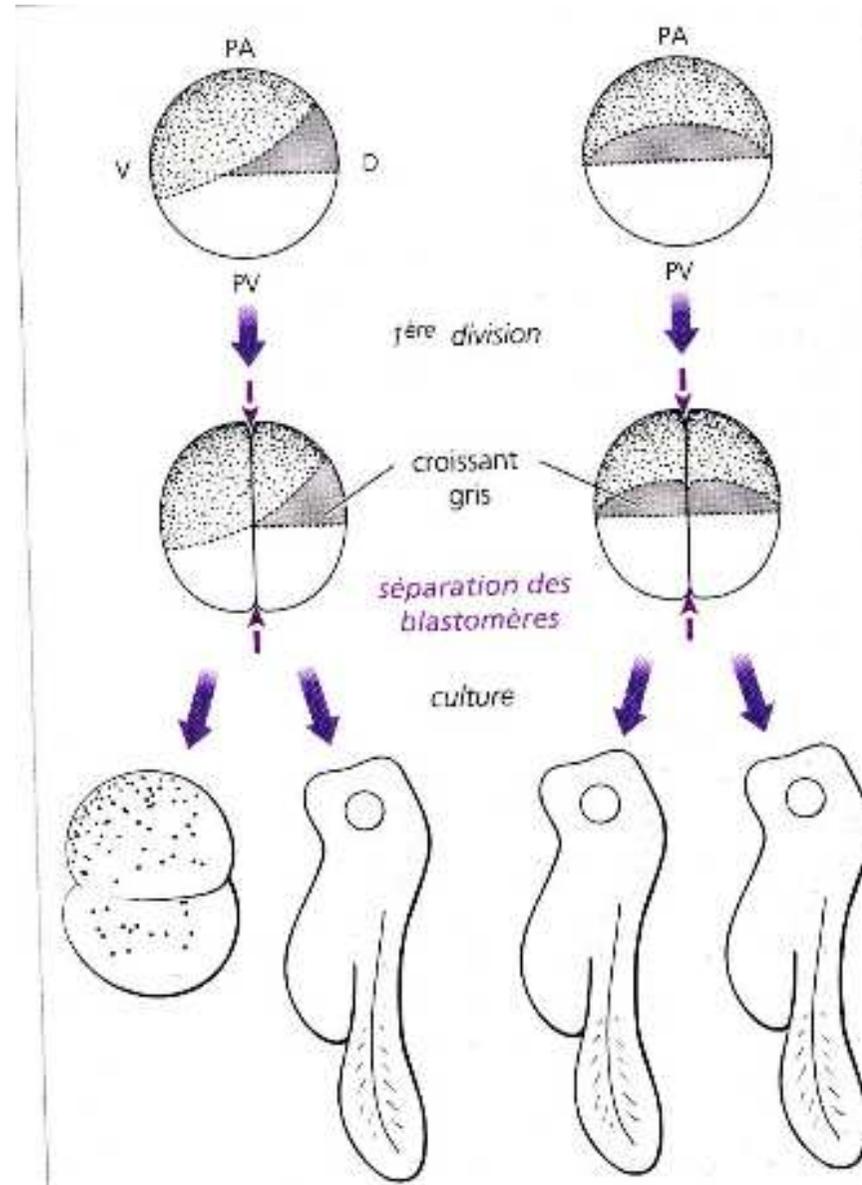
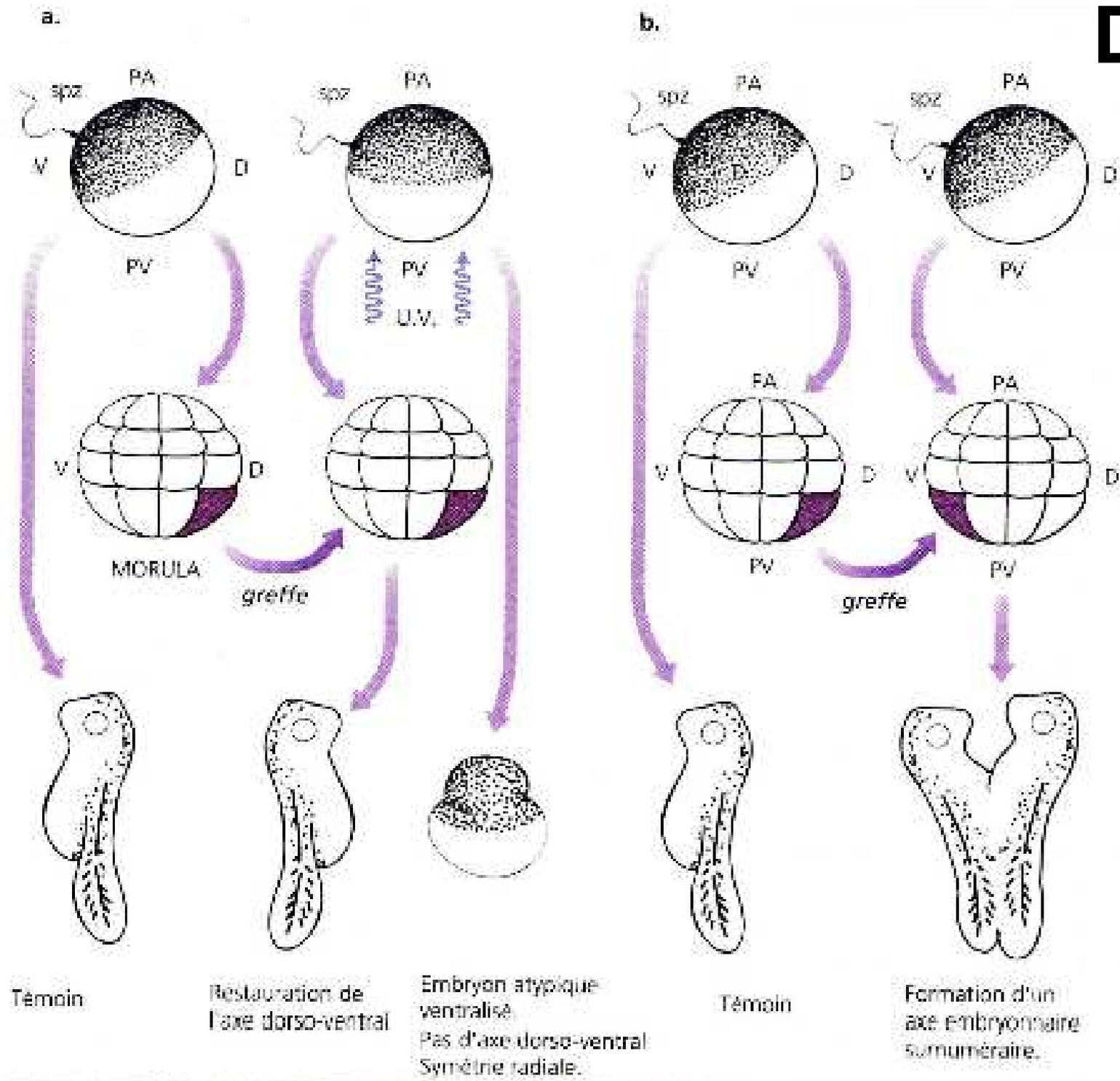


Ch2 Les communications cellulaires au cours du développement embryonnaire



Doc1



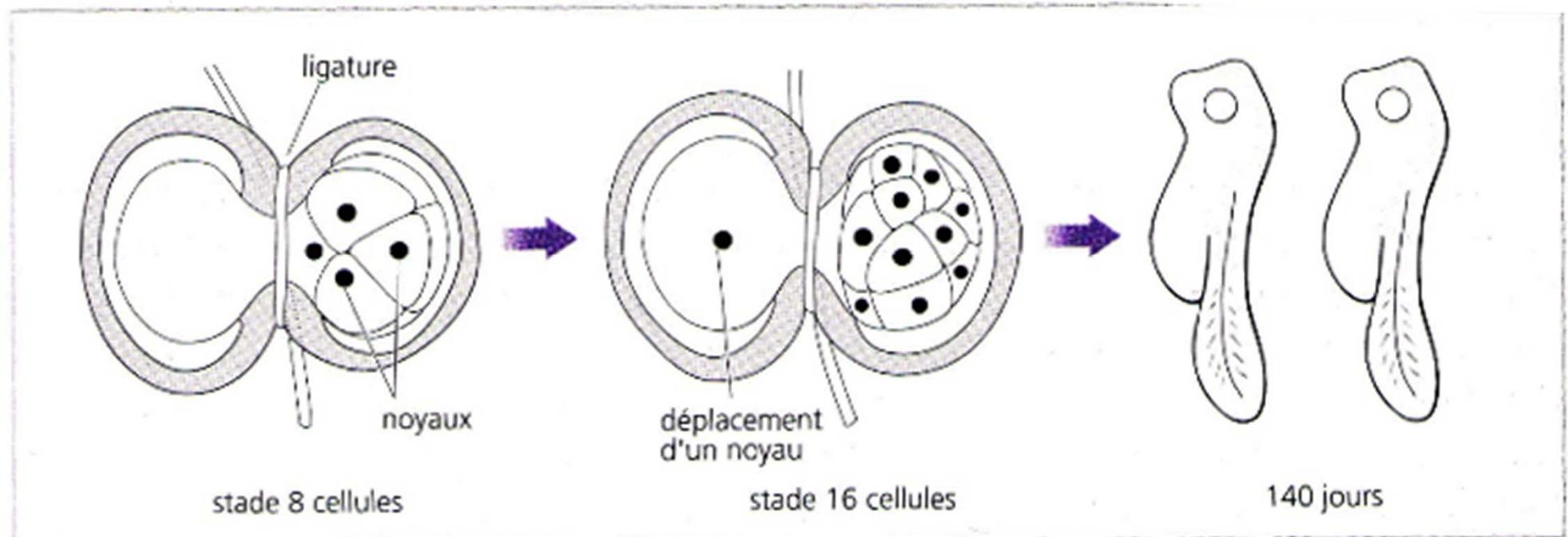
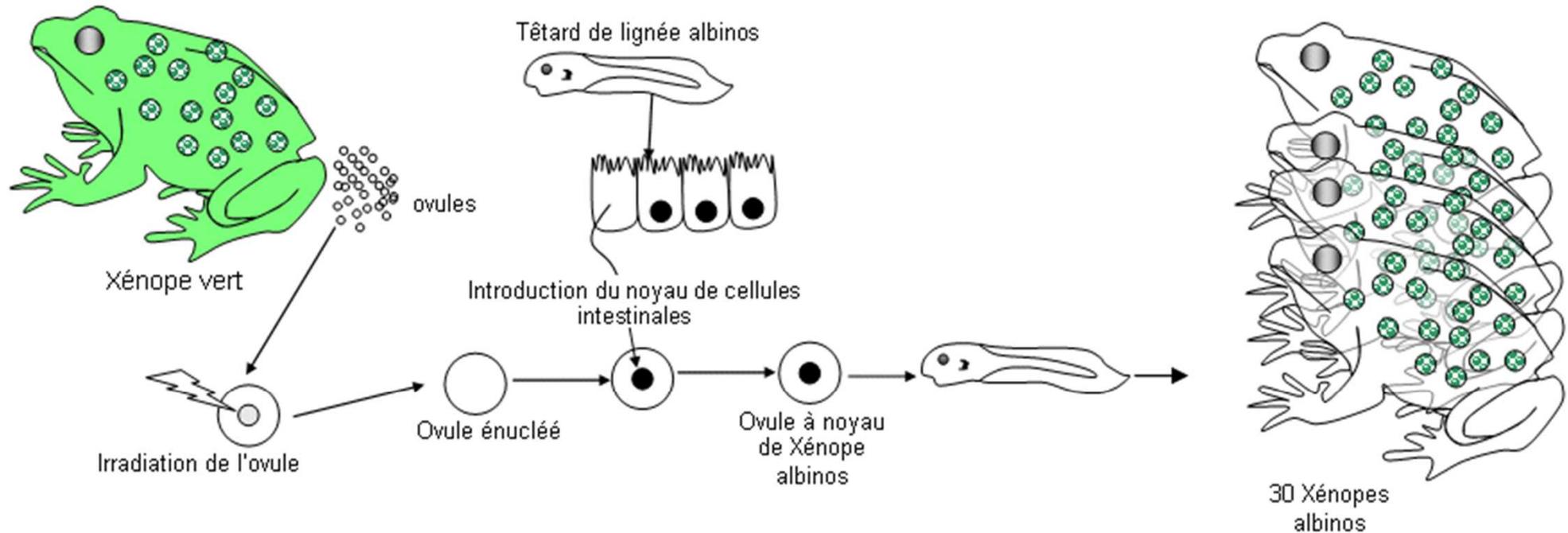


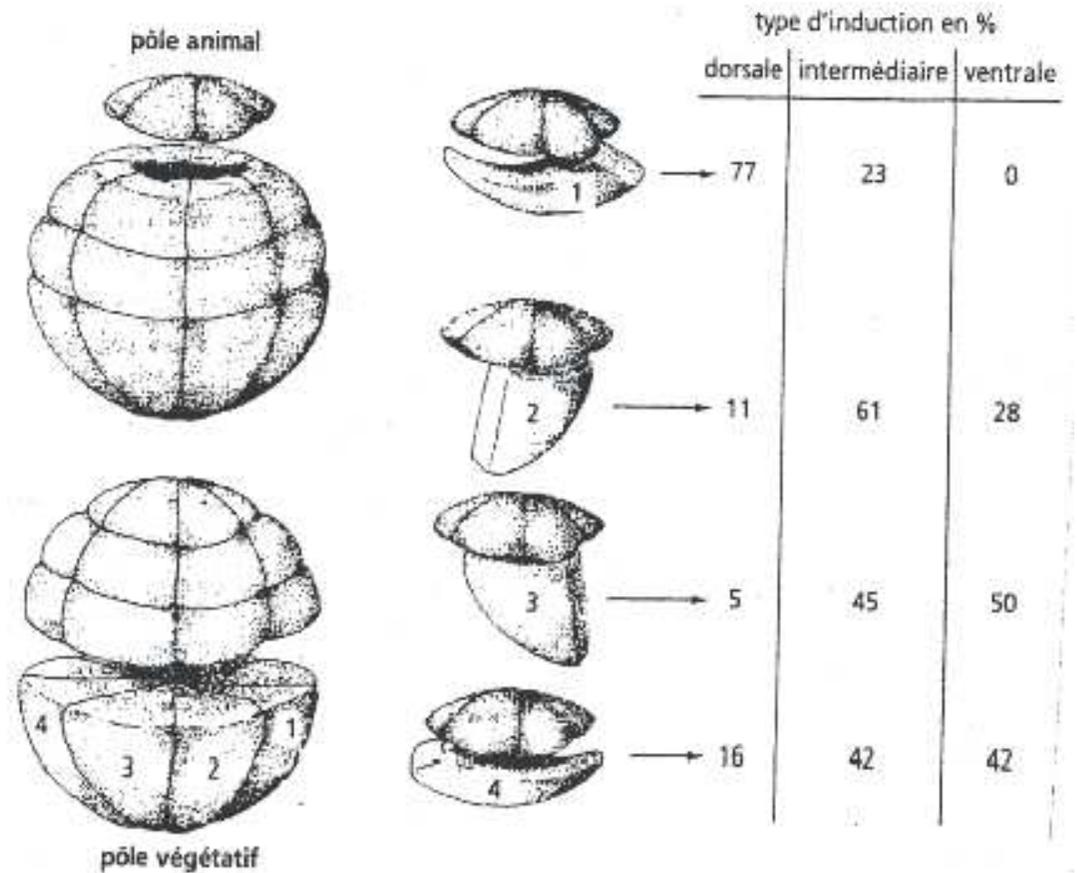
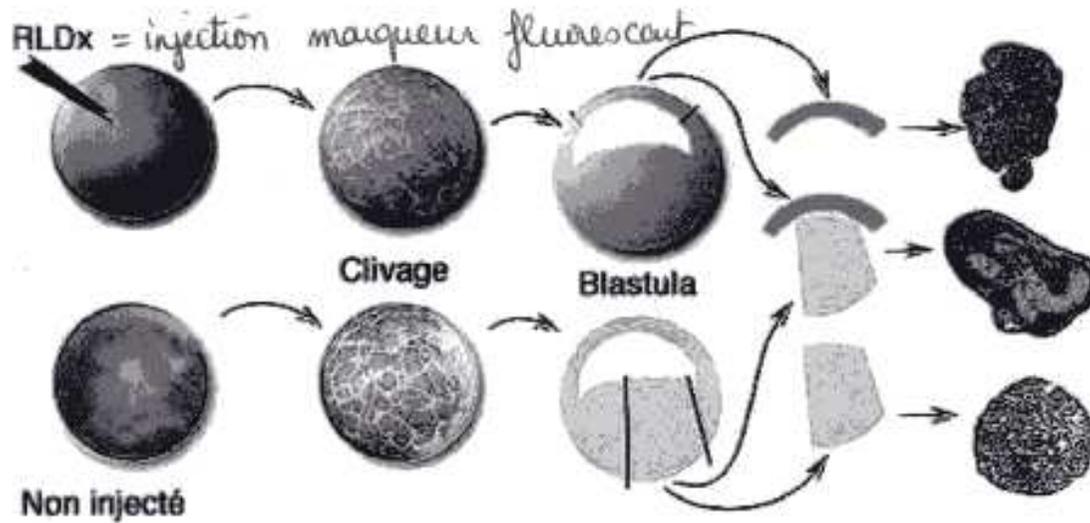
Fig. 3.3. Équivalence des noyaux. Chez l'embryon de triton, une constriction est réalisée après la fécondation de façon à isoler le noyau dans un des compartiments cytoplasmiques. L'œuf se divise d'un côté mais pas de l'autre. Au stade 16 cellules, Spemann libère un peu la ligature de telle sorte qu'un noyau passe du côté non divisé puis serre à nouveau la ligature. 140 jours plus tard, naissent deux têtards, viables. [D'après Spemann 1903, 1938.]

En 1960, Gurdon réalise l'expérience suivante



Sur les 54 ovules ainsi préparés, 30 ont donnés des crapauds albinos tous identiques

Prix Nobel en 2012 (travaux sur la reprogrammation de cellules matures en cellules pluripotentes; déméthylation ADN)



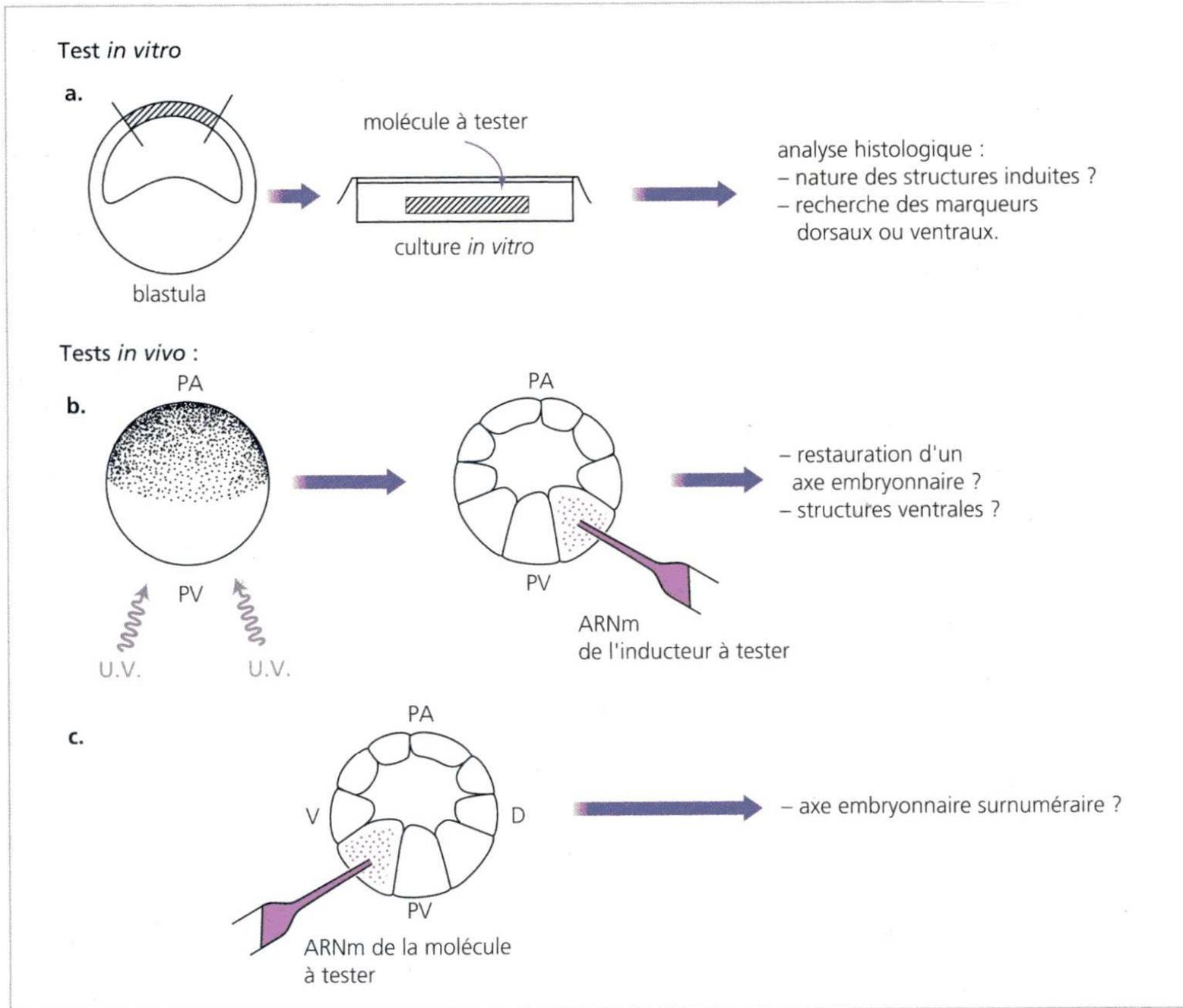
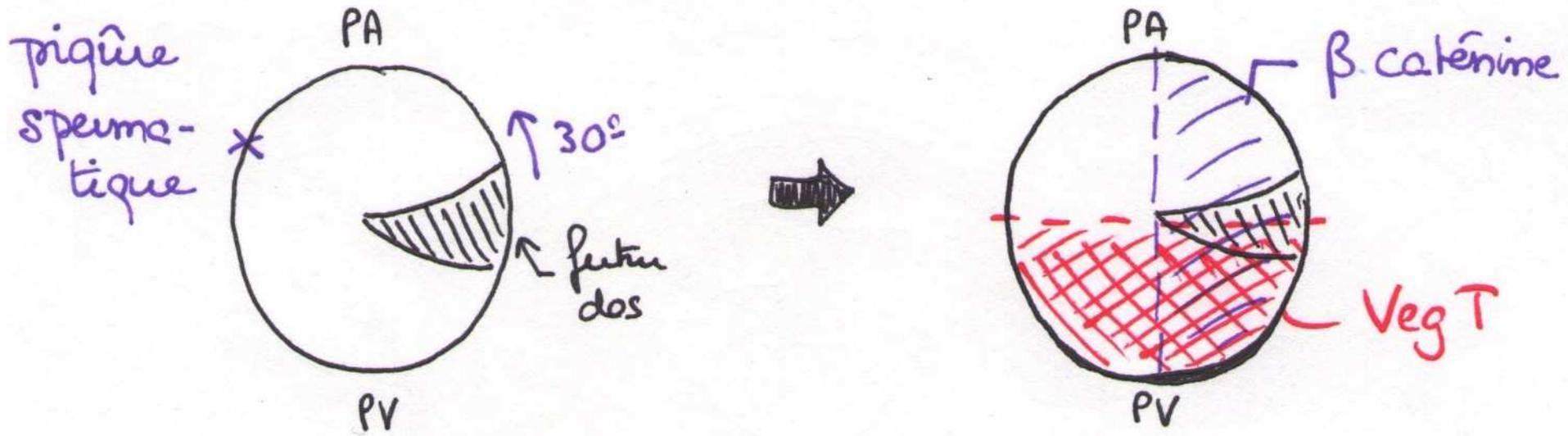


Fig. 3.15. Représentation schématique des tests réalisés *in vivo* et *in vitro* permettant de rechercher les inducteurs du mésoderme.



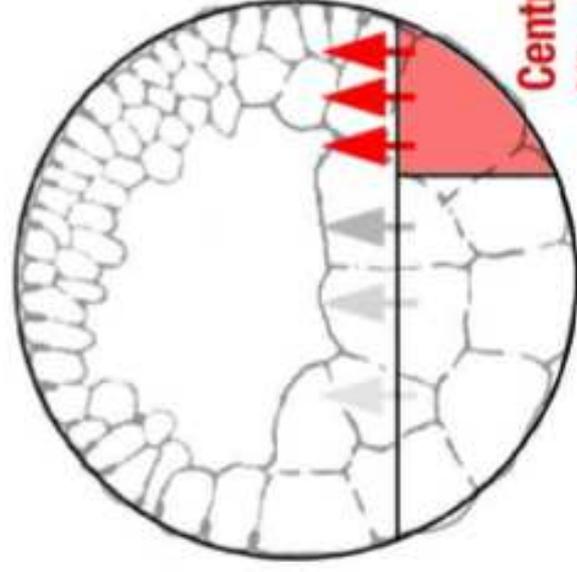
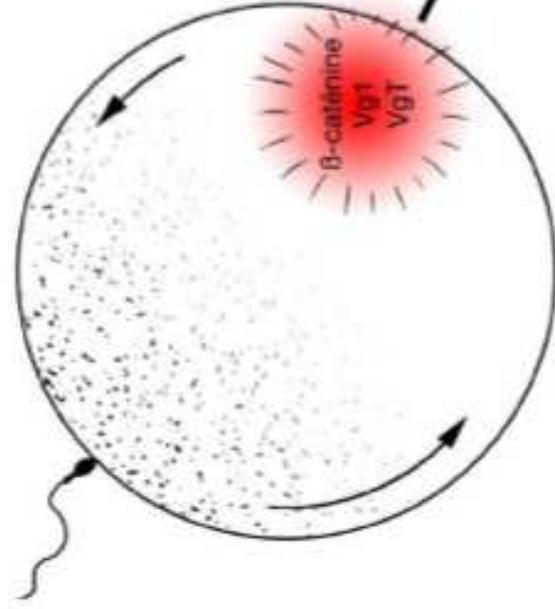
Les déterminants cytoplasmiques dans le zygote

Induction du mésoderme : aspects moléculaires

Fécondation

Rotation de symétrisation

Activation de déterminants cytoplasmiques



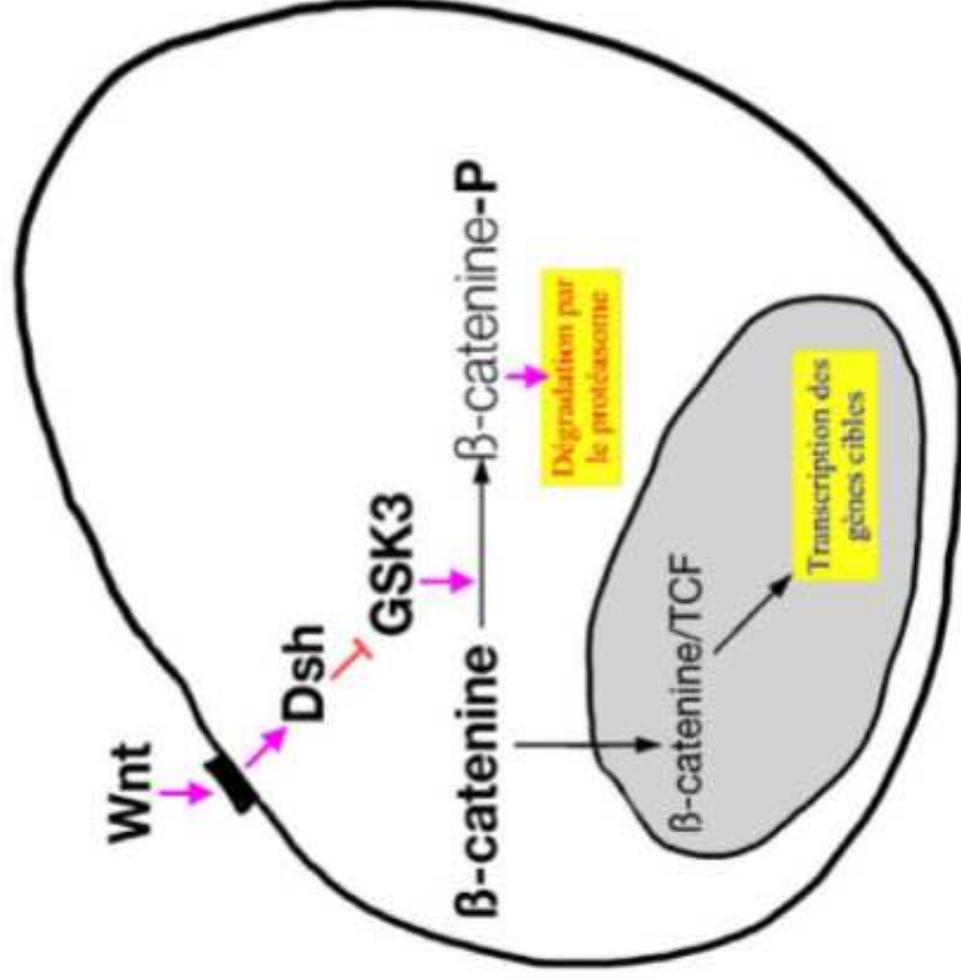
Centre de
Nieuwkoop

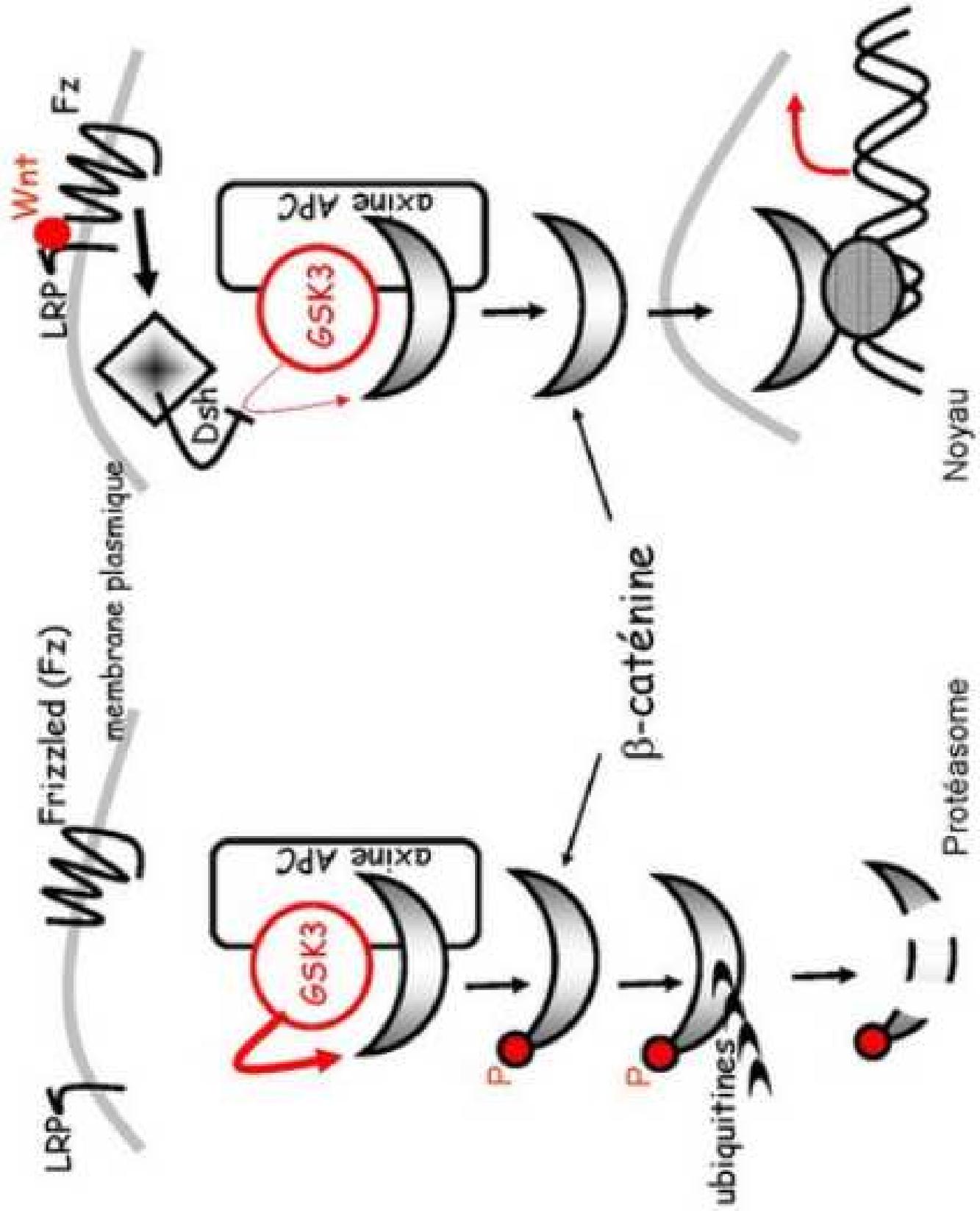
La voie Wnt et la β -caténine

La voie Wnt est une voie de signalisation qui fonctionne avec un système de transduction membranaire qui aboutit à l'activation d'une protéine Dsh (= Dishevelled).

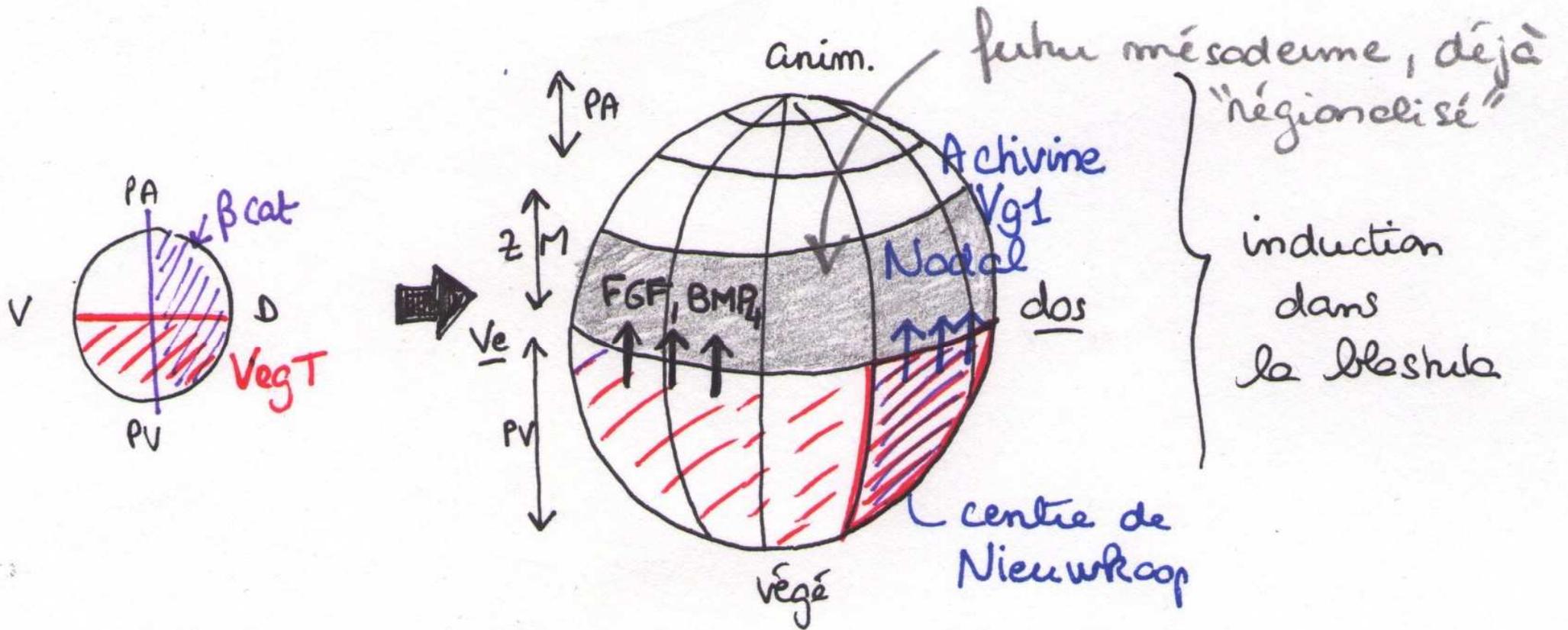
Dsh est un inhibiteur de GSK3 qui phosphoryle normalement la β -caténine cytoplasmique, l'engageant ainsi dans une voie de destruction par le protéasome. Le non-fonctionnement de GSK3 induit donc l'accumulation de β -caténine qui peut alors jouer dans le noyau son rôle de facteur de transcription (sur le gène Siamois en particulier).

Dans le centre de Nieuwkoop, ce n'est pas le signal Wnt qui est en jeu, mais une accumulation cytoplasmique (par héritage) de Dsh.



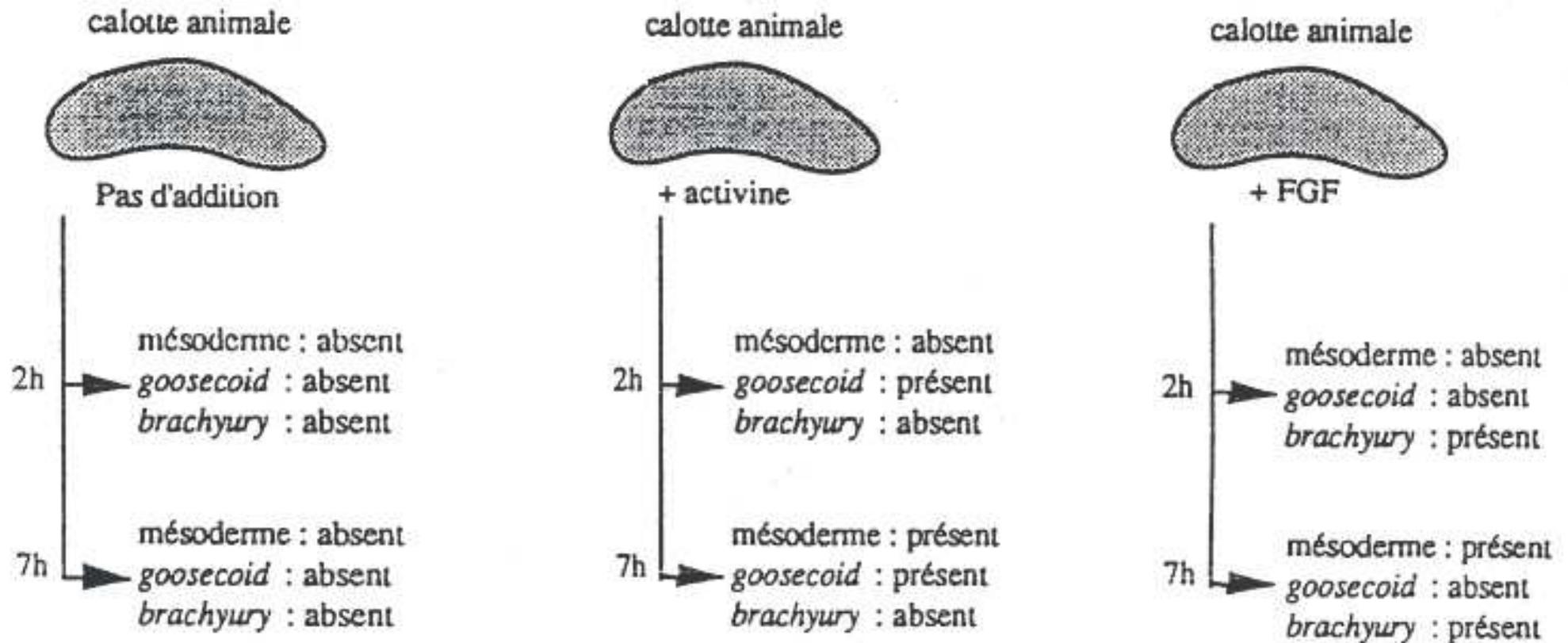


Doc6

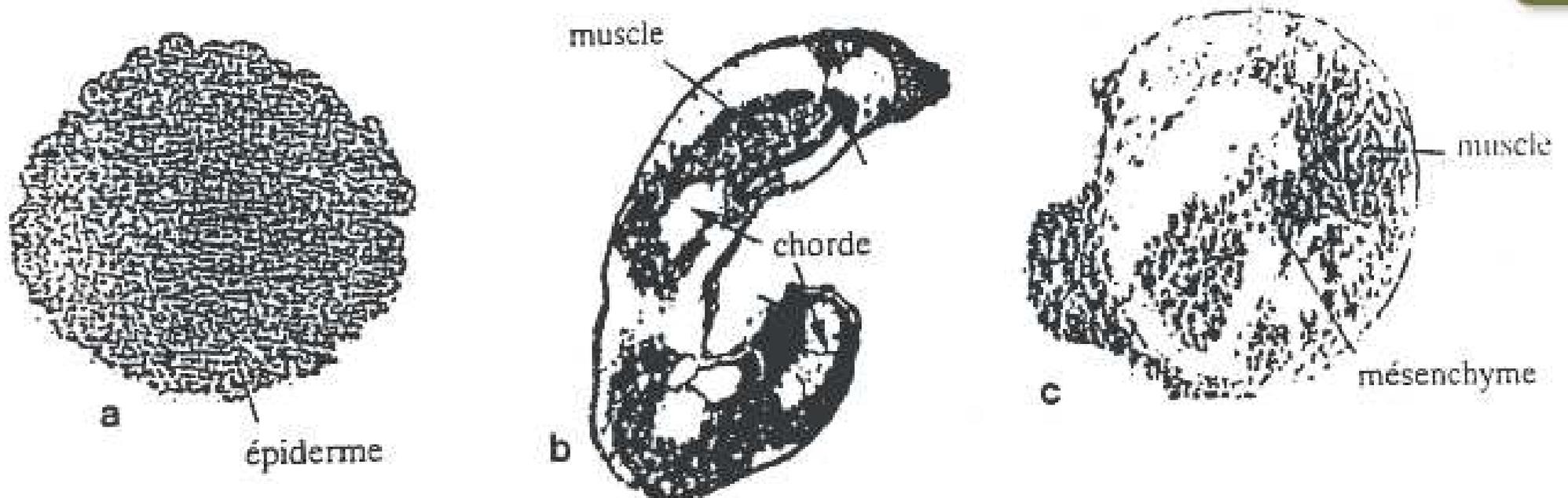


Rôle inducteur du centre de Nieuwkoop

Doc7



Apparition des ARN messagers de *brachyury* et *goosecoid* sous l'action du FGF et de l'activine.



Expression de *brachyury* et *goosecoid* dans des calottes animales isolées.

a : calotte animale de blastula témoin non injectée.

b : calotte animale de blastula injectée par l'ARN messenger *goosecoid*.

c : calotte animale de blastula injectée par l'ARN messenger *brachyury*.

Grossissement : x80.

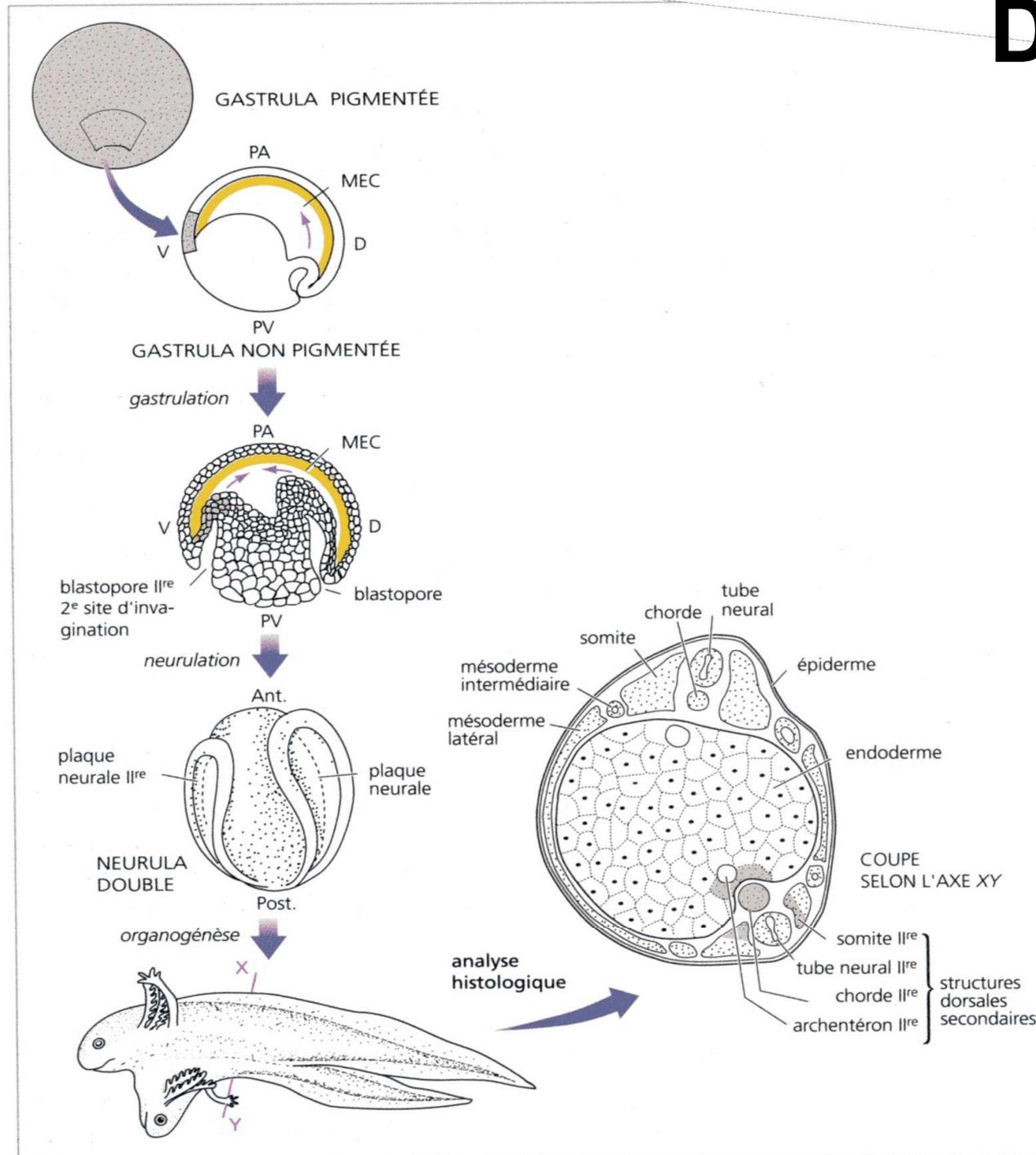
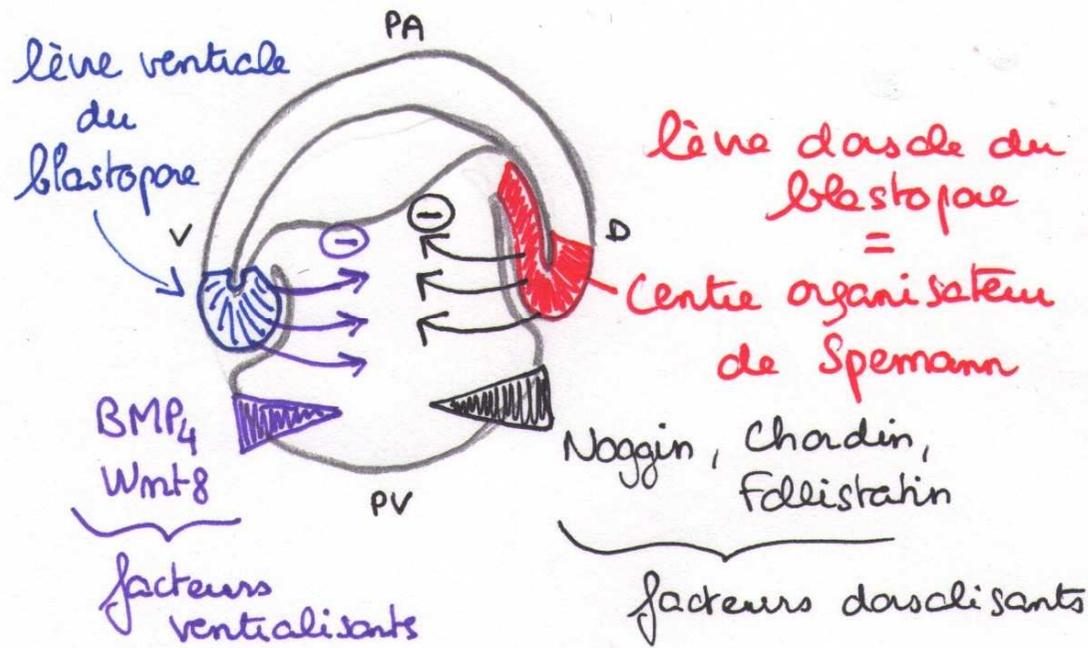
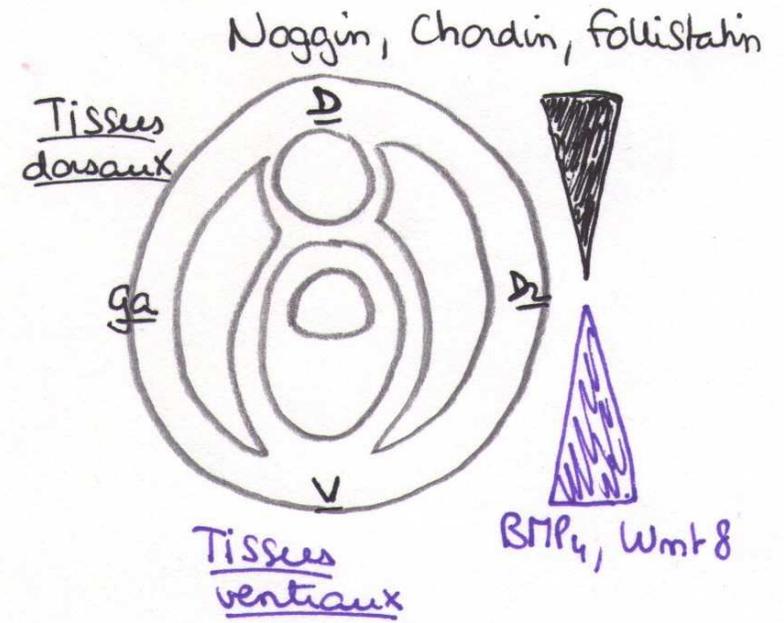


Fig. 5.8. Représentation schématique de l'expérience de Spemann et Mangold (1924). L'analyse histologique met en évidence deux axes embryonnaires complets. La distribution du pigment révèle les contributions respectives de l'implant et des tissus de l'hôte.

Doc10

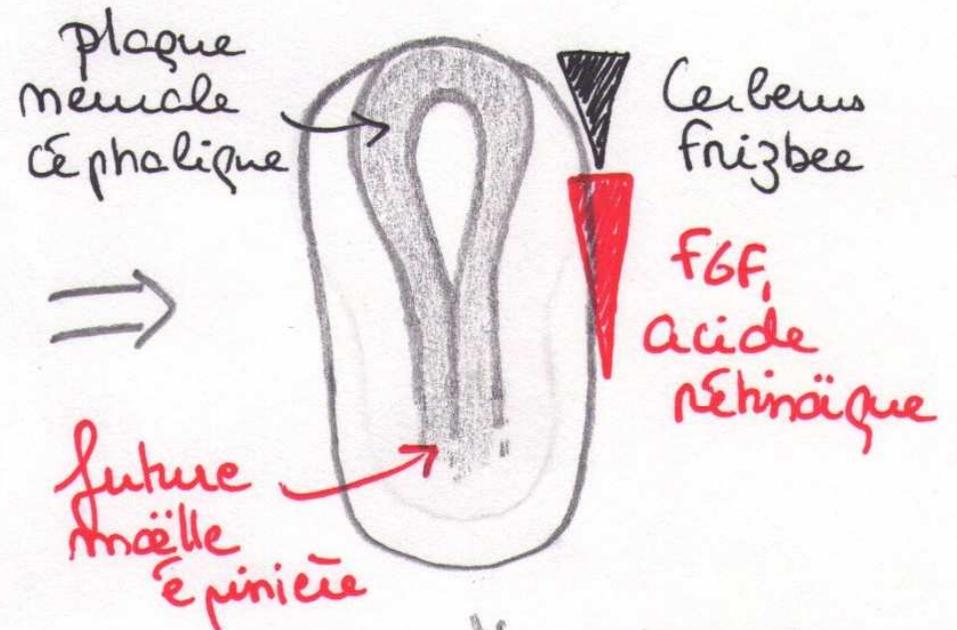
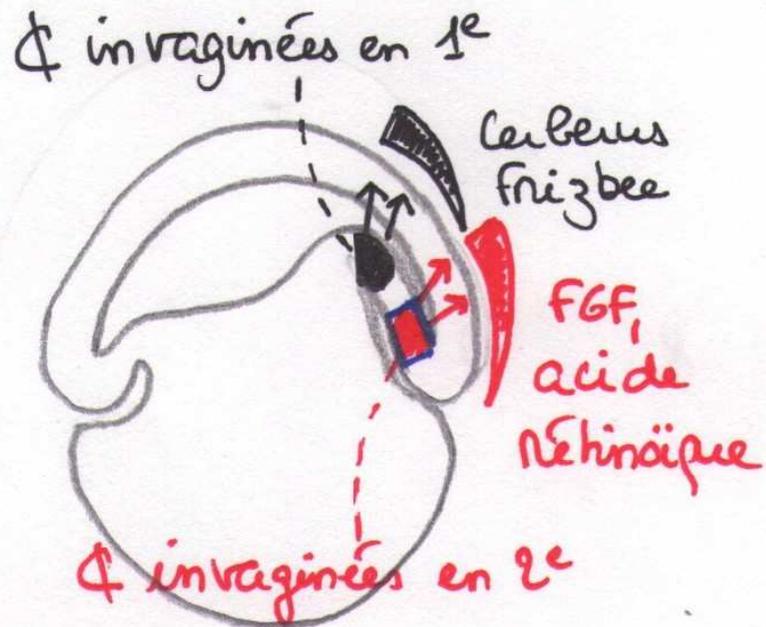


Début de gastrulation
coupe sagittale



Fin de gastrulation
coupe transverse

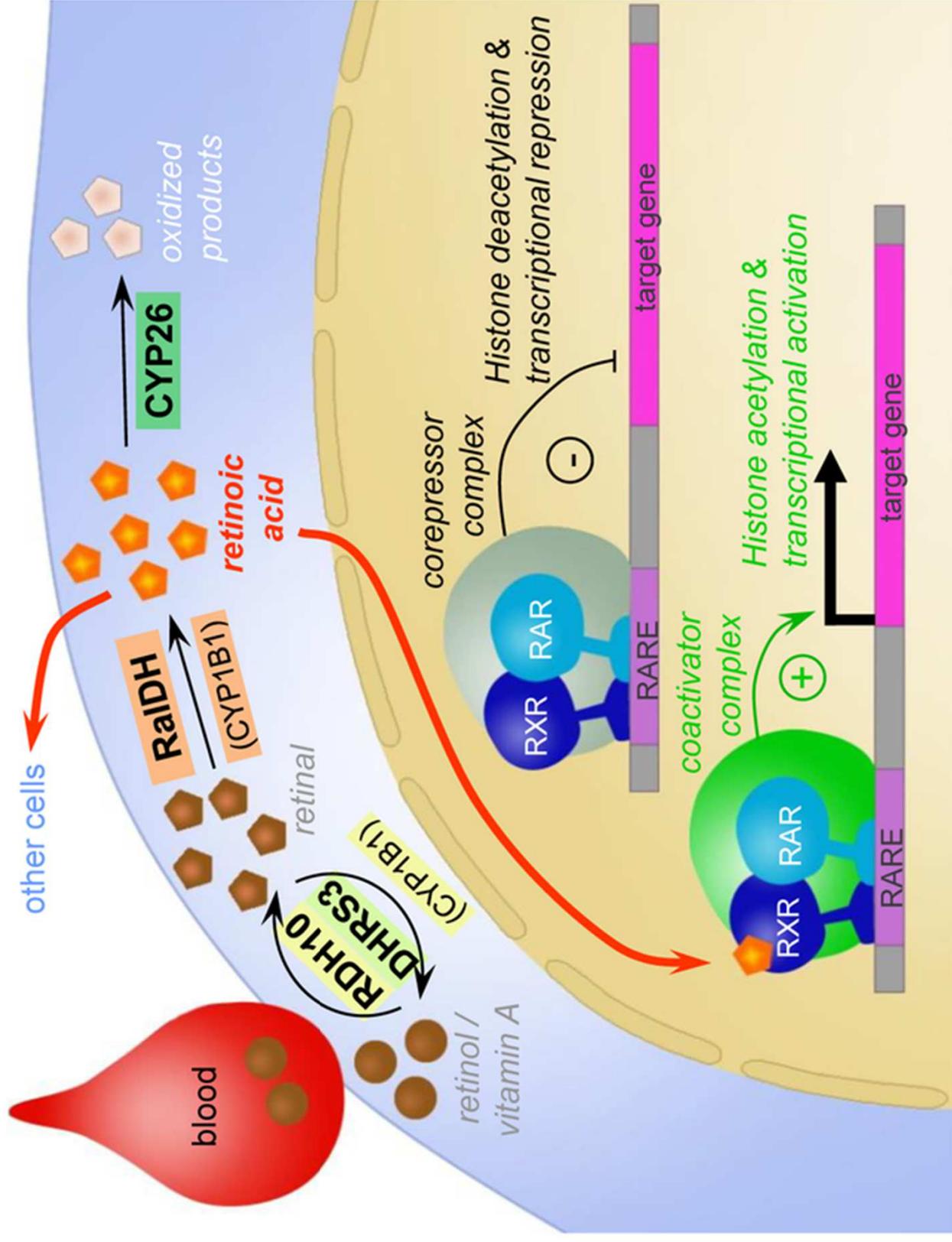
Régiondisation dorso-ventrale du mésoderme



Début de gastrulation,
coupe sagittale

Vue dorsale de
neurula

Régionalisation antéopostérieure de l'embryon



Doc12,13



Doc12. Somites chez un embryon de poulet*

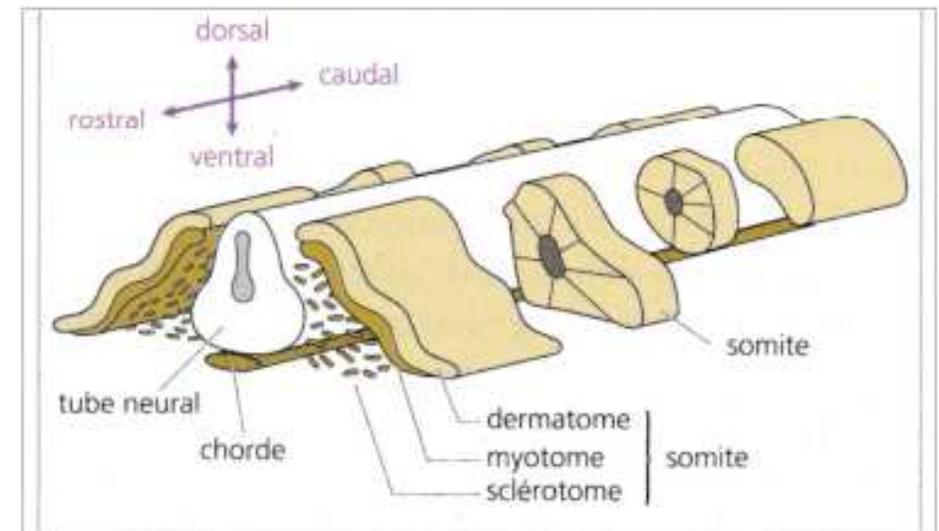
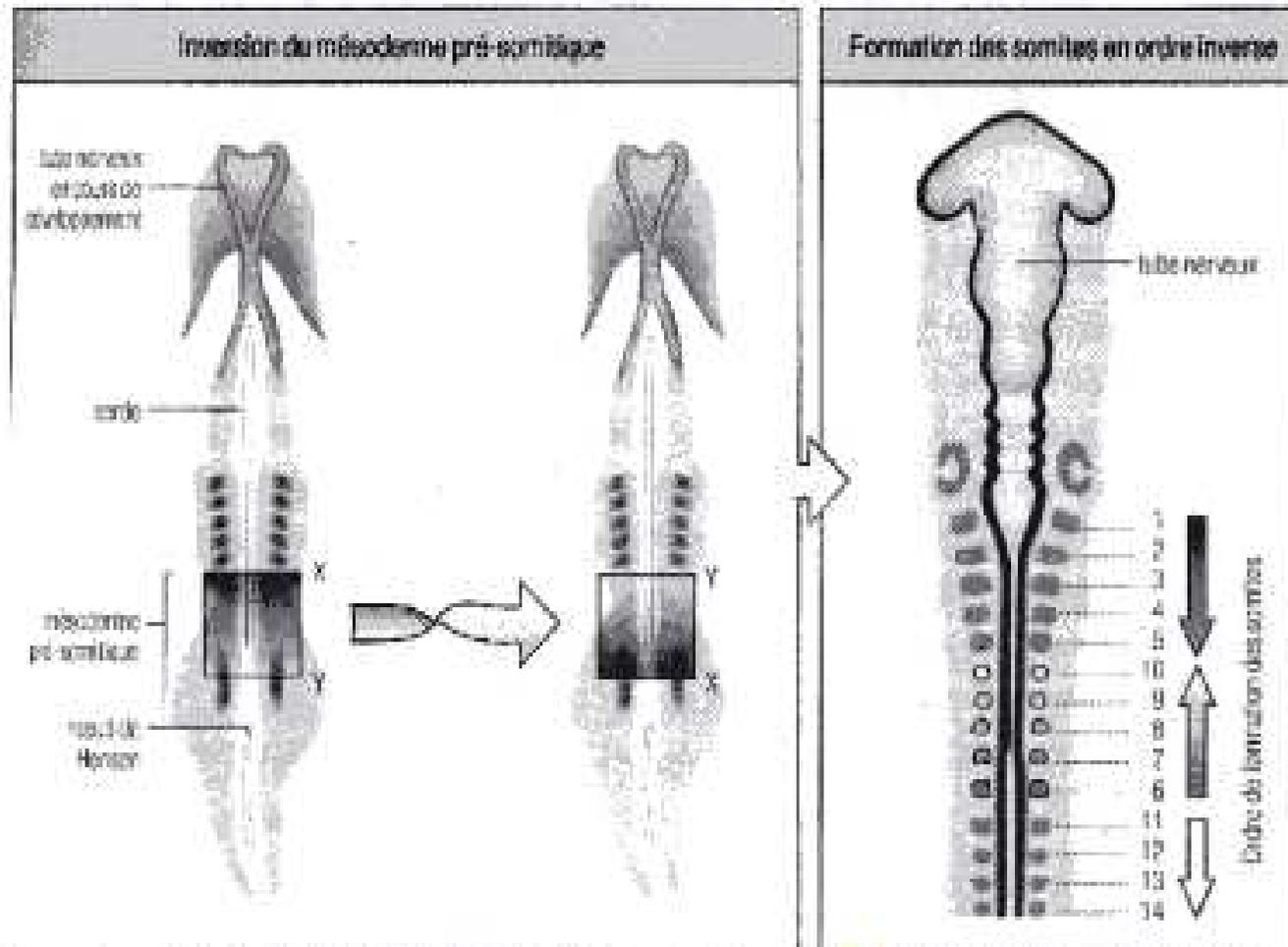


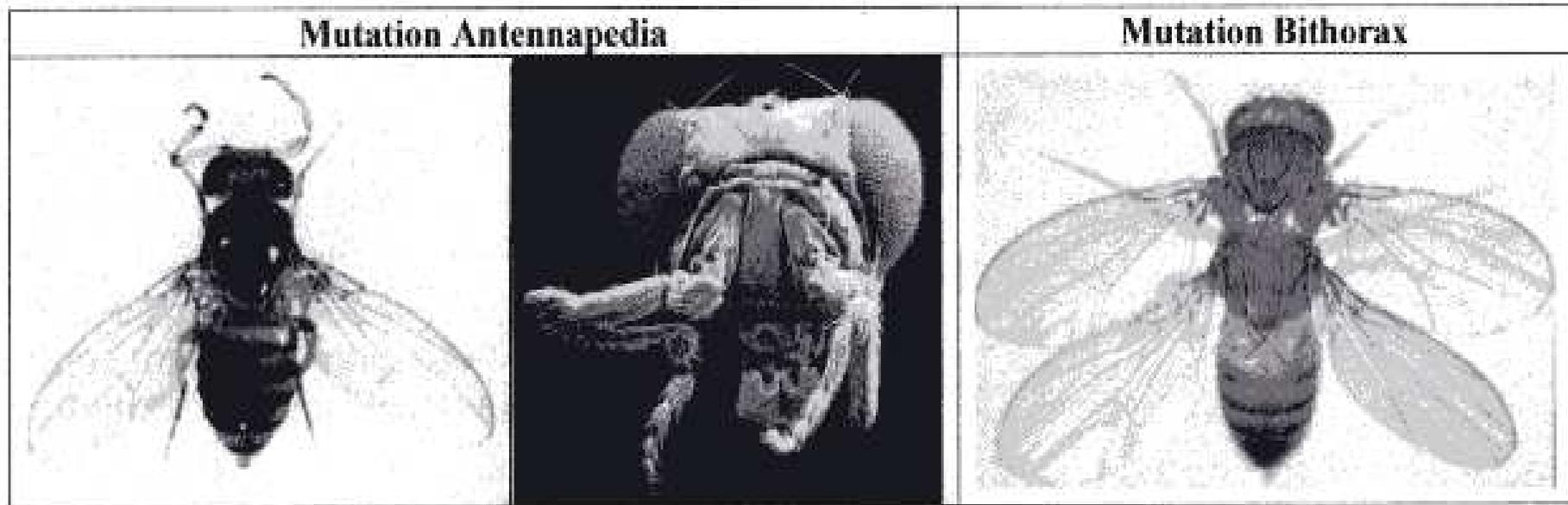
Fig. 6.10. Représentation schématique de la différenciation des somites. Les somites se différencient selon l'axe rostro-caudal (antéro-postérieur). Chaque somite engendrera les cellules du sclerotome, du myotome, du dermatome.

Doc13. Les somites se régionalisent en 3 parties**

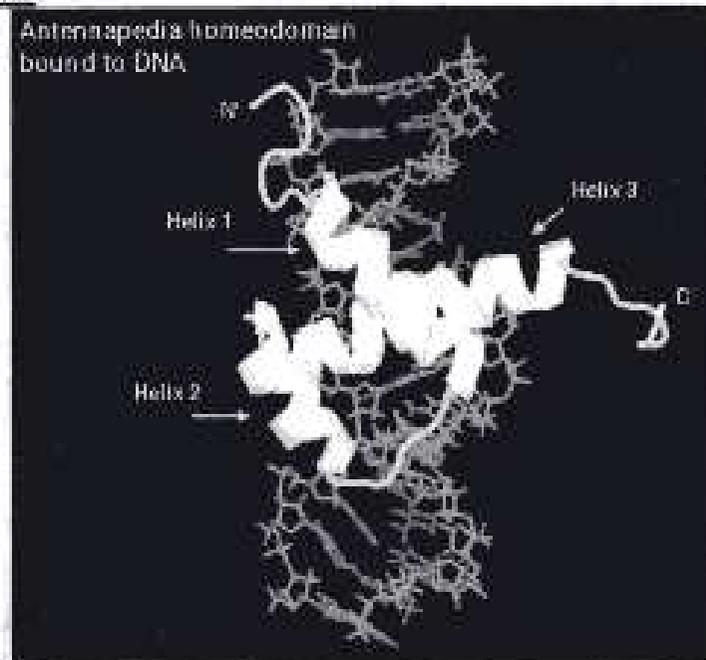


La succession dans le temps de la formation des somites est spécifiée dès le début du développement embryonnaire. La formation des somites chez le poulet se fait de l'avant vers l'arrière: les somites se forment successivement dans la région pré-somitique entre le dernier somite formé et le nœud de Hensen qui migre vers l'arrière. Si on fait tourner de 180° l'axe du mésoderme pré-somitique, l'ordre d'apparition dans le temps des somites n'est pas modifié: le somite 6 apparaît encore avant le somite 10.

Doc14



L'homéodomaine d'Antennapedia



Doc15

Doc16

1. UNE ORGANISATION COMPARABLE

Les gènes homéotiques, tout d'abord mis en évidence chez la drosophile, ont ensuite été identifiés chez les vertébrés (souris, homme, crapaud xénope, poisson, poule) et chez de nombreux invertébrés (insectes, mais aussi hydre, vers ...).

- Chez la drosophile, on connaît une vingtaine de gènes homéotiques ; le schéma ci-contre montre que neuf d'entre eux sont groupés sur un même chromosome et forment un complexe (le complexe Hom).
- Chez la souris, les gènes homéotiques sont également organisés en complexes (dits Hox*) qui sont situés sur des chromosomes différents (schéma).

Dans le complexe Hom (ou dans un des complexes Hox), les gènes présentent une double particularité :
– ils sont disposés sur le chromosome dans le même ordre que les endroits du corps où ils s'expriment (correspondance des couleurs sur le schéma) ;
– au cours du développement, ce sont d'abord les gènes « antérieurs » qui s'expriment, puis progressivement les suivants.

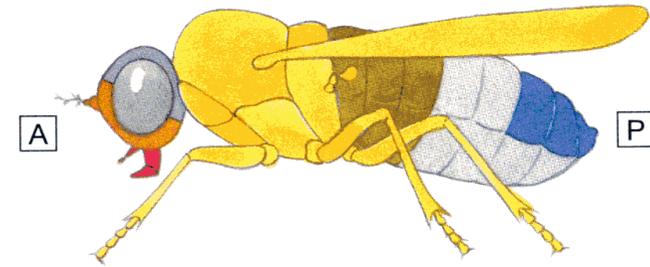
2. D'ÉTONNANTES HOMOLOGIES DE SÉQUENCES

Quand on compare les homéoboîtes des complexes Hox de la souris et Hom de la drosophile, on découvre de grandes homologues de séquences : cela signifie que chez des espèces aussi différentes que la mouche et la souris, les séquences de nucléotides des gènes de même couleur et alignés verticalement sur le schéma, sont très comparables. Pour cette raison, ces gènes sont qualifiés d'homologues*.

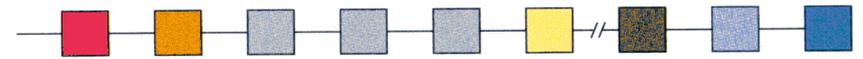
3. UNE PREUVE DE L'ÉVOLUTION DES ESPÈCES

Les scientifiques pensent en effet que les similitudes d'organisation et de séquence ne peuvent s'expliquer que si les insectes et les vertébrés ont hérité leurs gènes homéotiques d'un ancêtre commun. Ensuite, les deux lignées qui conduisent aux insectes et aux vertébrés se sont séparées mais ont conservé dans leurs molécules des traces de leur parenté.

Drosophile

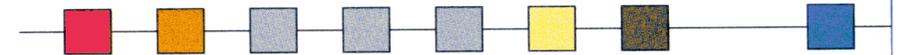


HOM :

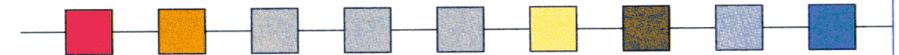


Souris

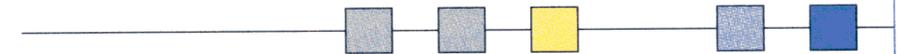
HOX a, chromosome 6 :



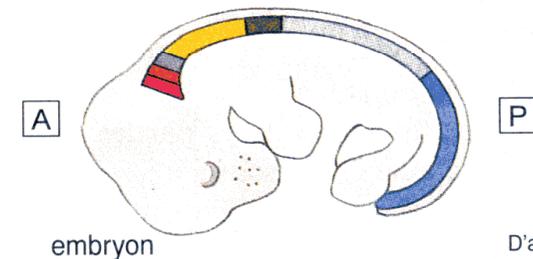
HOX b, chromosome 11 :



HOX c, chromosome 16 :



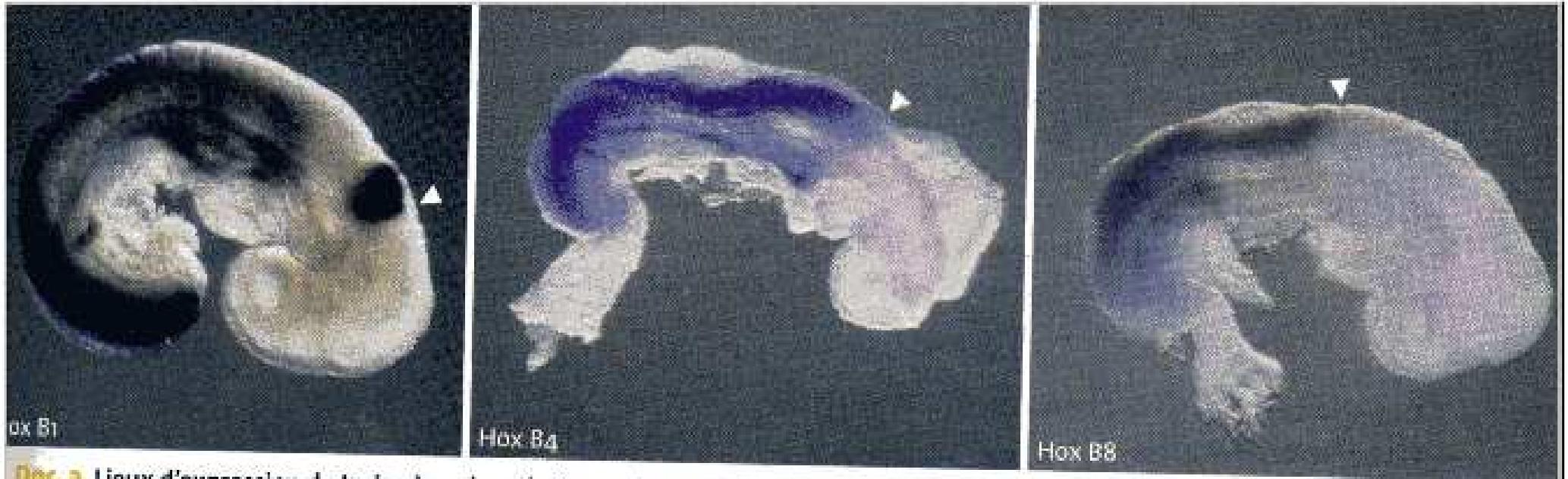
HOX d, chromosome 2 :



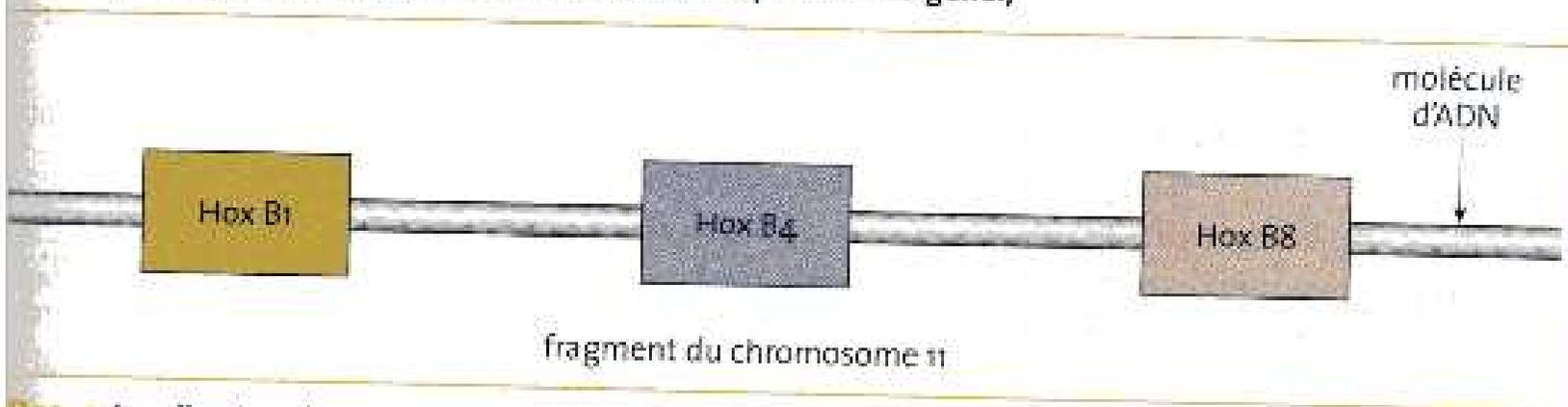
D'après L. Wolpert

C Les gènes homéotiques déterminent, pour chacun des segments, ses caractéristiques propres.

Doc17



Doc. 3 Lieux d'expression de trois gènes homéotiques chez l'embryon de souris de 9 jours : Hox B1, Hox B4 et Hox B8. (La flèche indique la limite antérieure de l'expression du gène.)



Doc. 4 Localisation chromosomique des gènes Hox B1, Hox B4 et Hox B8.

Double hélice d'ADN liée à une homéoprotéine

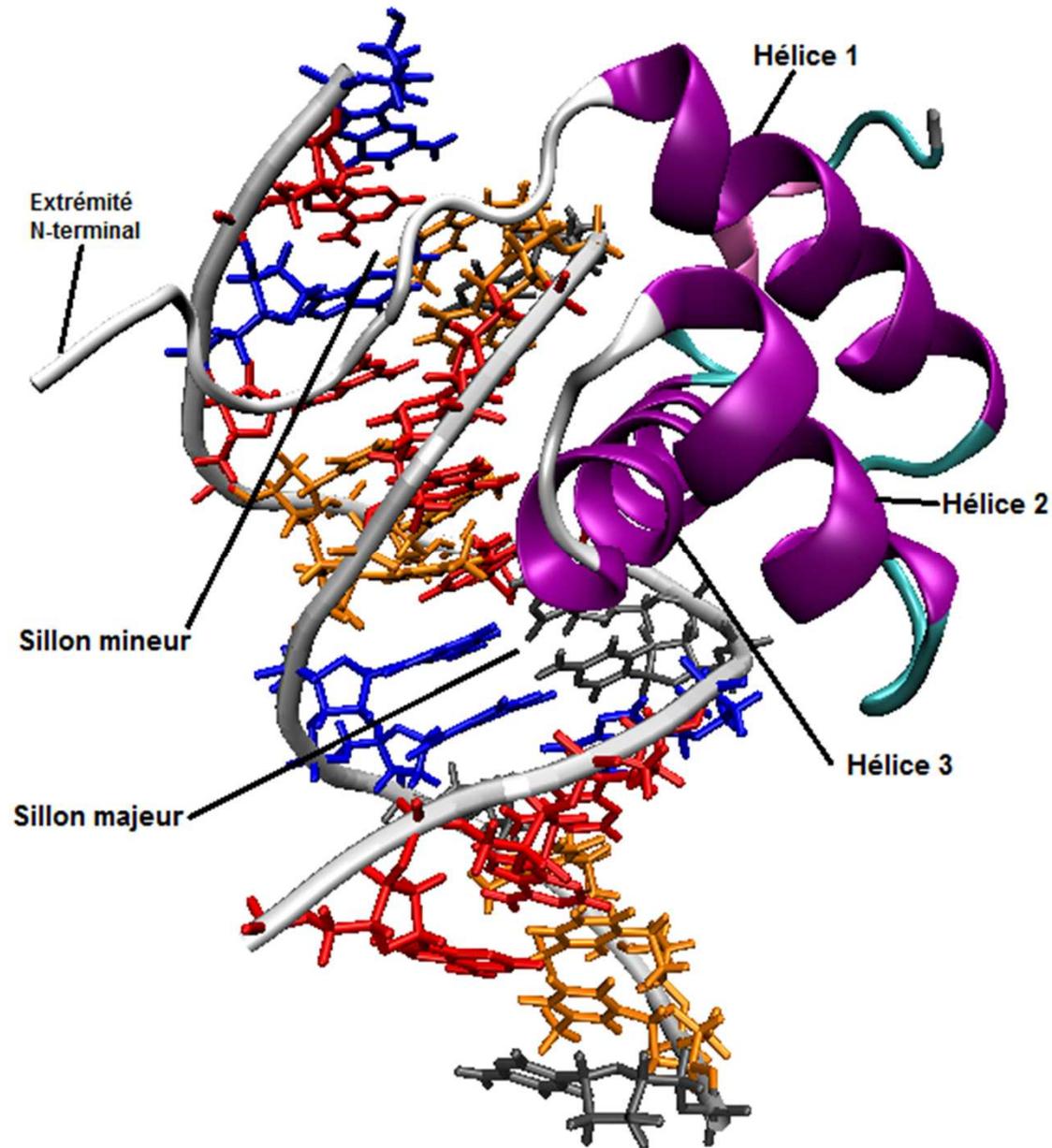
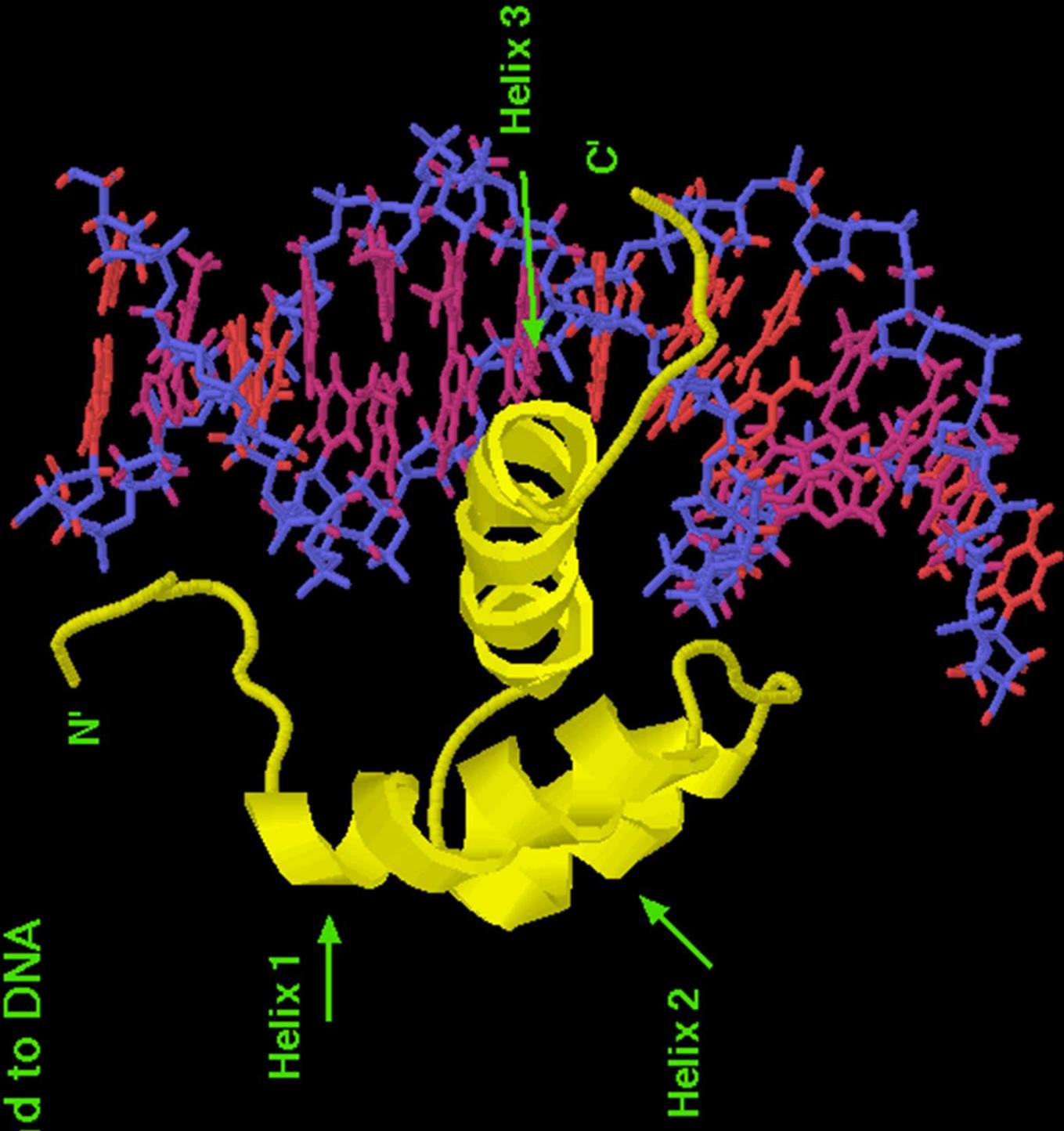
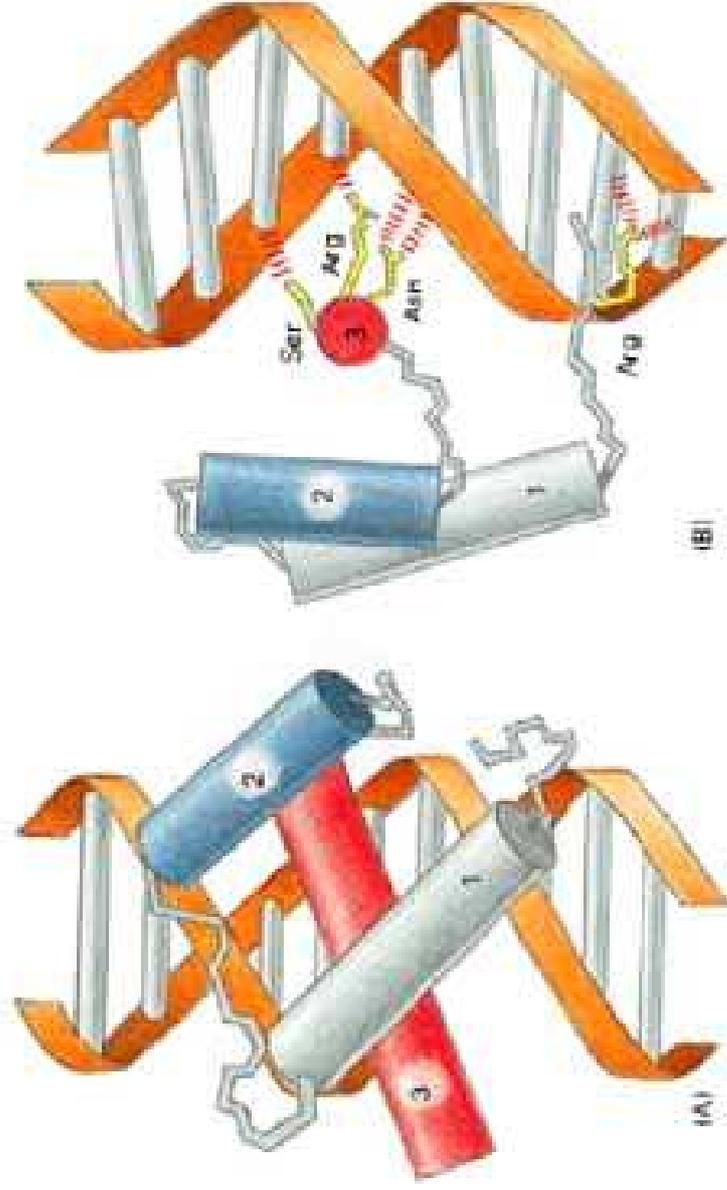


Figure 2 : Homéodomaine du gène *Antennapedia* de *Drosophila melanogaster* lié à un fragment d'ADN, illustrant les interactions de l'hélice de reconnaissance (hélice 3) et de l'extrémité N-terminal avec le sillon majeur et mineur de la double hélice d'ADN

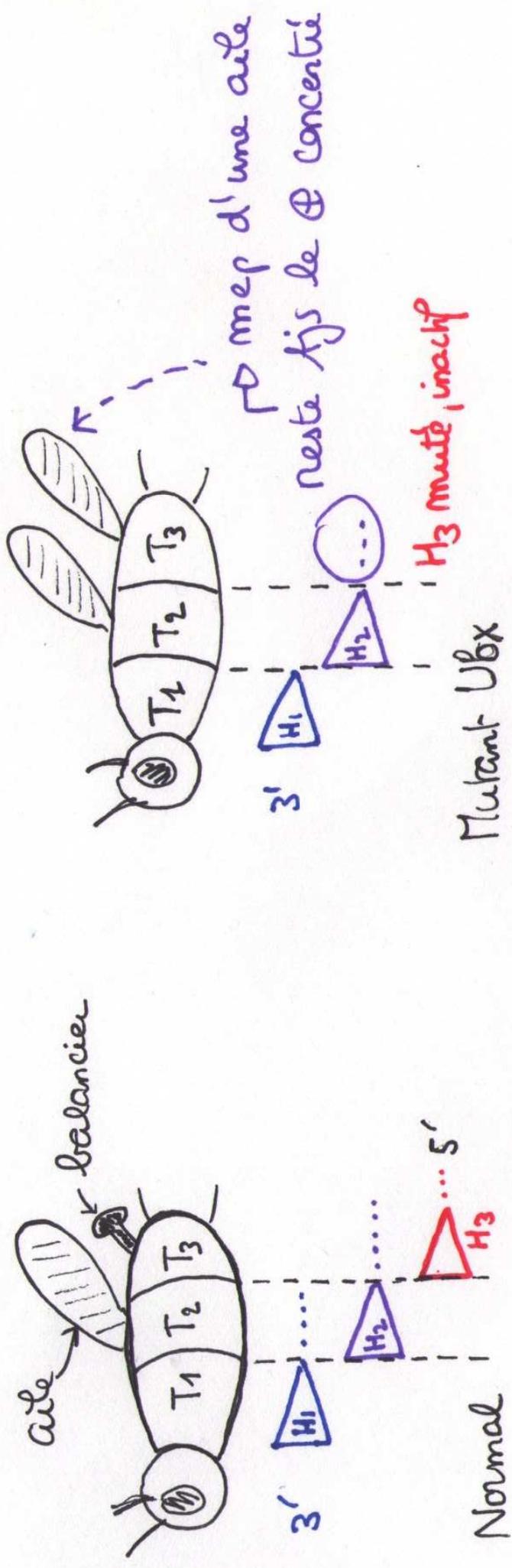
Antennapedia homeodomain
bound to DNA



A homeodomain bound to its specific DNA sequence.

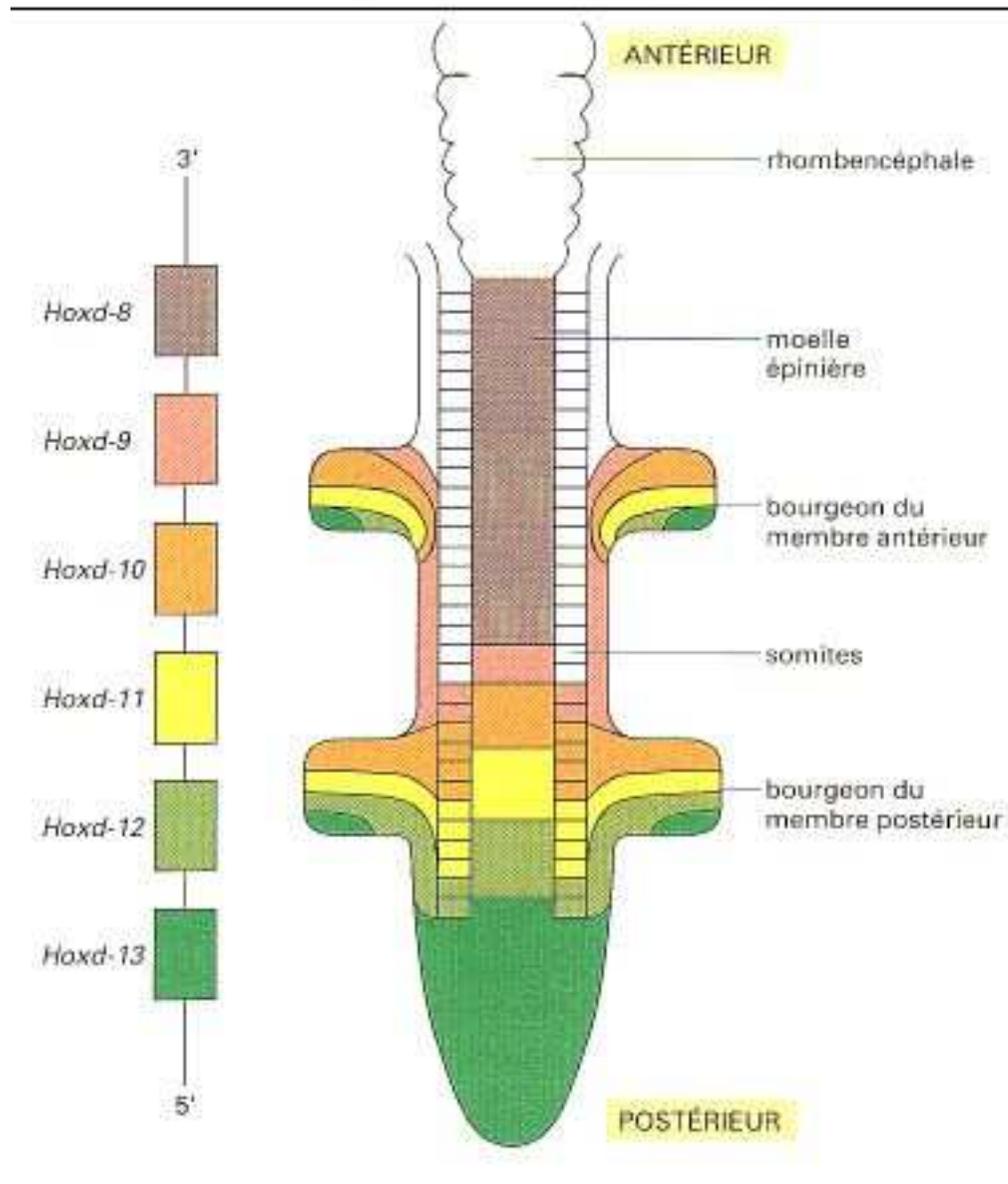


The homeodomain is folded into three helices, which are packed tightly together by hydrophobic interactions (A). The part containing helix 2 and 3 closely resembles the helix-turn-helix motif, with the recognition helix (*red*) making important contacts with the major groove (B). The Asn of helix 3, for example, contacts an adenine. Nucleotide pairs are also contacted in the minor groove by a flexible arm attached to helix 1. The homeodomain shown here is from a yeast gene regulatory protein, but it is nearly identical to two homeodomains from *Drosophila*, which interact with DNA in a similar fashion. (Adapted from C. Wolberger et al., *Cell* 67:517-528, 1991. © Cell Press.)



Exemple de mutation homéotique

HOMEOGENES, METAMERES ET MEMBRES



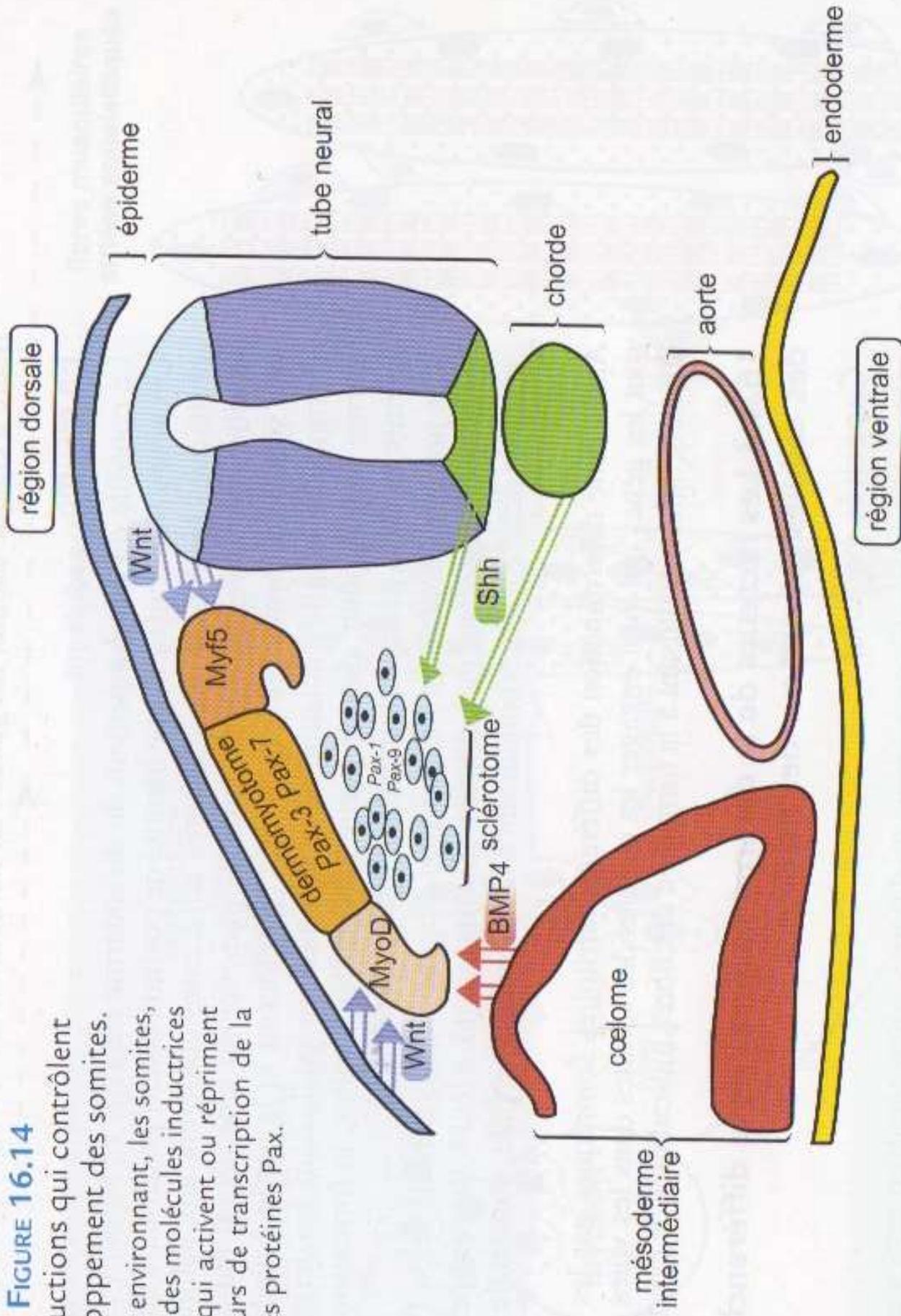
Très précocement certains gènes HOX (D9 et D10) s'expriment plus spécifiquement aux étages somitiques correspondant au niveau d'apparition des membres. Cette expression s'étend ensuite dans le bourgeon du membre en croissance.

La poursuite de l'expression des gènes HOX-D (D9 à D13) dans le membre en croissance participera à la polarité cranio-caudale, en particulier à la détermination myogénique des différents groupes musculaires, mais encore plus au déterminisme différentiel des doigts.

FIGURE 16.14

Les inductions qui contrôlent le développement des somites.

Les tissus environnant, les somites, sécrètent des molécules inductrices (flèches) qui activent ou répriment des facteurs de transcription de la famille des protéines Pax.



ECTODERME (couche externe)

- Épiderme de la peau et annexes cutanées (notamment glandes sébacées, follicules pileux)
- Système nerveux
- Hypophyse, médulla surrénale
- Mâchoire et dents
- Cellules germinales

MÉSODERME (couche intermédiaire)

- Systèmes osseux et musculaire
- Systèmes cardiovasculaire et lymphatique
- Systèmes reproducteur et urinaire (sauf les cellules germinales)
- Derme de la peau
- Cortex surrénal

ENDODERME (couche interne)

- Muqueuses du tube digestif et organes annexes (foie, pancréas)
- Muqueuses du système respiratoire, du système urinaire et des voies génitales
- Glande thyroïde, glandes parathyroïdes, thymus

▲ **Figure 47.8** Les principales structures dérivées des trois feuilletts embryonnaires chez les Vertébrés.