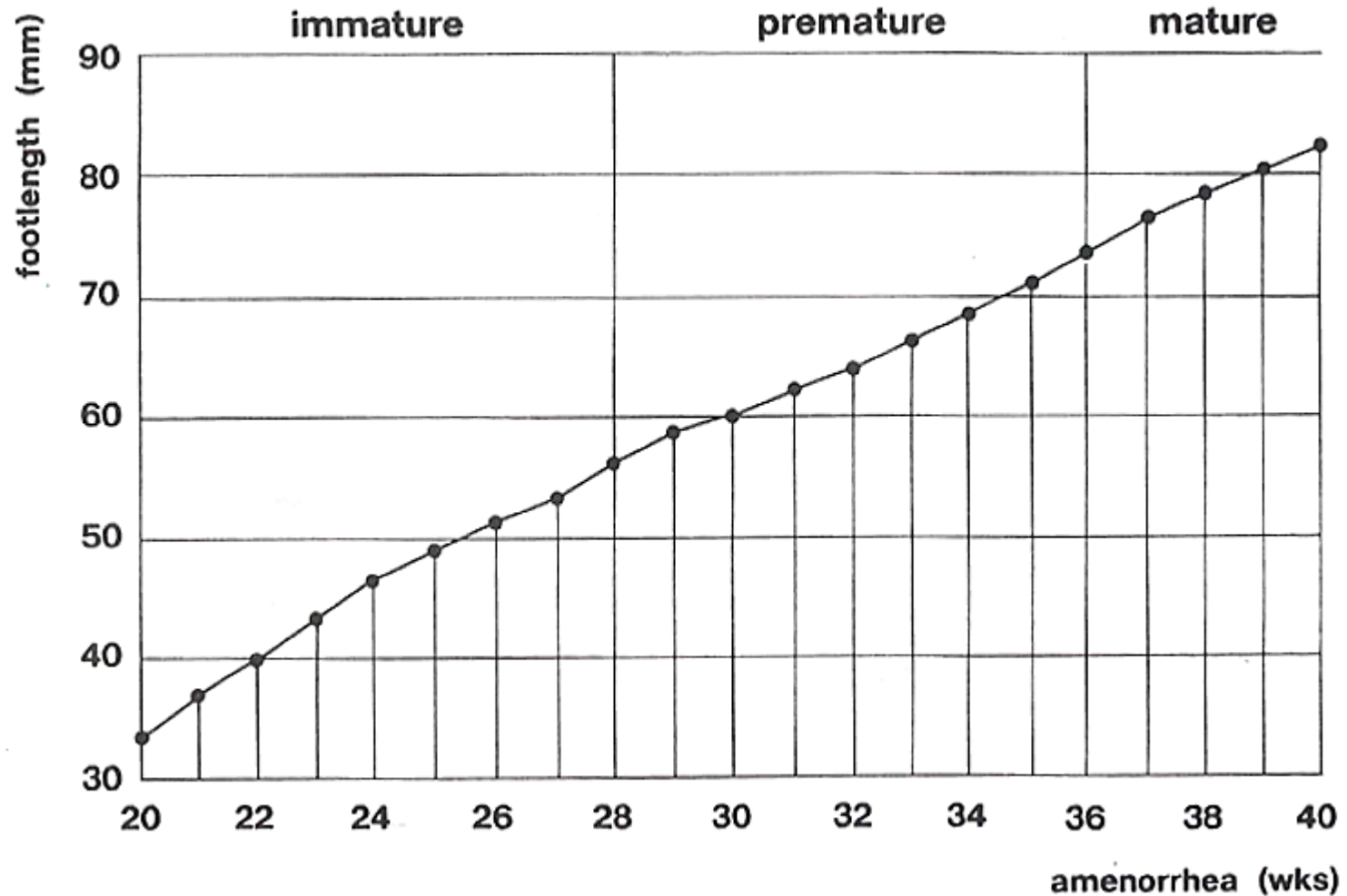
tibial supérieur      vers 36 – 40 SA

in : Kalifa GK, Barbet JP, Labbé F, Houette A, Sellier N

*Value of systematic post mortem examination of fetuses – 400 cases*

**Pediatr Radiol 1989; 19/2:111-113**





## longueur du pied, en fonction de l'âge gestationnel

In : Becker MJ et Becker AE. *Pathology of late fetal stillbirth*. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1989.

## **Gènes du développement :**

- spécification de la position du bourgeon**
- spécification des axes du membre en formation**

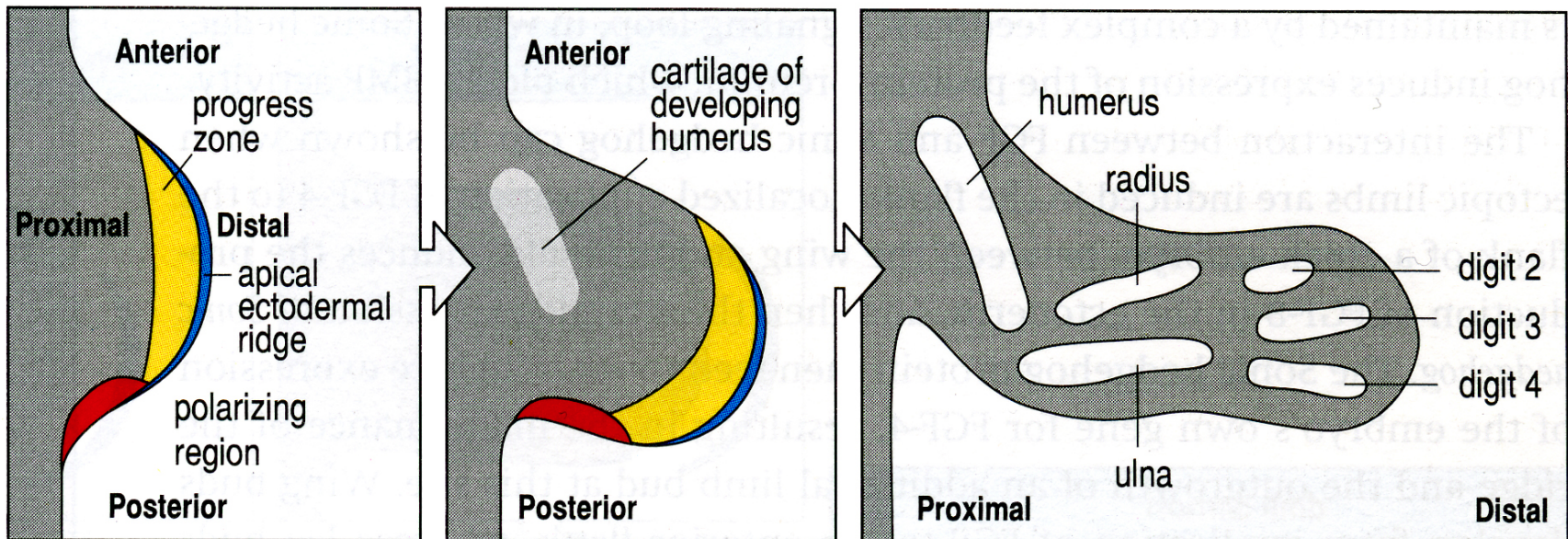
**MEMBRE = champ morphogénétique**

# Mise en place de l'axe proximo-distal :



**crête épiblastique apicale**

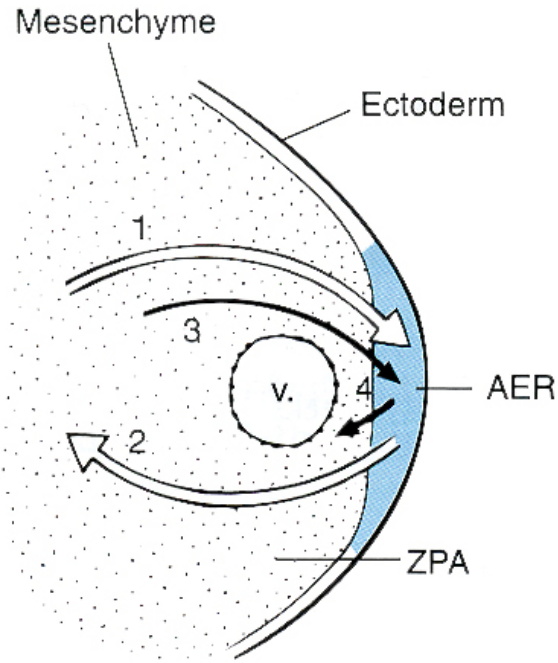
**zone de progression**



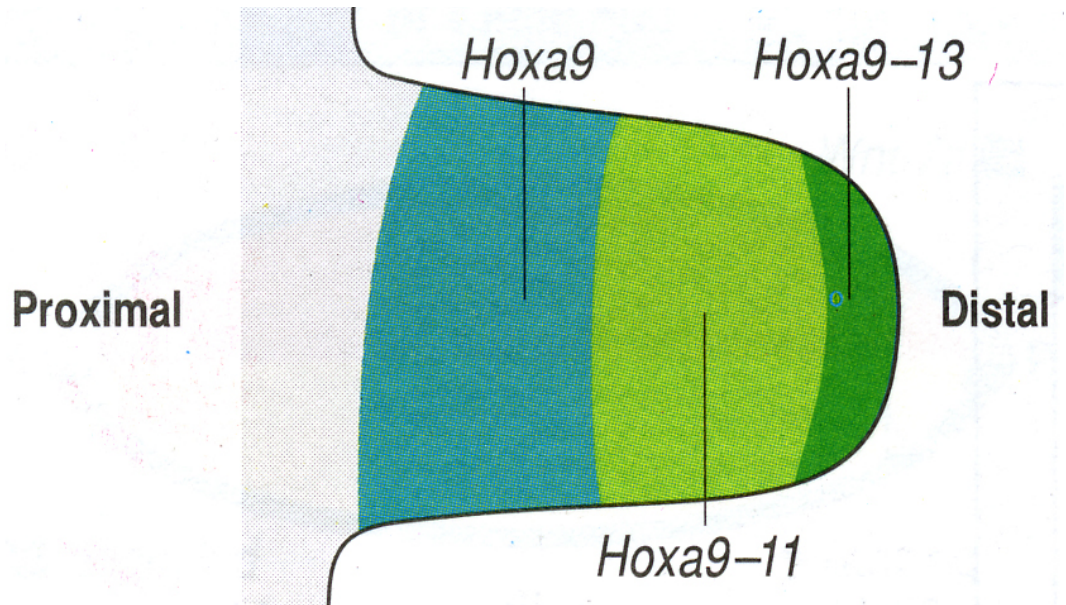
# facteurs de croissance fibroblastique

**FGF10**

**FGF4, FGF8**



## gènes Hox



**Stylopode**

1-2-3-4-5-6-7-8-**9**-10-11-12-13

*Fgf10*

**Zeugopode**

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-**11**-12-13

**11**

**Autopode**

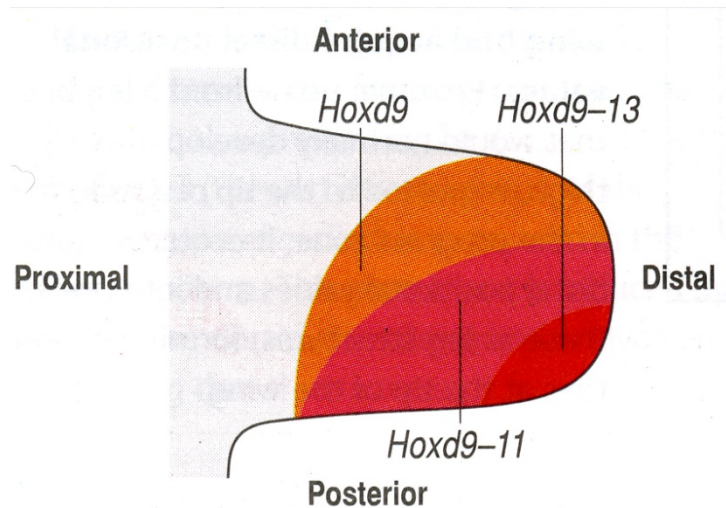
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-**13**

**13**  
*Shh*

## Mise en place de l'axe antéro-postérieur :



zone de polarisation



***Shh*** = sonic hedgehog

**FGFs, BMPs**

# Mise en place de l'axe dorso-ventral :



**morphogènes épiblastiques**

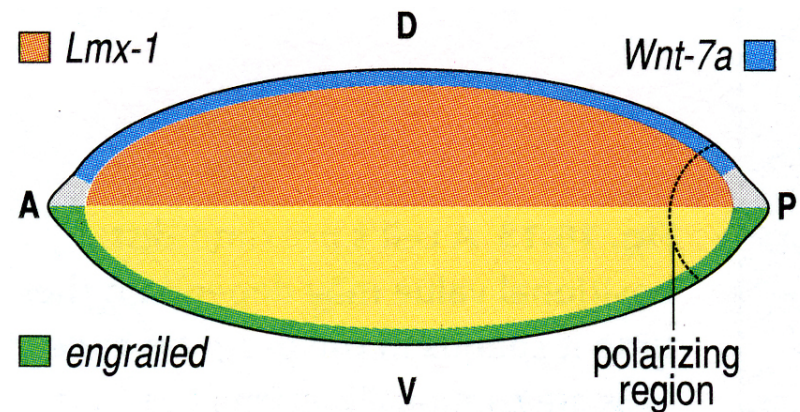
**dorsalisants**

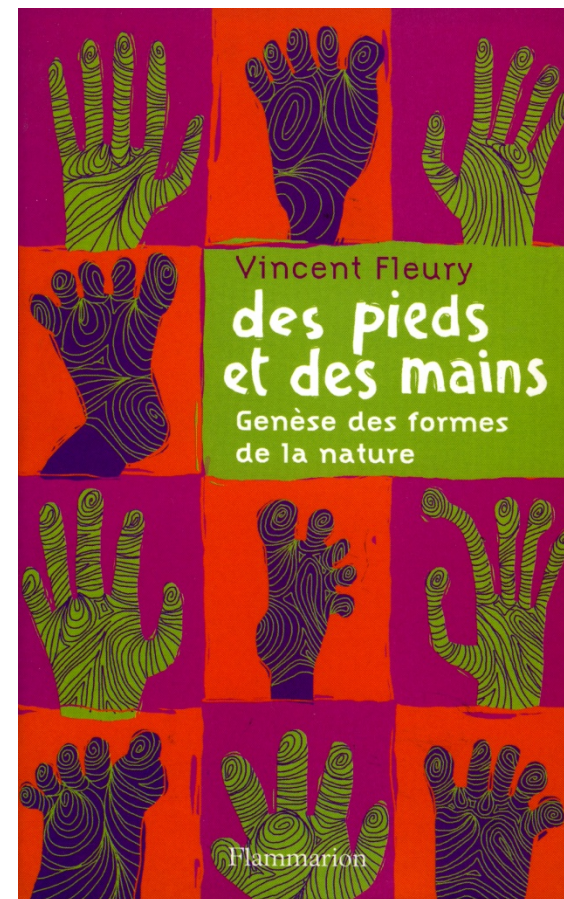
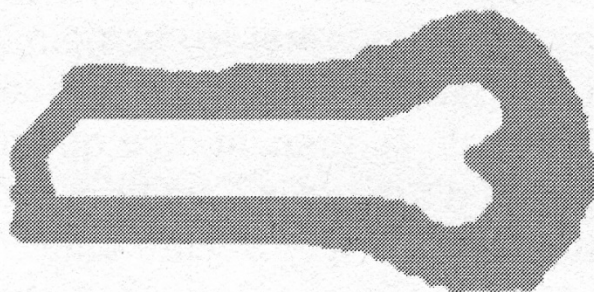
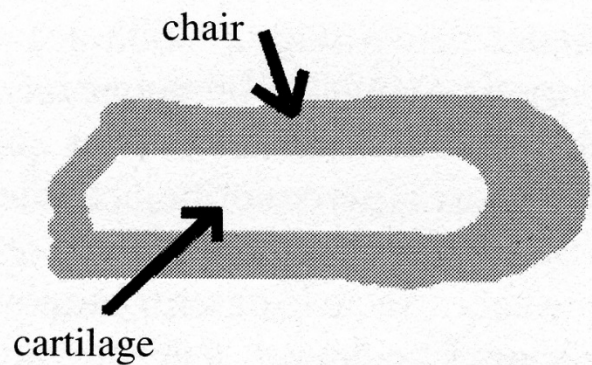
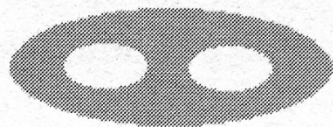
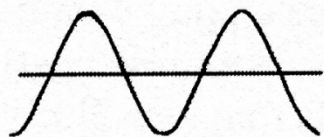
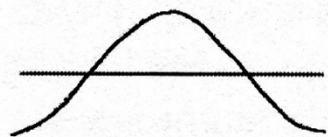
**Wnt7**

**Shh, facteurs de transcription**

**ventralisants**

**engrailed**







# PÉRIODE EMBRYONNAIRE

principales ébauches

