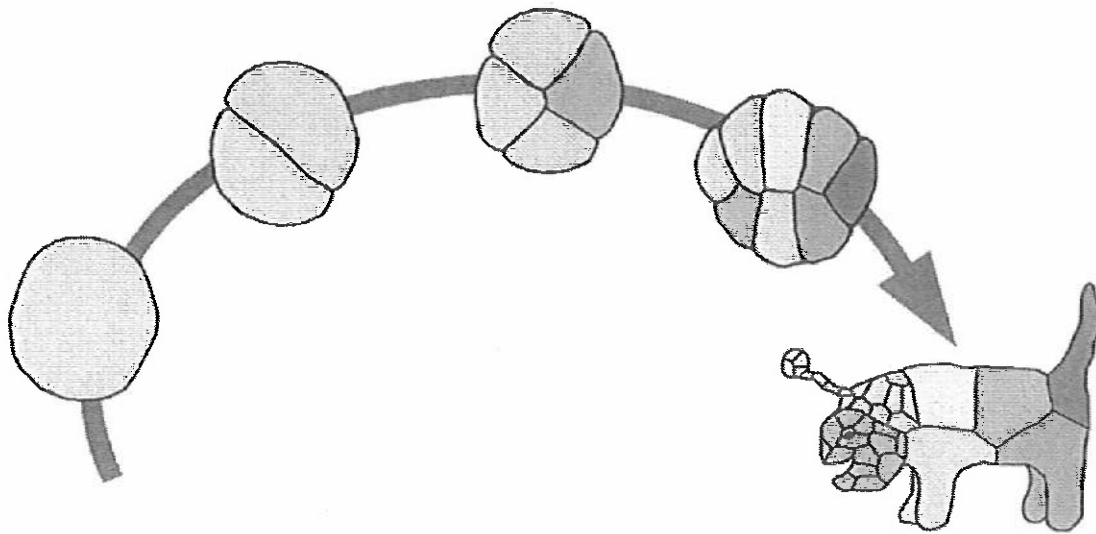


DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (1)

Problématique, tique, tique



Comment une cellule sait-elle qui elle est ?

Comment sait-elle ce qu'elle doit faire ?

Une cellule embryonnaire est-elle déterminée ?
Et quand ?

Qu'est-ce qui détermine une cellule ?

Ses voisines ? Son histoire ? Ses gènes ?

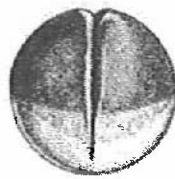
D'où viennent les instructions ?

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (2)

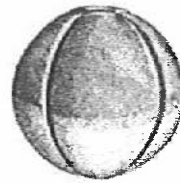
Vue générale du Dév. Embr. du Xénope



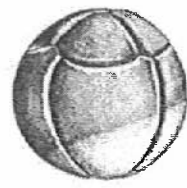
A



B



C



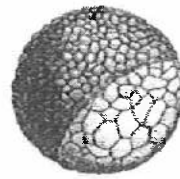
D



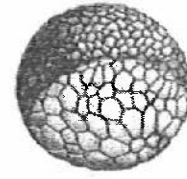
E



F



G

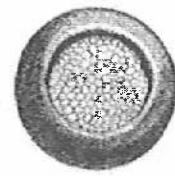


G'

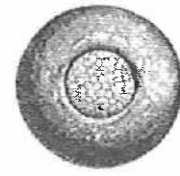
Segmentation



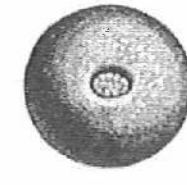
H



I

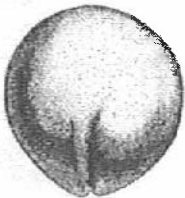


J

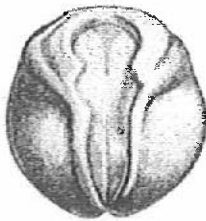


K

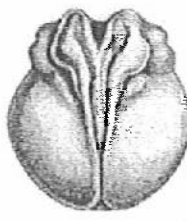
Gastrulation



L



M

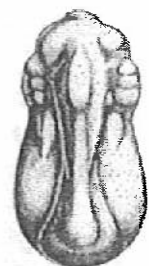


N



O

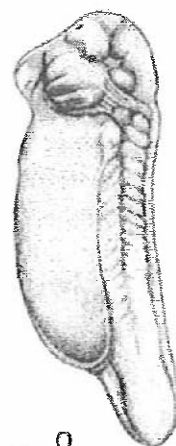
Neurulation



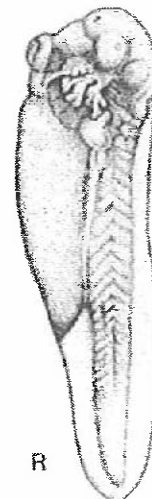
P



P'



Q

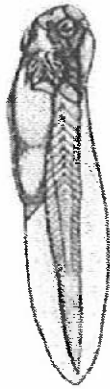


R

Organogenèse

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (3)

Le développement post-embryonnaire



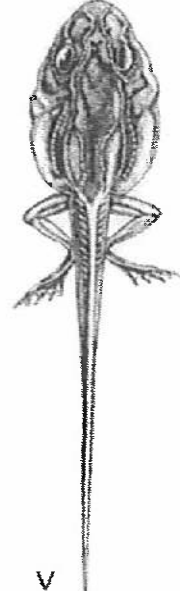
S



T

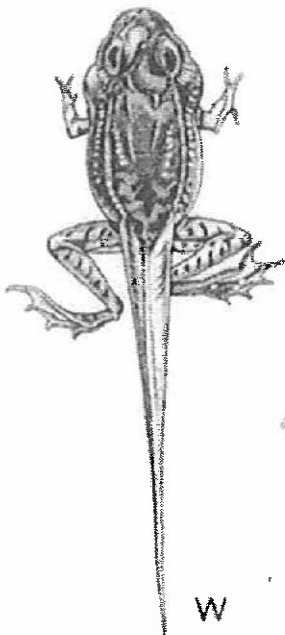


U

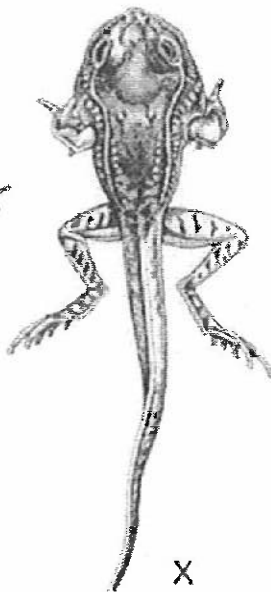


V

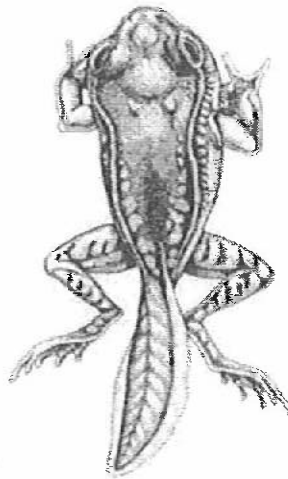
Vie larvaire



W



X



Y

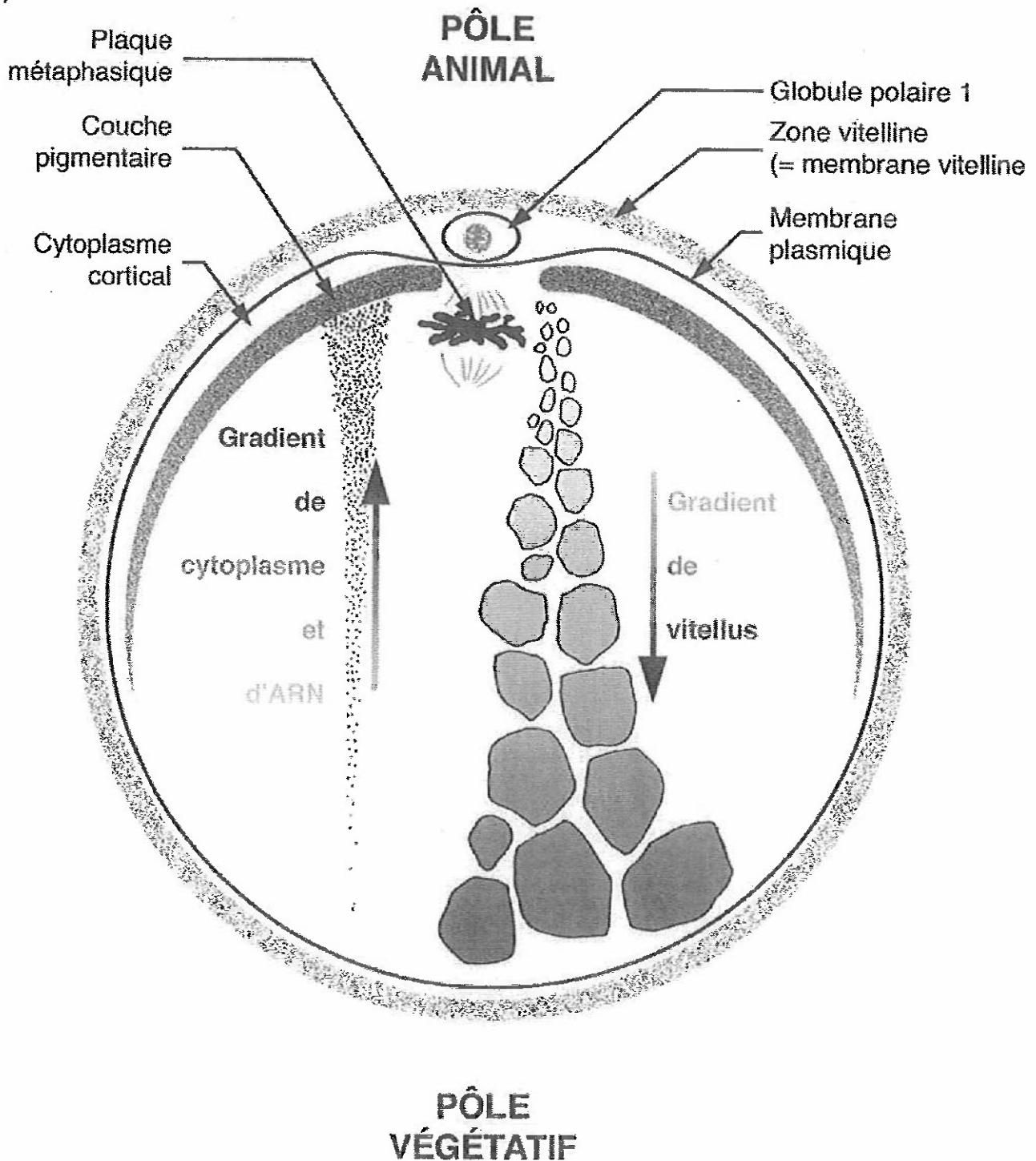


Z

Métamorphose

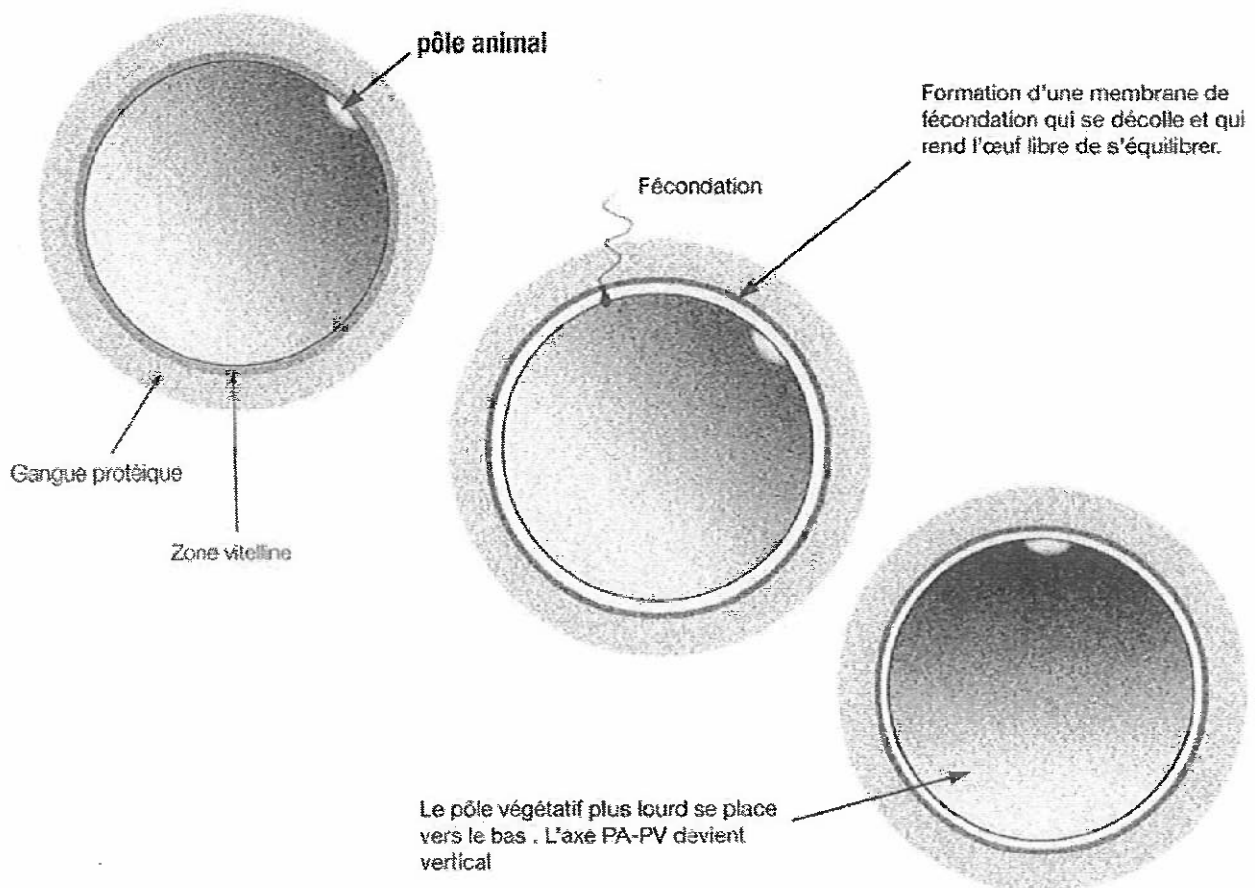
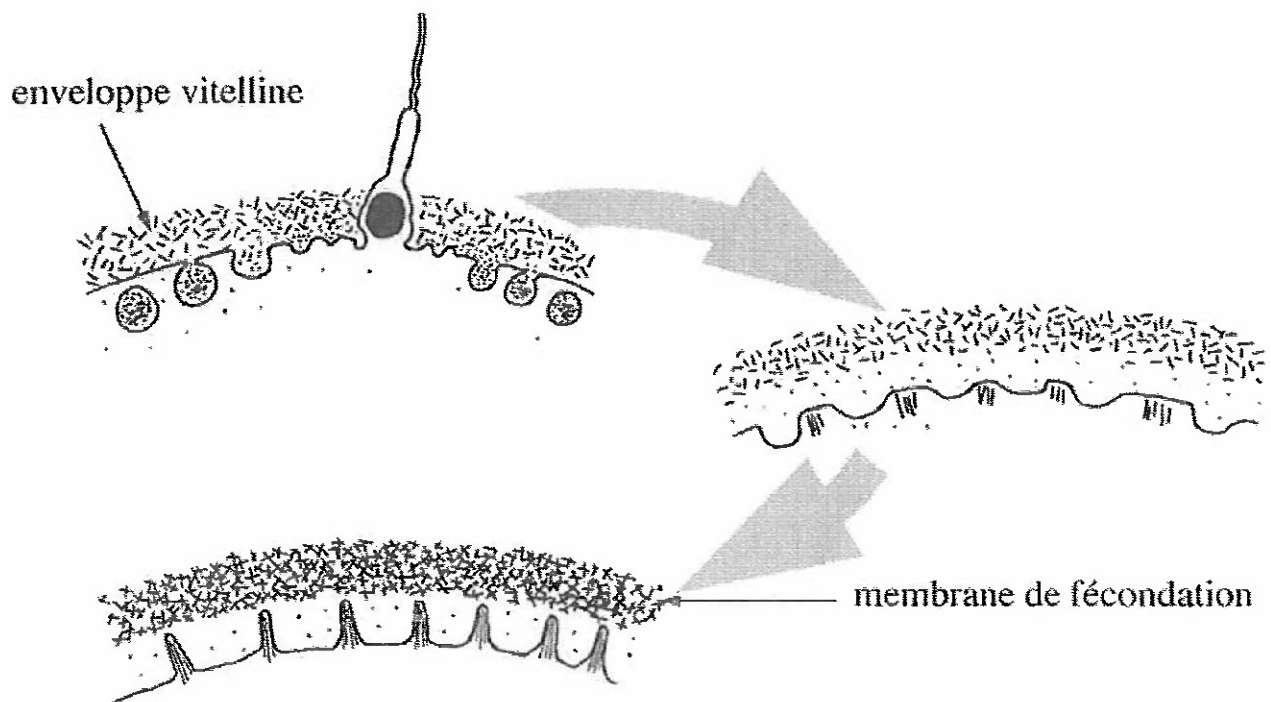
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (4)

L'ovocyte de Xénope



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (5)

Réaction corticale et équilibration

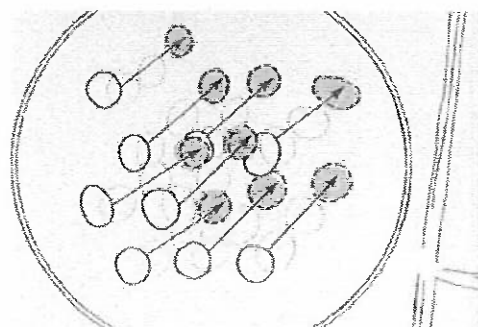
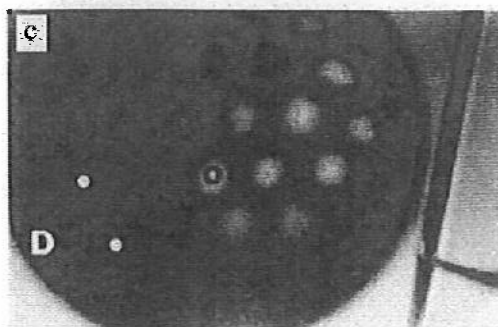
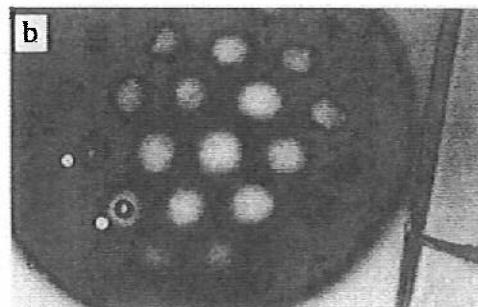
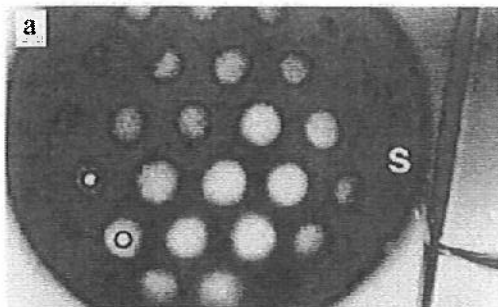
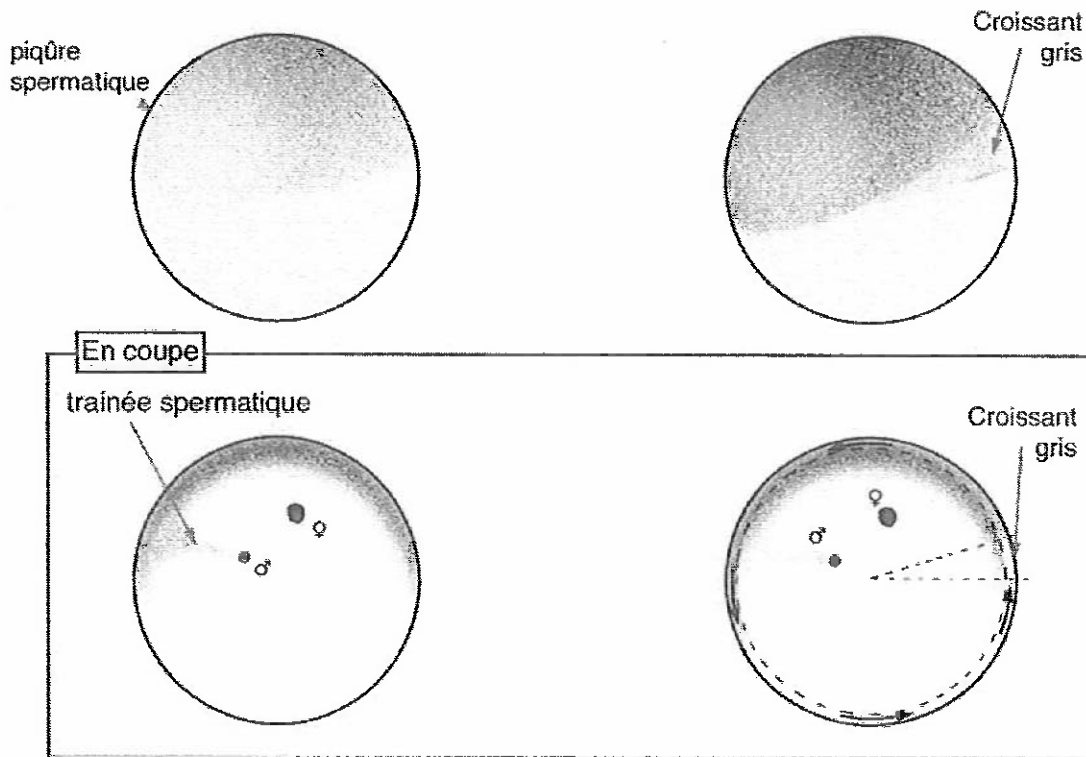


DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (6)

Piqûre spermatique et symétrisation

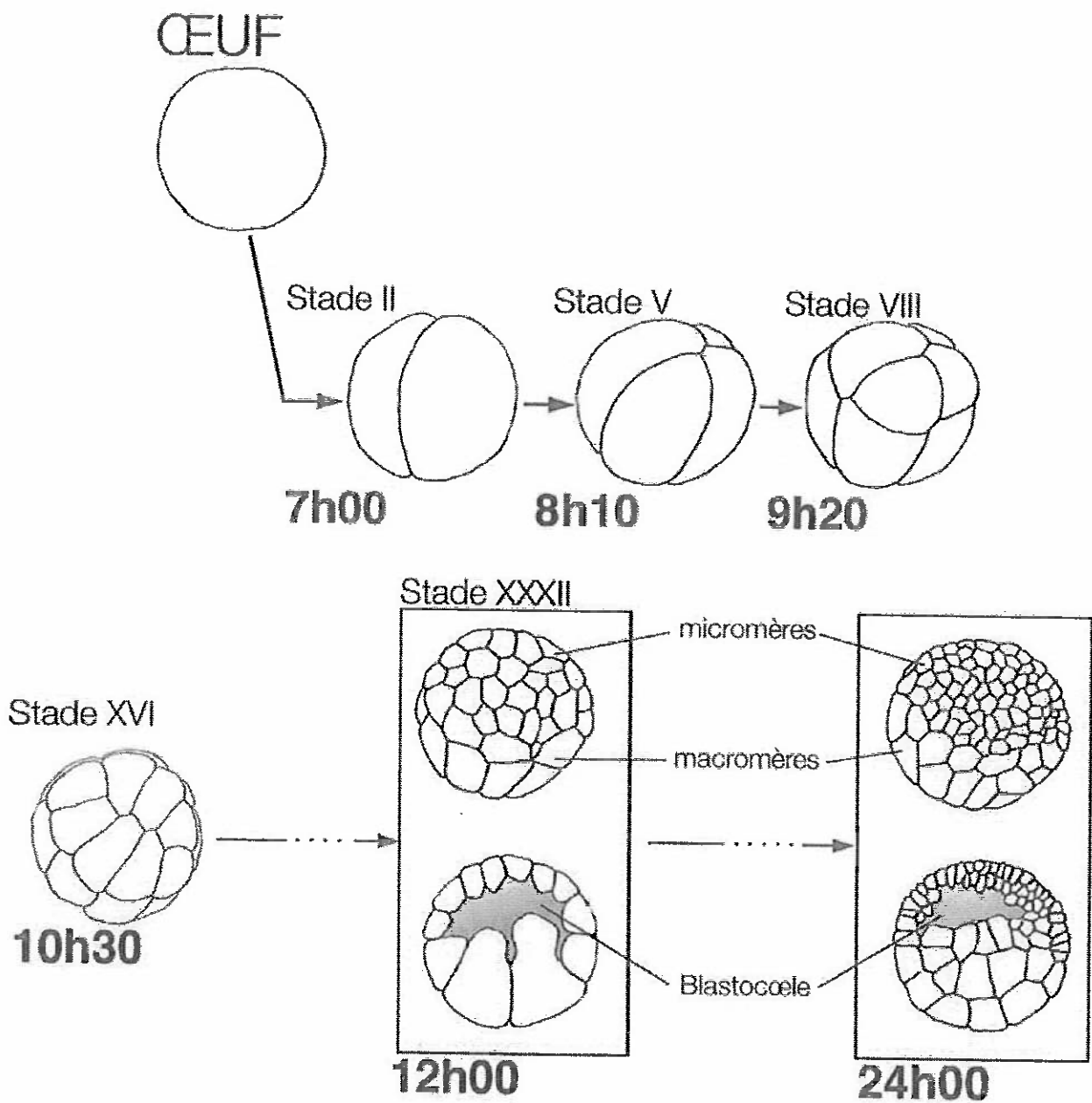
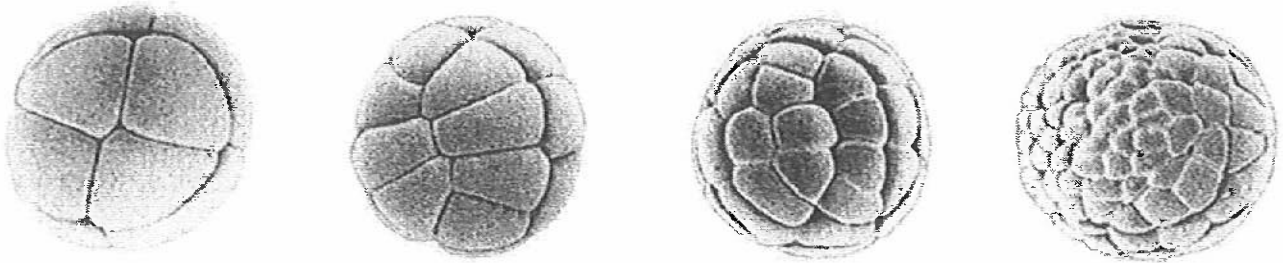
Rotation de symétrisation :

Rotation de 30° de la couche externe du cytoplasme autour d'un axe passant par le centre de l'œuf et normal au plan constitué par l'axe PA-PV et le point d'insertion du spermatozoïde (le point de piqûre spermatique).



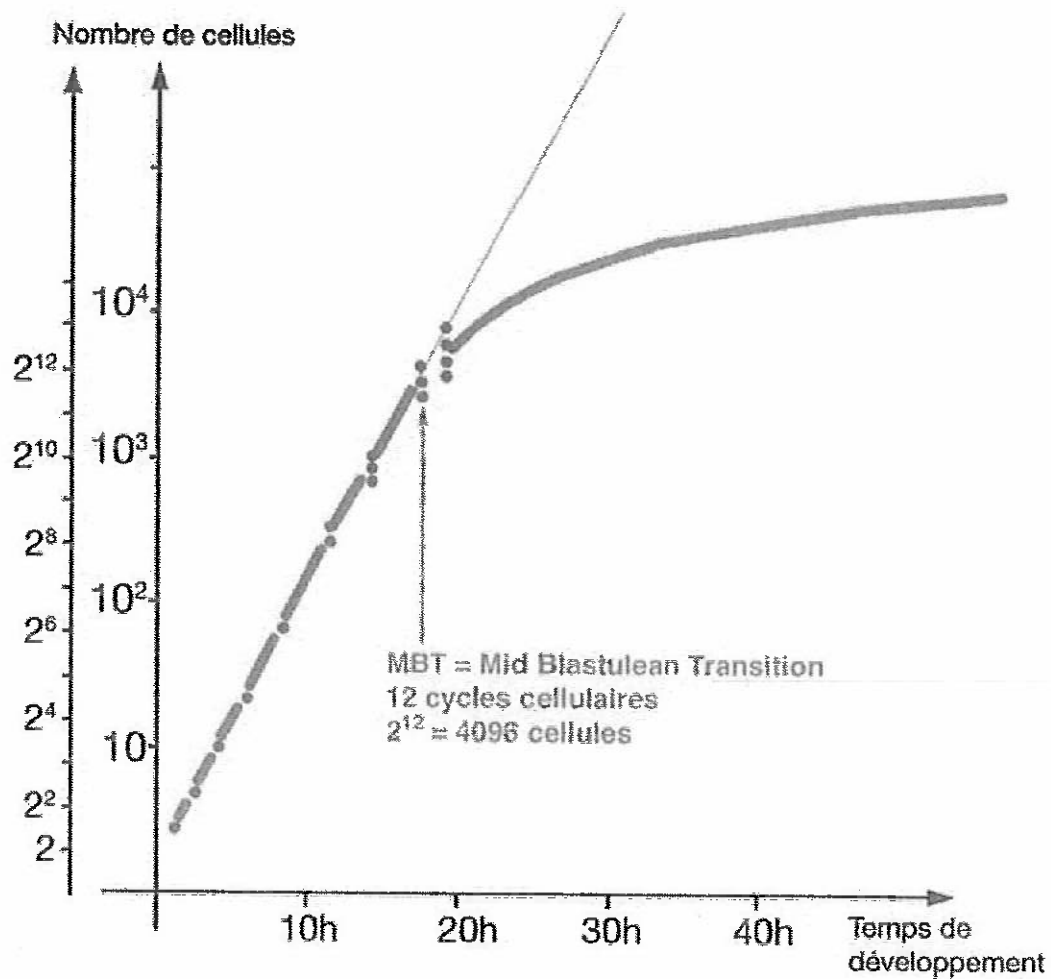
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (7)

La segmentation

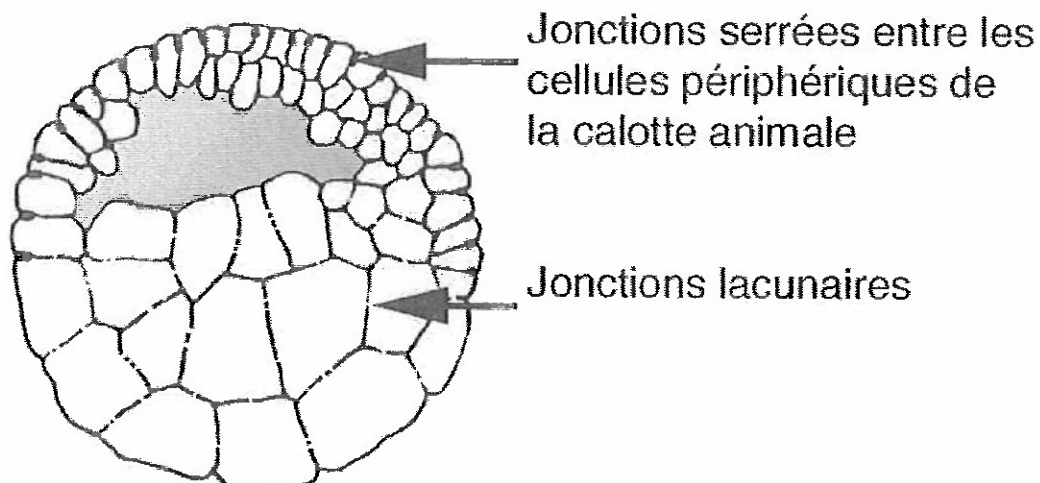


DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (8)

Cinétique de la segmentation



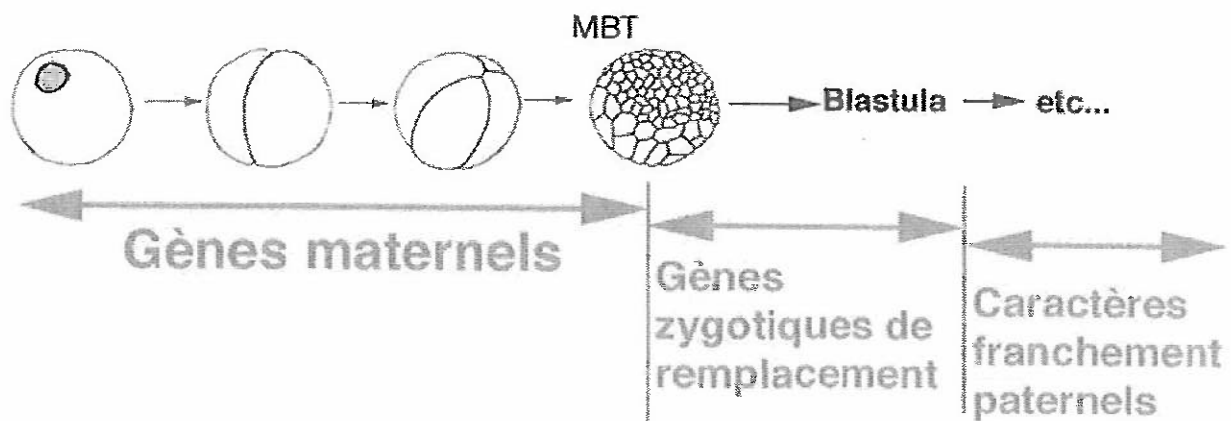
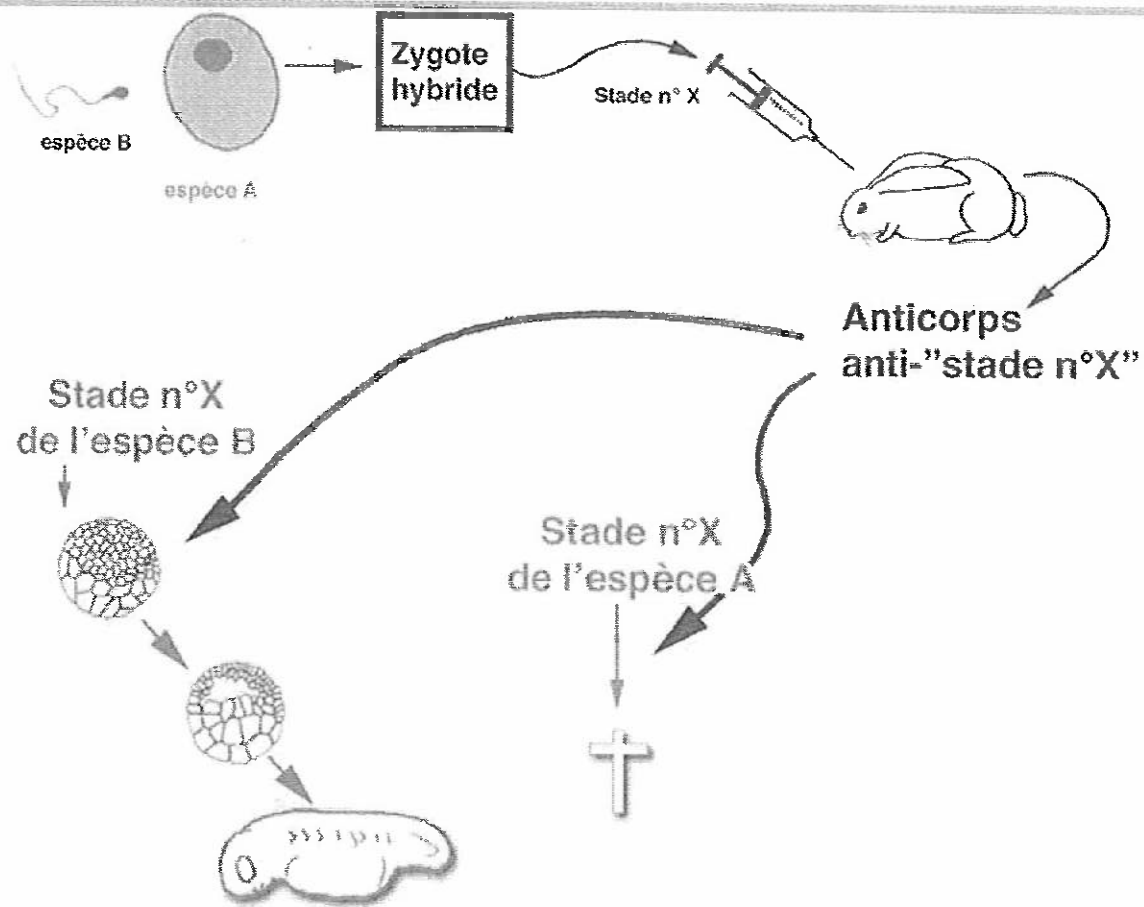
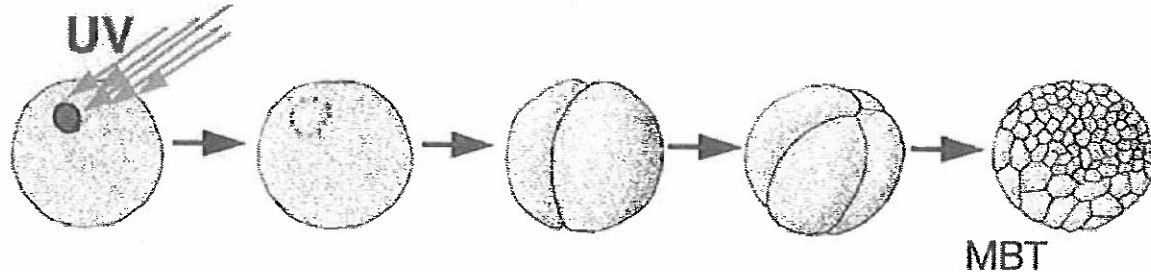
Complexes jonctionnels dans une blastula



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (9)

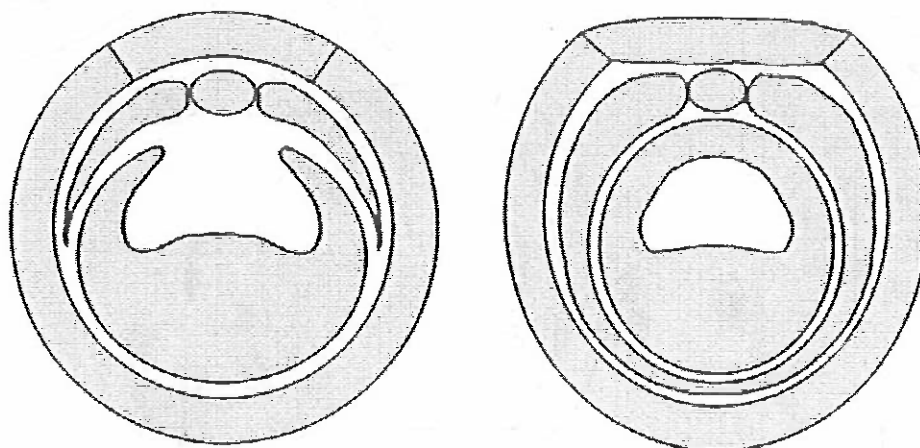
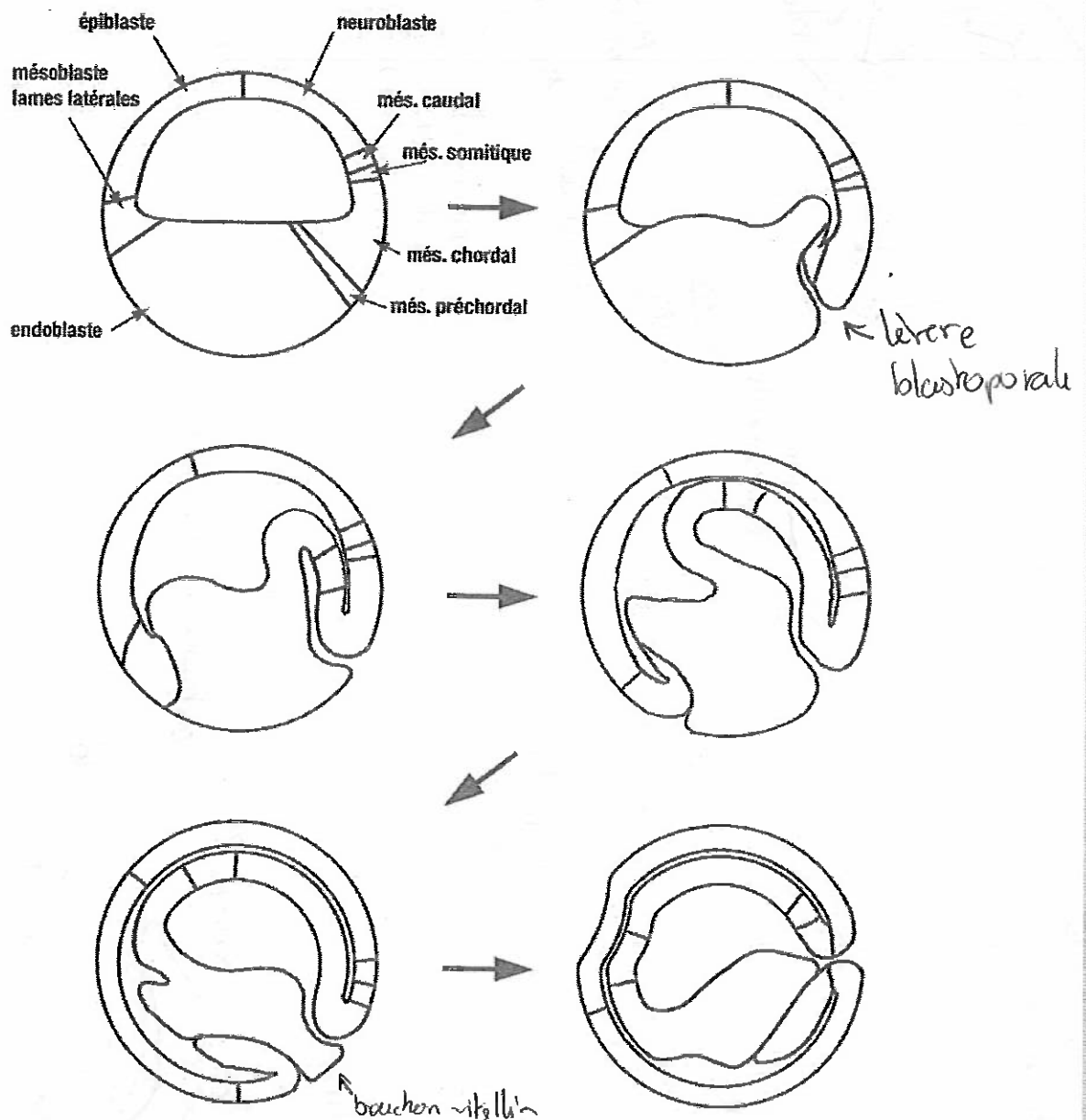
Expression génétique lors de la segmentation

Segmentation et expression génétique



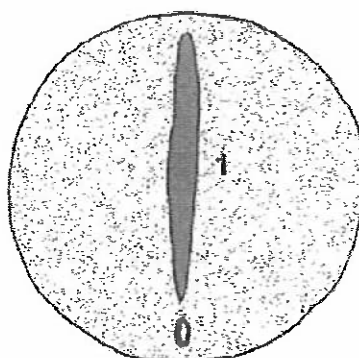
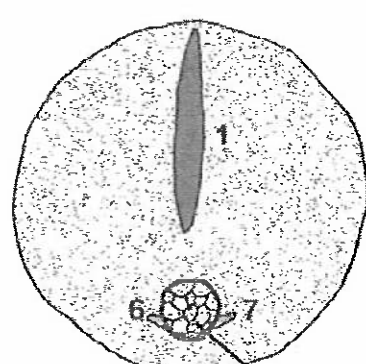
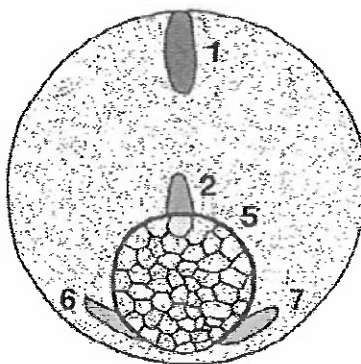
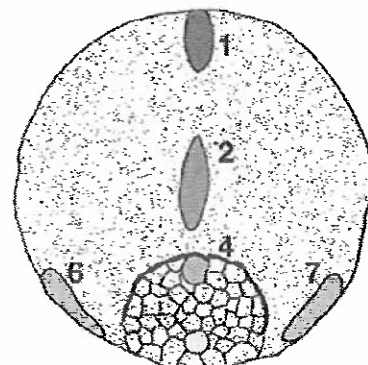
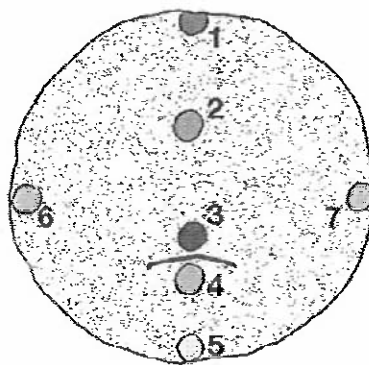
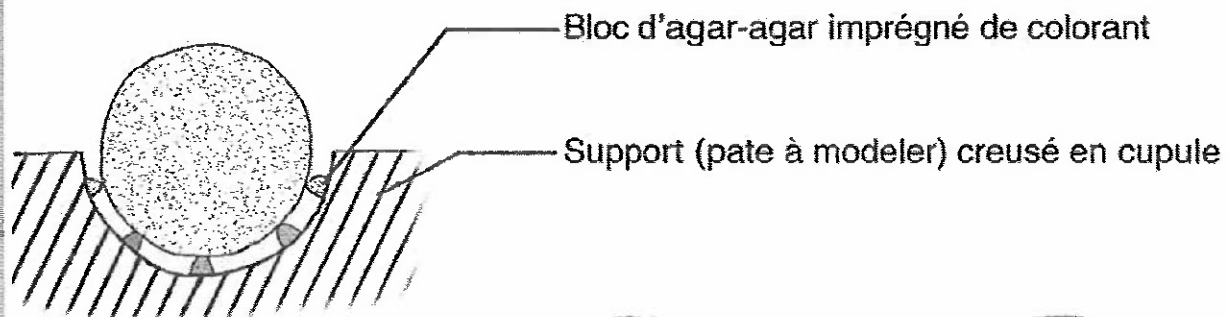
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (10)

Les transformations de la Gastrulation



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (11)

La technique des marques colorées



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (12)

Les mouvements de Gastrulation - 1

INVOLUTION : enroulement des feuillets mésoblastiques situés au dessus de la lèvre blastoporale.

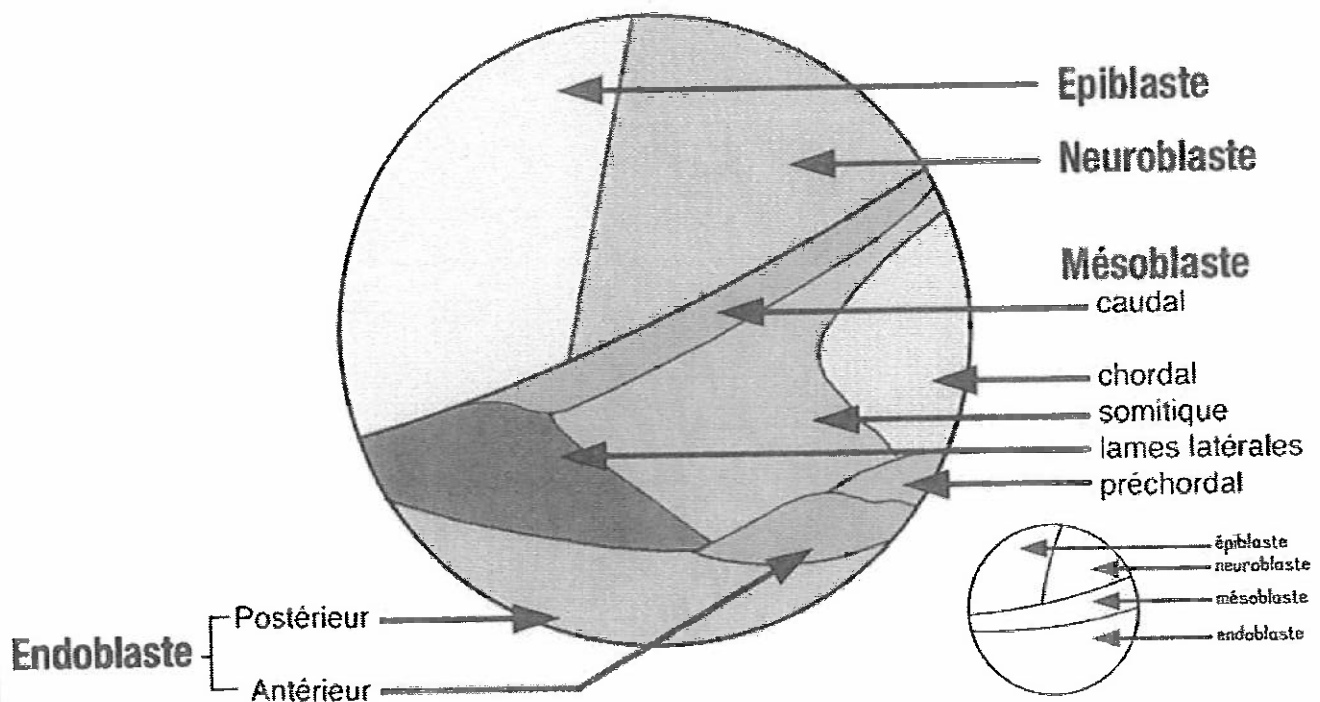
CONVERGENCE-EXTENSION : des territoires mésoblastiques situés sur les côtés en direction du blastopore où ils involuent.

ÉLONGATION : de l'ectoblaste qui finit par recouvrir l'embryon par **EPIBOLIE**. Le mésoblaste s'allonge également et cette élongation se poursuit à l'intérieur de la gastrula en formation.

EMBOLIE : de la masse de l'endoblaste.

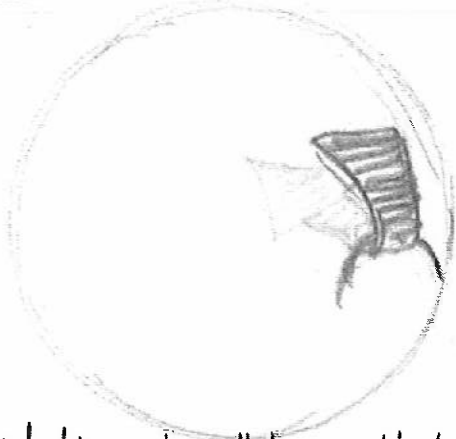
EXTENSION-DIVERGENCE : ce sont les mouvements latéraux qui affectent le mésoblaste et l'endoblaste une fois qu'ils sont à l'intérieur de la gastrula .

CARTE DES TERRITOIRES PRÉSOMPTIFS DE L'EMBRYON DE XÉNOPE

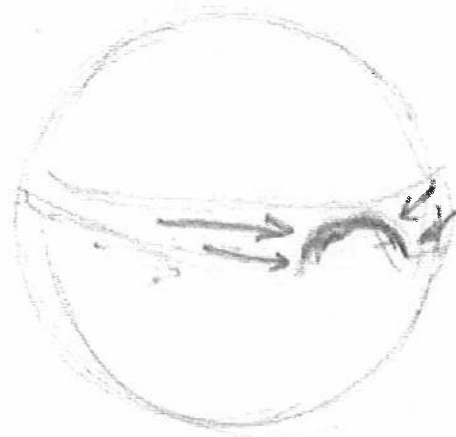


DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (13)

Les mouvements de Gastrulation - 2



Involution : les cellules mésoblastiques s'enroulent autour de la lèvre blastoporale et pénètrent à l'intérieur de l'embryon.



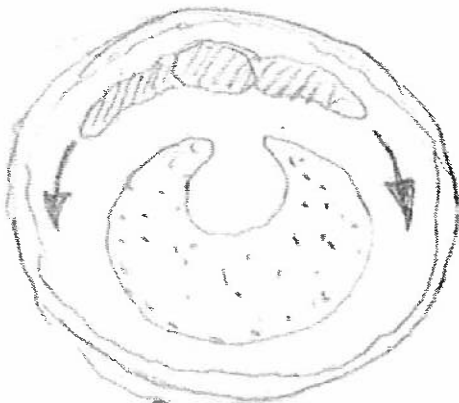
Extension-Convergence : Le mésoblaste latéral converge, tout en s'étirant, vers la lèvre blastoporale où il involue



Épibolie : L'ectoblaste s'étire progressivement et finit par envelopper, par recouvrir l'ensemble de l'embryon



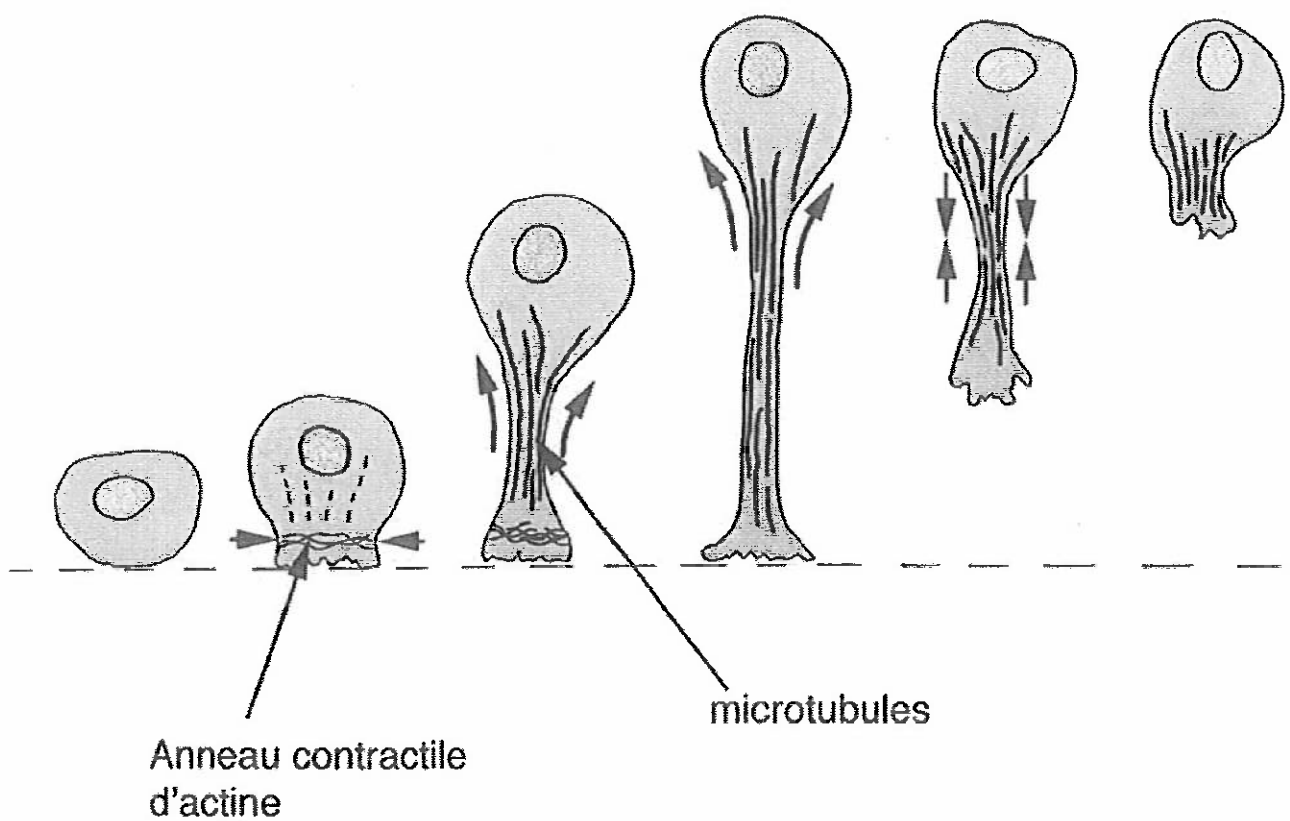
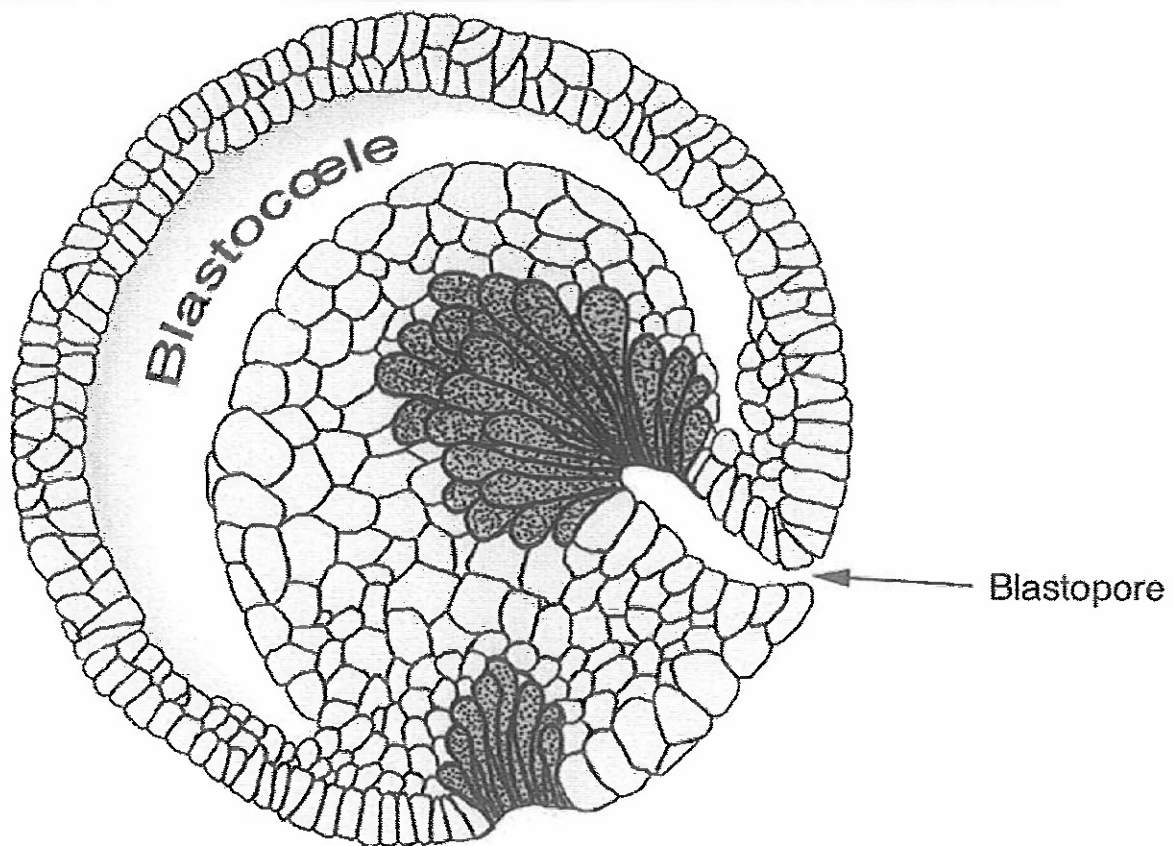
Embolie : L'endoblaste est peu à peu absorbé sous la lèvre blastoporale, puis forme le bouchon vitellin avant d'être totalement absorbé



Extension-Divergence : Une fois à l'intérieur de l'embryon et en position dorsale, le mésoblaste s'étend et s'insinue entre endoblaste et ectoblaste, créant ainsi l'état triblastique

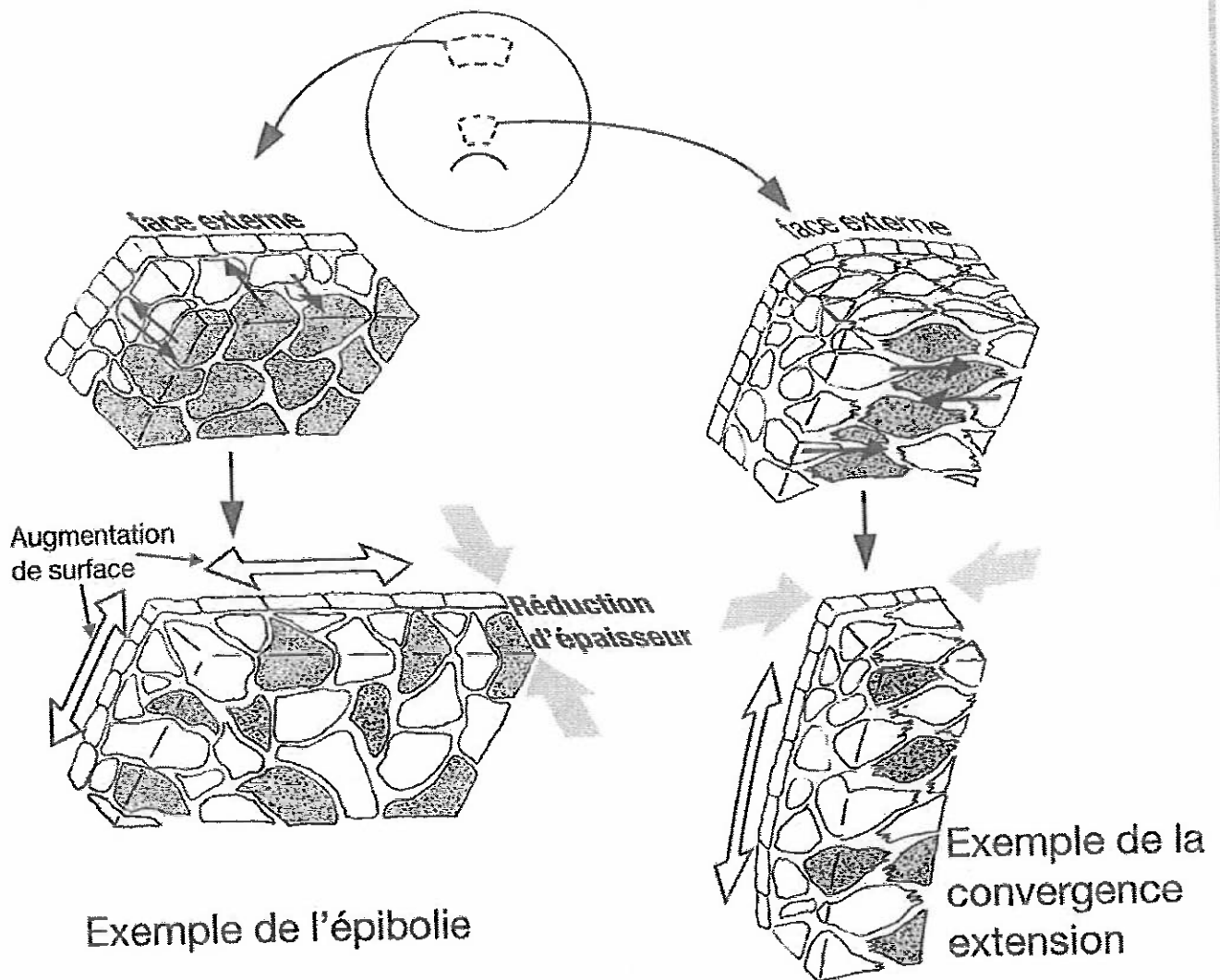
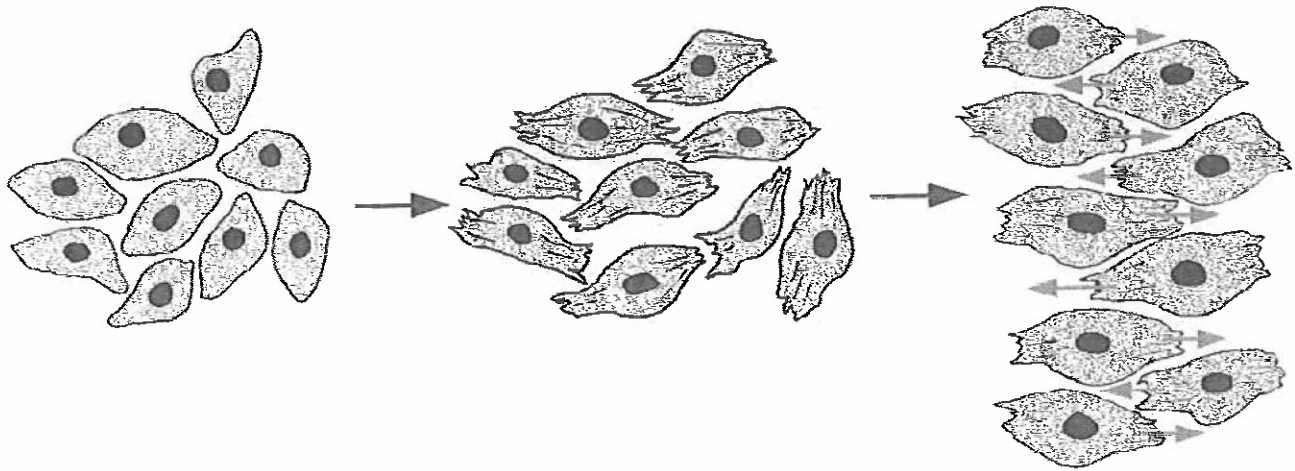
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (14)

Traction par les cellules en bouteilles



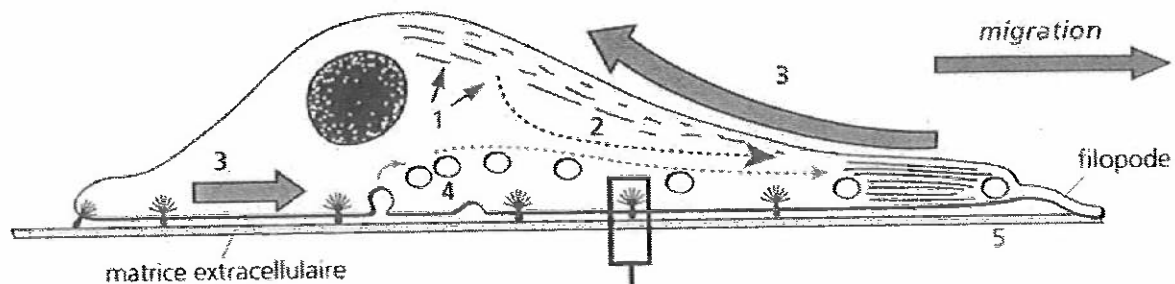
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (15)

Intercalations cellulaires et extension des feuillets



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (16)

La reptation

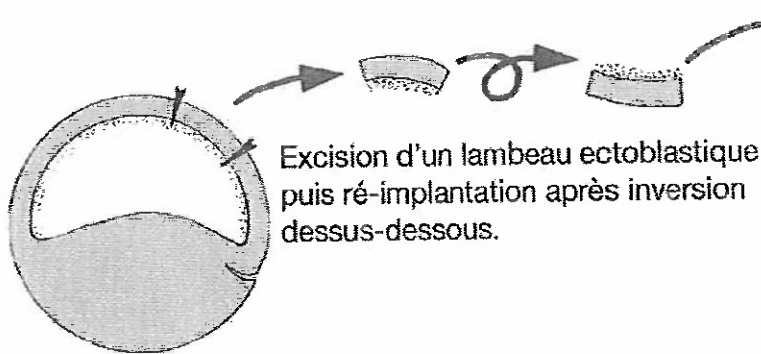
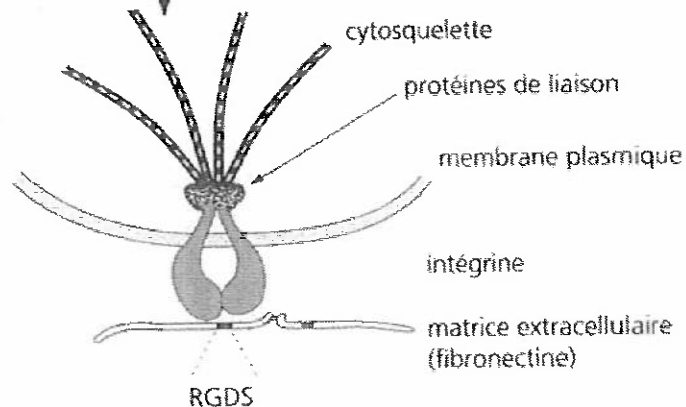


1. autour du noyau, les microfilaments d'actine se dépolymérisent ;

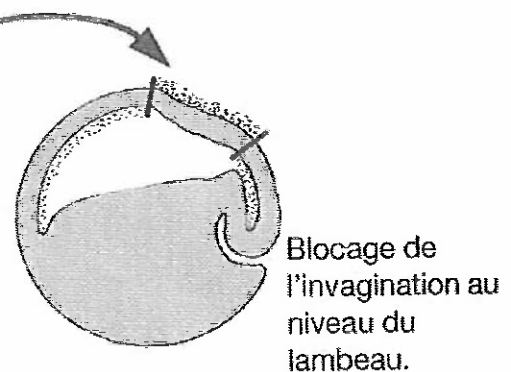
2. l'actine diffuse vers le lamellipode et le filopode où elle est intégrée au cytosquelette en croissance qui favorise l'extension vers l'avant

3. la fluidité de la bicouche lipidique produit un flux membranaire dont la résultante va dans le sens de la migration cellulaire

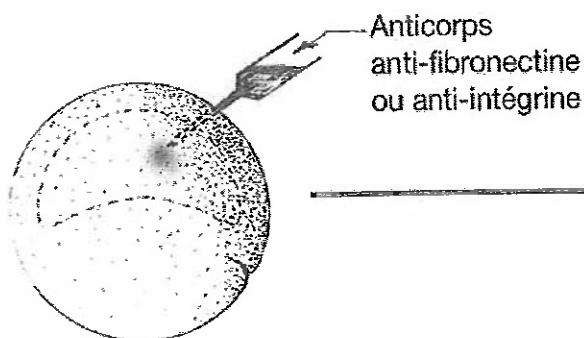
4-5. un cycle d'endocytose exocytose contribue à ce flux membranaire



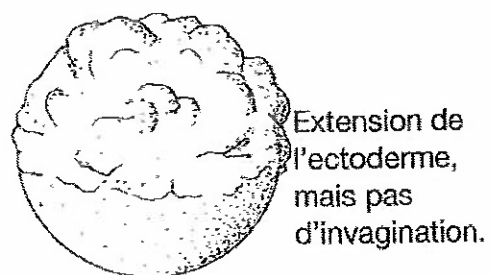
Excision d'un lambeau ectoblastique puis ré-implantation après inversion dessus-dessous.



Blocage de l'invagination au niveau du lambeau.



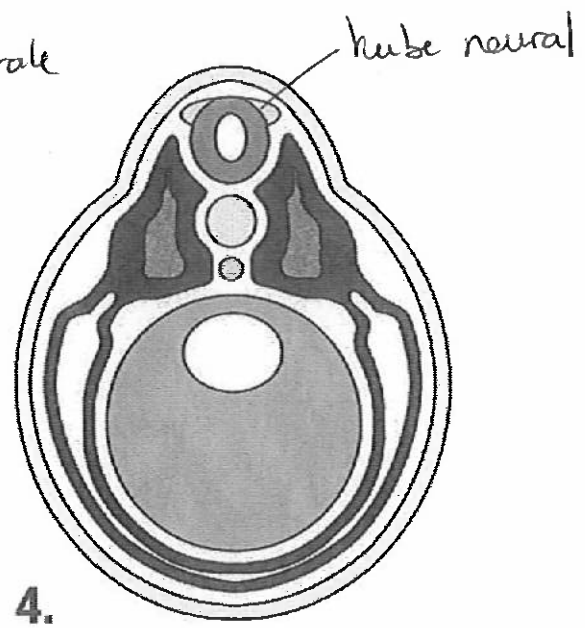
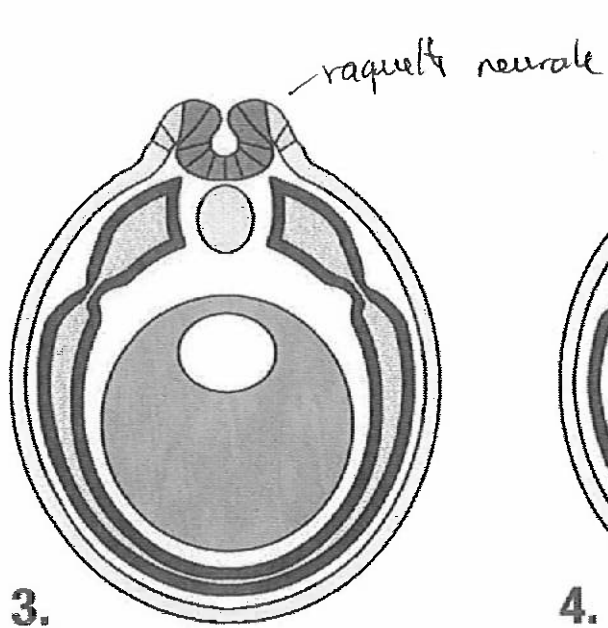
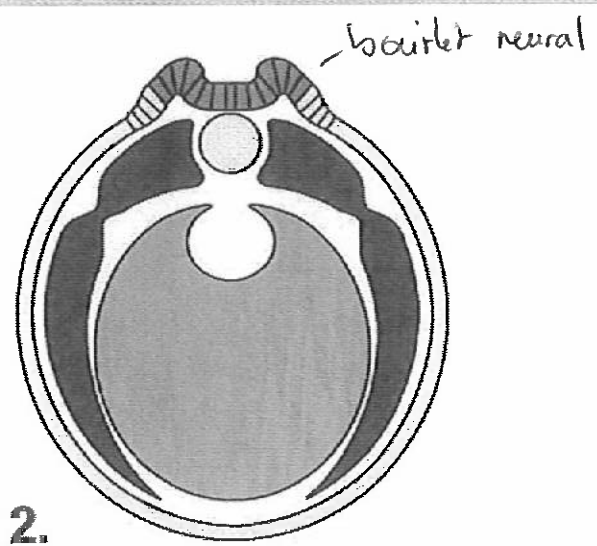
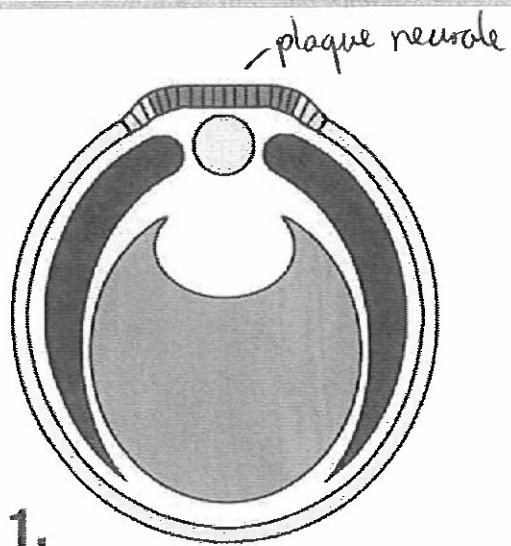
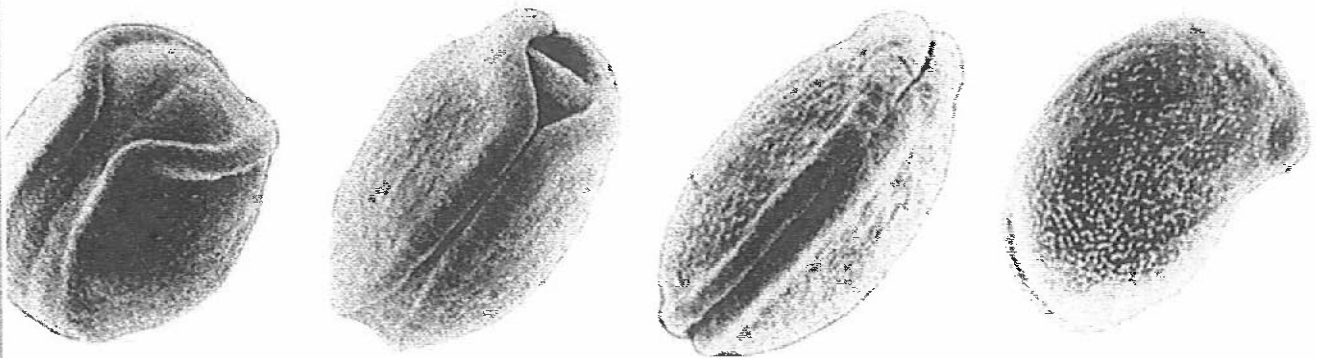
Anticorps anti-fibronectine ou anti-intégrine



Extension de l'ectoderme, mais pas d'invagination.

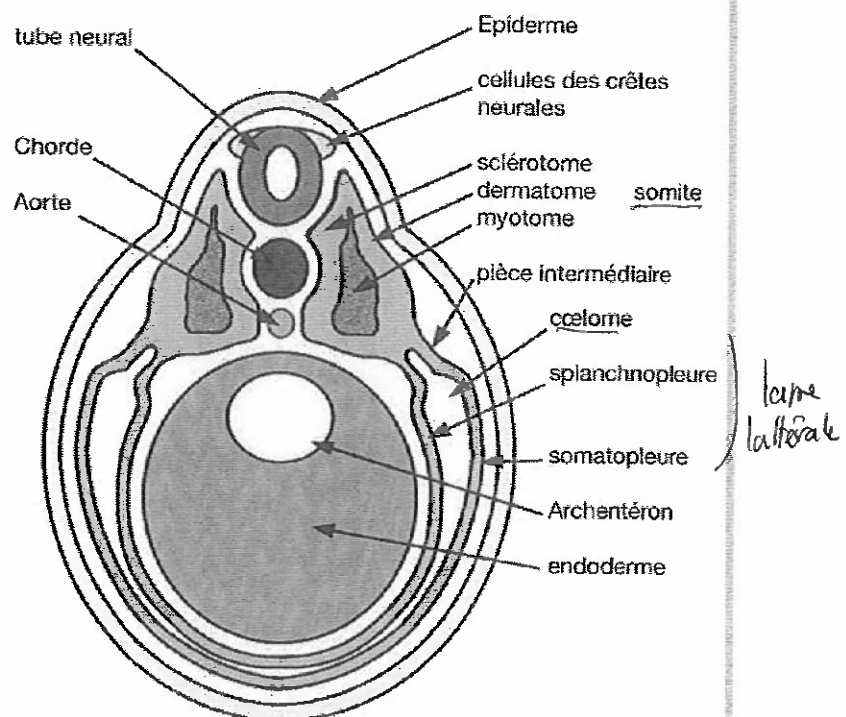
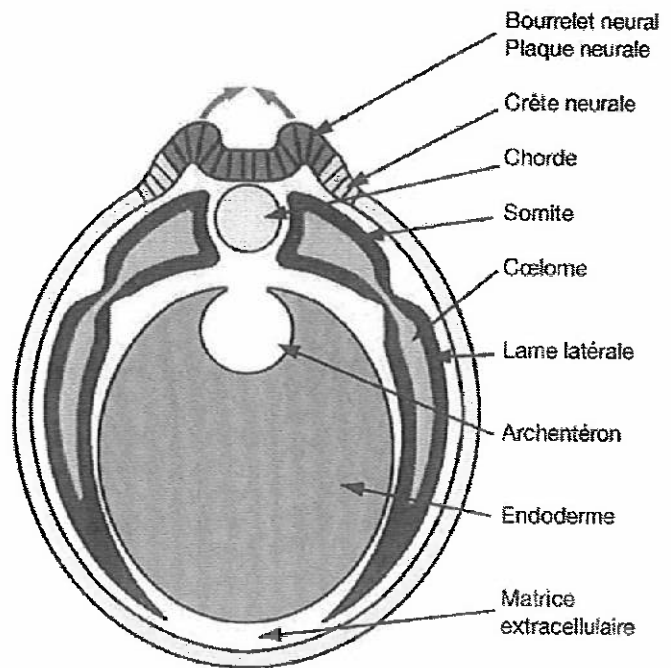
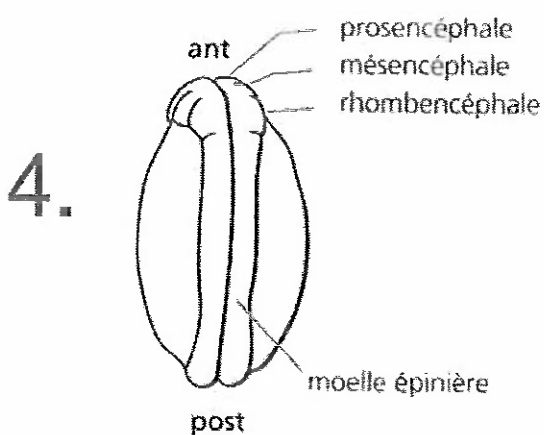
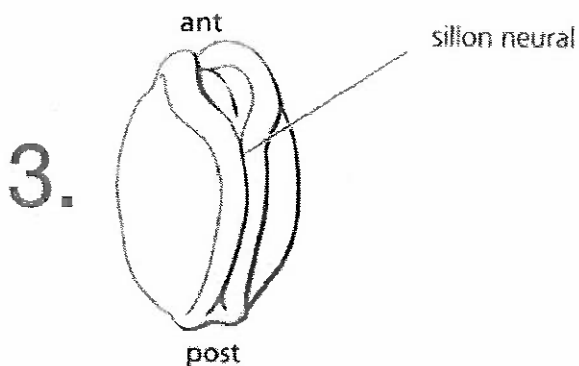
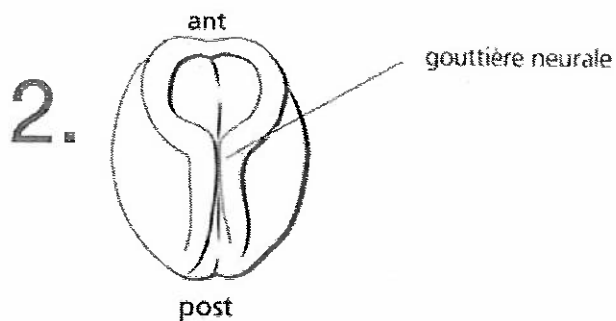
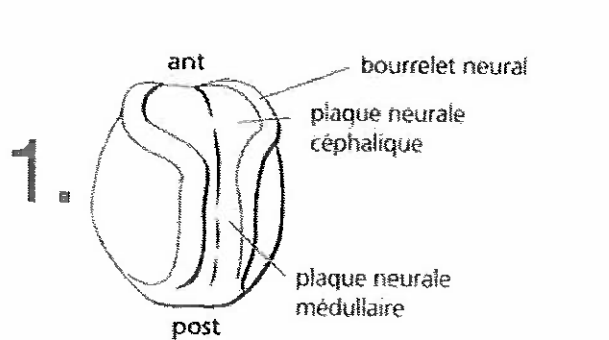
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (17)

La Neurulation - 1



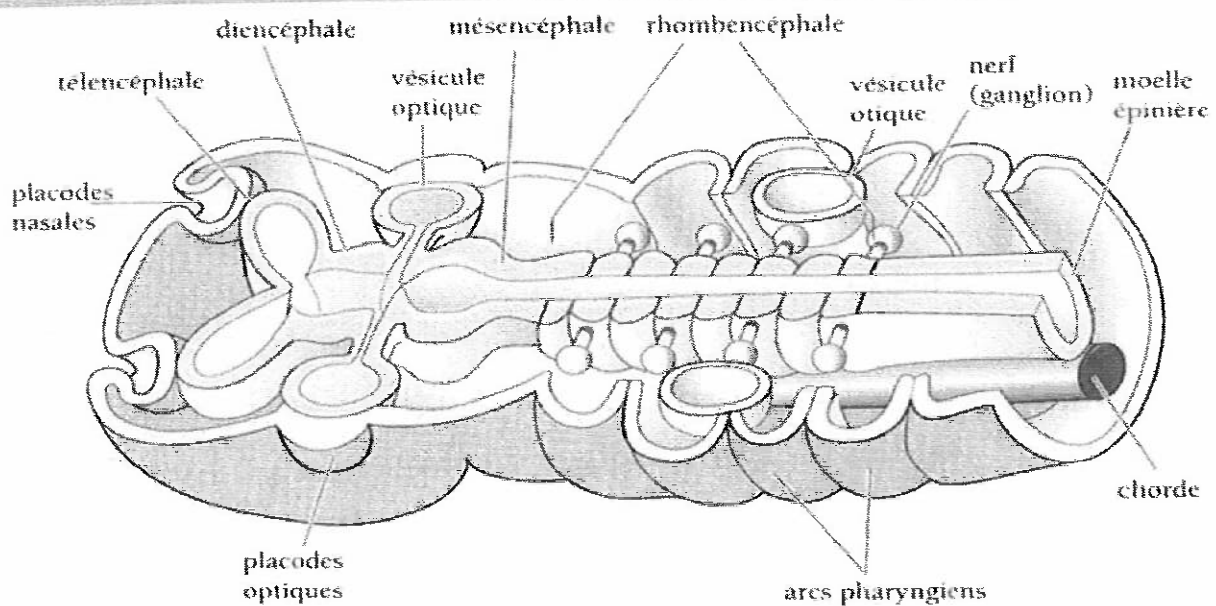
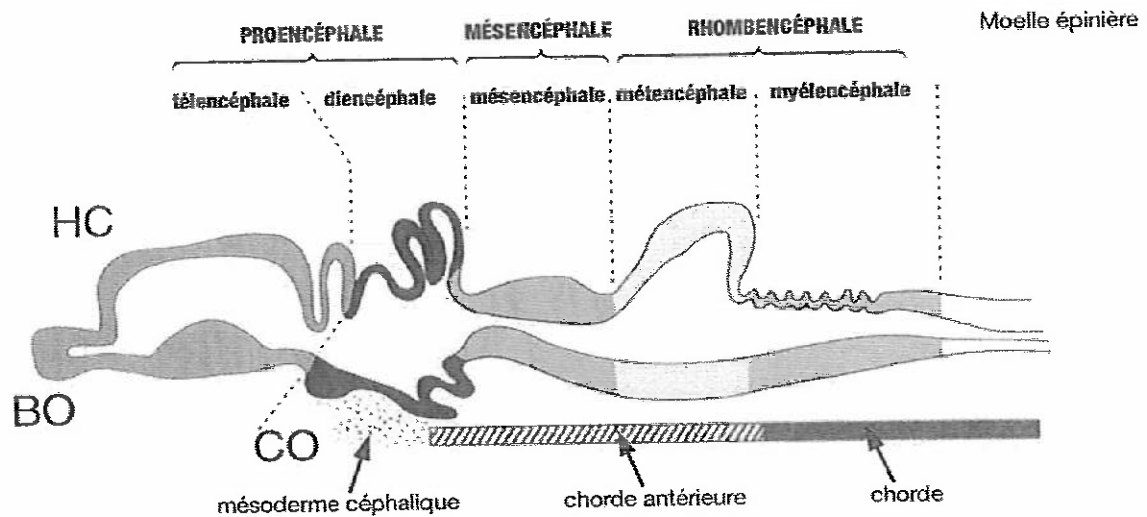
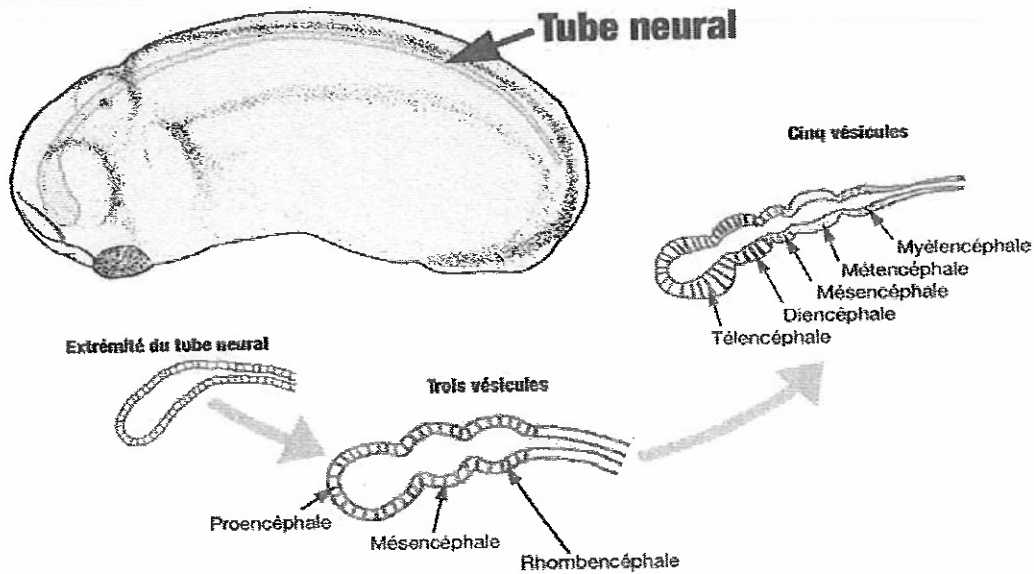
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (18)

La Neurulation - 2



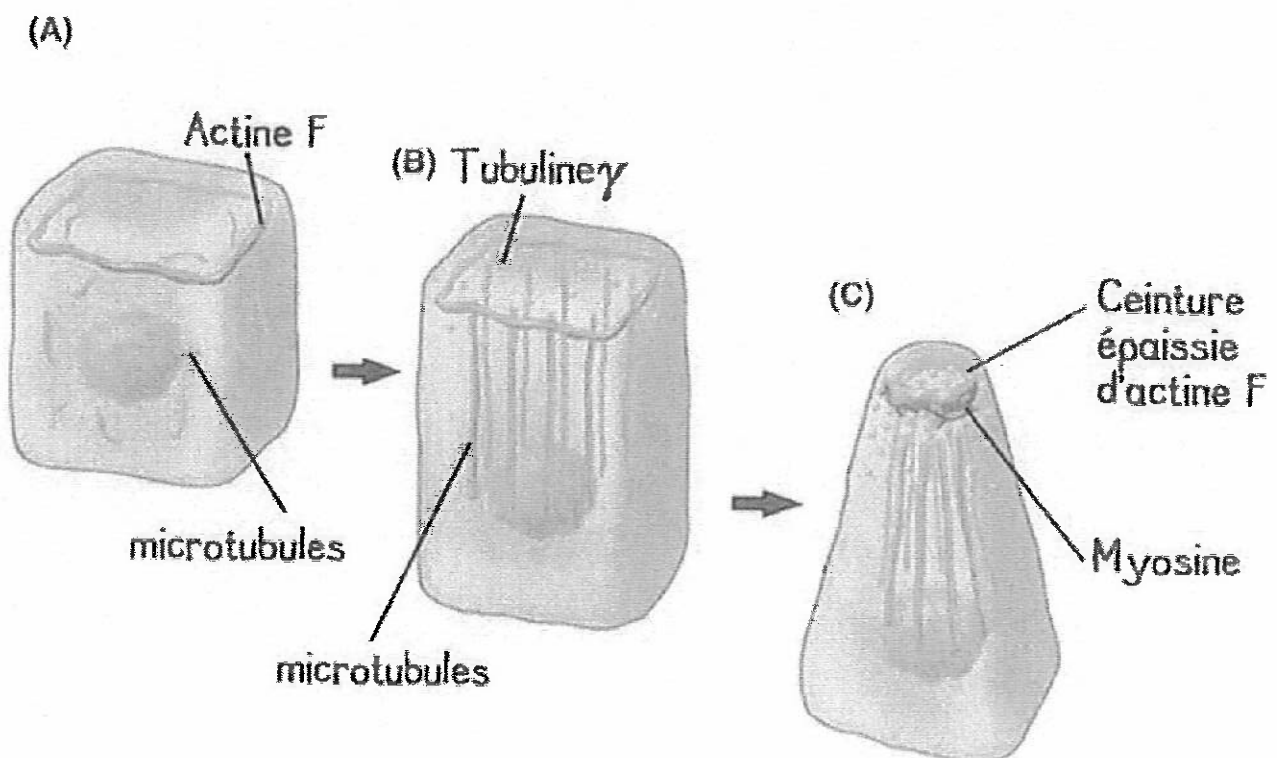
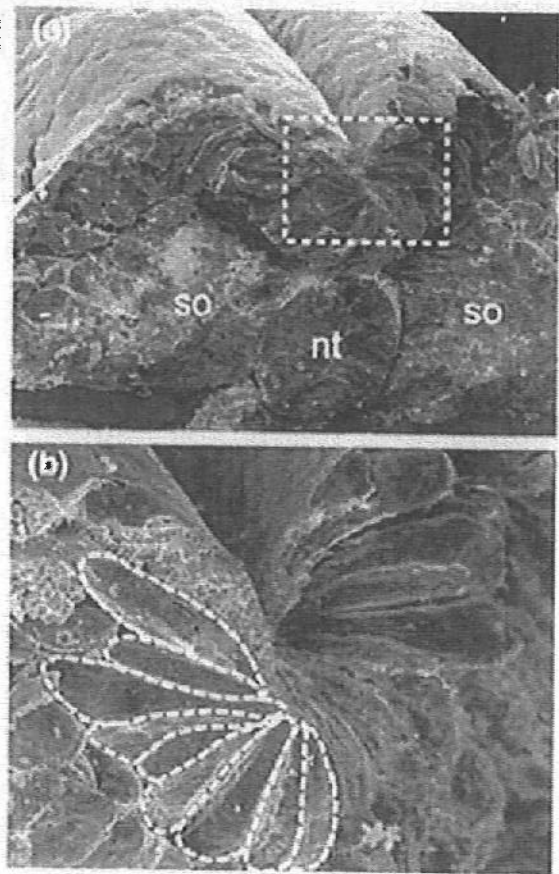
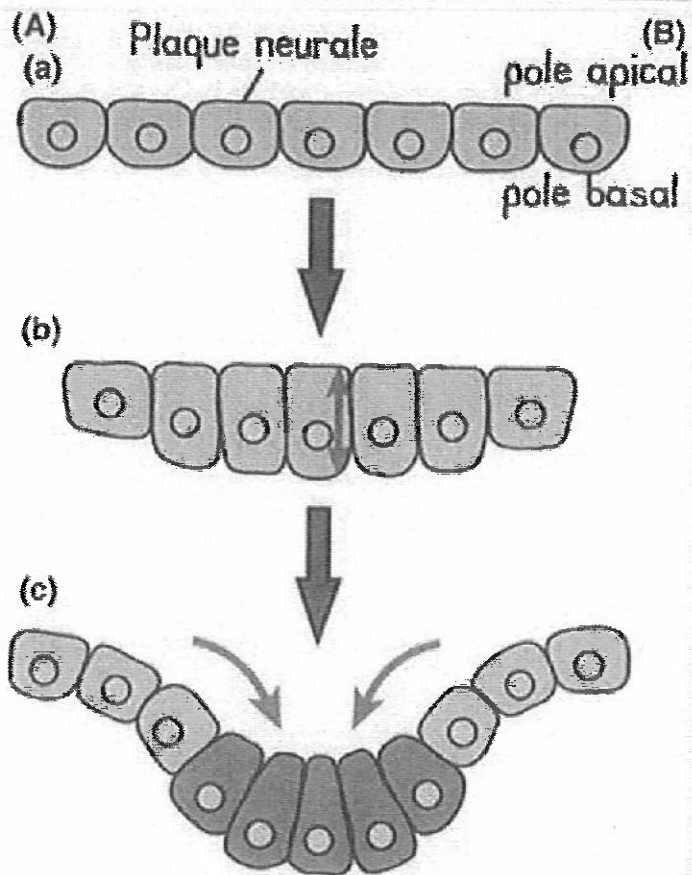
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (19)

La Neurulation - 3



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (20)

Contractions apicales lors de la neurulation



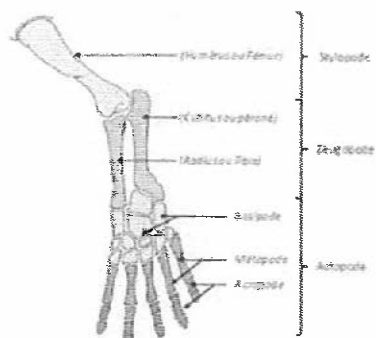
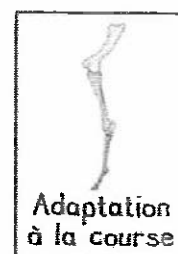
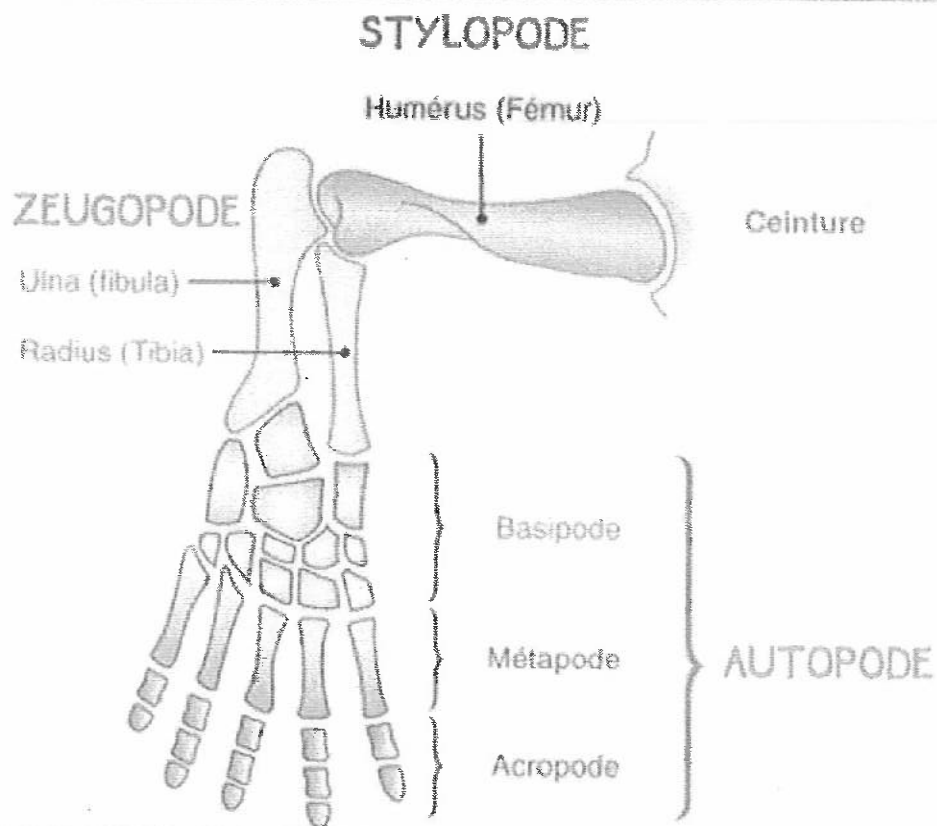
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (21)

Organogenèse

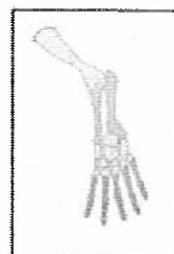
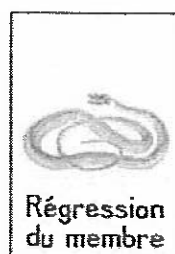
NEURULA	BOURGEON CAUDAL	ORGANES DÉFINITIFS
EPIBLASTE	EPIDERME	Epiderme, dérivés cutanés
NEUROBLASTE	PLACODES SENSORIELLES	Dérivés sensoriels
	CRÊTES NEURALES	ganglions nerveux
	PROENCÉPHALE	Télencéphale, Diencephale
	MÉENCÉPHALE	Mésencéphale
	RHOMBENCÉPHALE	Métencéphale, Myélencéphale
MÉSODERME	MÔELLE	Mœlle épinière
	AXIAL	CORDE
	SOMITIQUE	Corde
		SCLÉROTOME
		Squelette axial (vertèbres)
	P. INTERM ^{AIRE}	MYOTOME
		Muscles striés
ENDODERME	L. LAT ^{ALES}	DERMATOME
		Derme
	APP. RESPIRATOIRE	PIÈCE INTERMÉDIAIRE
		Appareil Uro-génital
Cellules germinales	SOMATOPLEURE	Appendices (= membres), Péricarde
	SPLANCHNOPEURE	M. lisses, endo. et myocarde Endotheliums
Cellules germinales	ARCHENTÉRON	Poumons, fentes branchiale
		Tubes digestif, glandes annexes
Cellules germinales		Ovogonies ou spermatogonies

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (22)

Le membre chiridien

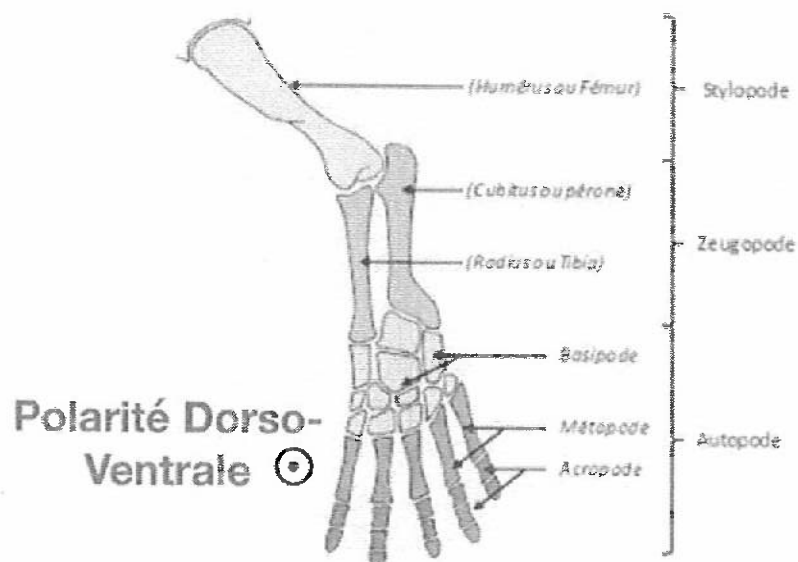
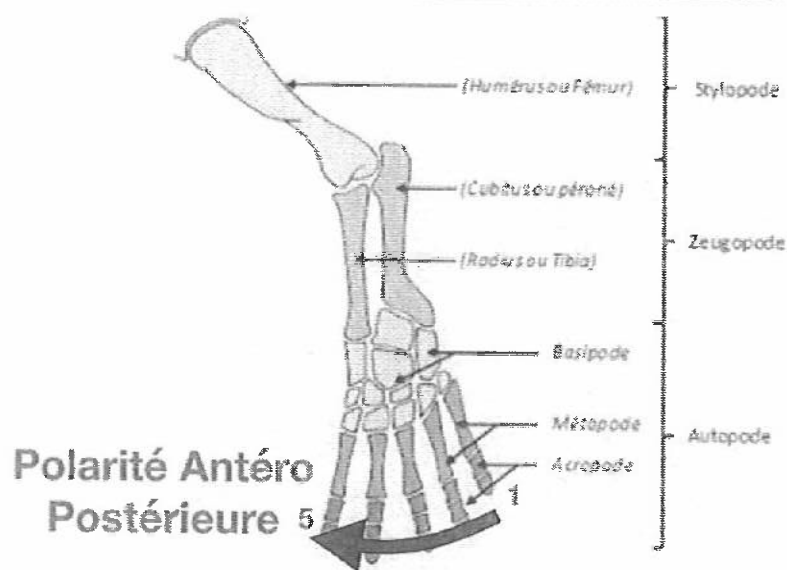
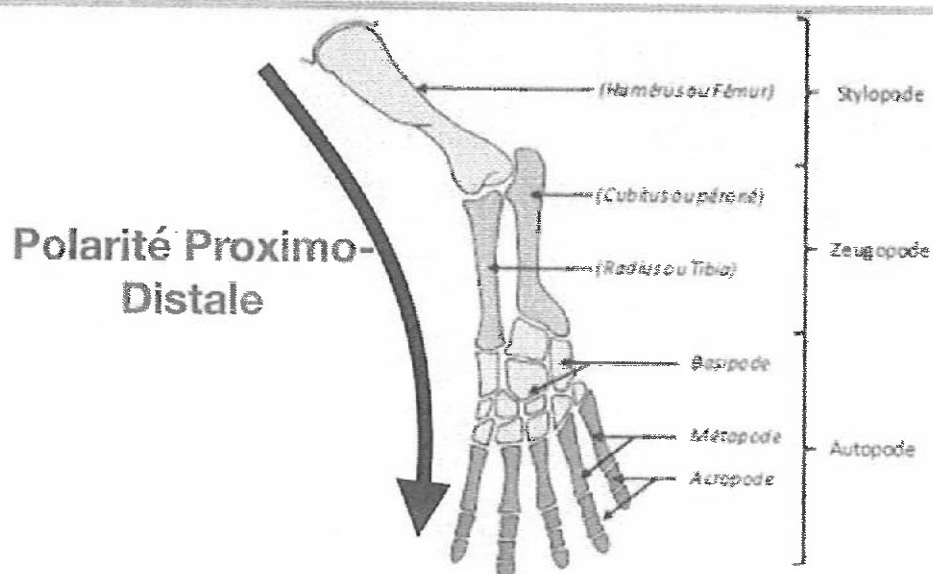


Membre Chiridien



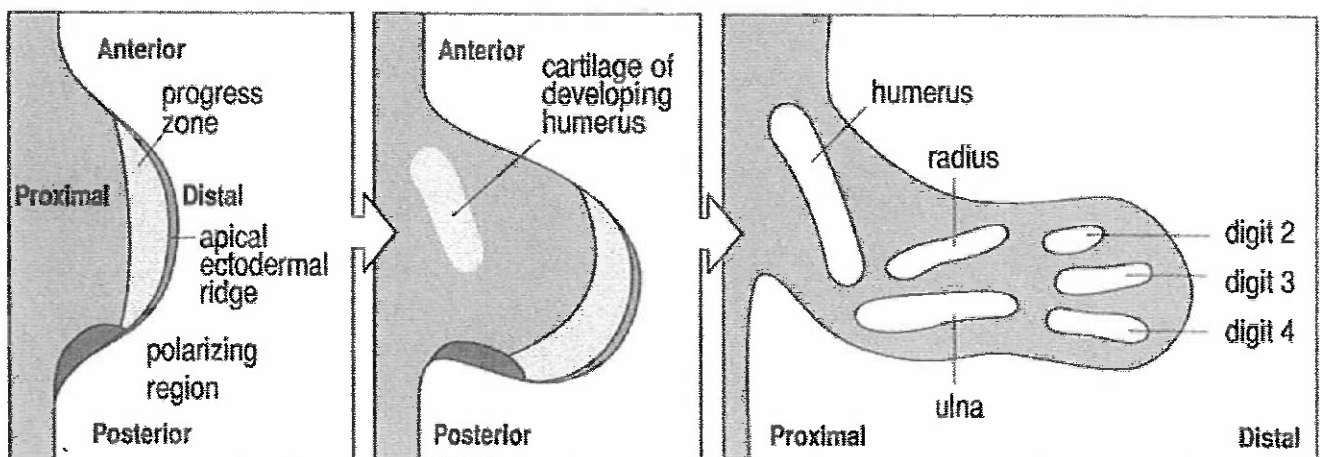
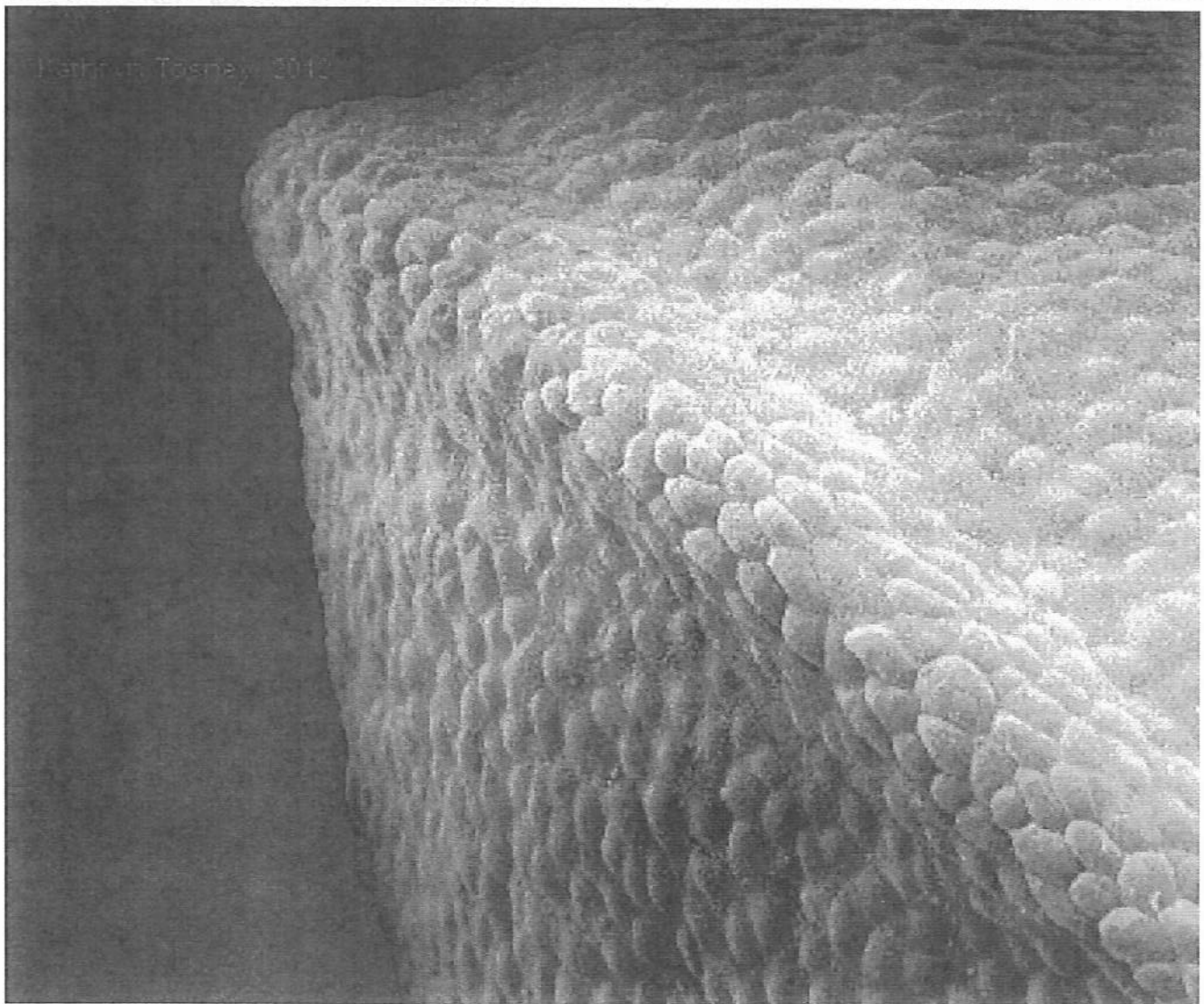
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (23)

Les polarités du membre chiridien



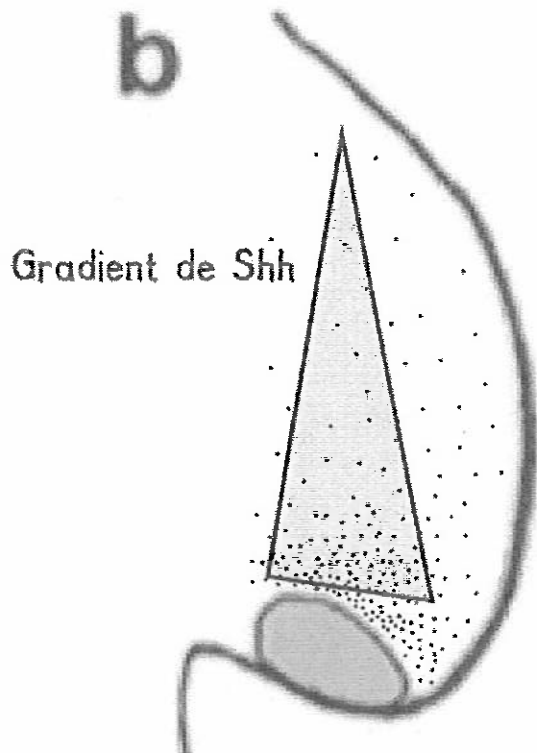
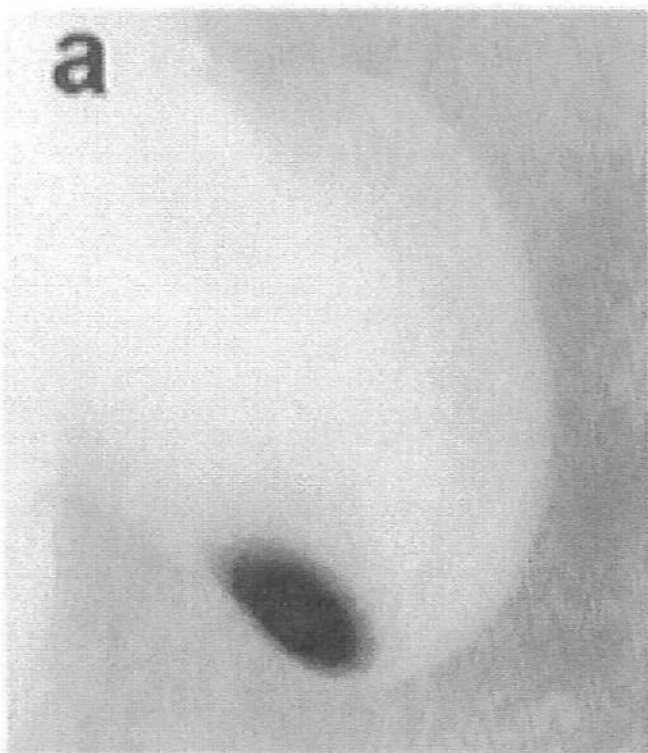
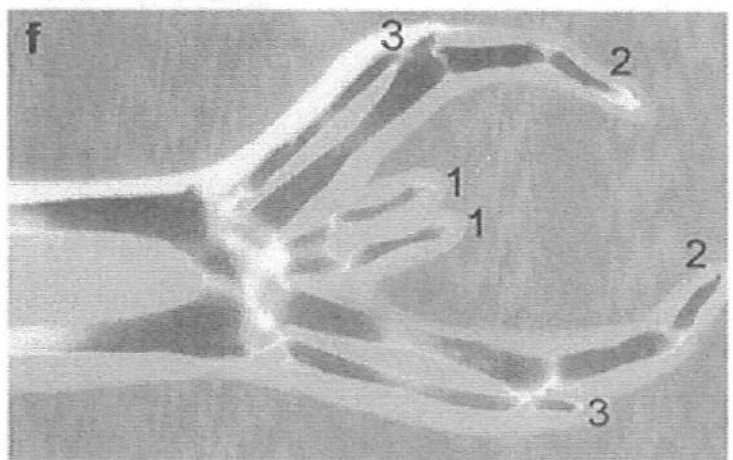
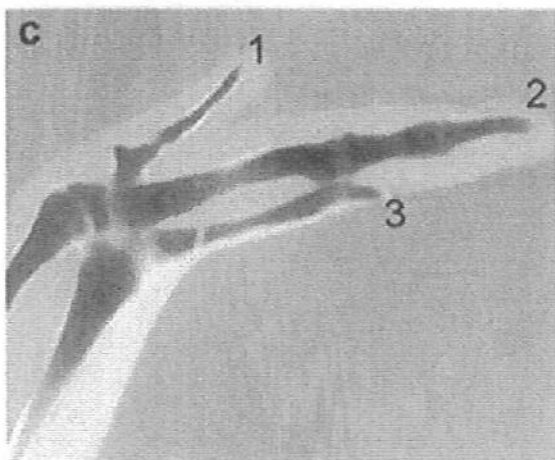
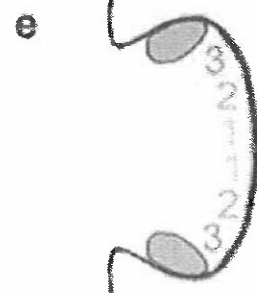
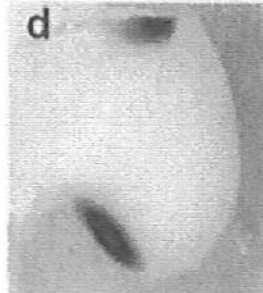
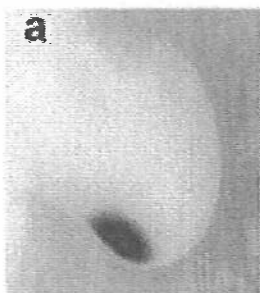
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (24)

AER : crête ectodermique apicale



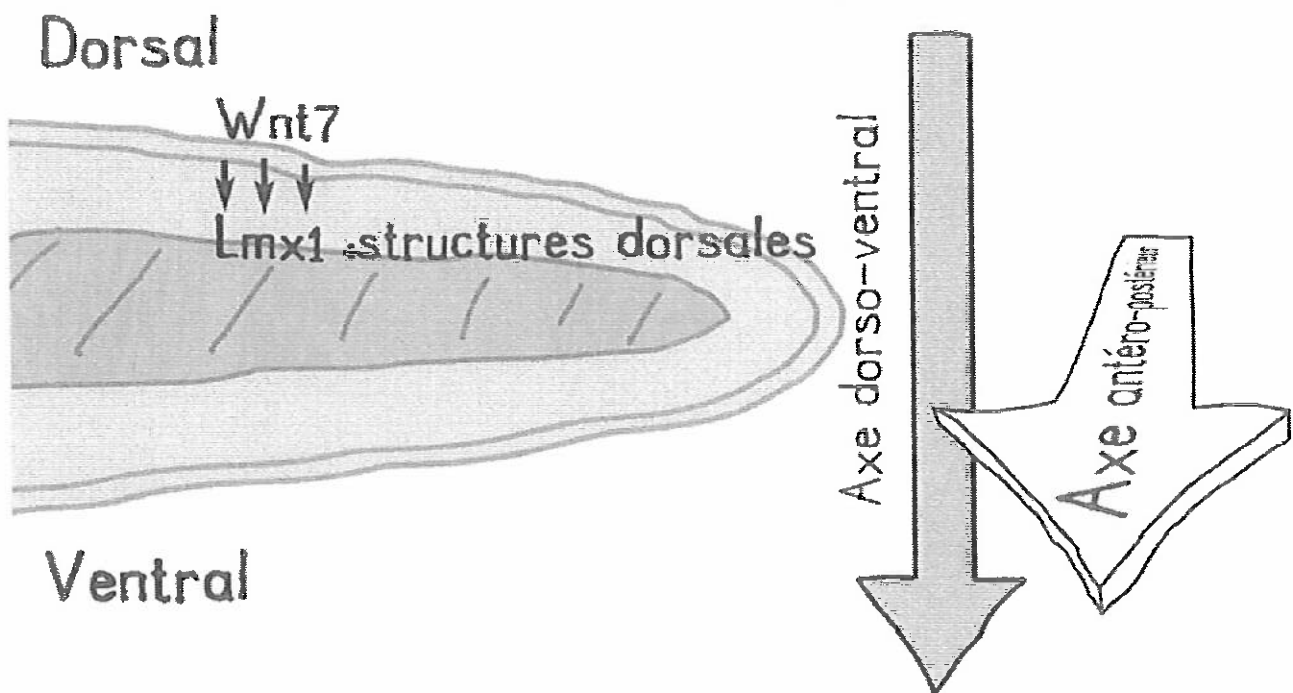
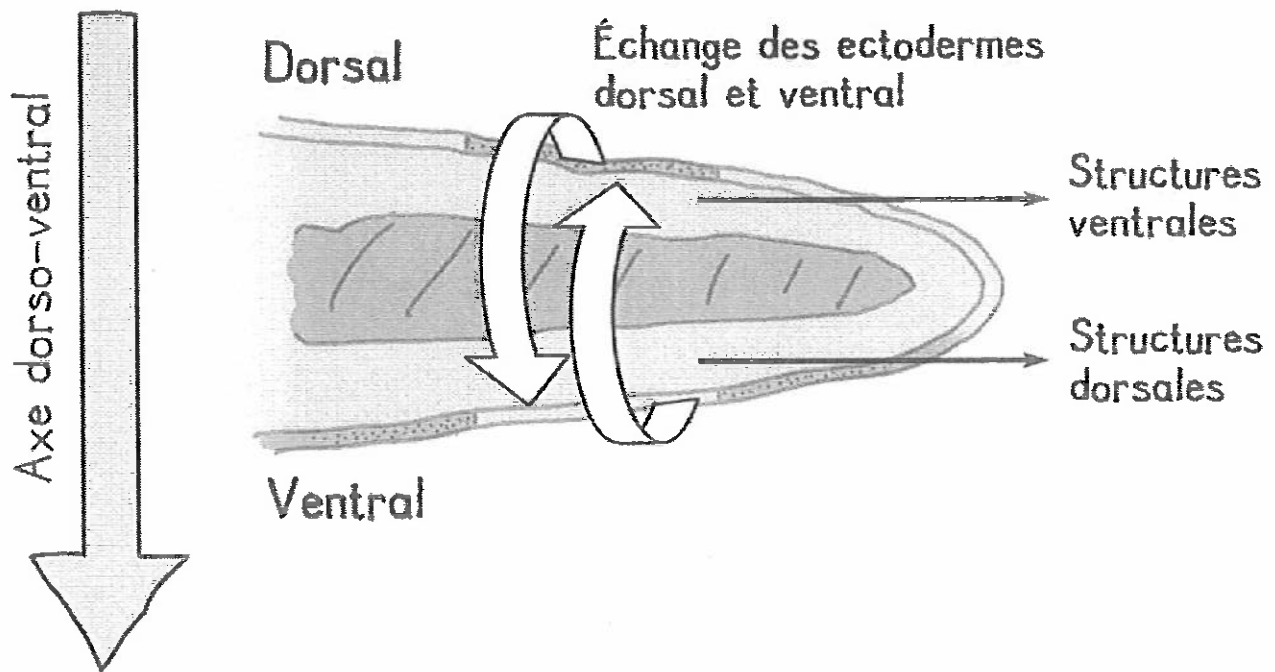
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (25)

ZPA : Zone d'Activité Polarissante



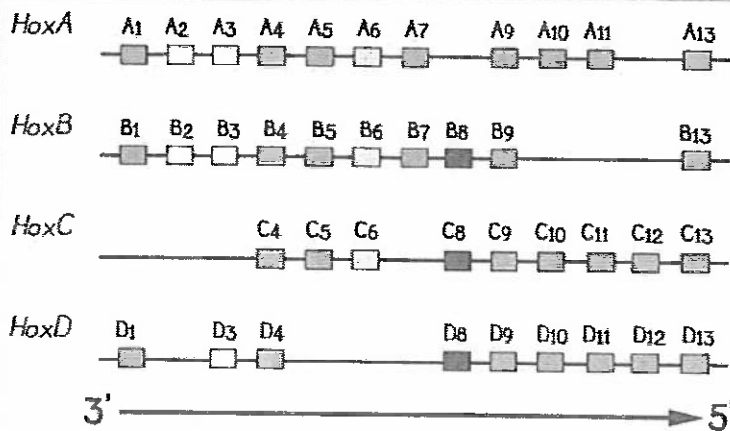
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (26)

Axe dorso-ventral et Ectoderme



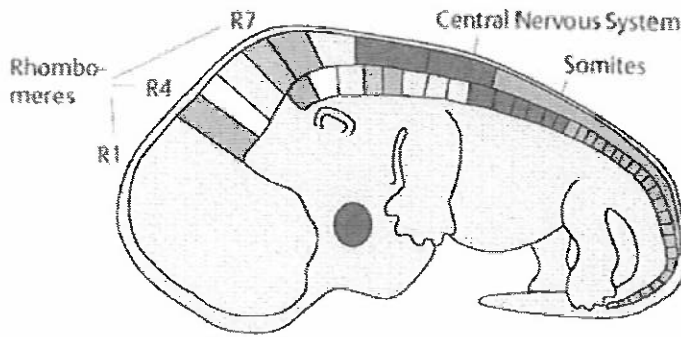
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (27)

Gènes Hox et membre chiridien



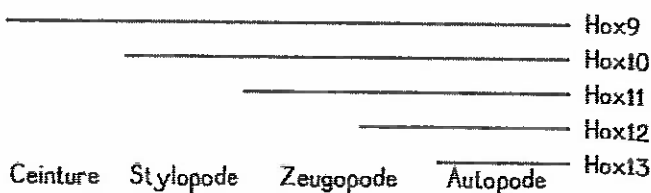
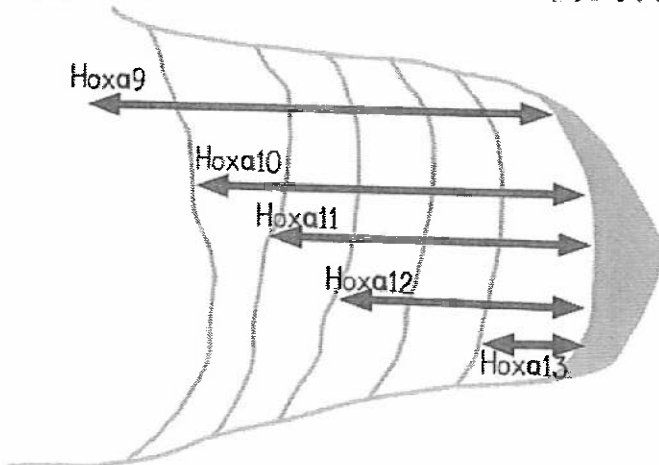
Colinéarité spatiale et temporelle de l'expression des gènes *Hox* dans l'embryon de souris

Ordre d'activation des gènes du cluster



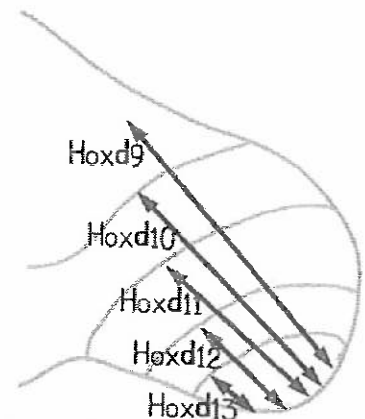
PROXIMAL

DISTAL



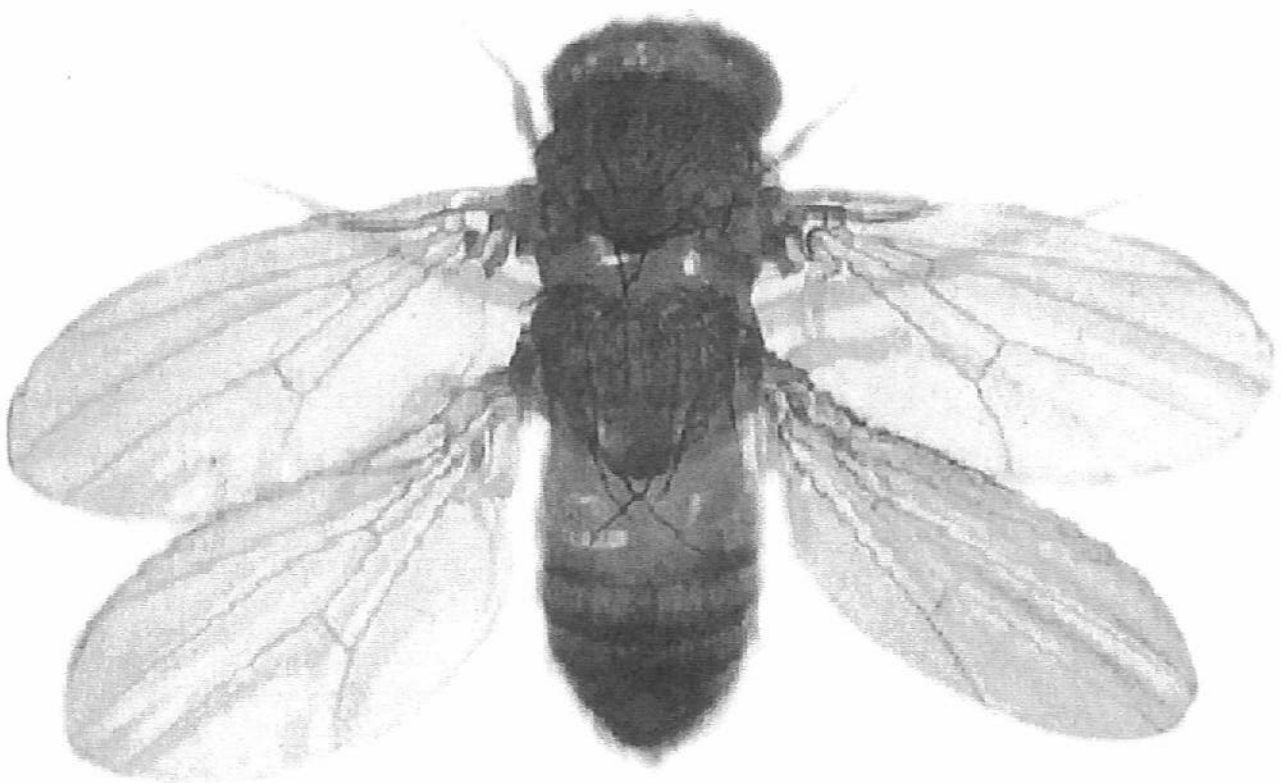
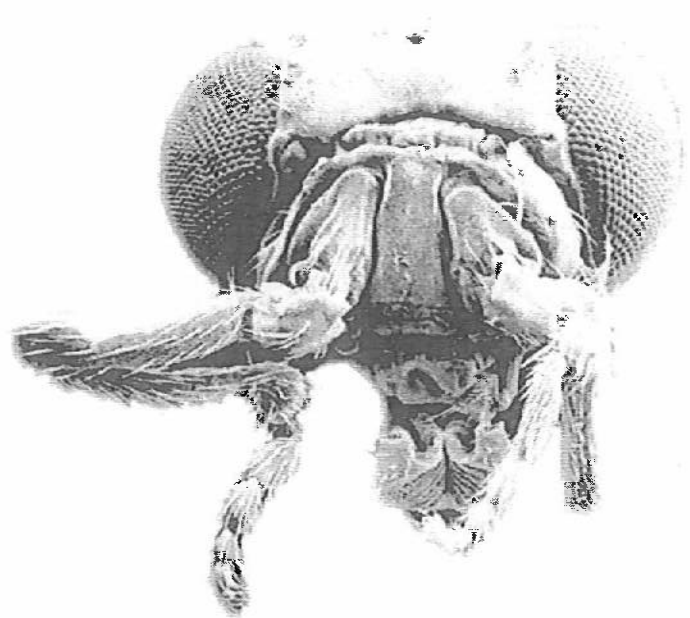
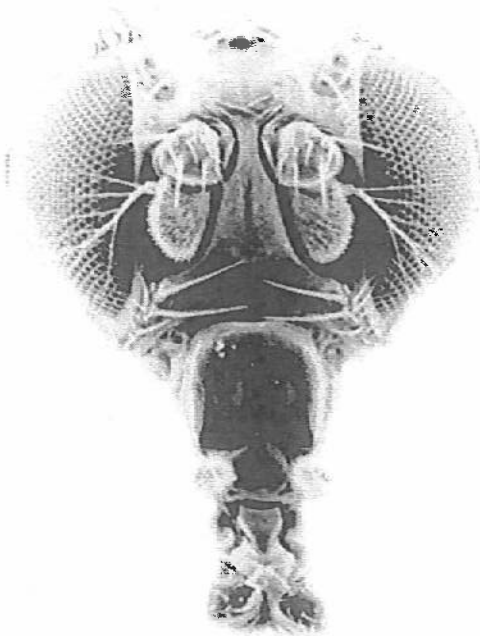
AVANT

ARRIÈRE



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (28)

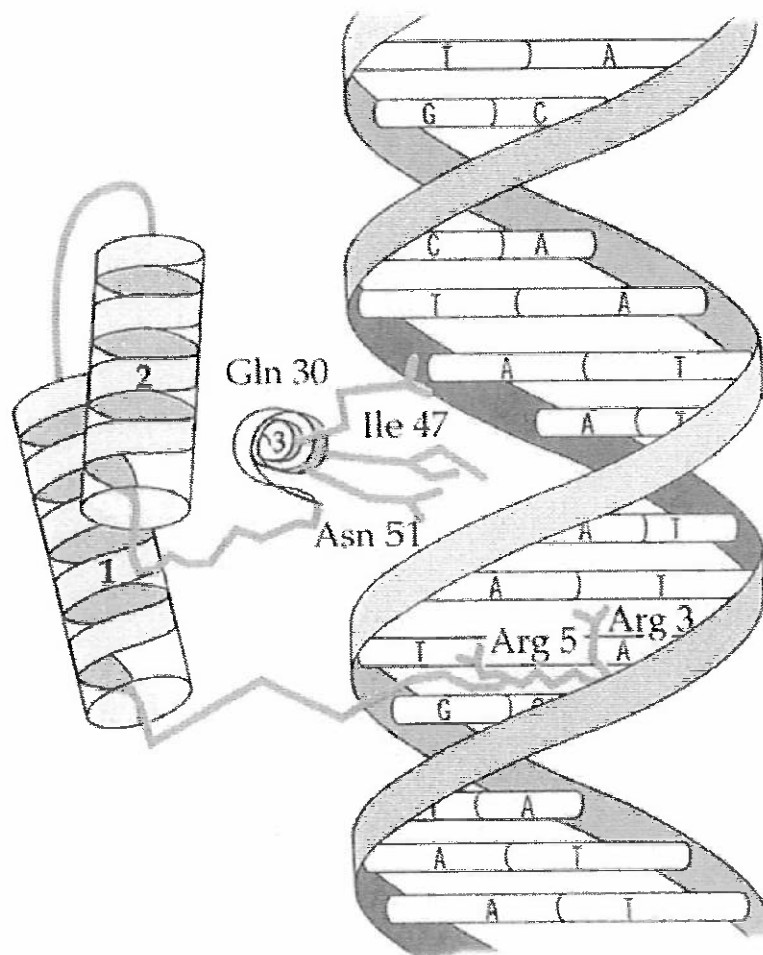
Gènes homéotiques - 1



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (29)

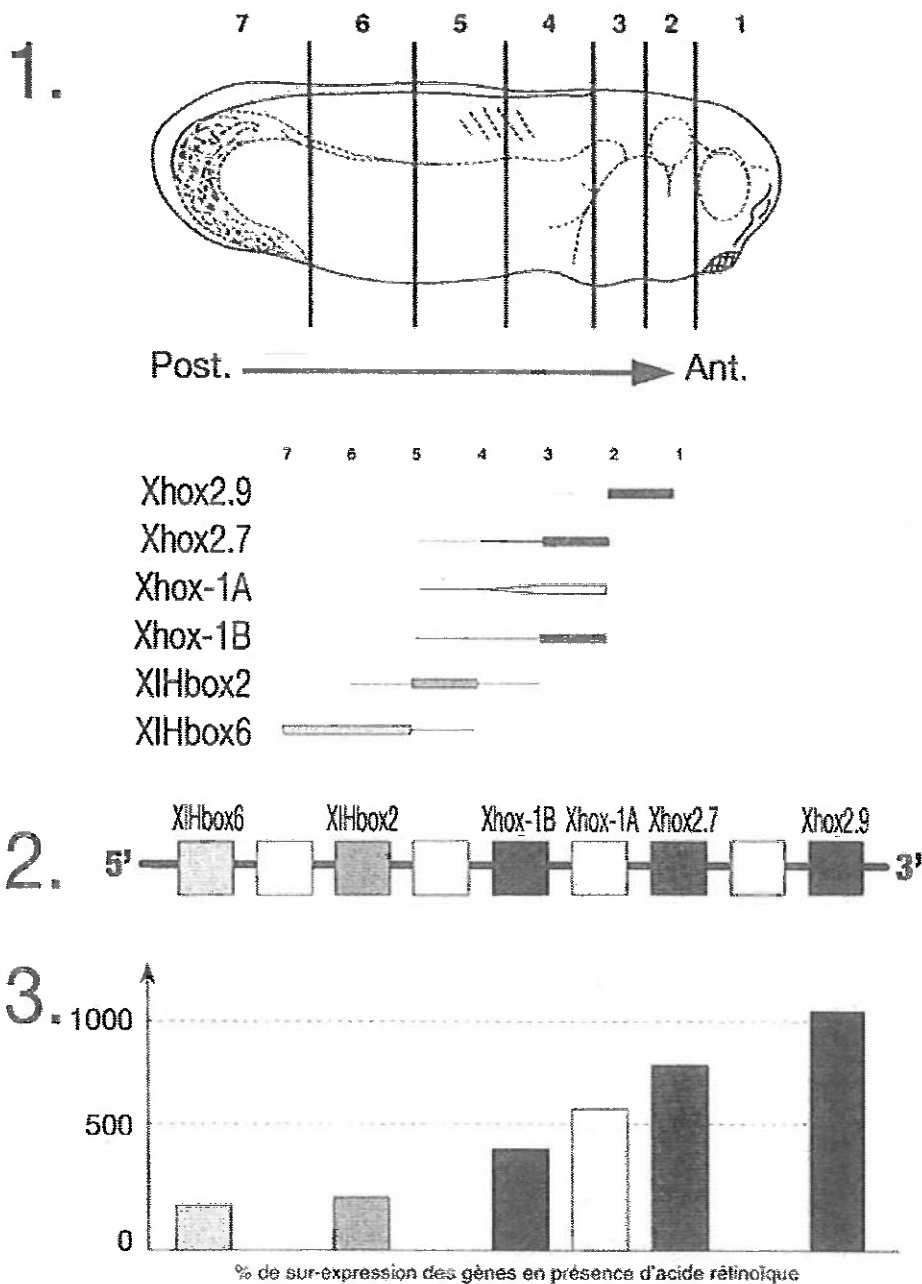
Gènes homéotiques - 2

Helix 1										Helix 2										Helix 3/4									
RRRKRTAYTRYQLLELEKEFHFNRYLTRRRRIELAHSLNLTERQVKIWFQNRHKKWKKEN																													
.....																													



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (30)

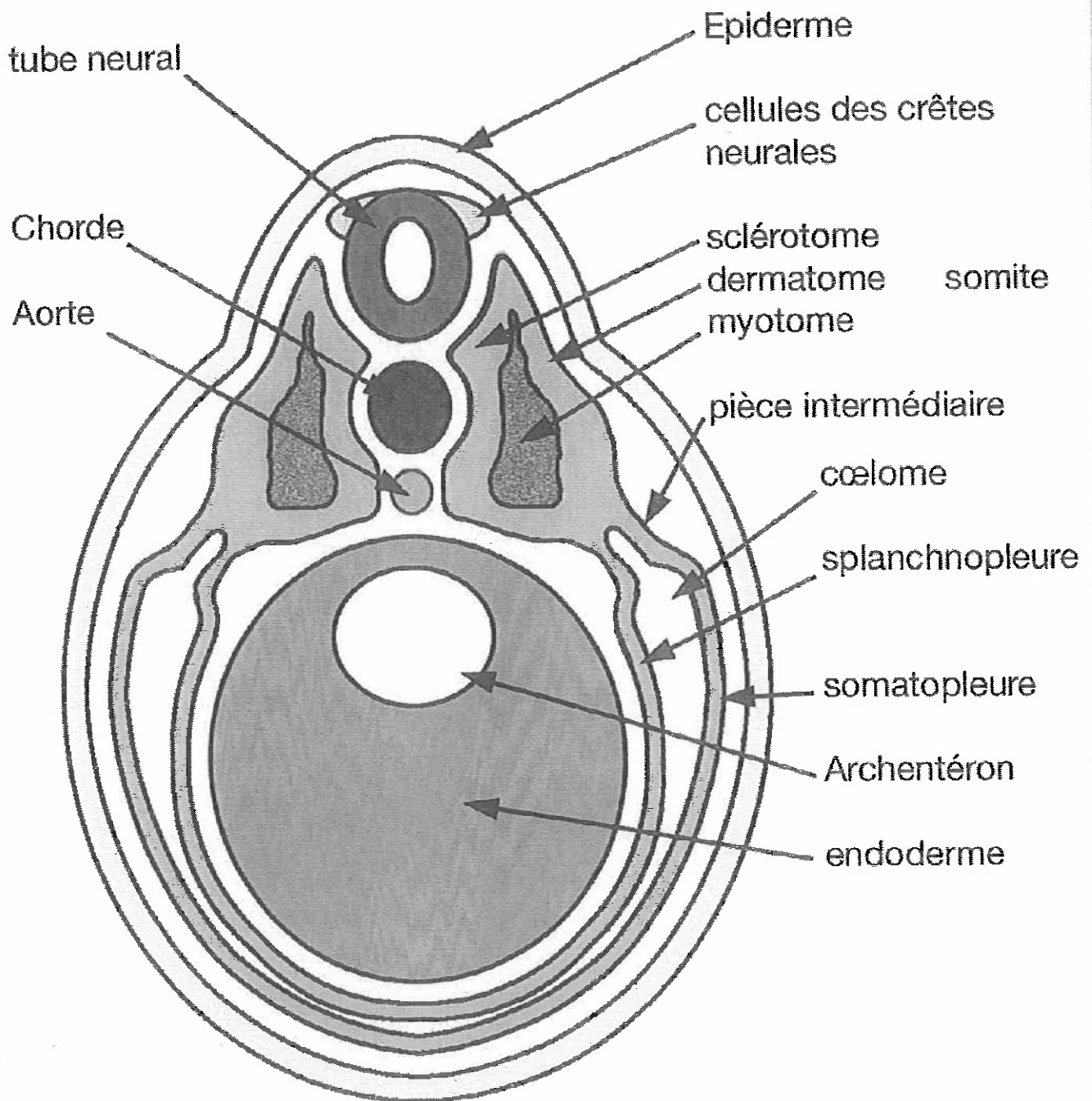
Gènes homéotiques - 3



1. Les ARNm de 6 gènes homéotiques sont identifiés ; l'aire d'expression de chacun est limitée et spécifique.
2. Carte des gènes Xhox 2: Le classement des gènes étudiés sur le chromosome, dans le sens 3'-5' correspond à l'ordre de leurs aires d'expression suivant l'axe antéro-postérieur de l'embryon. Les gènes en 3' s'expriment les premiers.
3. La sensibilité des gènes à l'acide rétinoïque (qui provoque leur surexpression) est fonction de leur position sur le chromosome.

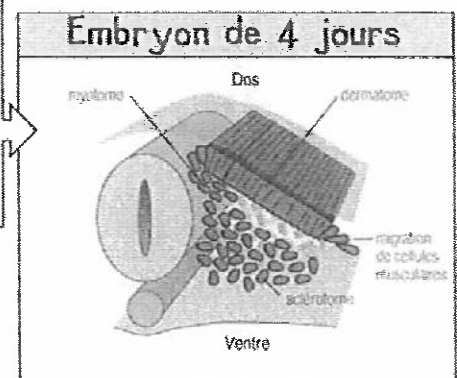
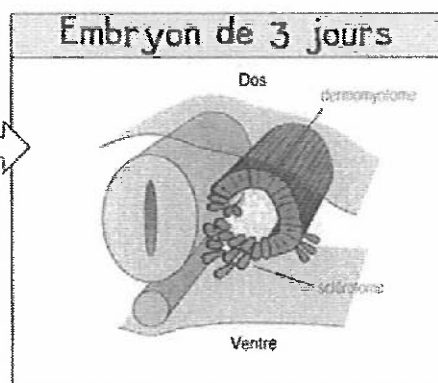
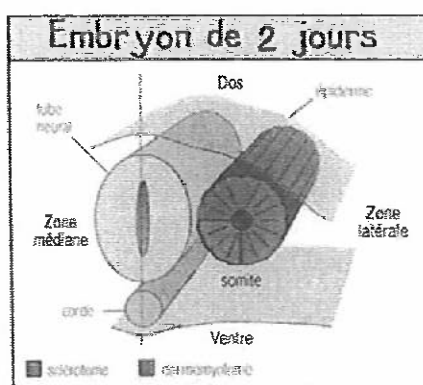
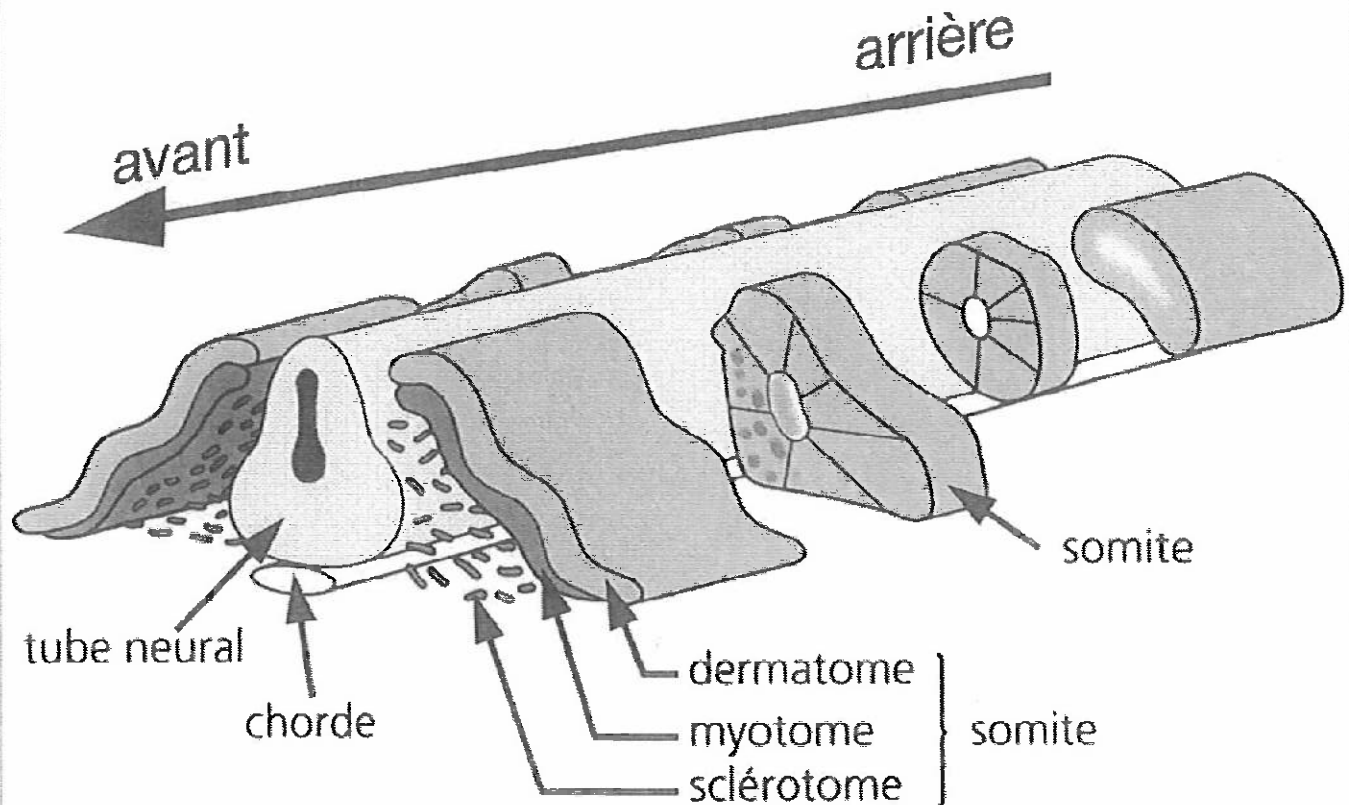
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (31)

Somites et lames latérales



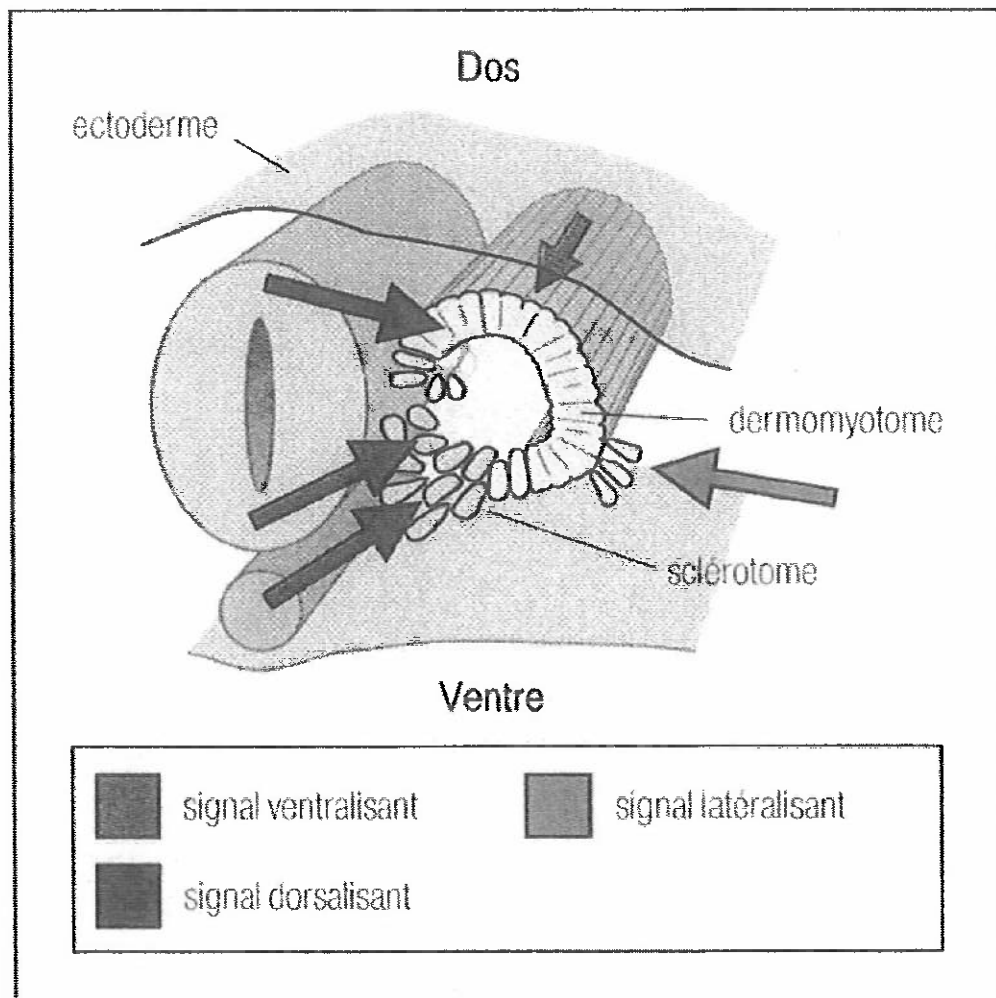
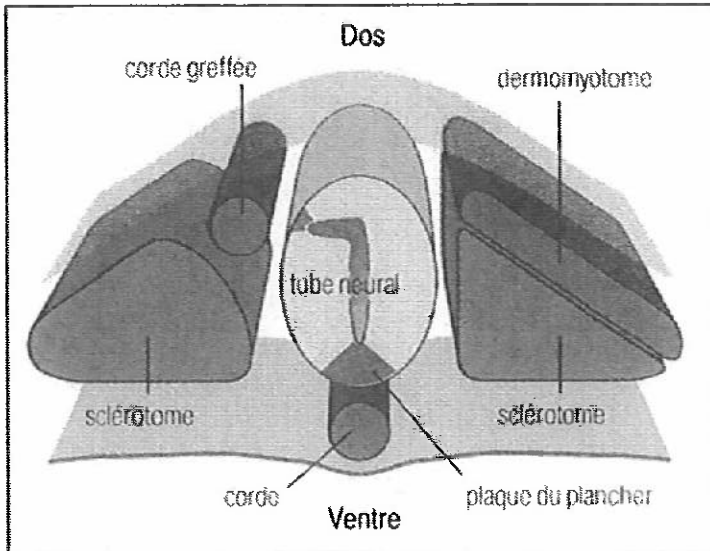
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (32)

Somites : individualisation et organisation



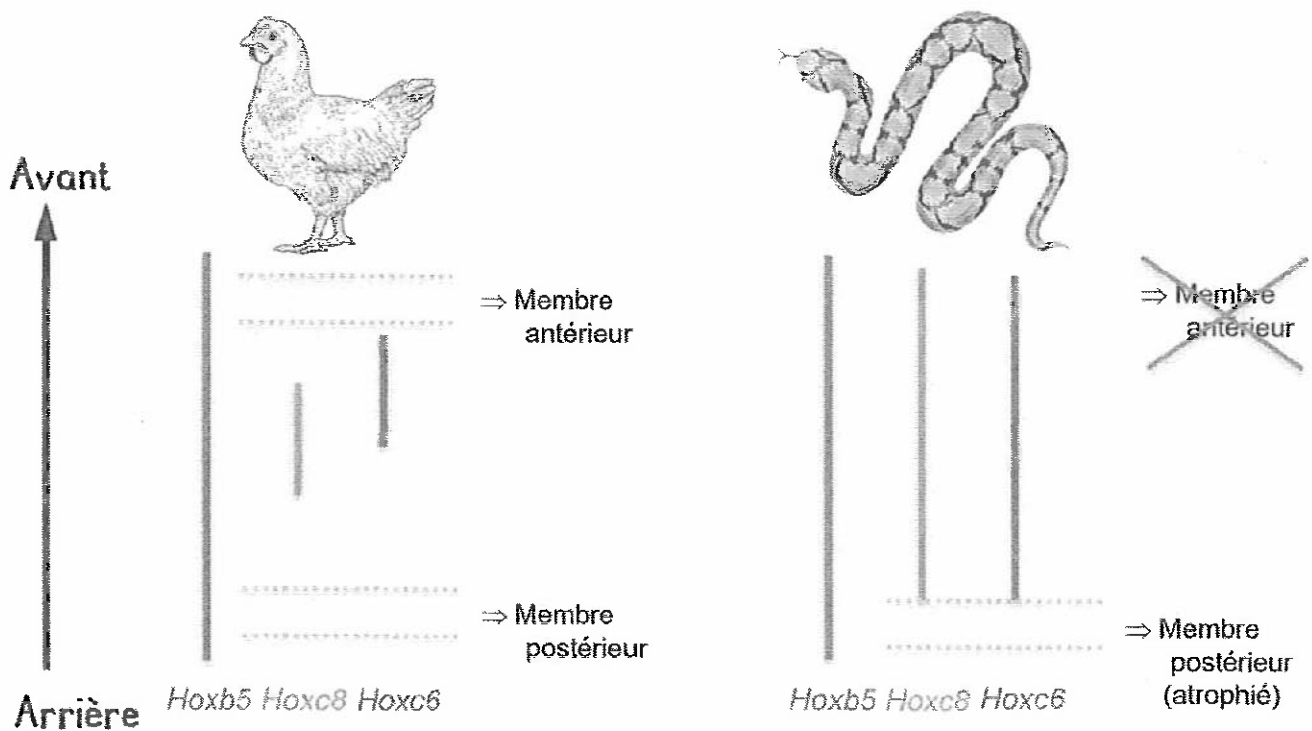
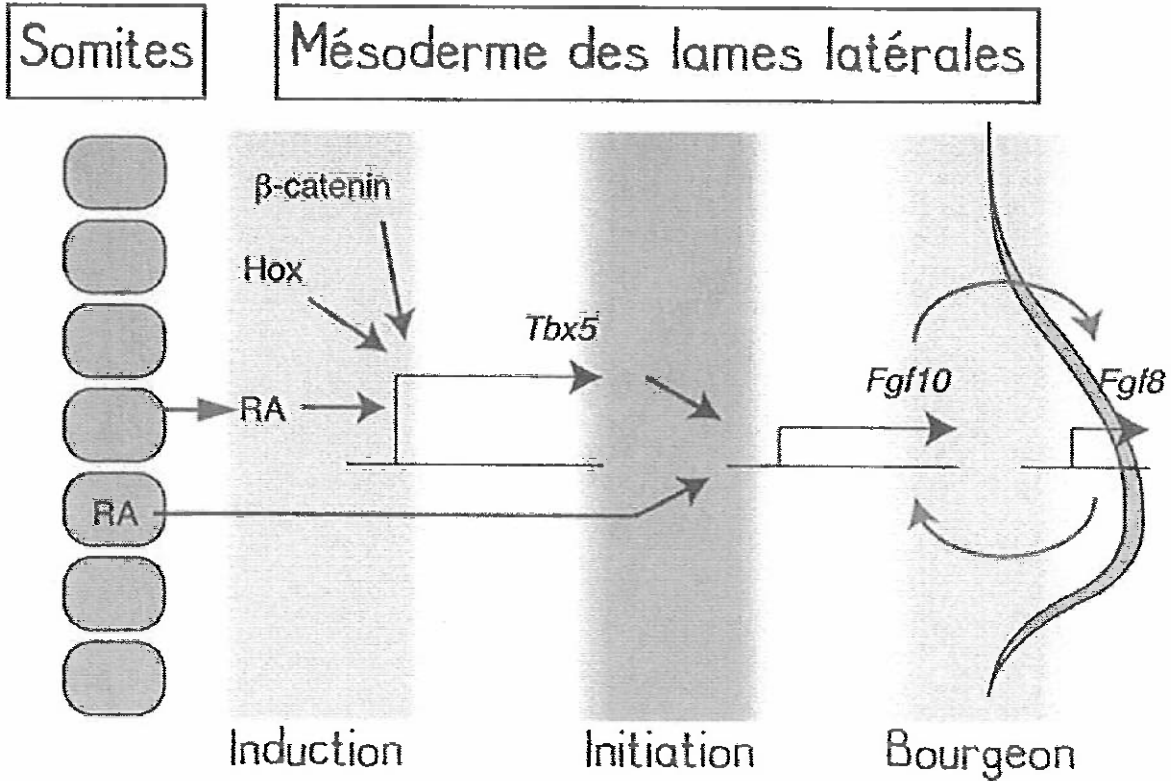
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (33)

Mise en place du myotome



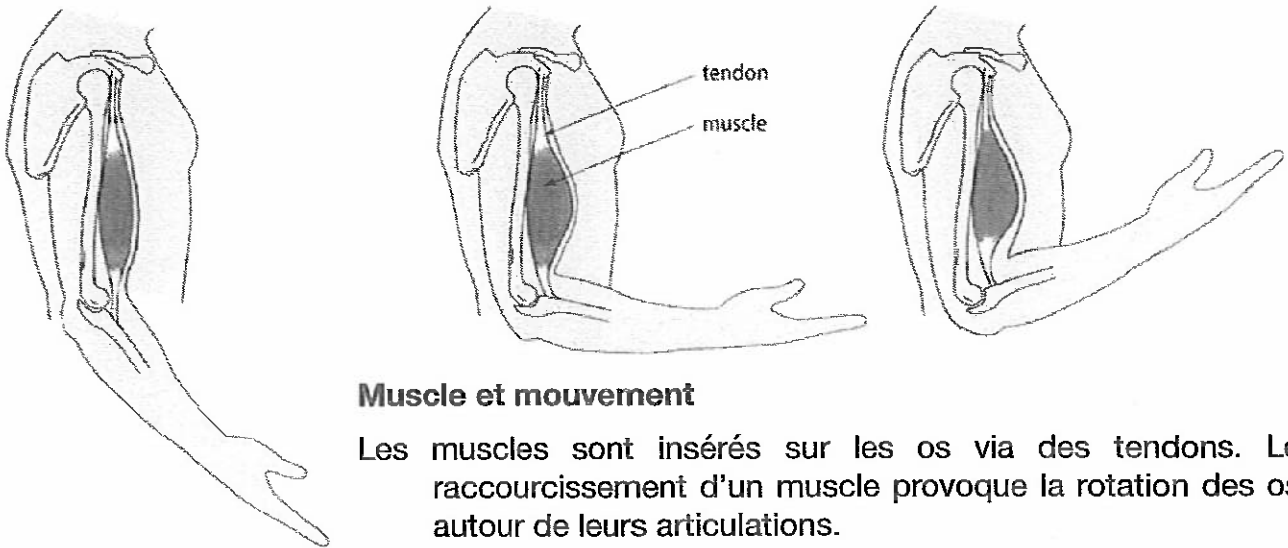
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (34)

La position du bourgeon de membre



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (35)

Contraction musculaire - contraction de fibre

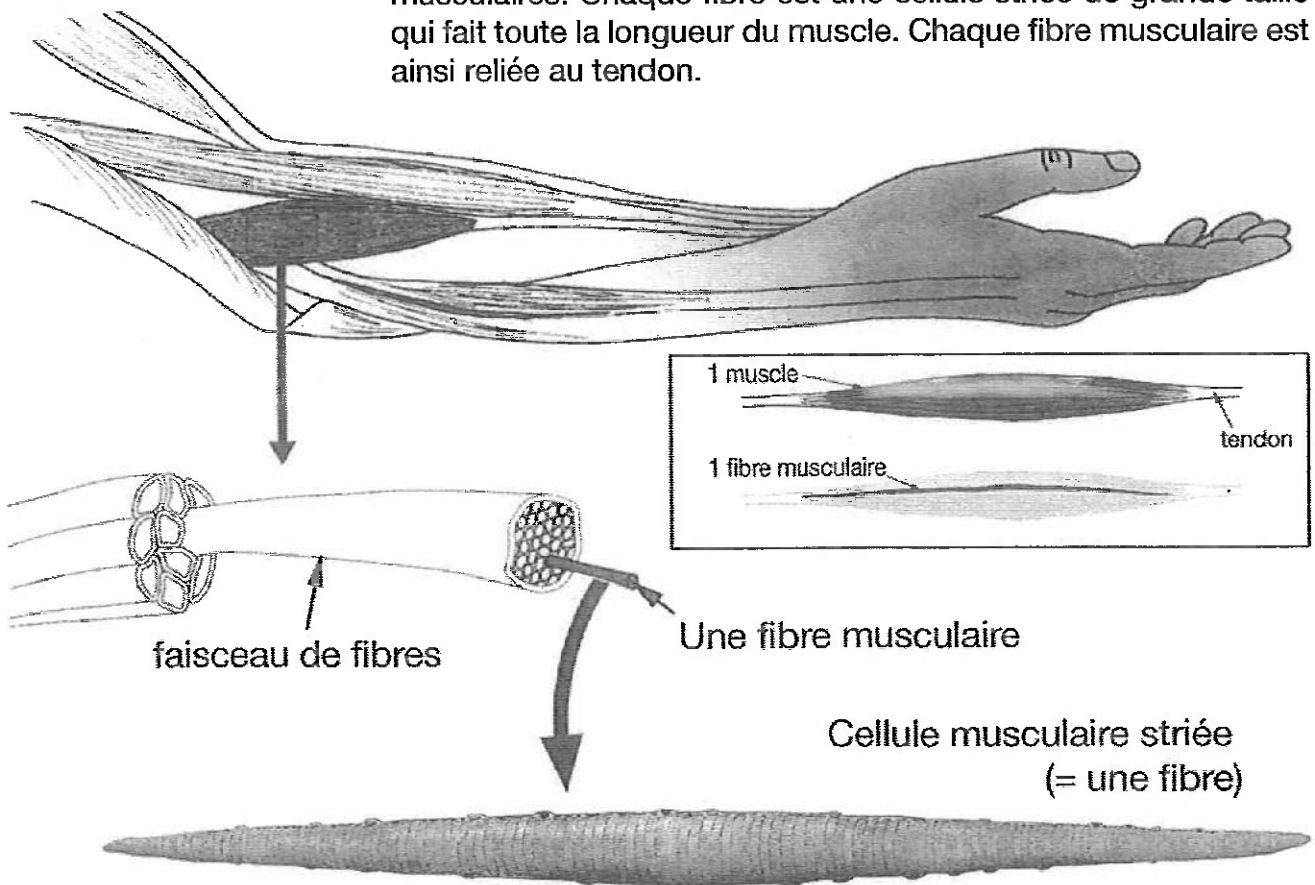


Muscle et mouvement

Les muscles sont insérés sur les os via des tendons. Le raccourcissement d'un muscle provoque la rotation des os autour de leurs articulations.

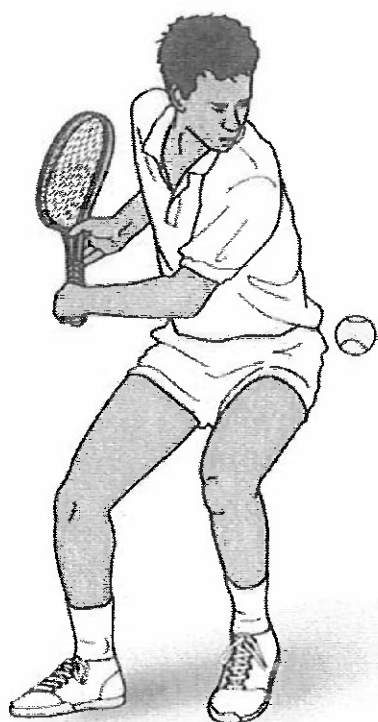
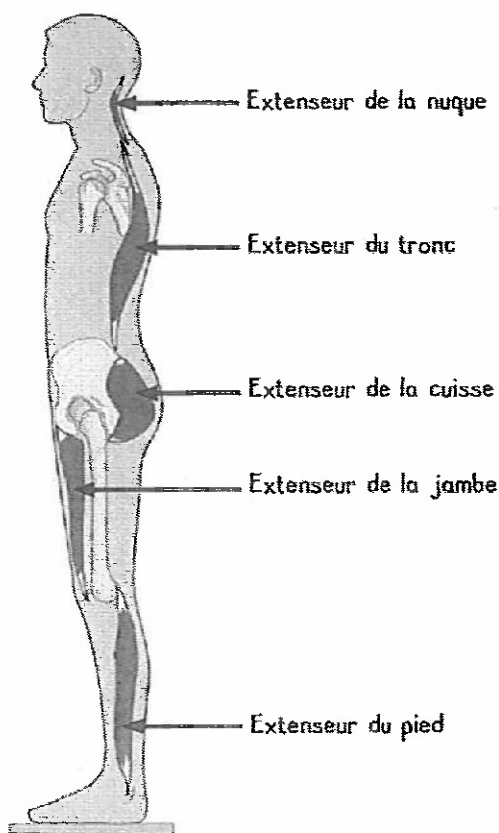
Les fibres musculaires

Un muscle est constitué d'un très grand nombre de faisceaux de fibres musculaires. Chaque fibre est une cellule striée de grande taille qui fait toute la longueur du muscle. Chaque fibre musculaire est ainsi reliée au tendon.



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (36)

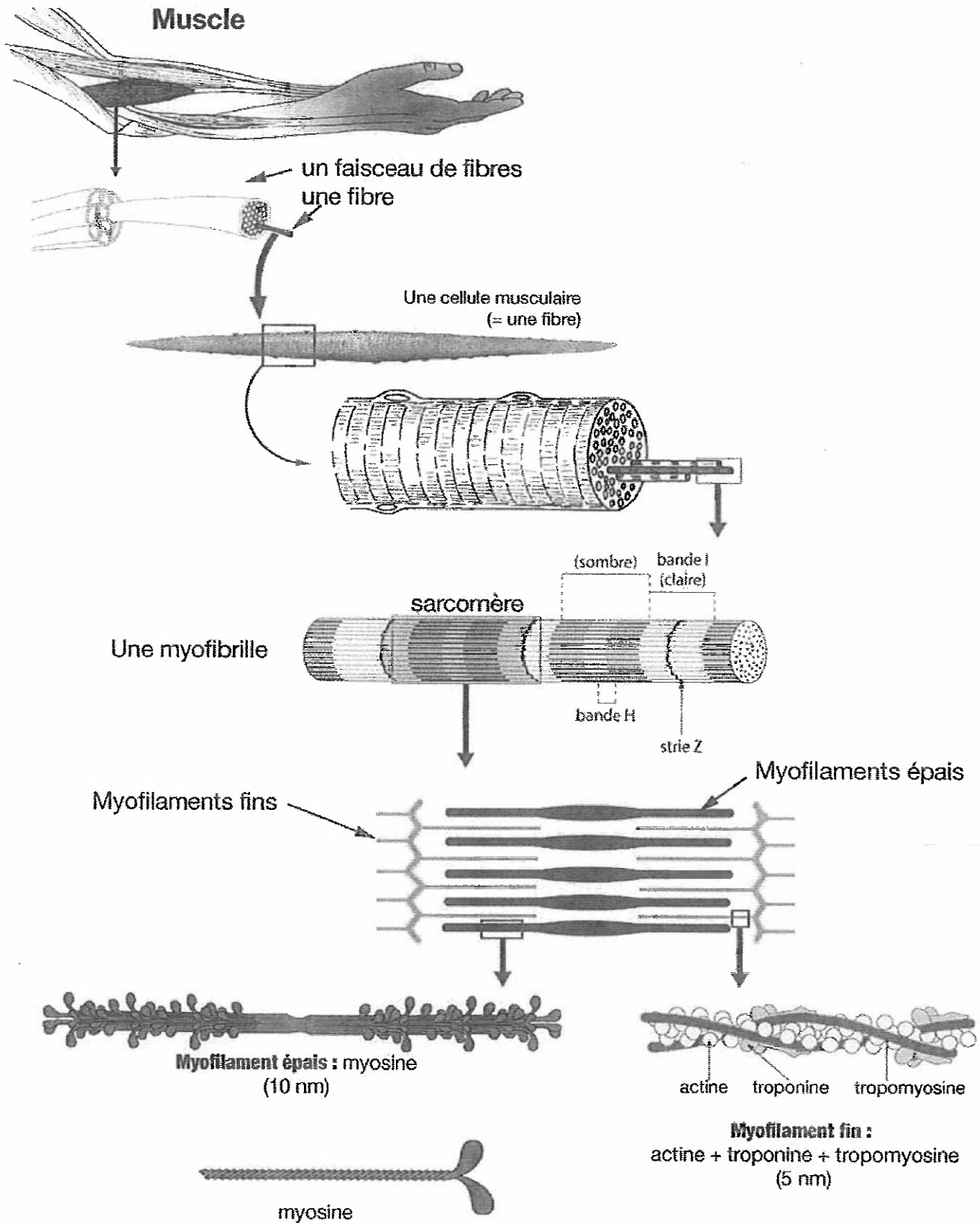
Tonus musculaire, posture et proprioception



Même de façon inconsciente, le système nerveux central est en permanence informé de la position et de la tension des différentes parties du corps. C'est ce qui permet de frapper une balle au bon moment et au bon endroit, de placer ses doigts correctement sur un piano, même en gardant les yeux fermés...

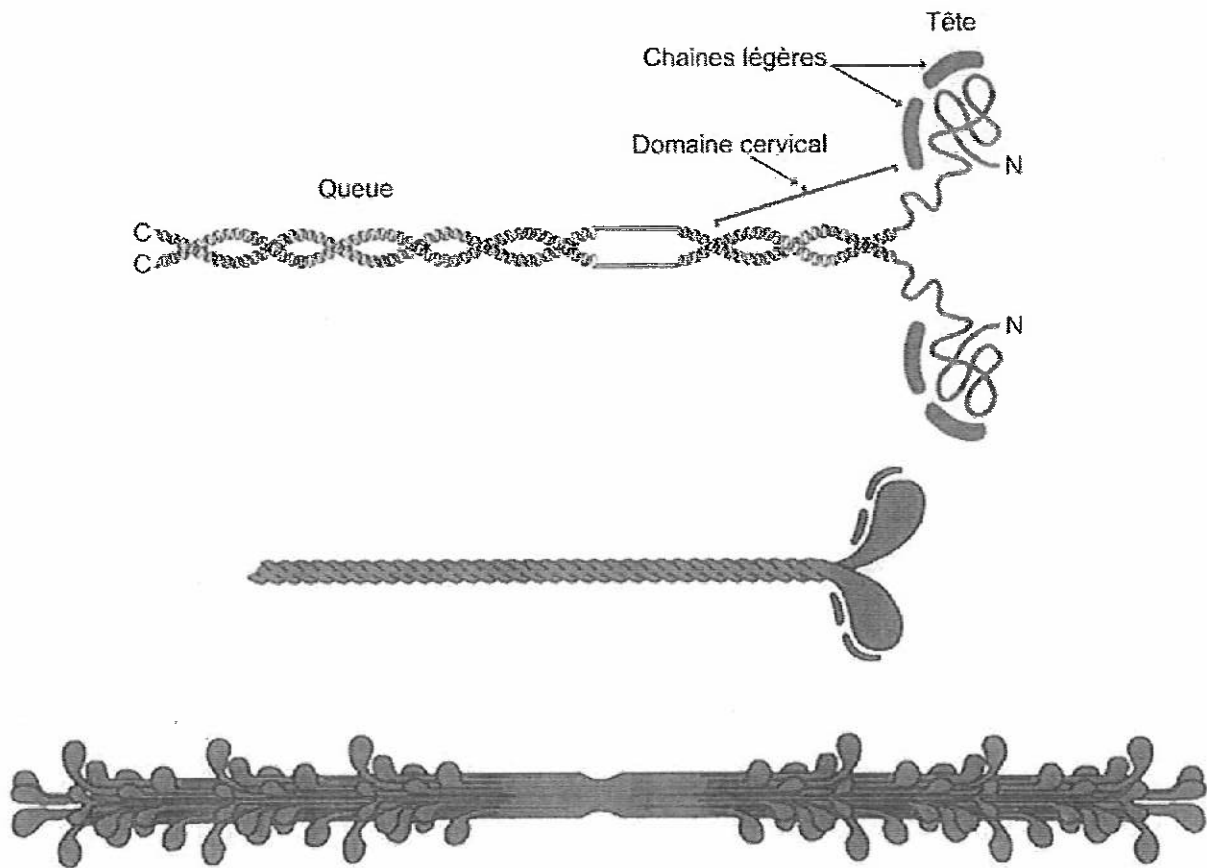
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (37)

Organisation du système contractile



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (38)

Organisation des filaments épais



Les filaments épais ont un diamètre d'environ 15 nm et sont essentiellement constitués d'une espèce moléculaire, la myosine II.

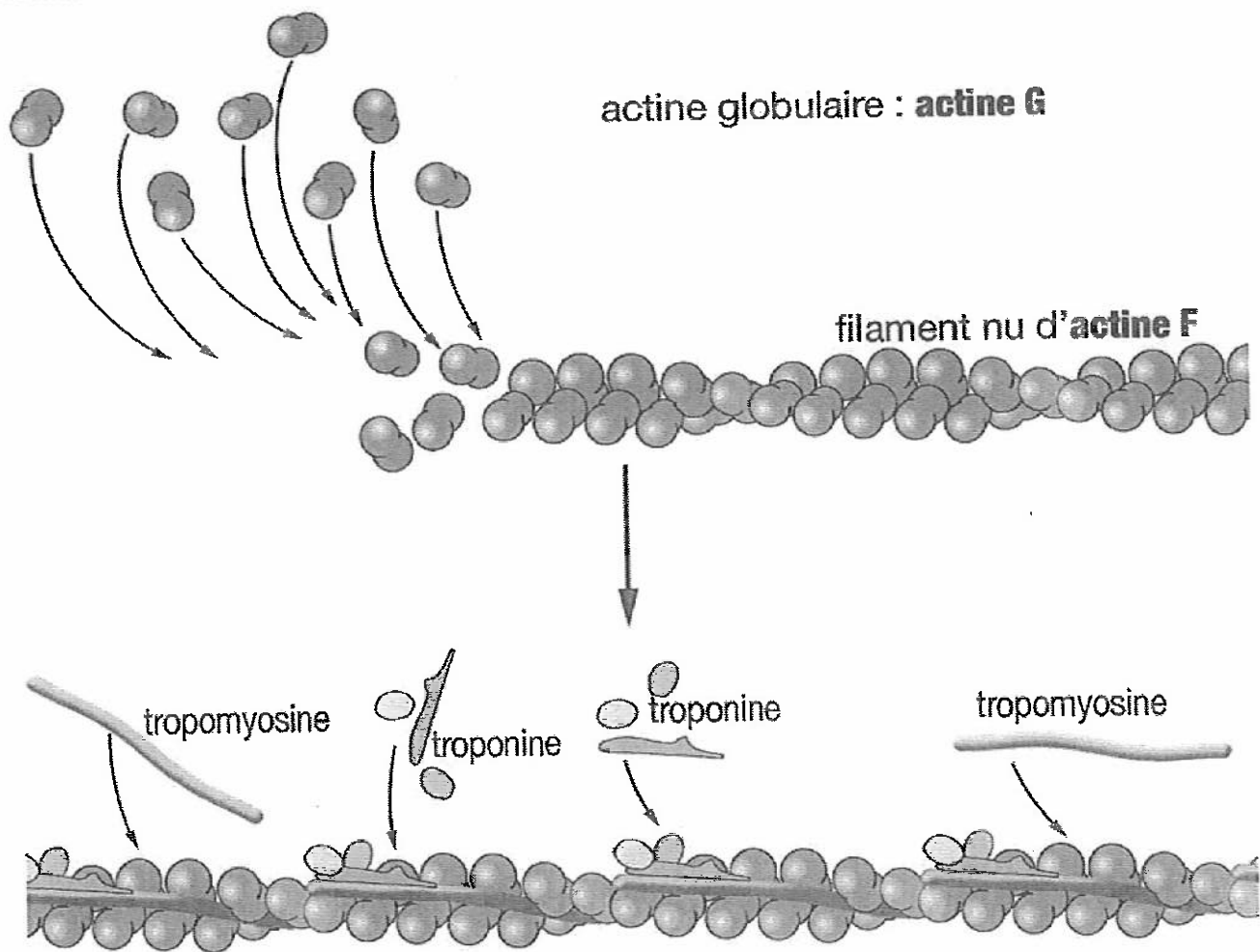
La myosine II est une molécule allongée de 2x240 kDa composée de deux chaînes lourdes (environ 200 kDa chacune) et de quatre chaînes légères (environ 20 kDa chacune). Chaque chaîne lourde est constituée d'une queue C-terminale allongée et fibrillaire en hélice alpha, d'une tête globulaire N-terminale enzymatique à activité ATPasique associée à deux chaînes légères, et d'un domaine cervical déformable reliant les deux extrémités. Les queues allongées de deux chaînes lourdes de myosine s'enroulent l'une autour de l'autre en une superhélice, les deux têtes globulaires se trouvant côte à côte.

Chaque filament épais est formé de nombreuses molécules de myosine II juxtaposées. A chaque extrémité du filament épais, les myosines sont orientées «tête vers l'extrémité», ce qui forme un filament symétrique.

Au total, le filament épais est un filament **bipolarisé** constitué en un faisceau de «queues» de myosine et «hérissé» de têtes de myosine.

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (39)

Organisation des filaments fins



Les filaments fins ont un diamètre d'environ 7 nm et sont constitués de plusieurs types de molécules, l'actine, la tropomyosine et la troponine.

L'actine monomérique (ou actine G pour Globulaire) est une molécule globulaire de 42 kDa pouvant polymériser pour former des filaments (actine F pour Filamenteuse). Les filaments d'actine sont composés de deux chaînes linéaires qui s'enroulent l'une autour de l'autre pour former une double hélice.

La tropomyosine est une protéine allongée dimérique. Elle va se lier à l'actine en se logant au creux des sillons de la double hélice formée par l'actine. A chaque extrémité d'une molécule de tropomyosine, soit un intervalle correspondant à 7 molécules d'actine, une molécule de troponine vient se lier avec la tropomyosine. La troponine est une molécule composée de 3 chaînes respectivement dénommées troponine-T, troponine-I et troponine-C.

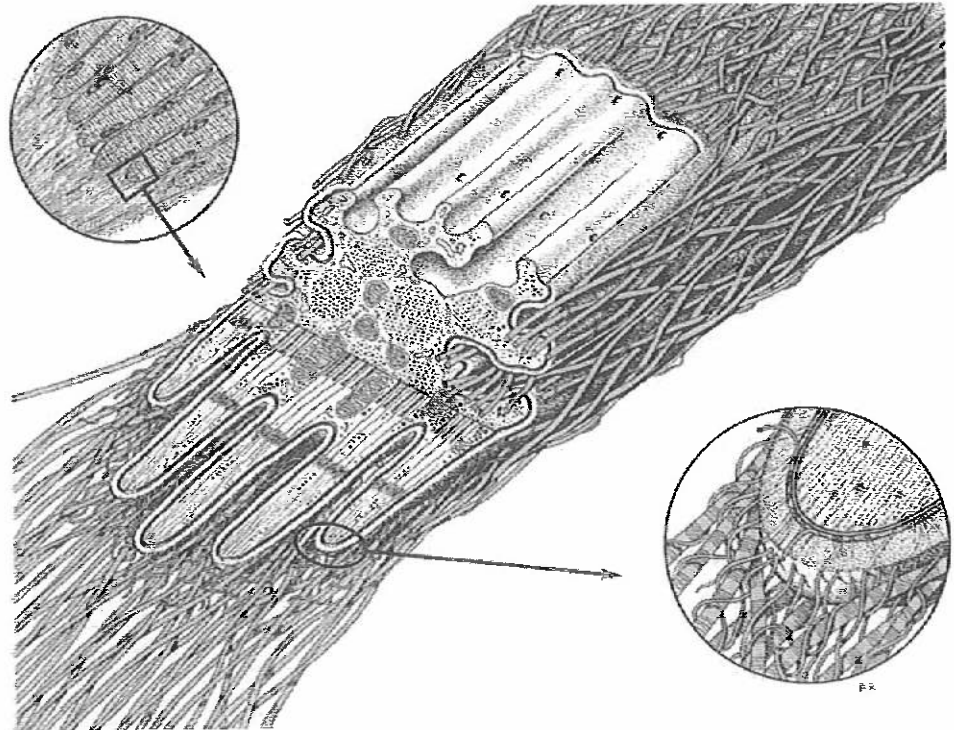
Au total, les filaments fins sont des filaments polarisés, «décorés» par des complexes «troponine-tropomyosine».

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (40)

La liaison fibre-tendon

Extrémité d'une fibre.

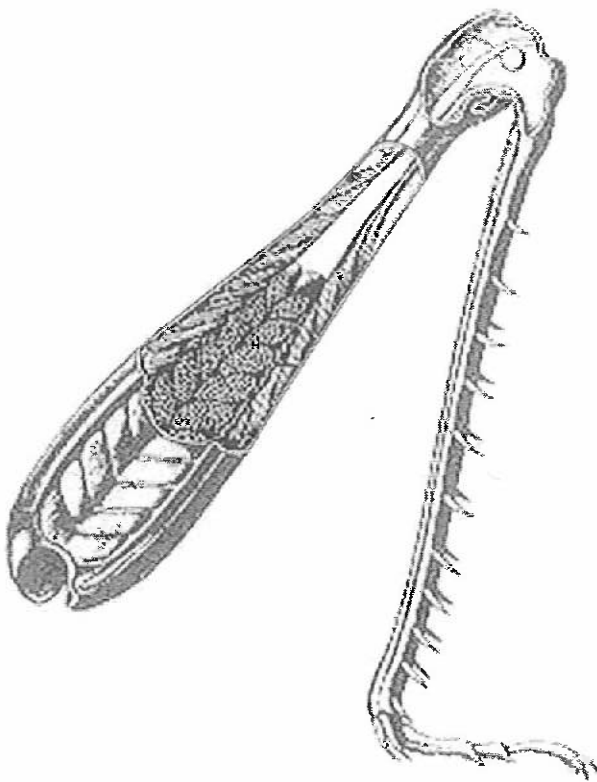
Chaque extrémité de fibre est reliée à un tendon, structure acellulaire, essentiellement collagène. La cohésion mécanique est assurée par des jonctions de type hémidesmosome.



Dimension des insertions

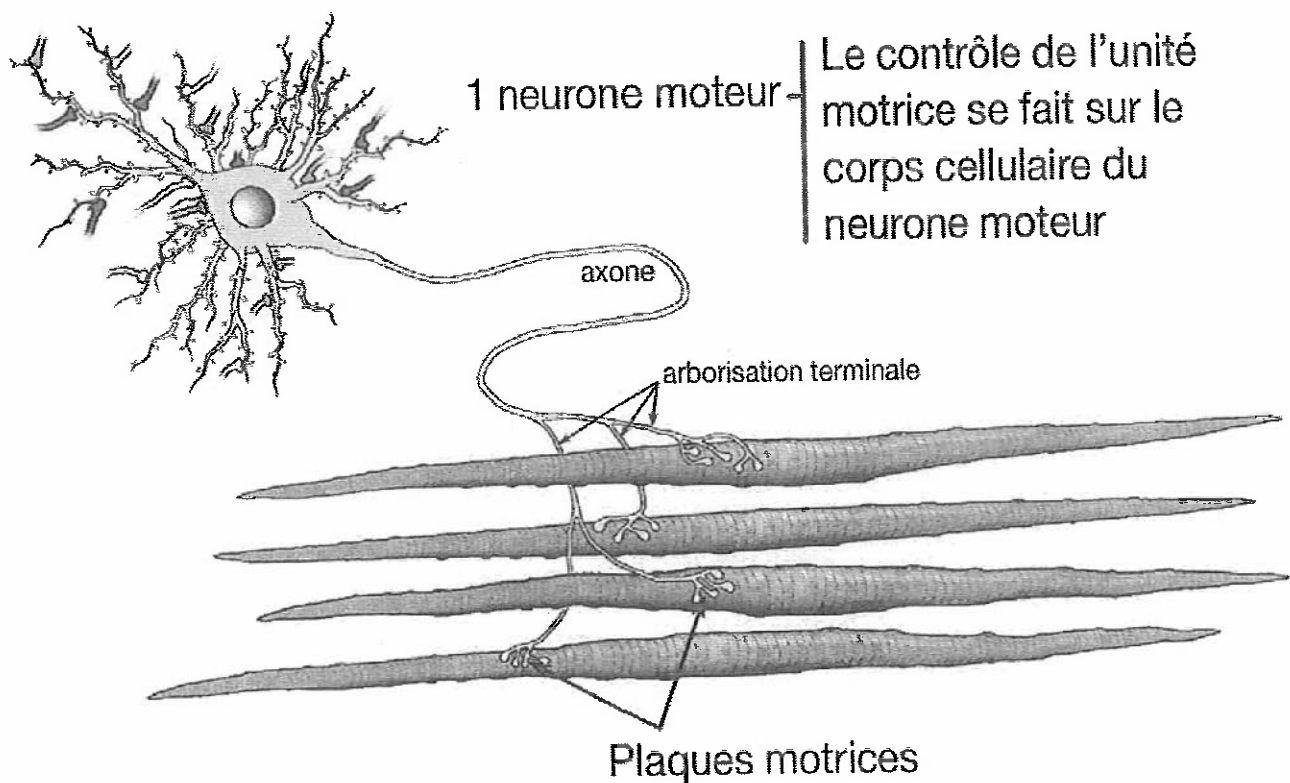
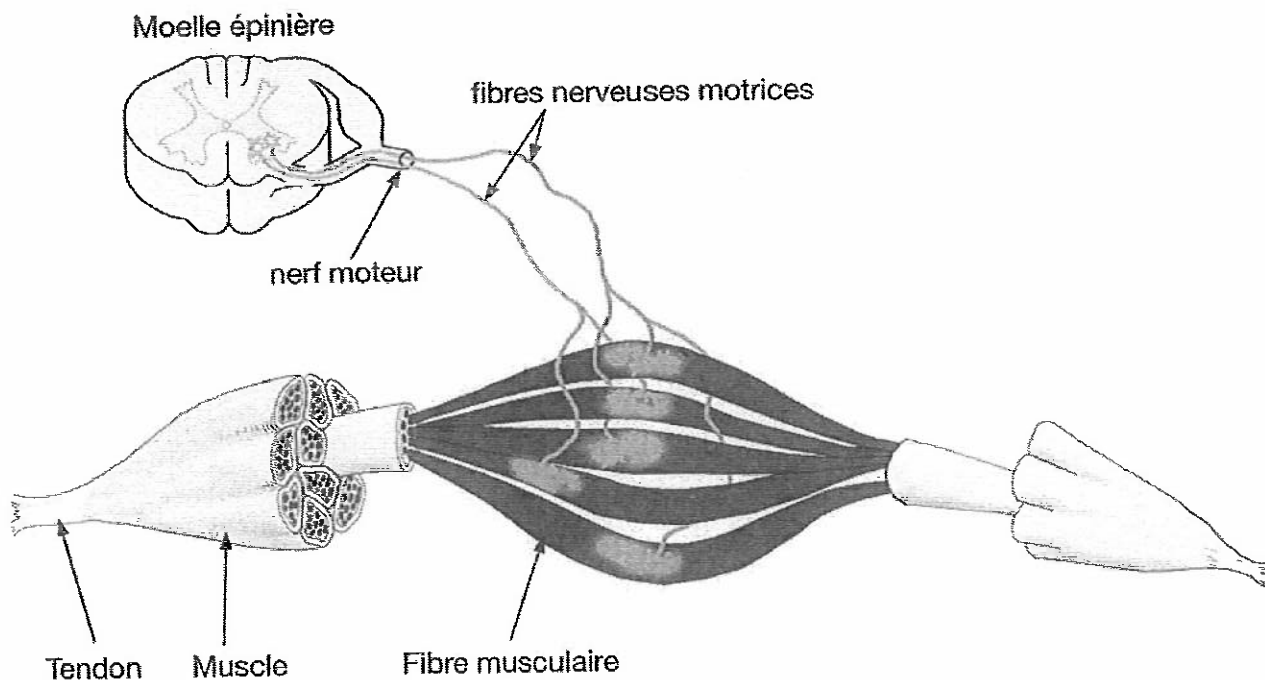
Plus un muscle est puissant, plus il exerce une traction forte sur les pièces squelettiques. Ces dernières ne peuvent supporter ces tractions que si la surface d'insertion est grande.

Ainsi, la dimension des zones d'insertion sur le squelette renseigne sur la puissance des muscles mis en jeu. On pourra songer à la très grande dimension des omoplates ou du bassin. Chez les Insectes, les muscles sont insérés sur des replis de cuticule. Ainsi, chez un Criquet, le fémur présente de très riches ornements qui sont en fait le reflet des nombreux replis qu'y présente la cuticule, en relation avec l'abondante musculature liée au saut.



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (41)

L'unité motrice et la plaque motrice

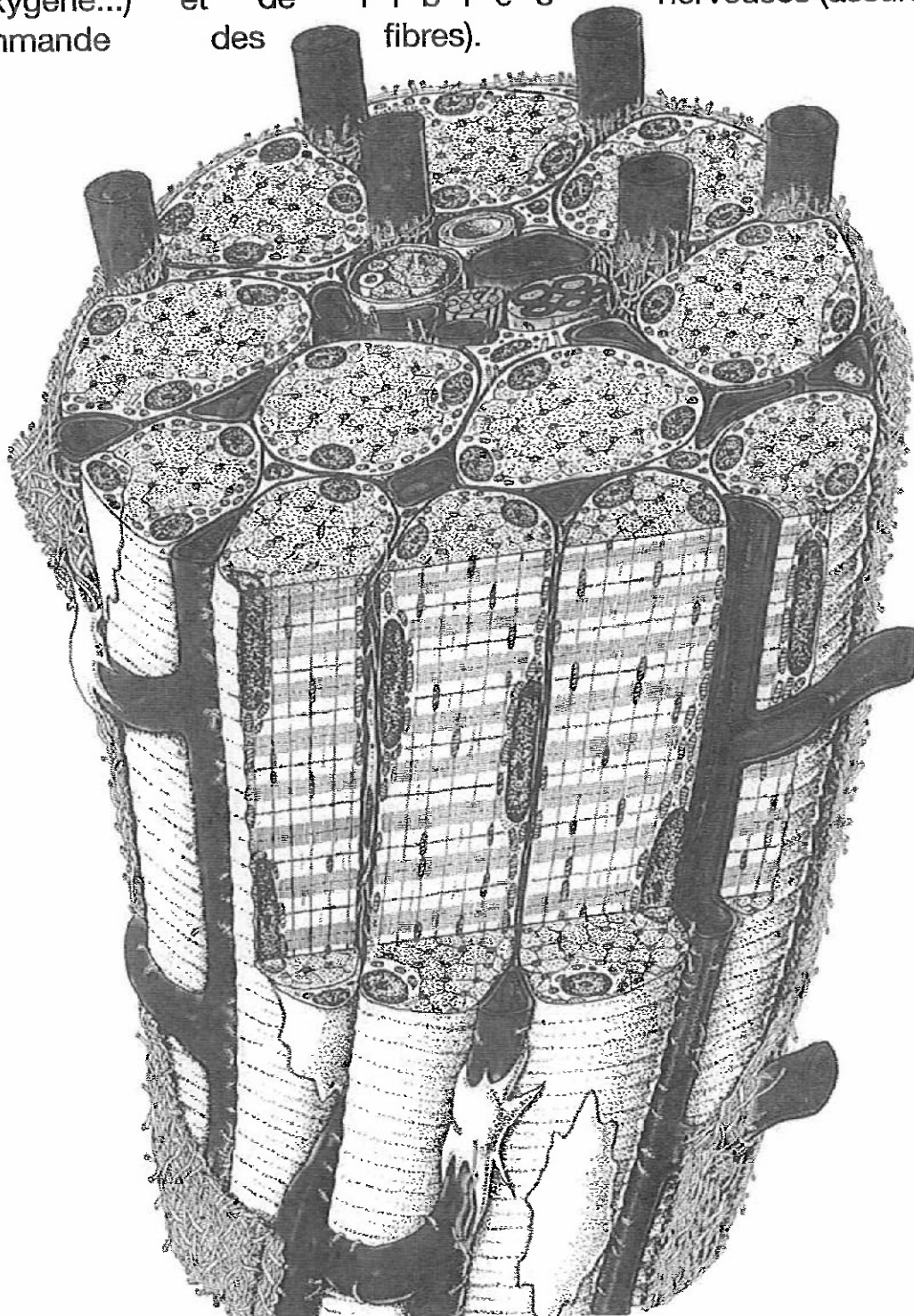


DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (42)

Organisation des faisceaux

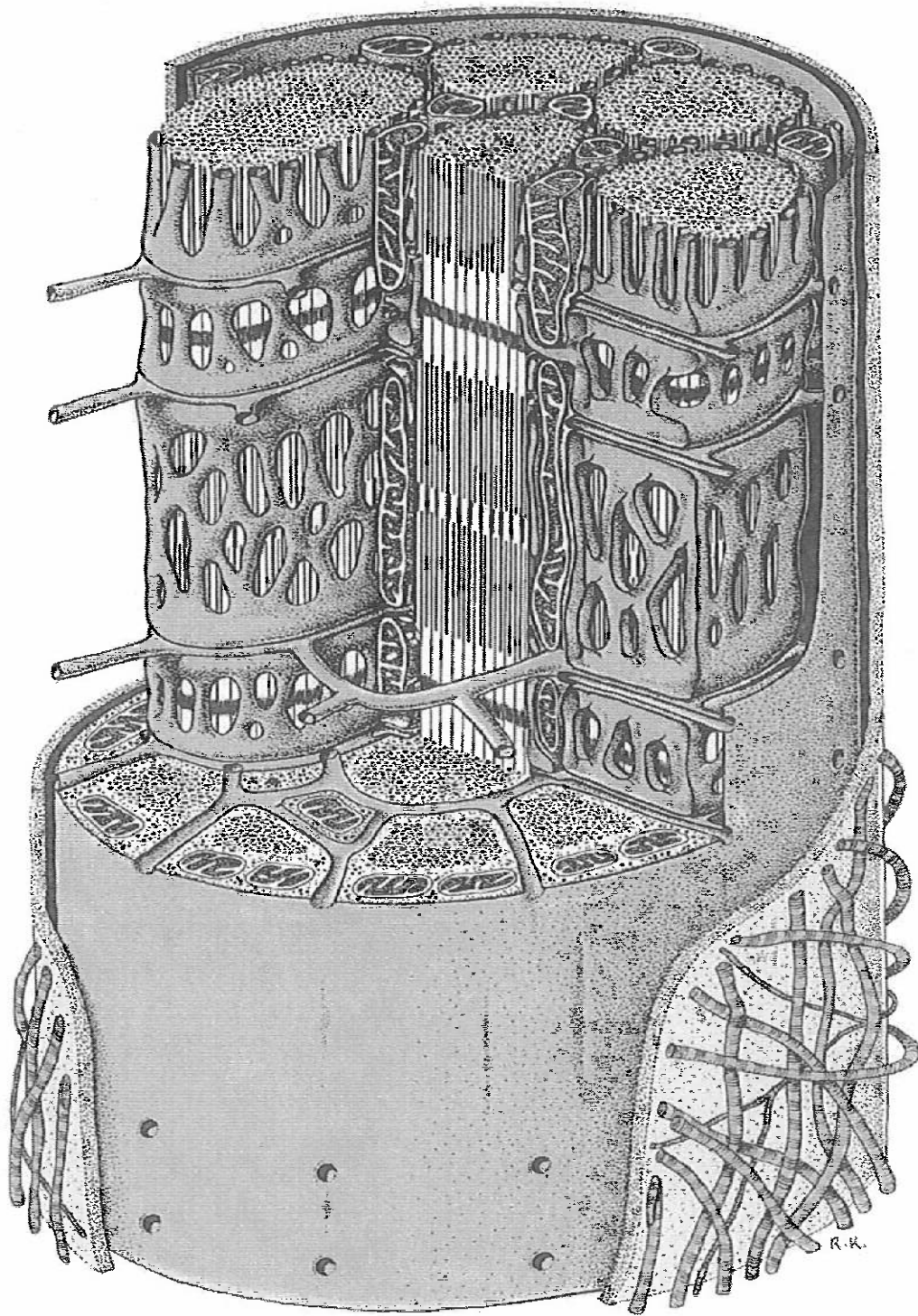
Vue 3D d'un faisceau.

Un faisceau musculaire est une structure complexe constituée d'un grand nombre de fibres (cellules) musculaires. Ces cellules sont entourées d'une matrice extracellulaire collagène et l'ensemble est parcouru de capillaires sanguins (les muscles sont grands consommateurs de nutriments et de dioxygène...) et de fibres nerveuses (assurant la commande des fibres).



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (43)

Organisation de la Cellule Striée



Une cellule ultra-différenciée

La cellule musculaire est essentiellement caractérisée par son cytosquelette à organisation quasi-cristalline, par l'abondance du réticulum et des mitochondries, par la présence de nombreux noyaux, et enfin par l'existence des tubules transverses.

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (44)

Organisation des myofilaments

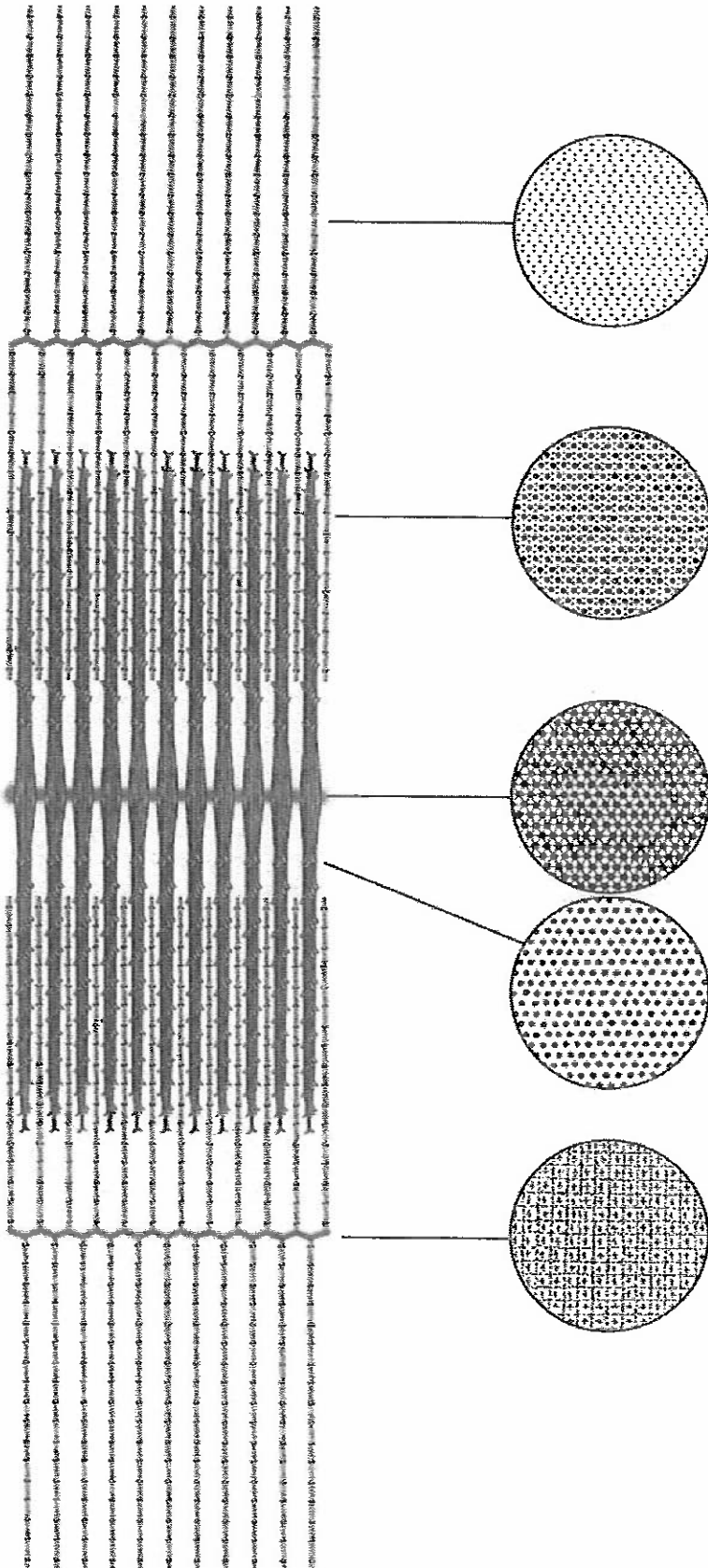
Une organisation quasi-cristalline

C'est la disposition extrêmement précise et périodique des myofilaments constituant les myofibrilles qui confère à la cellule son caractère strié.

La régularité de cette organisation est révélée par les coupes transversales de fibres musculaires qui, en microscopie électronique, montrent des motifs hexagonaux compacts, typiques d'un rangement optimal des filaments.

Les filaments fins d'actine sont reliés entre eux à leur base par les stries Z.

Les filaments épais de myosine sont libres et disposés entre les ensembles d'actine.



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (45)

Sarcomère, myofilaments et contraction

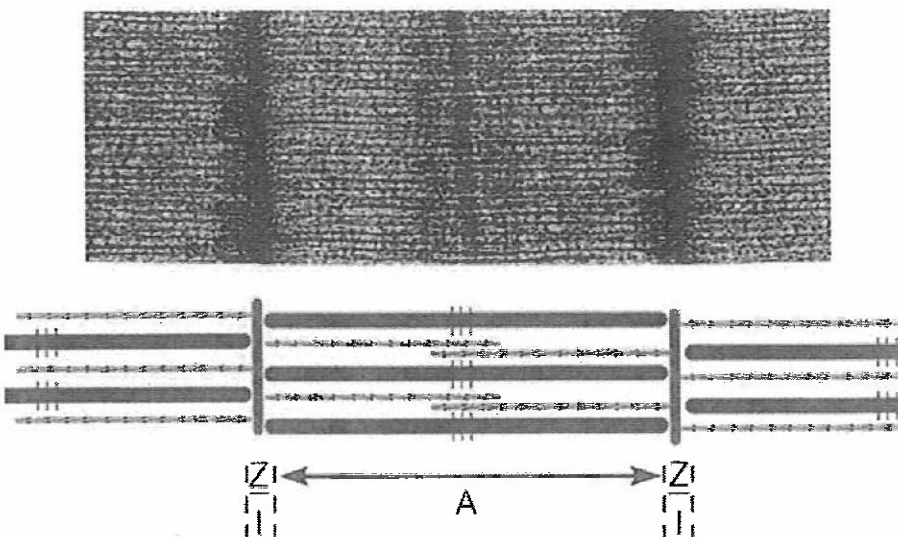
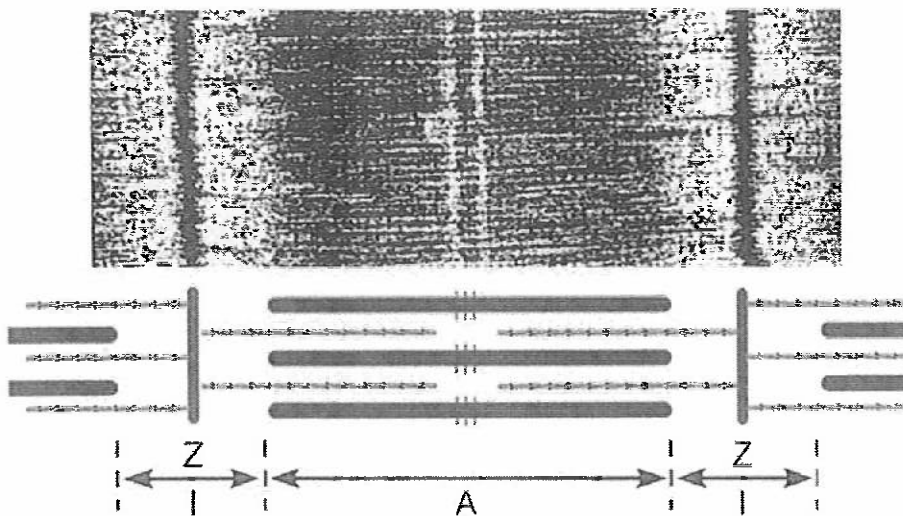
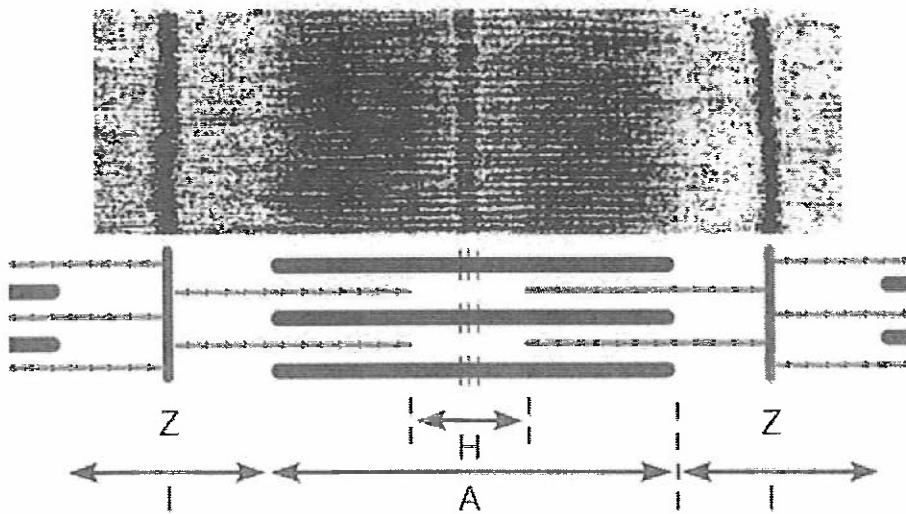
Evolution des largeurs de bandes

Au cours d'une contraction, chaque sarcomère se raccourcit.

Ce phénomène est marqué par une longueur constante des bandes A (bandes sombres) et un raccourcissement des bandes I.

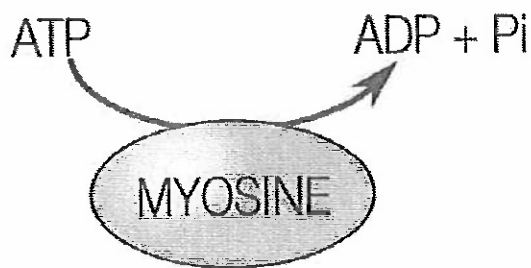
Les zones H disparaissent.

On interprète ces images par un coulisement des filaments d'actine (tous liés entre eux par la strie Z) par rapport aux filaments épais de myosine. Le raccourcissement maximal est atteint lorsque les bandes I sont réduites à la strie Z.

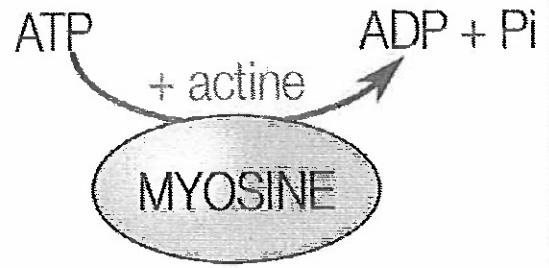


DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (46)

L'interaction actine-myosine



$0,05 \text{ s}^{-1}$



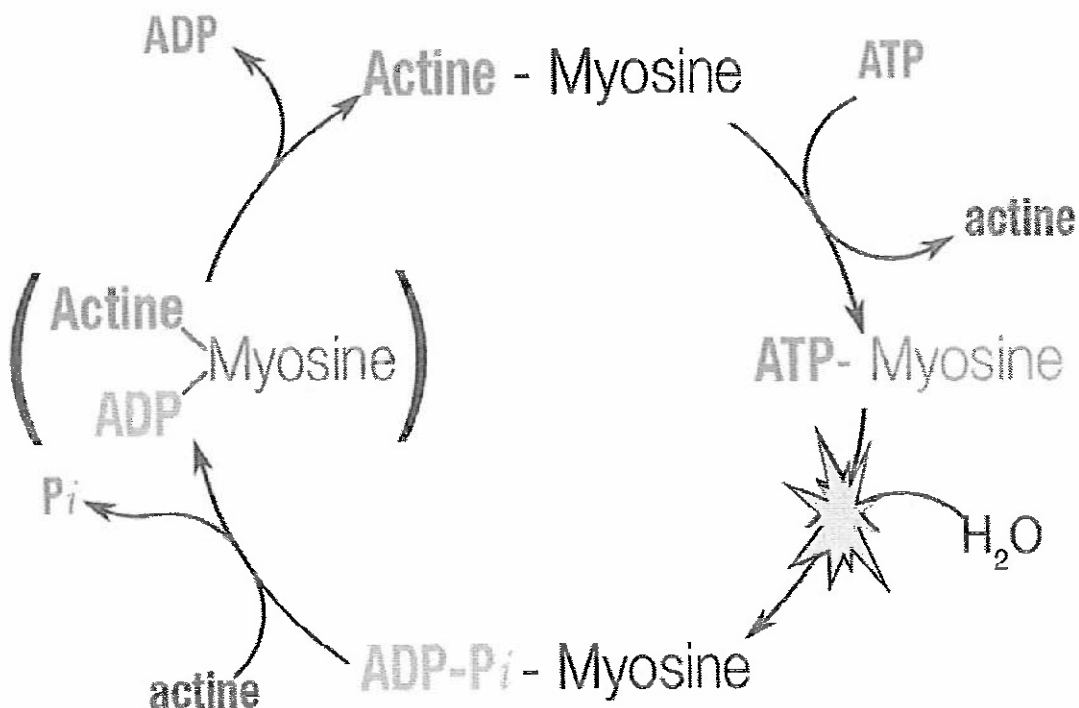
10 s^{-1}

Activité ATPasique

La myosine est une enzyme ATPasique. La présence d'actine, par ailleurs, augmente la vitesse de réaction d'un facteur 200

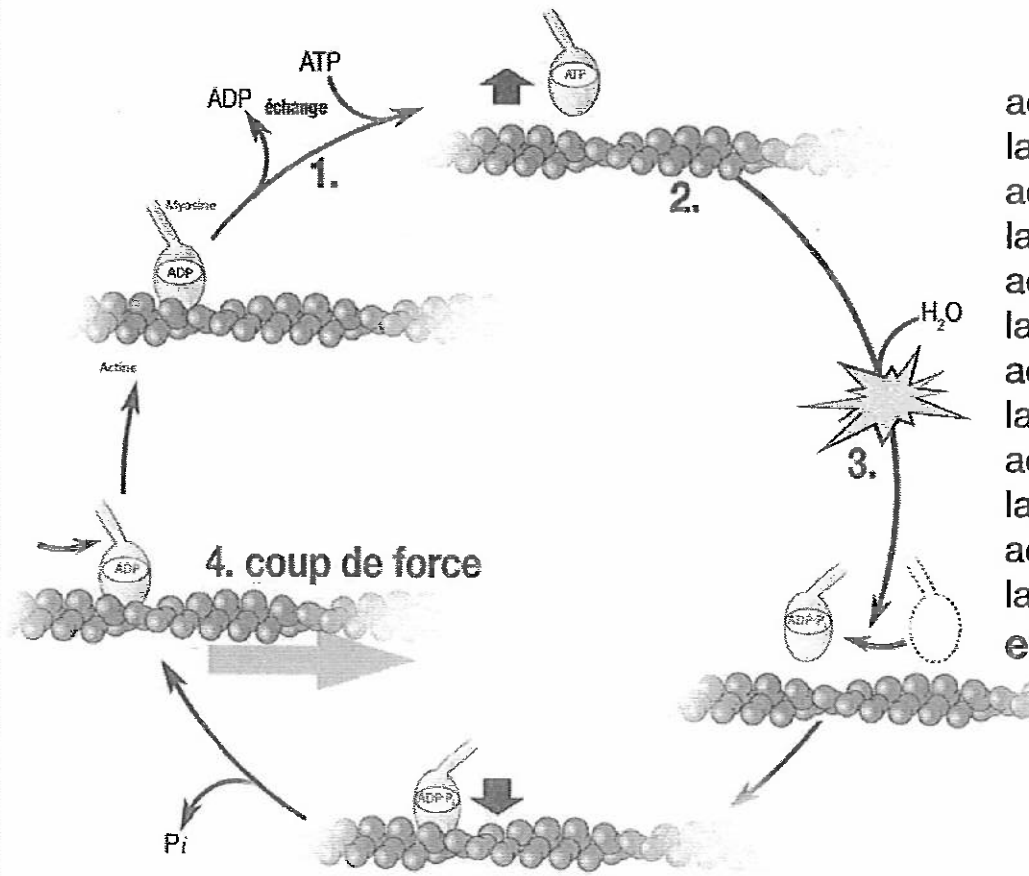
L'effet facilitateur de l'actine

L'actine n'a aucun rôle direct sur l'hydrolyse d'ATP. En revanche, elle est essentielle au «décrochage» de l'ADP et participe ainsi au turn-over de la myosine libre qui peut alors reprendre un cycle.



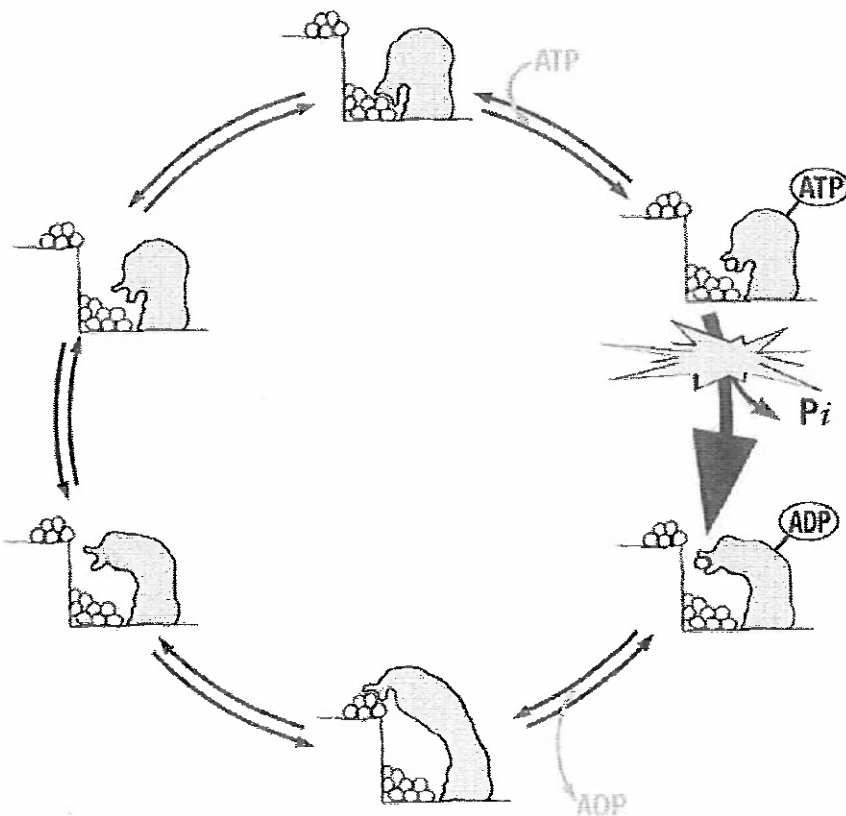
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (47)

Qu'est-ce qu'un moteur protéique ?



accrocher, tirer,
lacher, re-armen,
accrocher, tirer,
lacher, re-armen,
accrocher, tirer,
lacher, re-armen,
accrocher, tirer,
lacher, re-armen,
accrocher, tirer,
lacher, re-armen,
accrocher, tirer,
lacher...

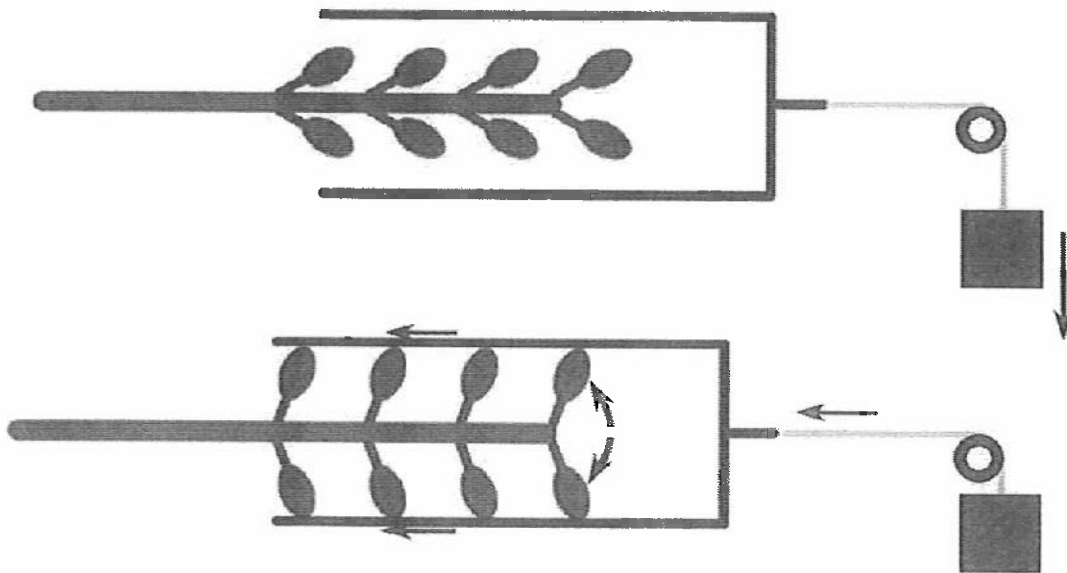
et pas l'inverse



prendre, lever, poser,
lacher, descendre,
prendre, lever, poser,
lacher, descendre,
prendre, lever, poser,
lacher, descendre,
prendre, lever, poser,
lacher, descendre,
prendre, lever, poser,
lacher, descendre, ...
et pas l'inverse

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (48)

Le coulisement actine-myosine



Un fonctionnement synchrone serait stupide !

Si les têtes de myosine étaient synchronisées, elles lâcheraient toutes ensemble les filaments d'actine, et il serait impossible d'additionner les effets de deux secousses consécutives...

La rigidité cadavérique

Du fait de l'interaction actine-myosine et de la compétition entre actine et ATP pour la fixation sur la myosine, il résulte que la relaxation de la fibre nécessite de l'ATP :

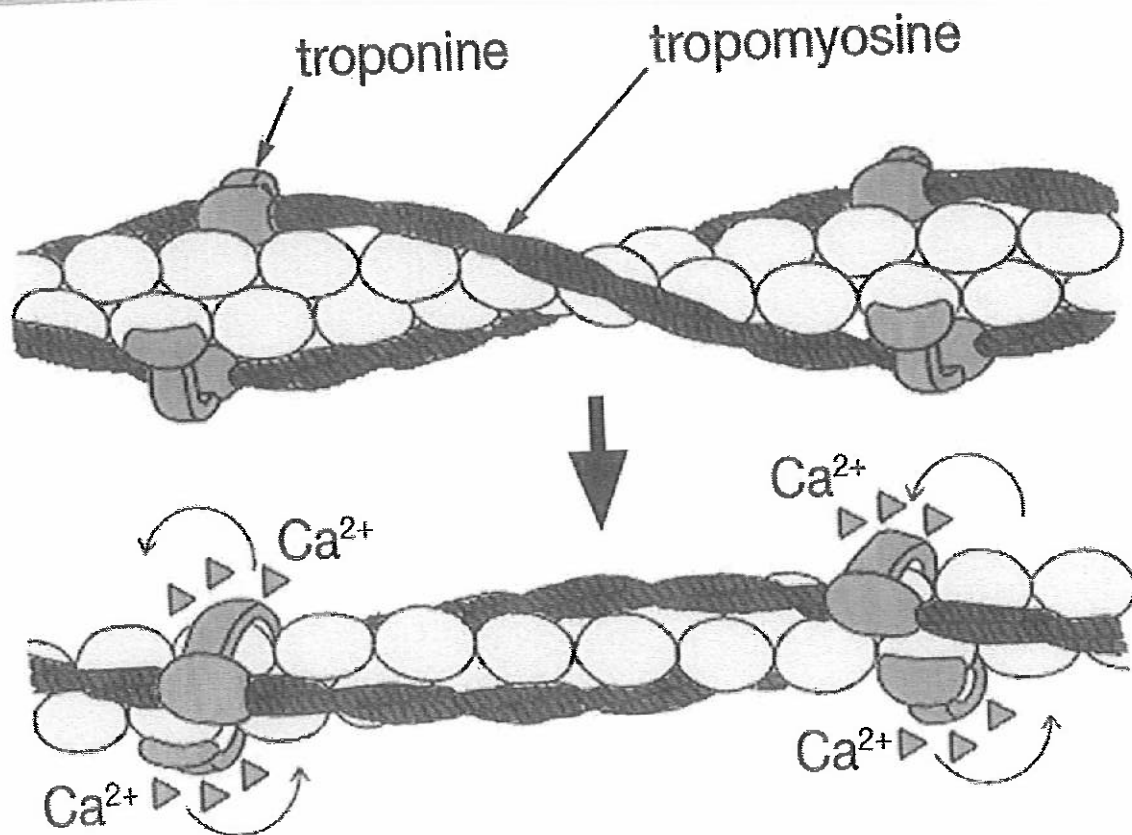
En présence d'ATP, les têtes se décrochent de l'actine, ce qui découple les filaments fins et épais

En l'absence d'ATP, les têtes de myosine restent obligatoirement liées à l'actine et toute la fibre est alors formée d'un continuum mécanique, filaments fins et épais étant alors tous reliés.

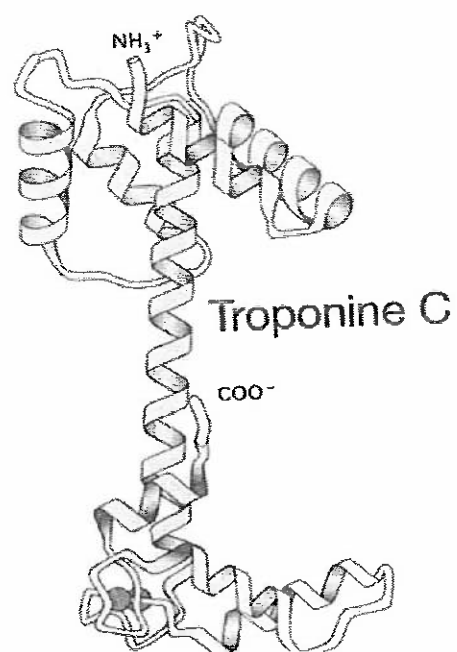
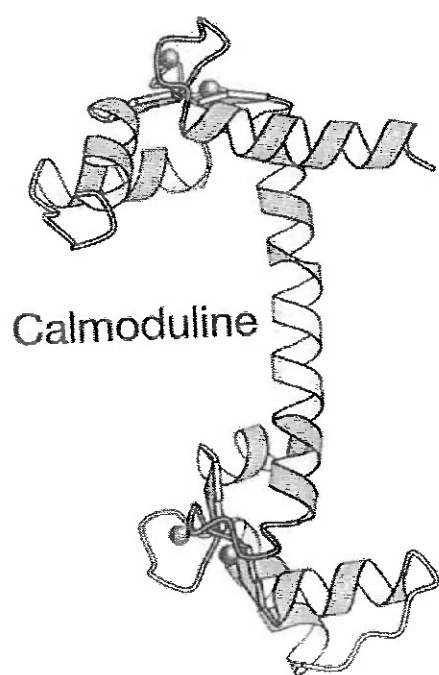
C'est ce qui se passe après la mort d'une fibre : après consommation de la totalité de l'ATP cellulaire, celui-ci n'est pas renouvelé et les têtes de myosine finissent par rester liées aux actines : c'est la rigidité cadavérique.

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (49)

Troponine, tropomyosine et calcium

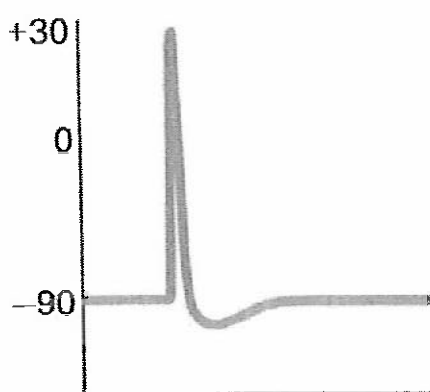
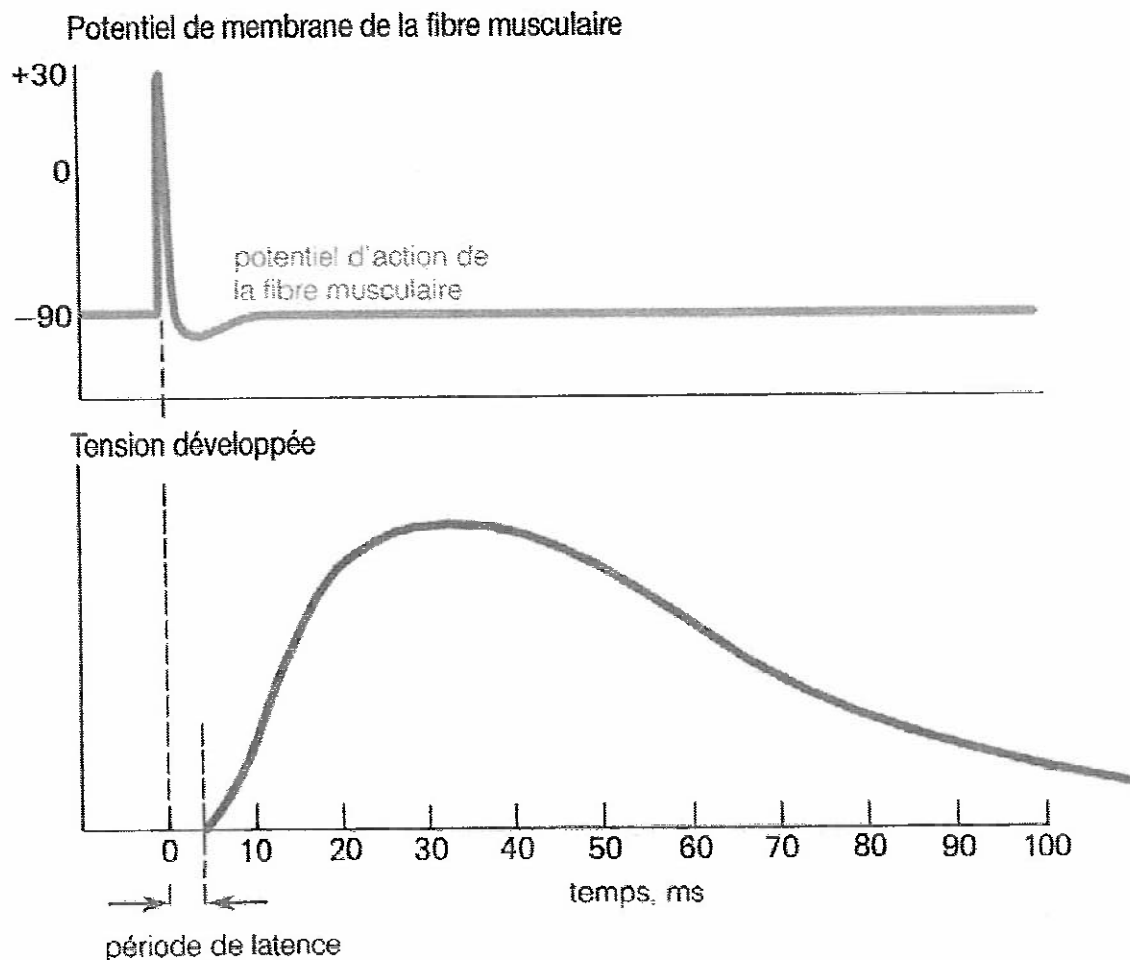


En présence de calcium, la liaison entre la troponine et la tropomyosine est modifiée. Il en résulte un mouvement de la tropomyosine par rapport à l'actine et ce mouvement dévoile les sites de liaison de la myosine sur l'actine.



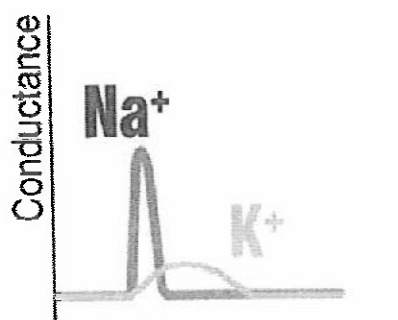
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (50)

Le Potentiel d'action et son support ionique



Le potentiel d'action de la cellule musculaire est très comparable à celui d'une fibre nerveuse. On y distingue le profil classique : dépolarisation brusque, repolarisation et hyperpolarisation.

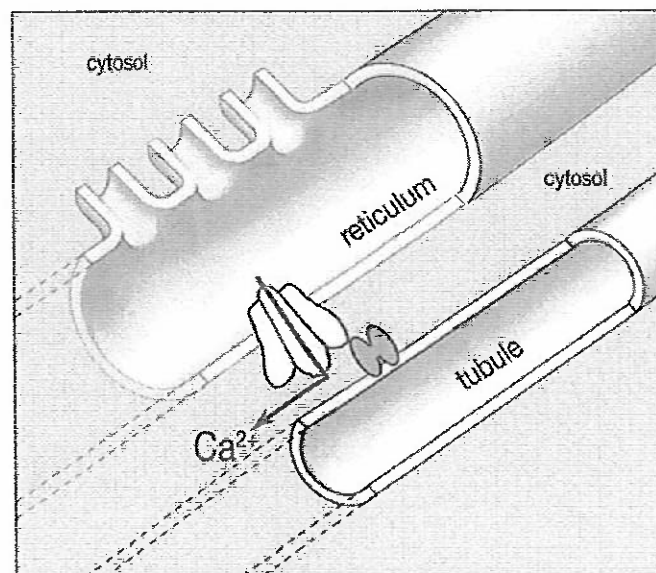
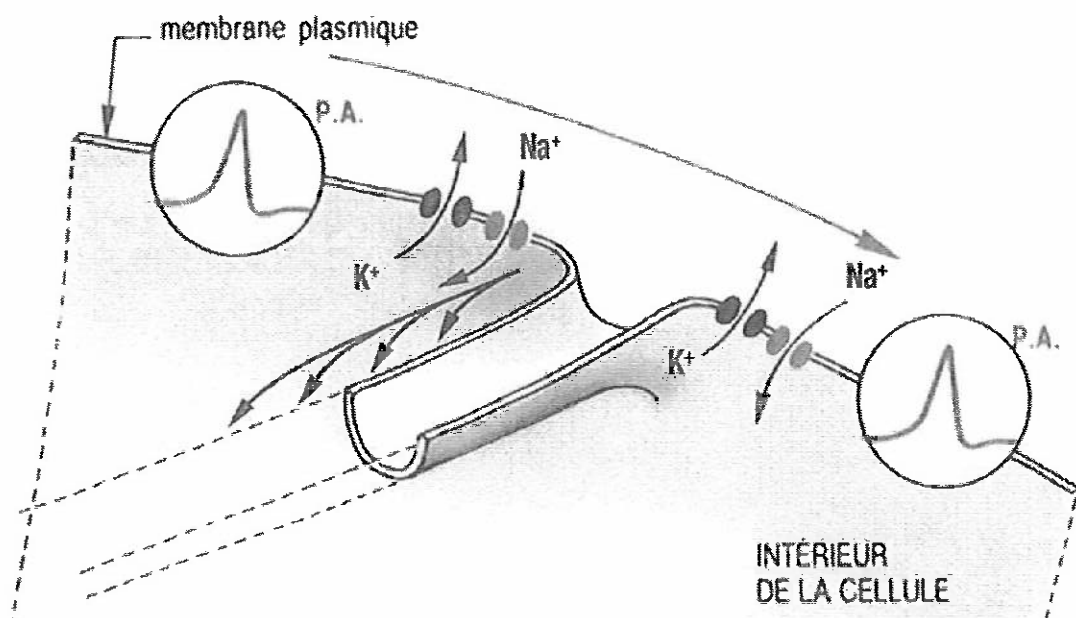
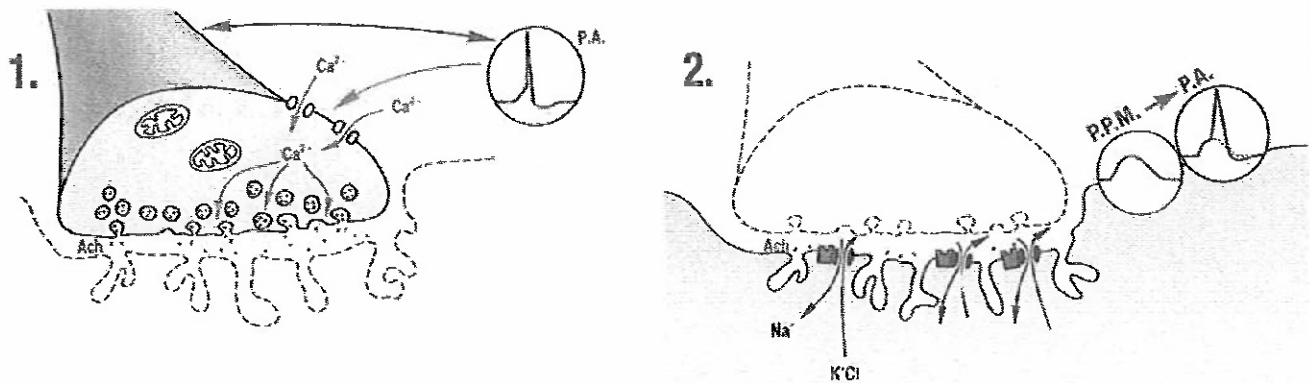
Ce déroulé est sous-tendu par des variations de conductance vis à vis des ions Sodium et Potassium. Ces variations reflètent le comportement de canaux ioniques sensibles à la tension.



A la différence d'un neurone, une cellule musculaire possède de tels canaux sur l'intégralité de sa membrane (un neurone n'en présente que sur l'axone...).

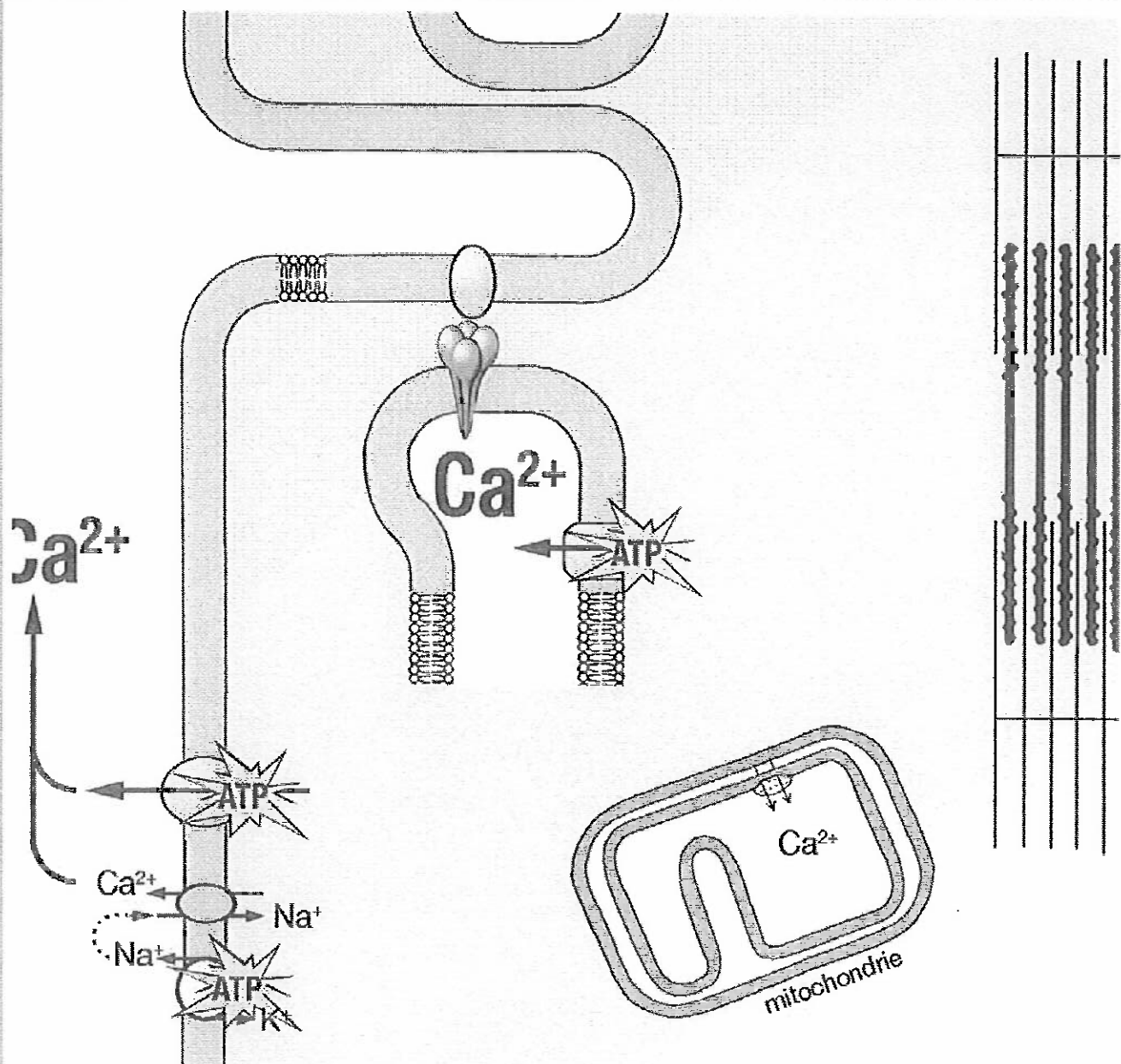
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (51)

Le couplage excitation-contraction



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (52)

Extinction du signal Ca^{2+} et relaxation



Une très faible teneur en Calcium

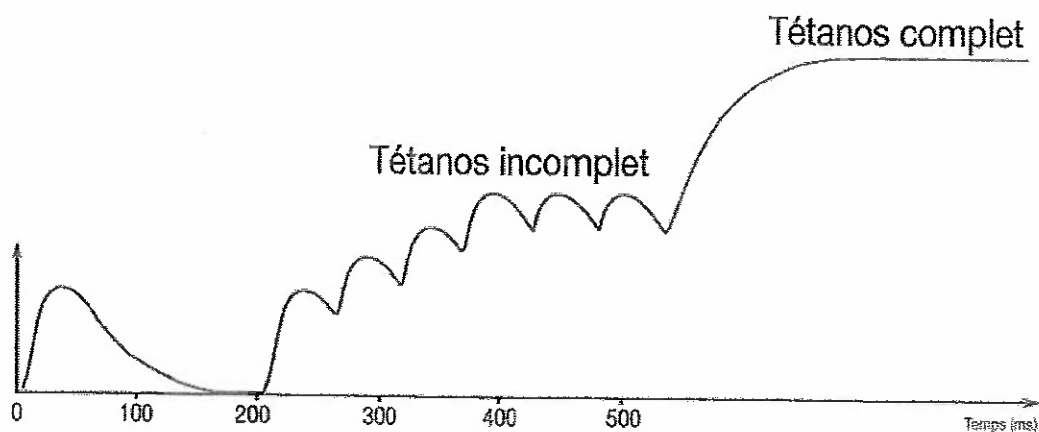
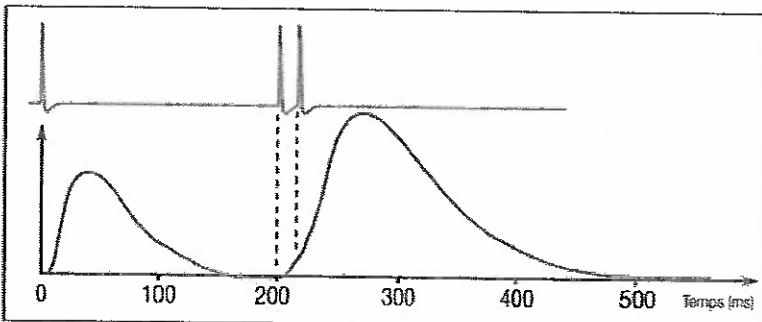
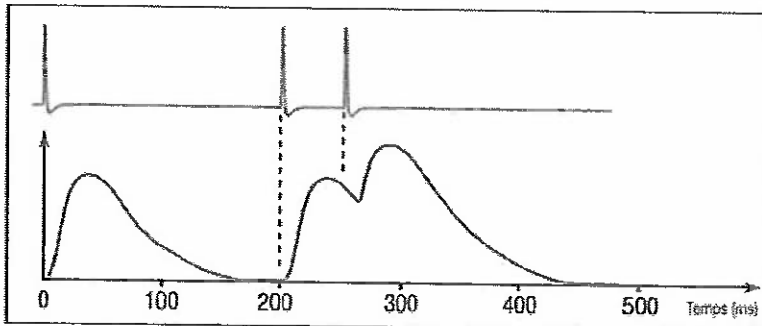
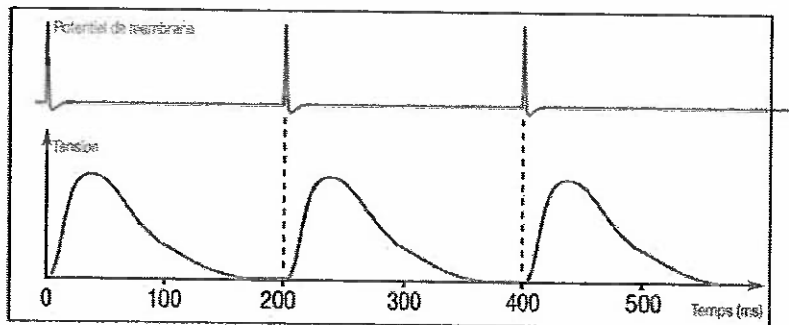
Toute cellule vivante entretient de très très faibles teneur en Calcium (de l'ordre de 10^{-6} M).

Dans le cas de la cellule musculaire, deux principaux mécanismes sont à l'œuvre : une pompe ATPasique membranaire et une autre pompe, également ATPasique, dans la membrane du Reticulum.

A ces deux principaux mécanismes s'ajoutent des stockages mitochondriaux et des transports actifs secondaires membranaires

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (53)

Tétanos physiologique



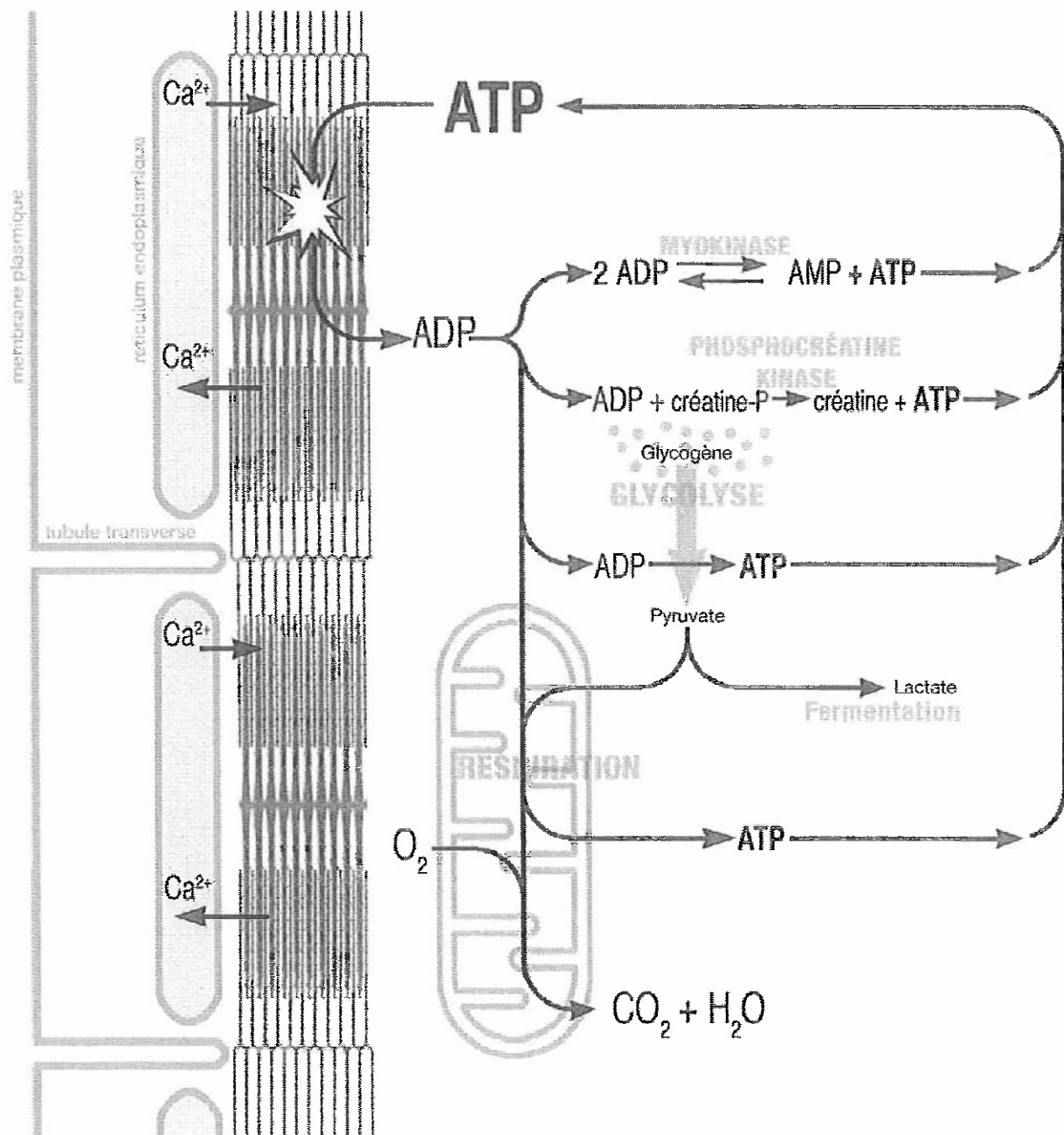
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (54)

Production d'ATP dans la fibre musculaire

Outre la respiration **aérobie** (mitochondrie), la cellule musculaire dispose de trois mode de production d'ATP, tous trois **anaérobies**.

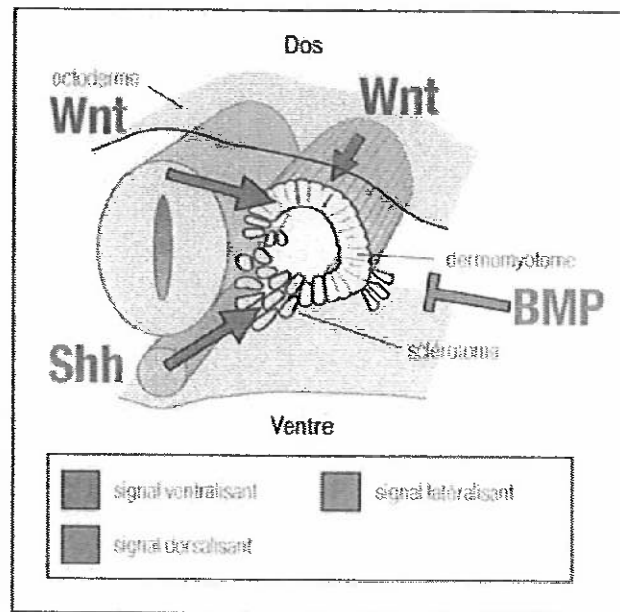
- conversion 2 ADP / AMP + ATP par la MYOKINASE
- utilisation du potentiel d'hydrolyse de la PHOSPHOCRÉATINE
- fermentation anaérobie, produisant comme déchet l'ACIDE LACTIQUE

Ces trois voies créent une «Dette en Oxygène», qui sera remboursée par un surcroît de respiration cellulaire.

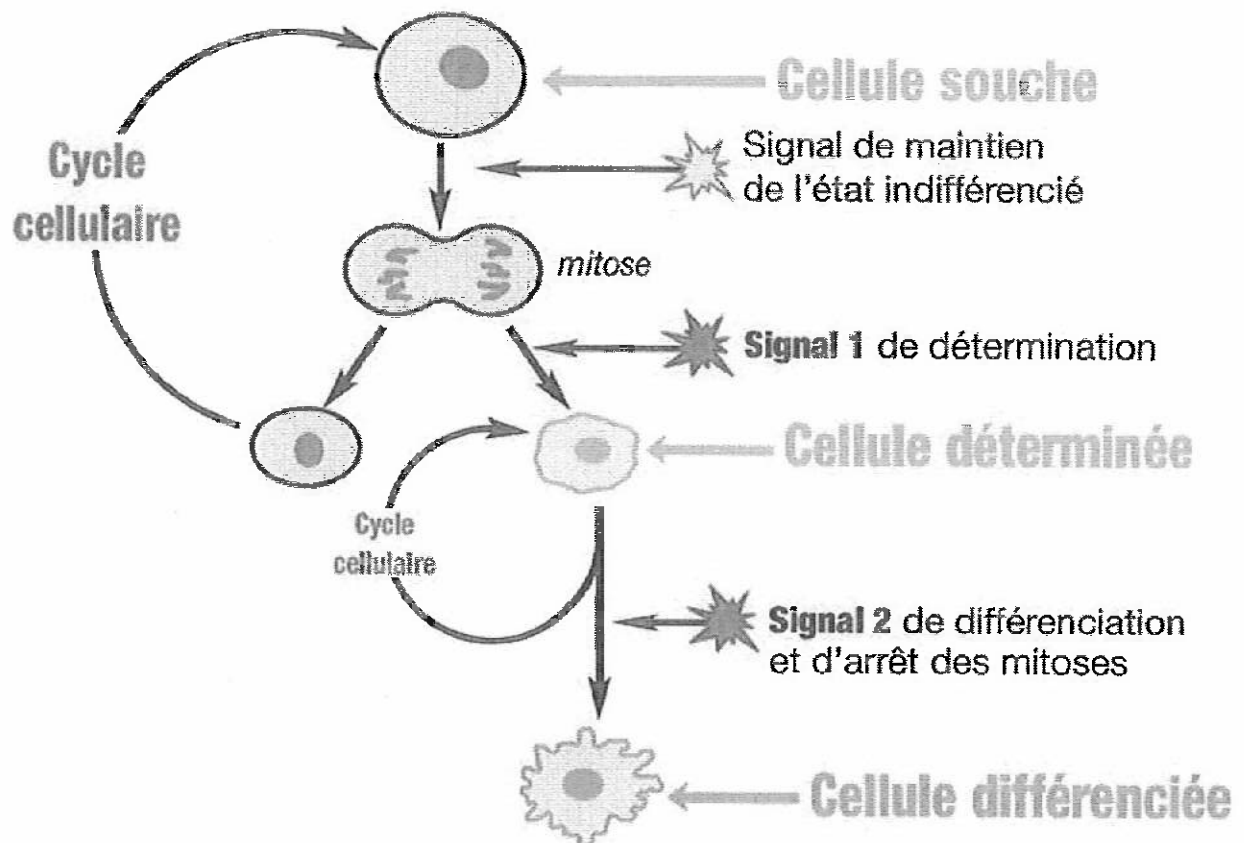


DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (55)

Du somite au dermomyotome

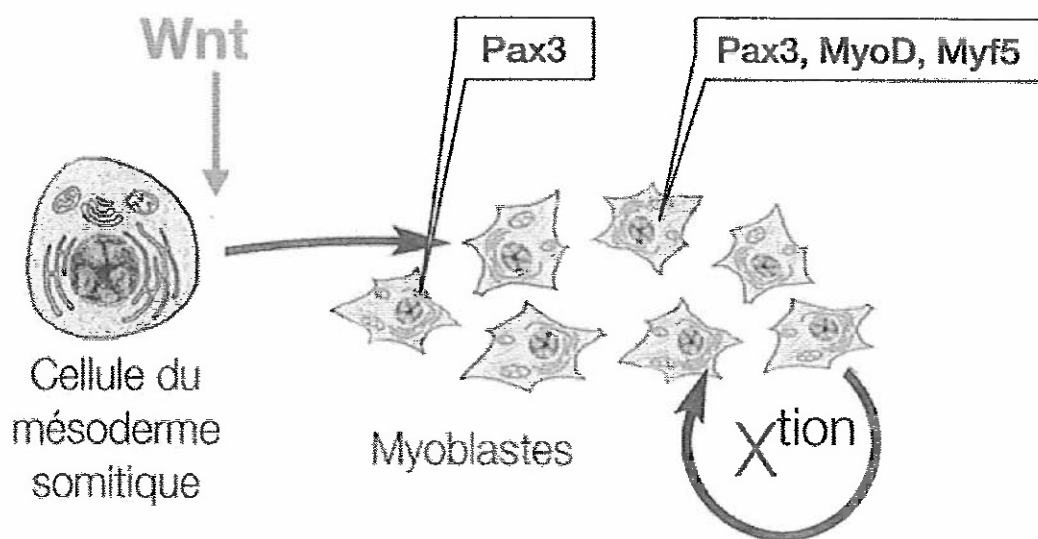
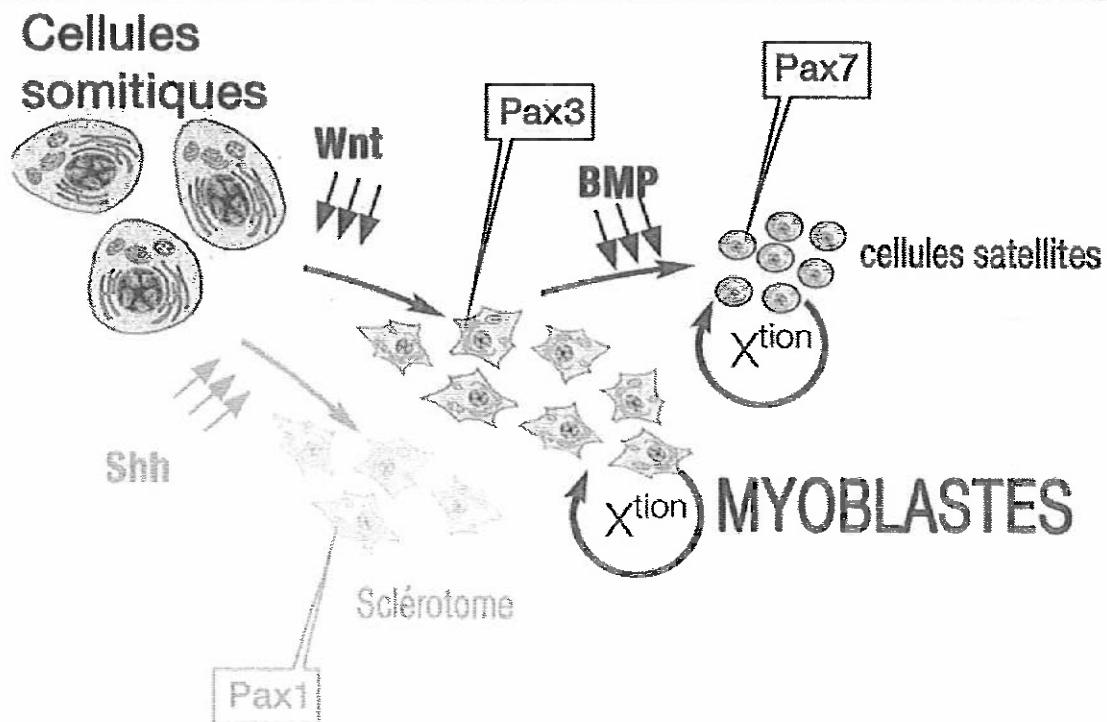


Les voies d'une différenciation

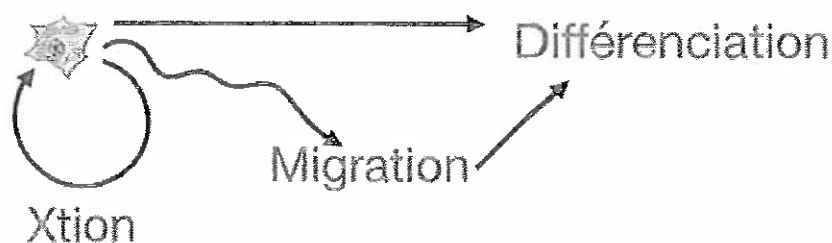


DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (56)

Les myoblastes

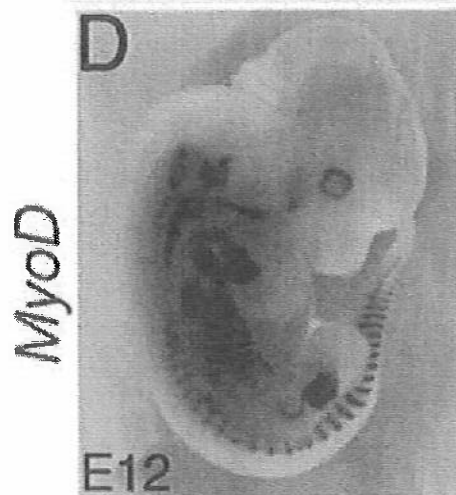


Trois voies possibles pour un myoblaste



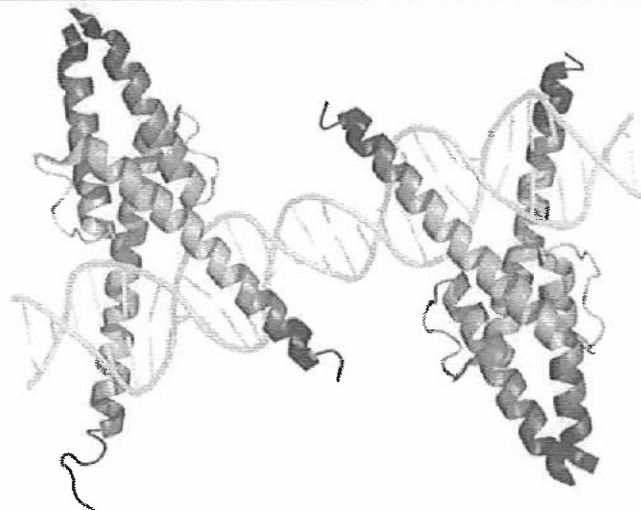
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (57)

Gènes mrf et le lignage musculaire

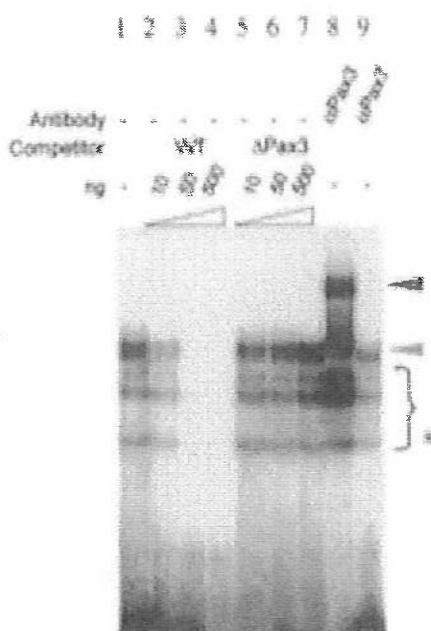


Expression de MyoD
dans un embryon de
souris

Hybridation *in situ* avec
une sonde reconnaissant
l'ARNm *MyoD*.



Contrôle de *Myf5* par Pax3



Autoradiographie d'une expérience **EMSA**
montrant la liaison d'une protéine Pax3 à une
sonde d'ADN radiomarquée incluant le site
putatif de liaison à Pax3 du gène *Myf5*.

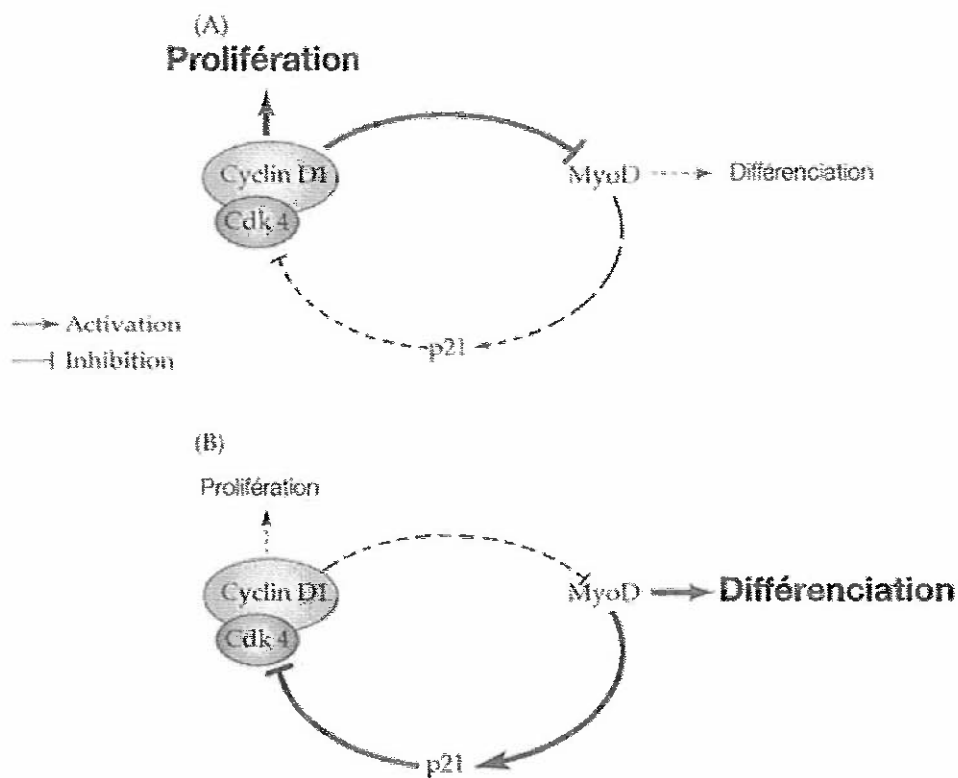
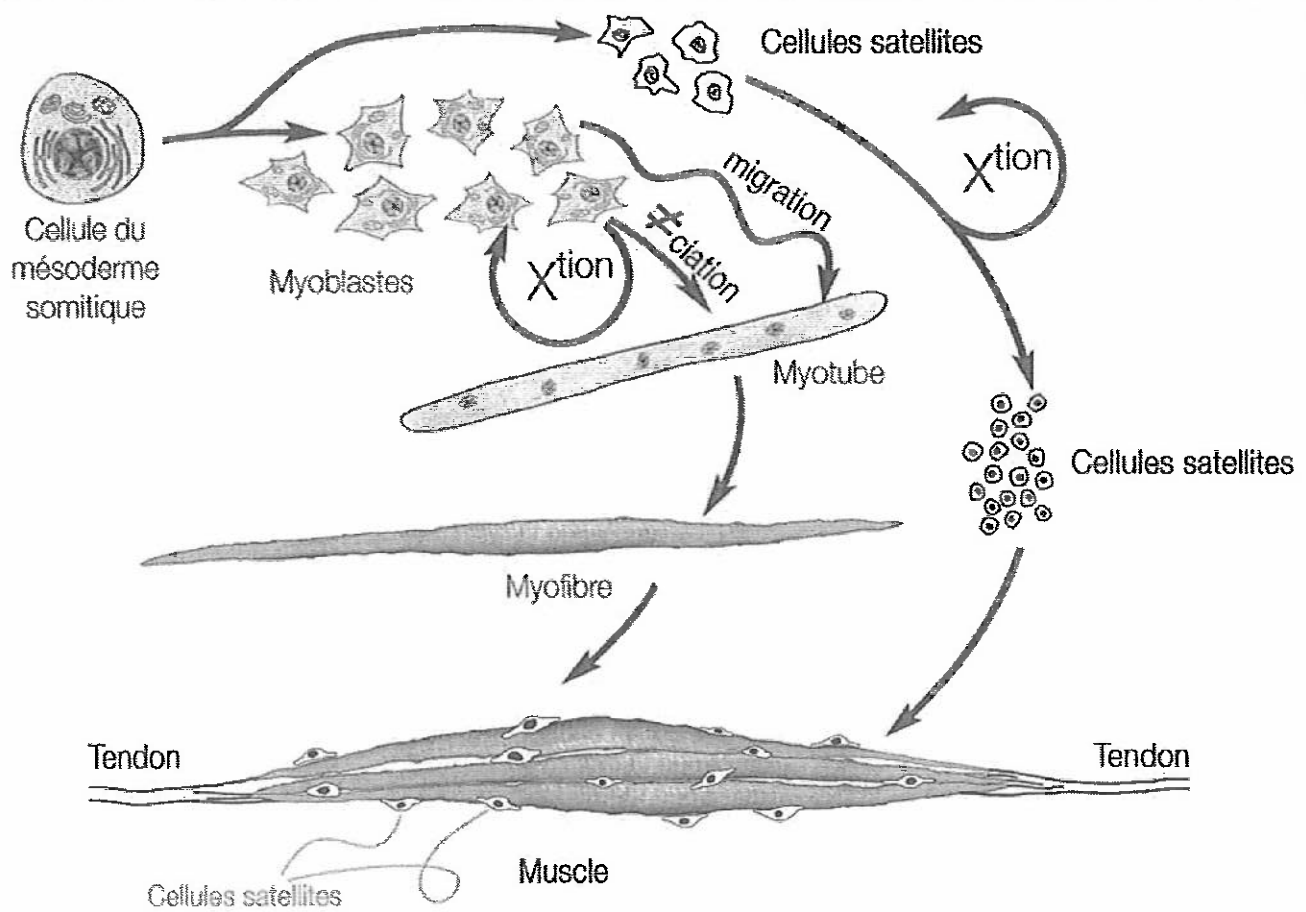
Pistes 2, 3, 4 : en présence de doses croissantes
de sonde identique non-radiomarquée
(compétition entre la sonde marquée et la sonde
non marquée)

Pistes 5, 6, 7 : en présence d'une même sonde
non marquée, mais cette fois ci mutée.

Pistes 8 et 9 : en présence d'anticorps antiPax3
et antiPax7

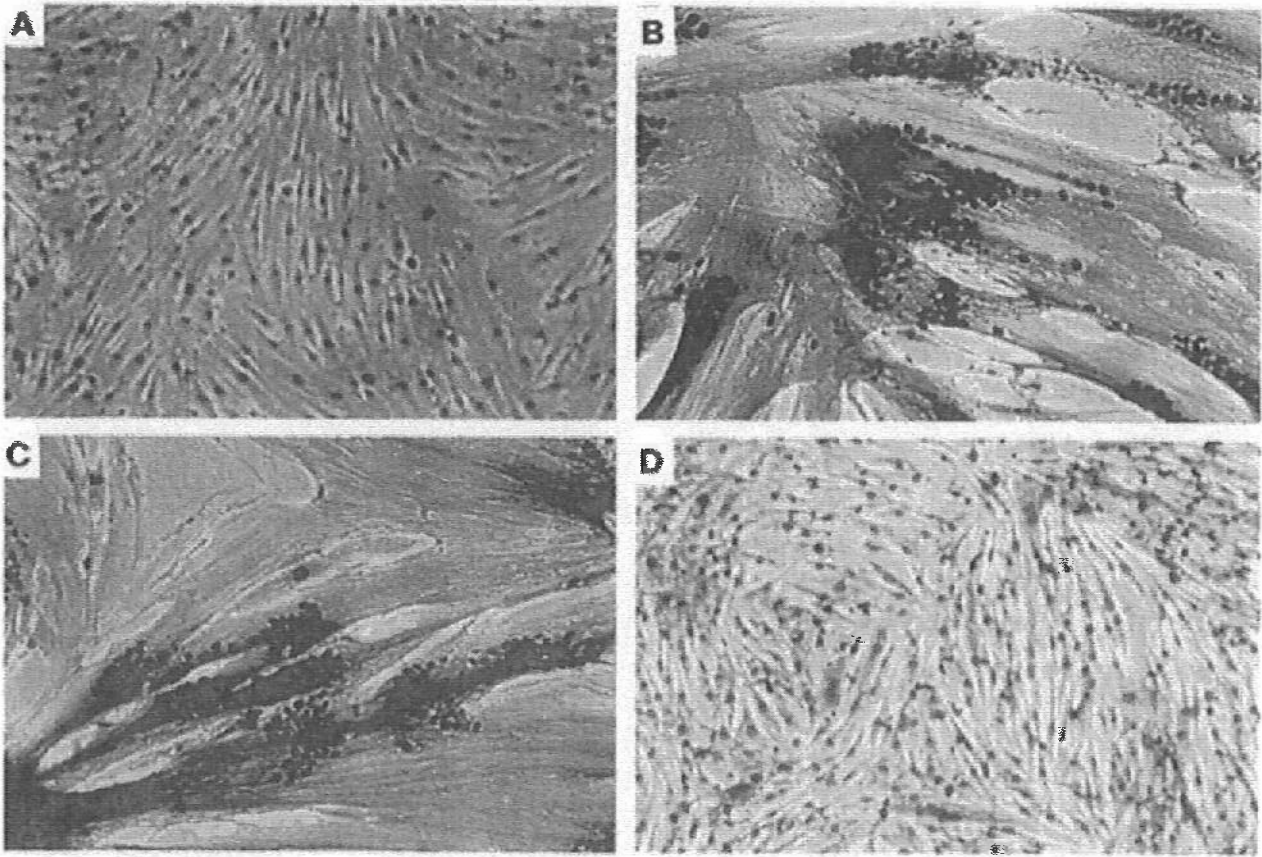
DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (58)

Du myoblaste au myocyte



DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (60)

Rôle de la M-cadhérine

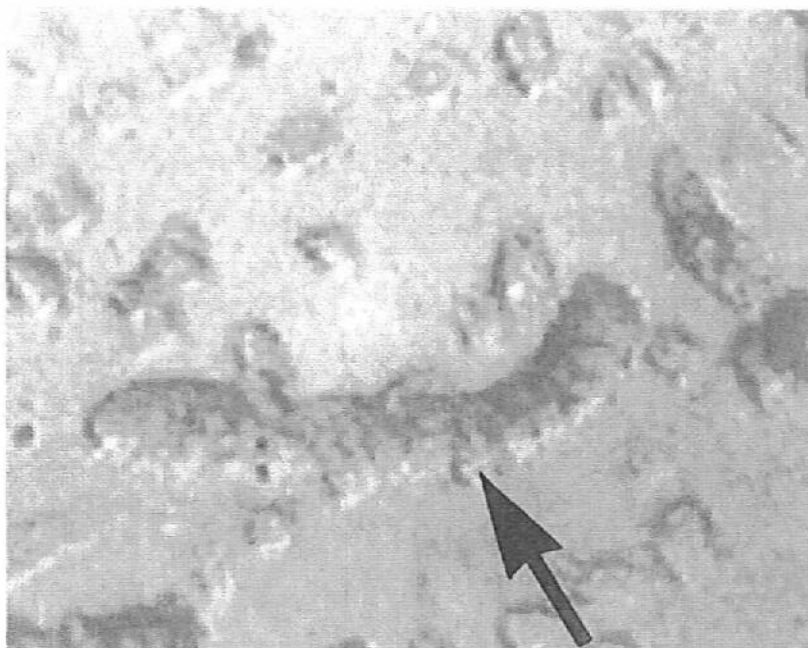
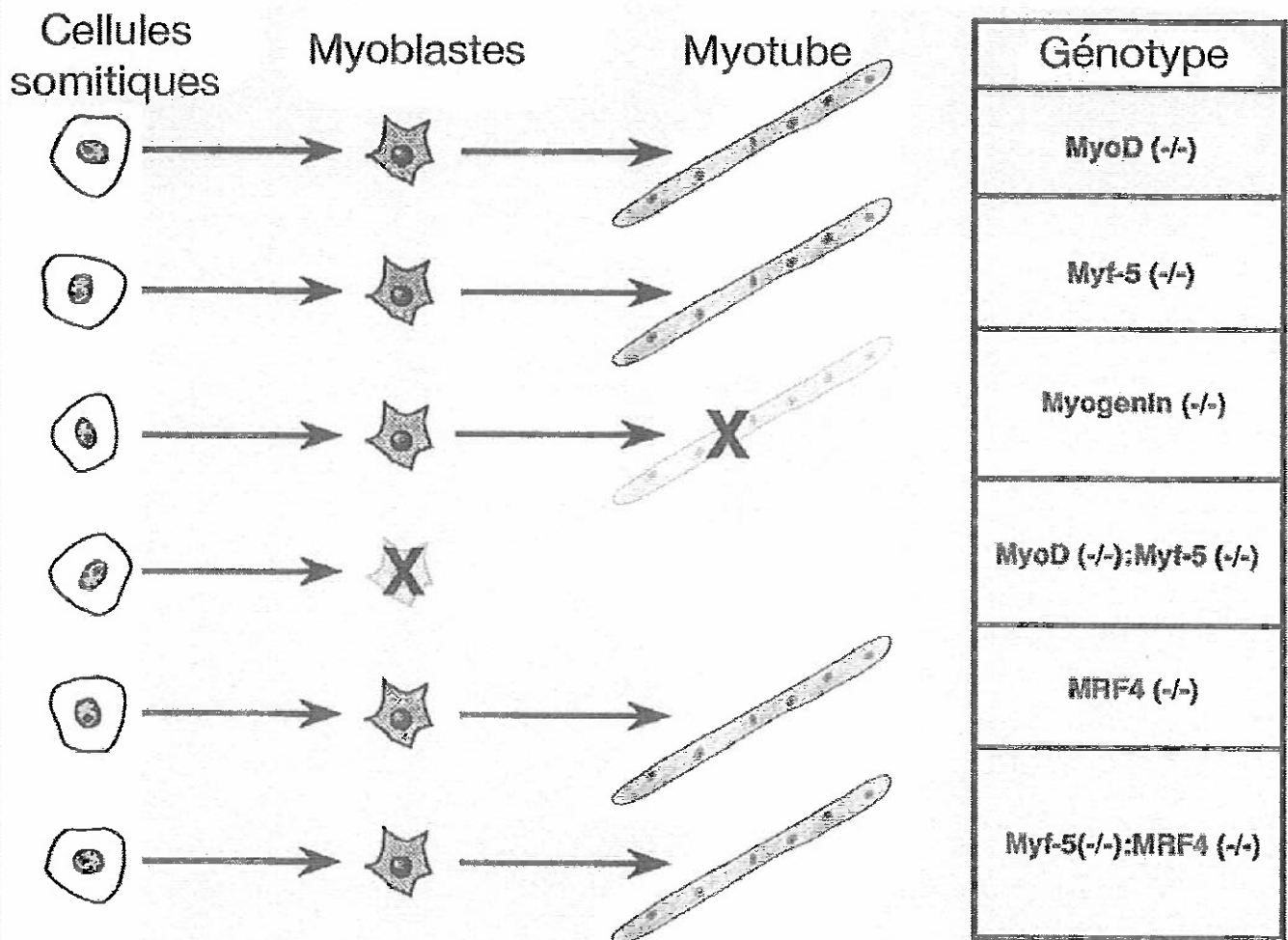


- A : myoblastes cultivés dans un milieu de **croissance** et non de différenciation
- B : myoblastes cultivés dans un milieu de **différenciation** : on observe des regroupements cellulaires.
- C : myoblastes cultivés dans un milieu de **différenciation** en présence de peptides synthétiques «contrôles», de séquences aléatoires.
- D : myoblastes cultivés dans un milieu de **différenciation** en présence de peptides synthétiques de M-cadhérine (peptides «fragments» de la M-cadhérine).

Les «fragments» de M-cadhérine sont des compétiteurs pour la liaison à la M-cadhérine. Ils inhibent ainsi les adhésions entre cellules, ce qui empêche l'amorce de la formation des myotubes.

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (61)

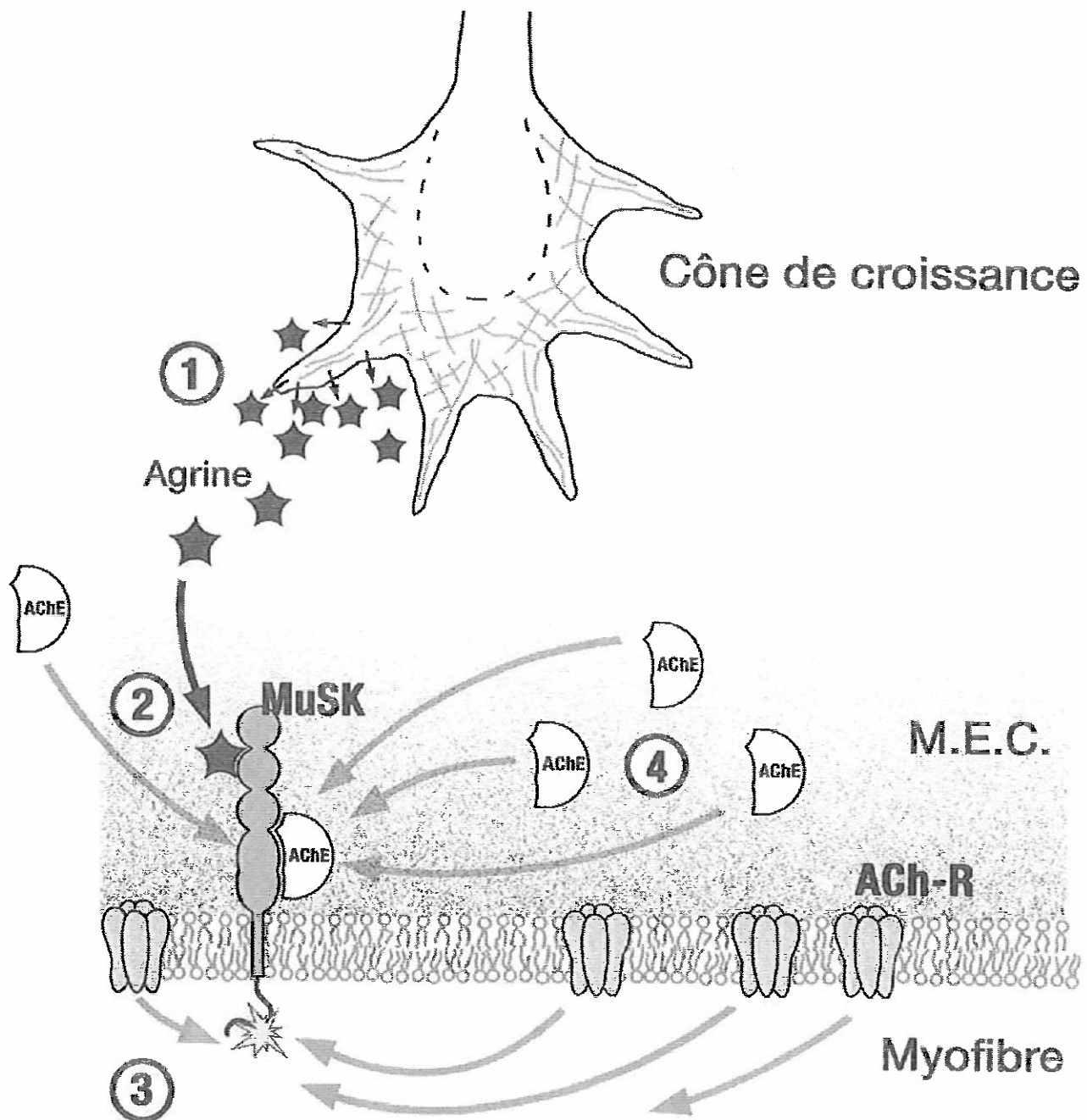
Expériences de Knock-Out



Myoblastes
et myotube

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (62)

L'établissement de la jonction neuro-musculaire



L'agrine est un signal émis par le cône de croissance.

Ce signal est reçu par la protéine membranaire MuSK (via un autre intermédiaire protéique). Cette activation de MuSK se traduit par une activité kinase intracellulaire dans la myofibre.

Il en résulte une convergence des récepteurs nicotiniques ACh-R autour de MuSK. On compte alors plusieurs milliers de récepteurs par μm^2 de membrane.

Par ailleurs, des ACh-estérases s'accumulent dans la M.E.C. et de nombreux liens renforcent la cohésion de la synapse.

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE - (63)

Les noyaux de la fibre musculaire

