

THEME 1A2

**Diversification génétique et
diversification des êtres vivants**

CHAPITRE 3

La diversification des êtres vivants

Quels mécanismes autres que les mutations permettent de modifier le génome ?

I- Diversification par apport d'un nouveau génome

1- L'apport complet d'un nouveau génome

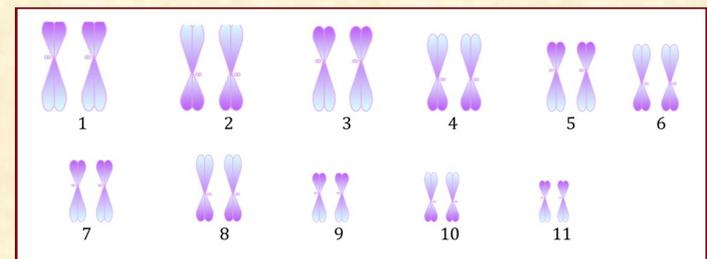
Exemple 1: Exemple des bananes sauvages et cultivées
Même espèce autopolidie



Banane sauvage



Caryotype de banane domestiquée



Caryotype de banane sauvage



Exemple 2

L'histoire des spartines:
genre *Spartina* , Poacée

Livre p 44



Les spartines sont des plantes de la famille des poacées (nouveau nom des graminées) se développant le plus souvent sur les vases salées du littoral. Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, les vasières littorales des côtes de la baie de Southampton, au sud de l'Angleterre, étaient peuplées de l'espèce *Spartina maritima*. L'introduction par l'Homme d'une autre espèce de spartine (*Spartina alterniflora*, en provenance de l'Amérique) fut rapidement suivie par l'apparition, vers 1870, d'une nouvelle espèce hybride, *Spartina x townsendii*, qui se reproduisait uniquement de façon asexuée (les nouveaux individus se formaient à partir des tiges souterraines rampantes d'une plante mère). Vers 1880, on vit émerger une nouvelle espèce appelée *Spartina anglica*, issue de *S. x townsendii*, et qui, cette fois, se reproduisait de façon sexuée, par l'intermédiaire de graines. *Spartina anglica* s'est rapidement propagée sur les côtes européennes et elle est aujourd'hui introduite sur plusieurs continents.

Spartina maritima

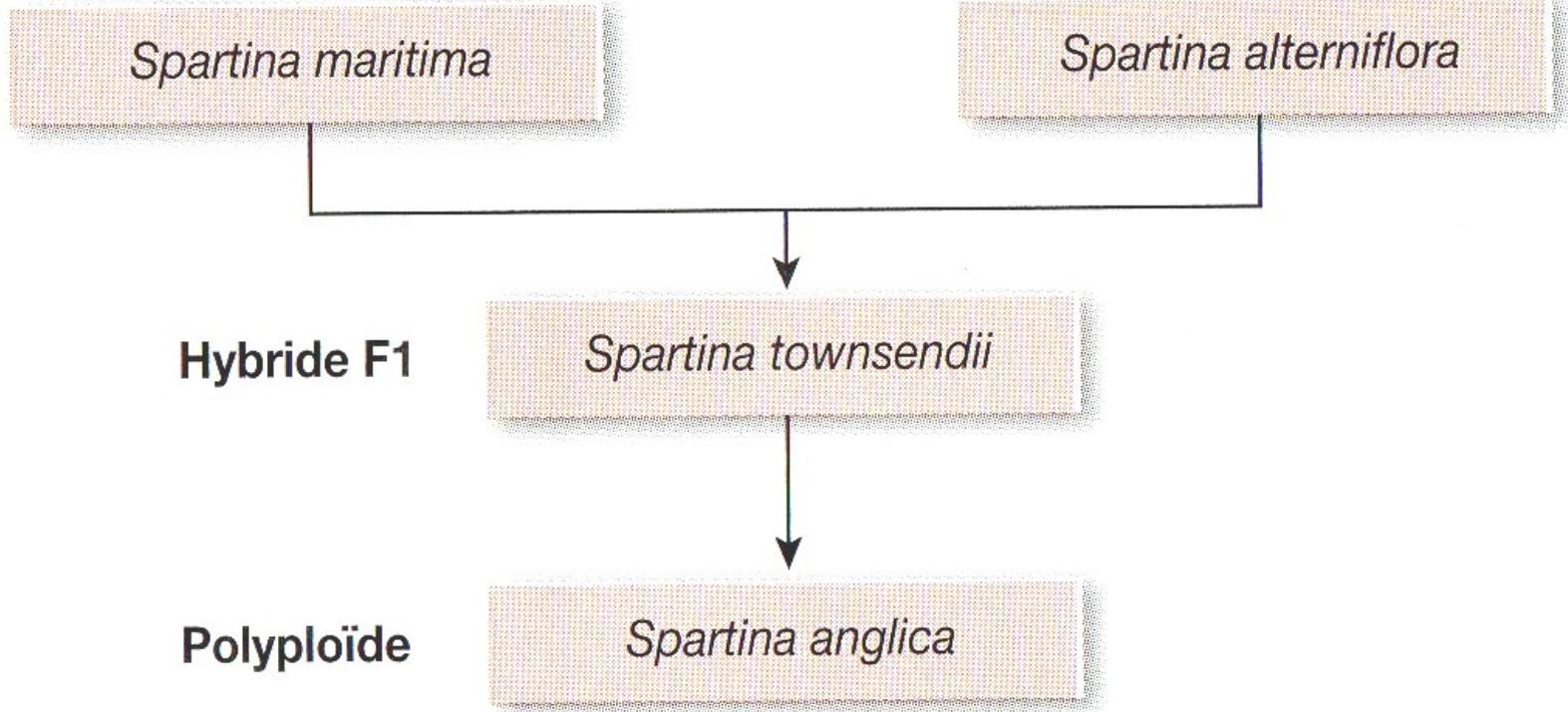
Spartina alterniflora

Hybride F1

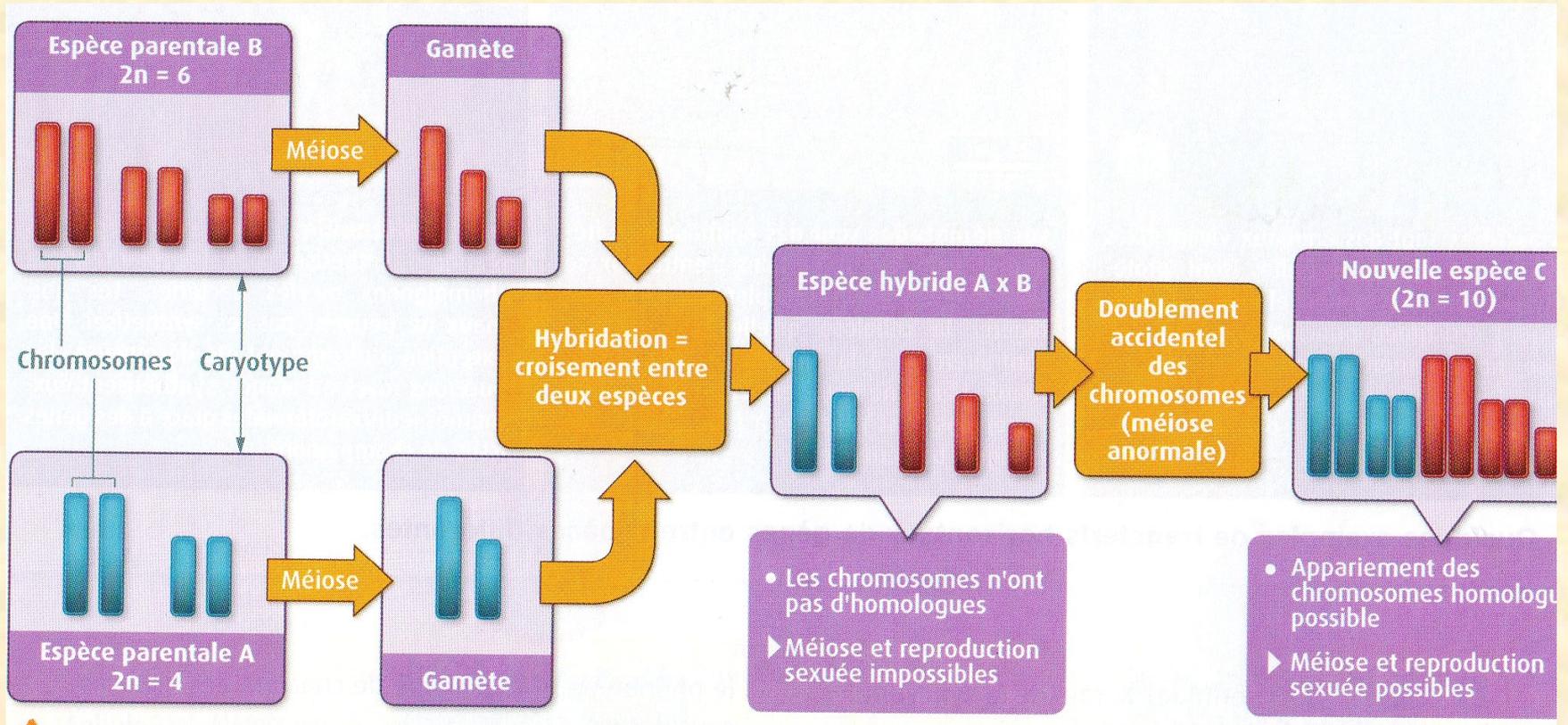
Spartina townsendii

Polyploïde

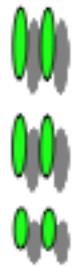
Spartina anglica



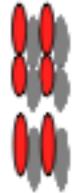
Livre p44 doc 2



Espèce A

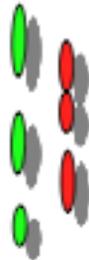


Espèce B

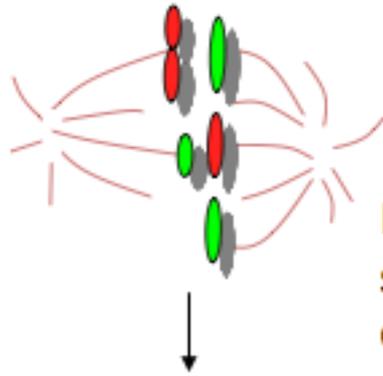


X

Hybride AB
Cellule
somatique



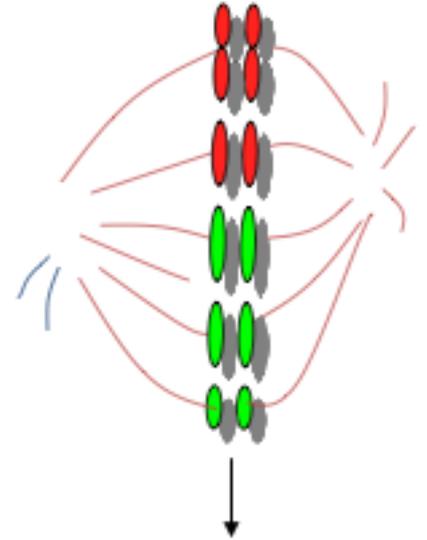
Méiose de l'hybride : pas
d'appariements possible
entre homologues



Production de
gamètes impossible

Duplication
spontanée
du génome

Hybride
polyploïde

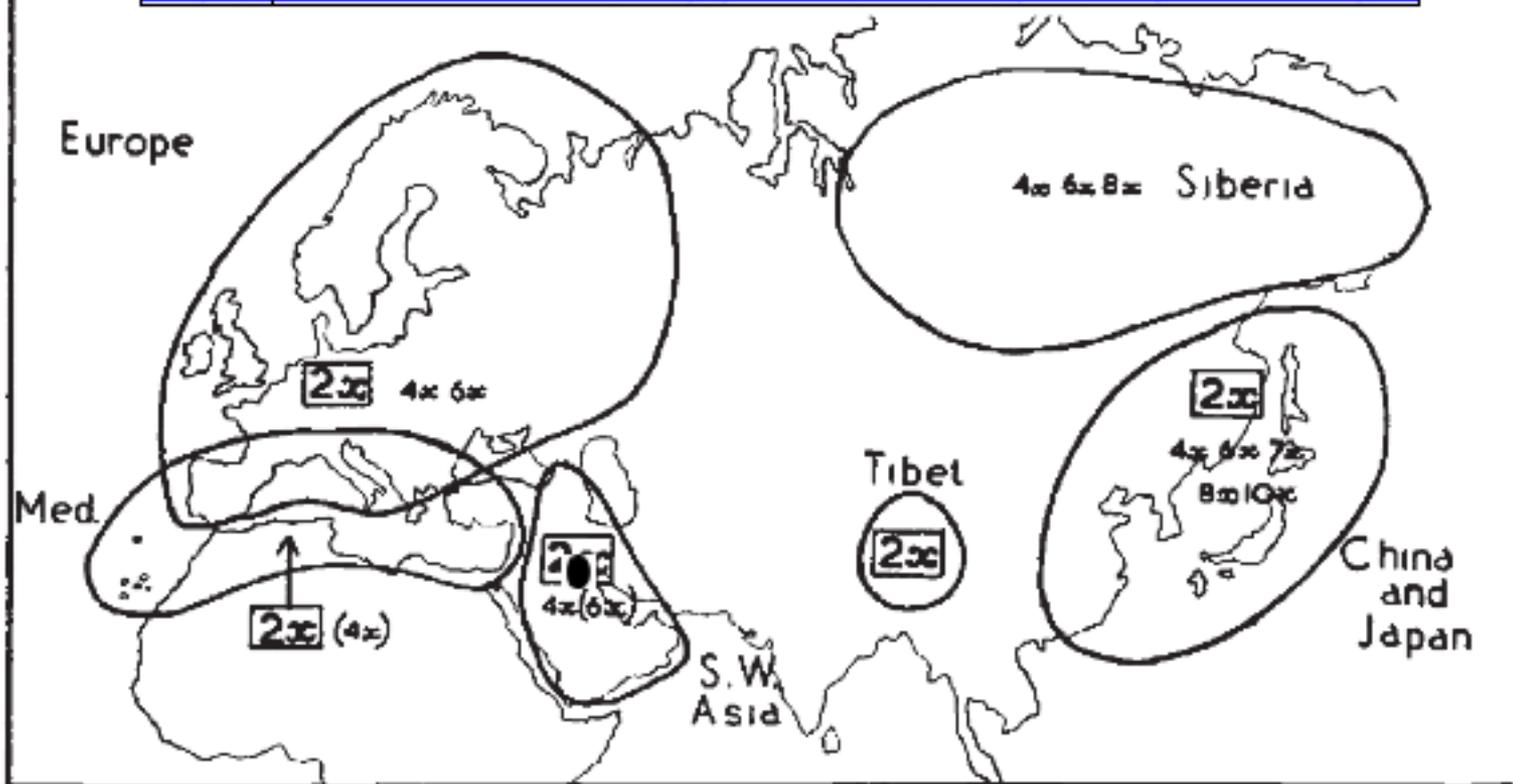


Méiose possible car
appariement entre
chromosomes
identiques issus de la
duplication

D'après Dowrick, *Nature*, 28 septembre 1951

<http://www.nature.com/hdy/journal/v6/n3/pdf/hdy195245a.pdf>

Argument en faveur de la polyploïdisation comme mode de spéciation chez les végétaux : les caryotypes des espèces au sein d'un même genre sont en général des multiples entiers du même nombre de base (9 chez les chrysanthèmes).



Distribution des espèces du genre *Chrysanthemum* avec indication du nombre de chromosome dans le génome diploïde

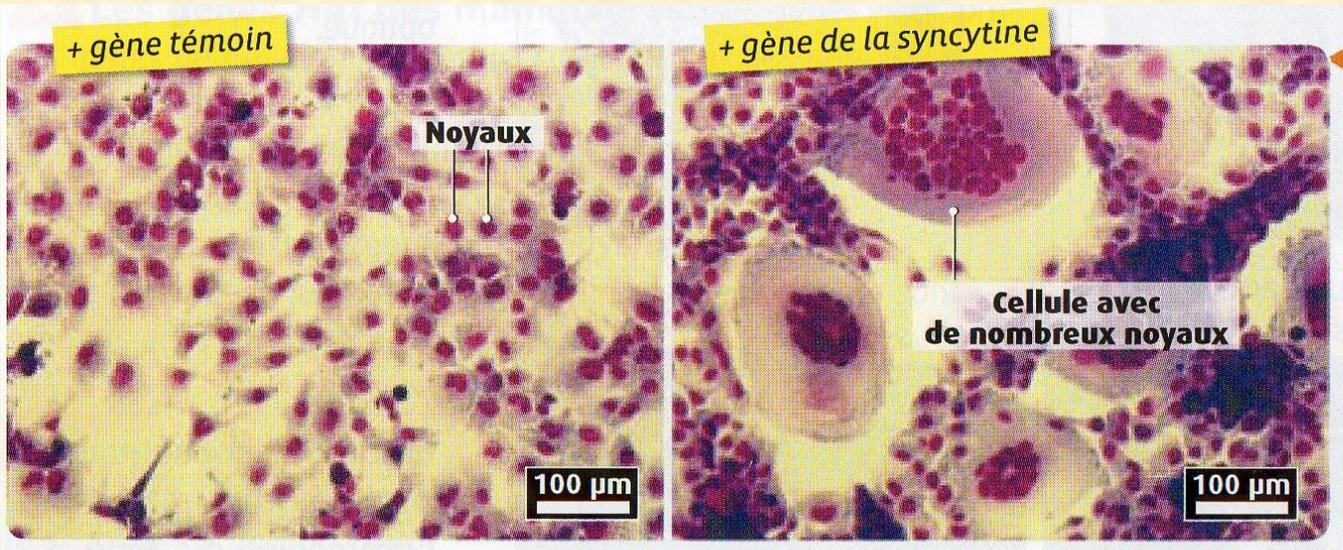
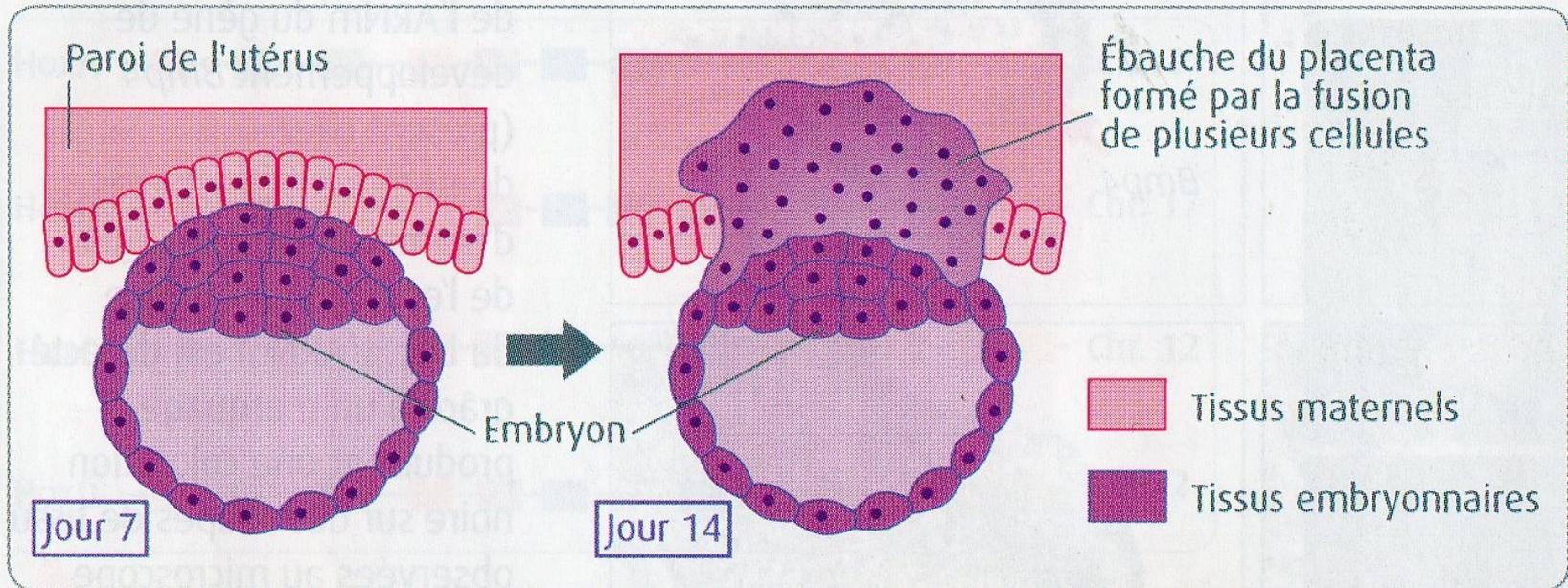
Nombre de chromosomes (2n)	18	36	54	72	90	198
	2X9	4X9	6X9	8X9	10X9	22X9

50% des espèces d'angiospermes seraient apparues par polyploïdisation

2- L'apport partiel d'un génome: des transferts horizontaux de gènes

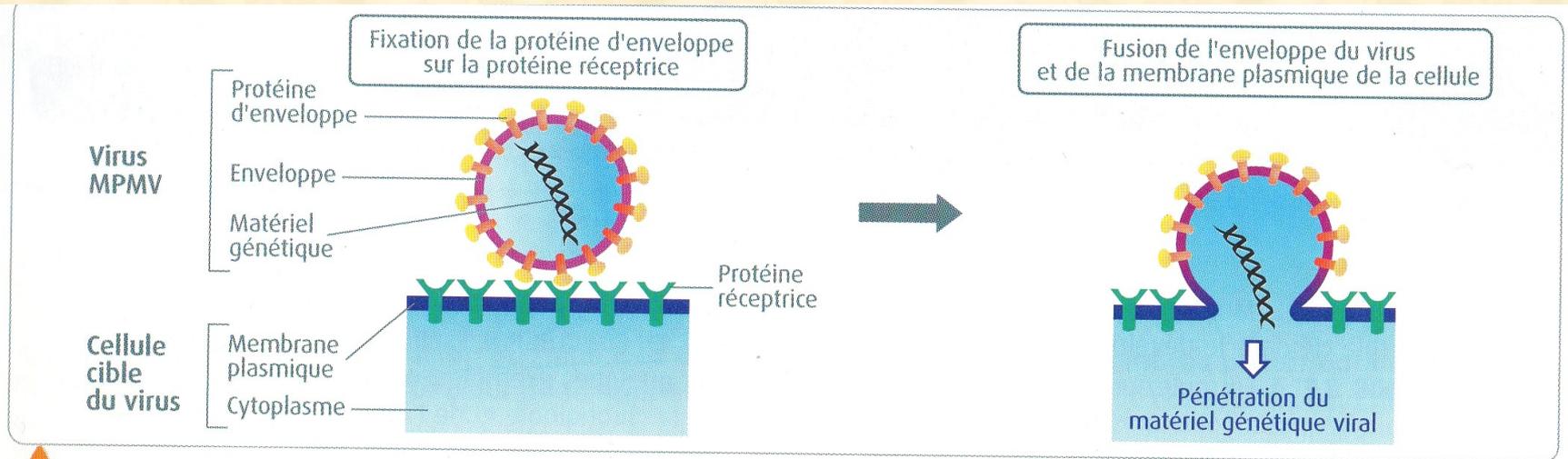
Exemple du placenta

Livre p 42 et 43



Q1: L'expression de la syncytine dans des cellules qui ne peuvent initialement pas fusionner entre elle permet leur fusion en grandes cellules à plusieurs noyaux (doc. 2 à droite)

Dans un contexte naturel, elle permet probablement la fusion des cellules en cellules géantes plurinucléées nécessaire à la formation du placenta.



4 La pénétration du virus MPMV dans une cellule. La région F_v (en jaune) de la protéine d'enveloppe du virus se fixe sur la protéine réceptrice de la cellule cible. Sa structure spatiale est identique à celle de la région F_h de la syncytine humaine.

Lorsqu'un virus pénètre dans une cellule cible, la reconnaissance est permise par la complémentarité entre F_v et la protéine réceptrice F_h de la syncytine qui a une structure spatiale identique agit de même pour permettre la fusion des cellules. C'est donc un argument supplémentaire en faveur d'une parenté, on peut donc supposer que le gène codant la syncytine est d'origine virale



Interview de Marc-André Selosse, professeur spécialiste des interactions entre organismes.

Chaque génération reçoit ses gènes de la précédente :

une cellule qui se divise transmet ses gènes aux descendantes, deux parents les transmettent à leur enfant, etc.

Mais des gènes transitent parfois entre individus d'espèces différentes : on parle de « transfert horizontal ». Si les gènes transférés sont avantageux, les descendants du receveur seront sélectionnés. Actuellement, le séquençage des génomes révèle de nombreux gènes issus de transferts horizontaux. Ces derniers représentent même plus du tiers de certains génomes bactériens !

Les mécanismes de ces transferts, mal connus, seraient accidentels, liés à des virus (qui utilisent les cellules qu'ils infectent pour répliquer leur génome) ou à des fragments

d'ADN libérés hors de cellules blessées ou en cours de digestion par un prédateur. La coexistence entre espèces, quelle que soit leur parenté évolutive, favorise ces transferts : des bactéries parasites des animaux, les *Chlamydia*, ont acquis les gènes de leurs hôtes permettant la synthèse du cholestérol, absent des autres bactéries ; un champignon inoffensif du blé est devenu un pathogène en acquérant un gène de toxine d'un autre parasite du blé ; les bactéries qu'héberge naturellement notre appareil digestif échangent des gènes de résistance aux antibiotiques, que risquent de recueillir les bactéries pathogènes qui nous infectent. Les transferts diversifient donc les propriétés des espèces et en modifient le mode de vie. Même peu fréquents, ils finissent par avoir un rôle évolutif majeur.

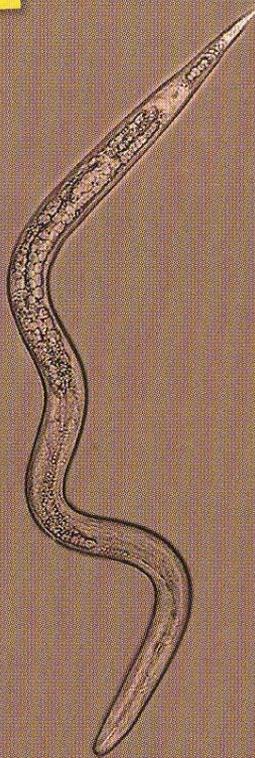
5 Des transferts de gènes entre individus d'espèces différentes.



Les ascidies sont des animaux vivant fixés sur les rochers marins. Elles sont protégées par une épaisse enveloppe (appelée tunique) constituée principalement de cellulose, normalement absente chez les animaux. Les gènes permettant aux ascidies de synthétiser la cellulose ont une origine bactérienne.

Q3 : Dans le cas des ascidies, elles ont acquis par transfert du gène de synthèse de la cellulose la capacité à synthétiser une tunique contenant de la cellulose, molécule que peu d'animaux prédateurs peuvent digérer.

Vue au MO



25 μm

Les nématodes sont des animaux très fréquents dans le sol. Certains d'entre eux se nourrissent de racines de plantes et peuvent digérer la cellulose qu'elles contiennent, contrairement à la plupart des autres animaux. L'enzyme leur permettant de digérer la cellulose est produite à partir d'un gène d'origine bactérienne.

Pour les nématodes se nourrissant de végétaux en ayant acquis le gène de la cellulase, ils peuvent digérer la cellulose et par conséquent avoir accès à une nouvelle source alimentaire. Par ailleurs, la cellulase facilite leur pénétration dans les tissus végétaux.



Les caroténoïdes sont des pigments orangés synthétisés par les plantes, les champignons ou les bactéries. Les animaux ne peuvent pas les synthétiser. Une exception a récemment été découverte: les pucerons roses ou orange synthétisent eux-mêmes leurs caroténoïdes grâce à des gènes issus de champignons.

les pucerons qui synthétisent des caroténoïdes ont un phénotype différent de par leur couleur.

Ce dimorphisme coloré seraient sélectionné et entretenu par la prédation que les insectes subissent : les coccinelles attaquent préférentiellement les rouges, alors que des guêpes parasitoïdes déposent leurs œufs dans les pucerons verts.

En 2012 une étude a montré que ces caroténoïdes produits en grande quantité par les pucerons auraient un rôle dans leur métabolisme énergétique : les animaux l'utilisent dans un mécanisme de photosynthèse archaïque

- Q4

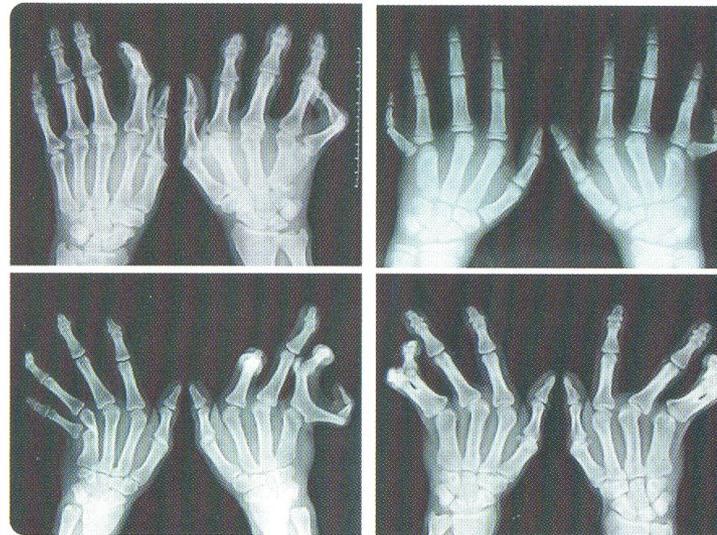
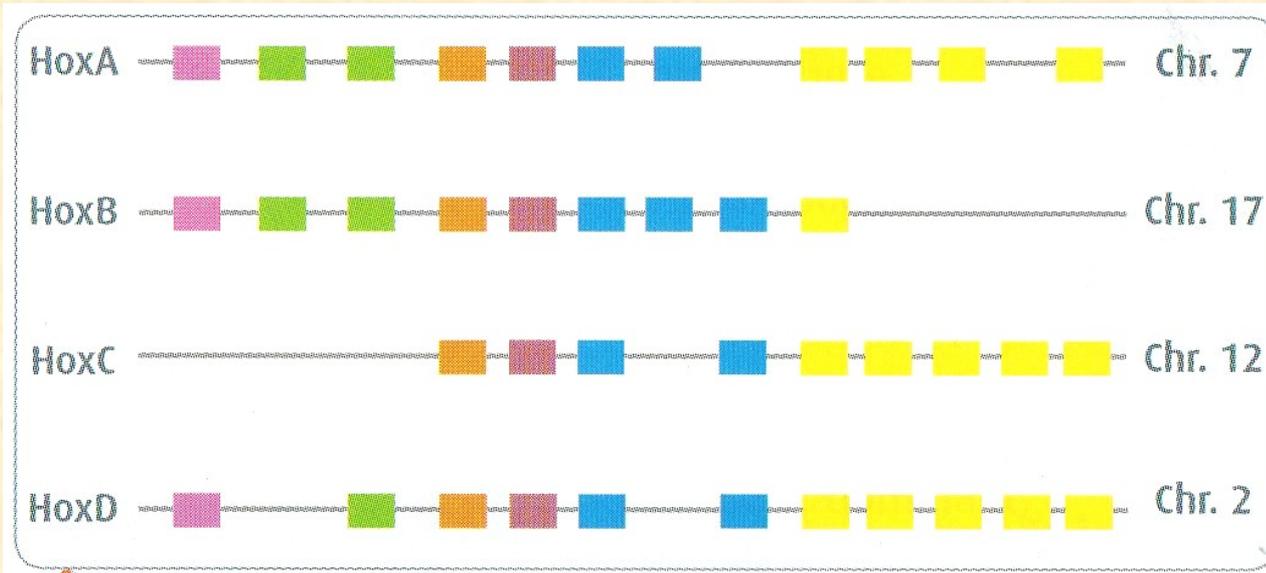
EN CONCLUSION:

Les transferts des gènes permettent aux organismes qui les reçoivent d'acquérir de nouvelles fonctions. Il peut s'agir par exemple de la capacité à synthétiser une molécule (la cellulose), ou une enzyme digestive (la cellulase). Dans tous les cas, l'acquisition des gènes contribue à modifier les phénotypes des espèces qui les reçoivent. Il s'agit donc d'une diversification génétique du vivant par acquisition de nouveaux gènes.

II- Diversification liée à l'expression des gènes du développement

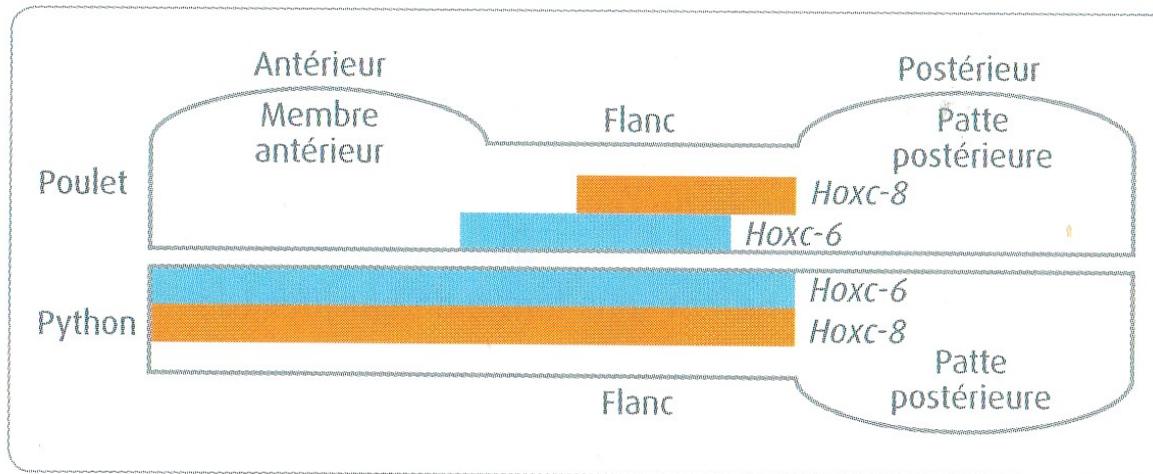
1-Gènes du développement et plan d'organisation

Livre p 40

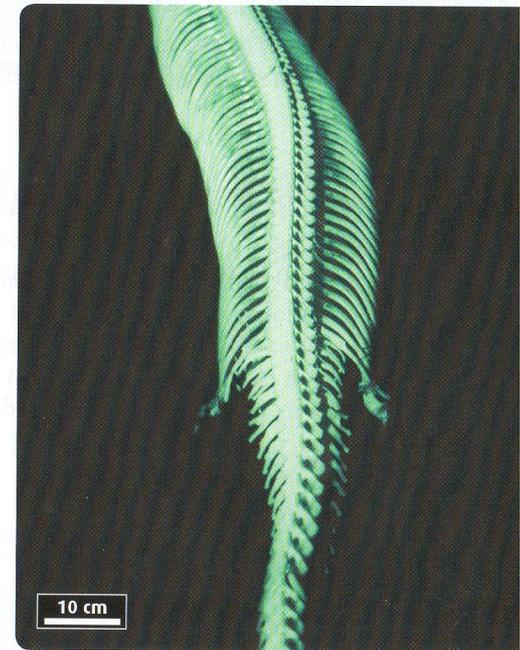


2 Conséquences de différentes mutations du gène *Hox D13* sur la main chez l'Homme.

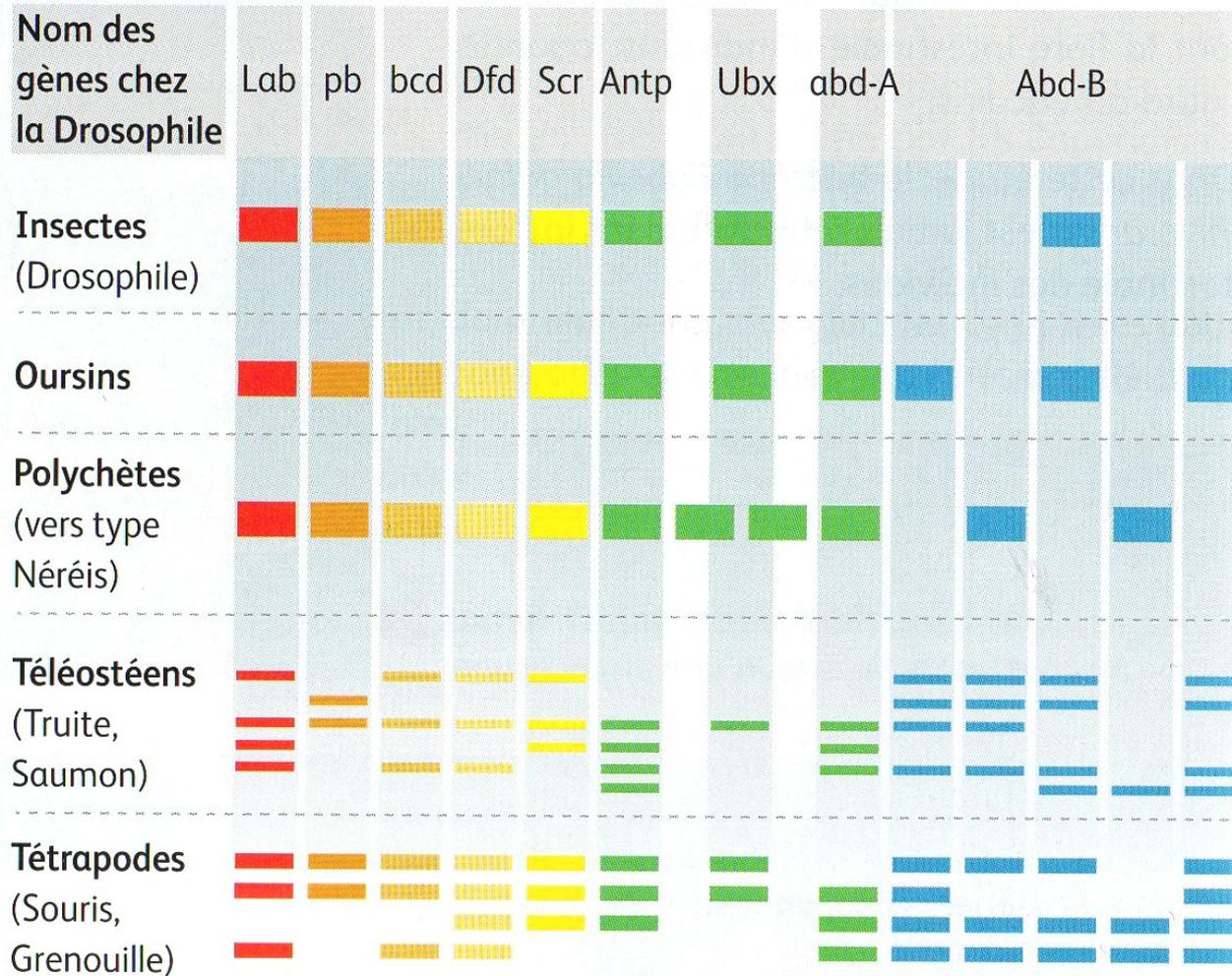
Les serpents sont des vertébrés ayant parfois de petits membres postérieurs, mais jamais de membres antérieurs. La formation d'un membre antérieur chez les embryons des autres vertébrés s'effectue en avant d'une zone où le gène *Hoxc-6* est exprimé seul, sans *Hoxc-8*. Quand ils sont exprimés ensemble, ces gènes sont impliqués dans la formation des côtes sur les vertèbres.



1. Comparaison des zones d'expression du gène *Hoxc-6* et du gène *Hoxc-8* chez les embryons de poulet et de python.



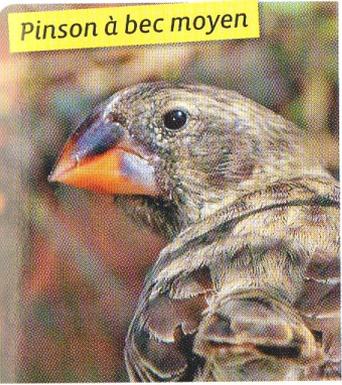
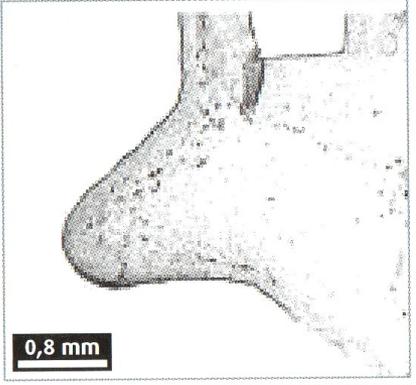
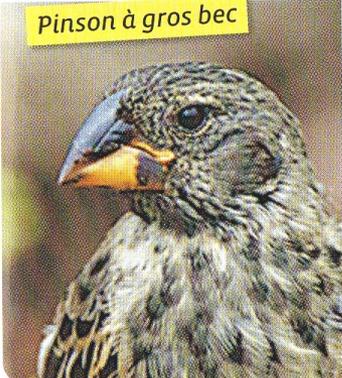
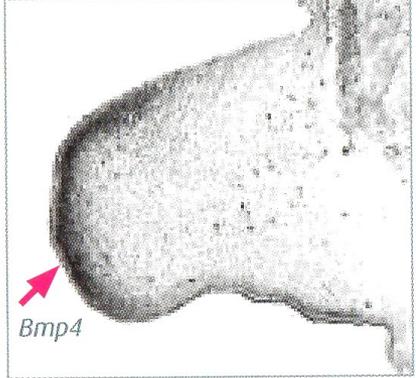
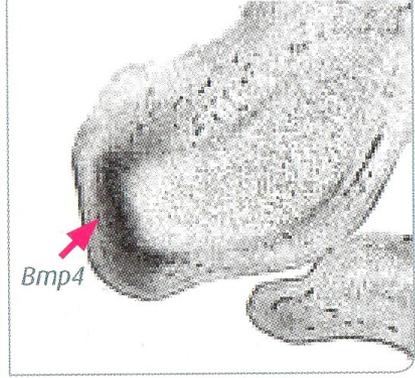
2. Le squelette du python. Chez les serpents, toutes les vertèbres ont des côtes. Les pythons possèdent deux pattes postérieures atrophiées.



b **Comparaison des gènes homéotiques présents chez quelques organismes.** Les couleurs correspondent aux gènes ayant un fort pourcentage d'identité.

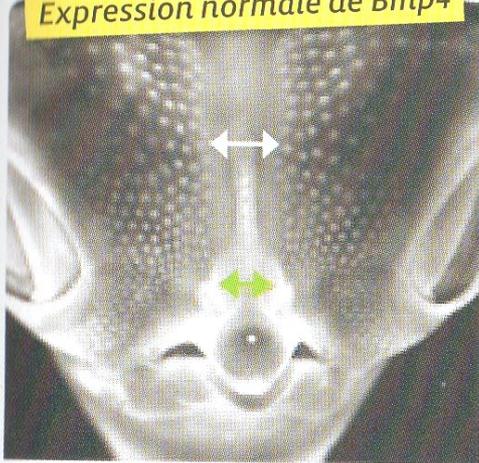
2 Gènes du développement et morphologie

Livre p 41

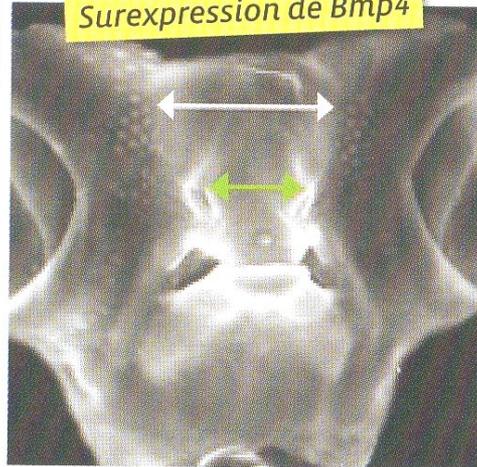
Expression du gène <i>Bmp4</i>	
Après 25 h de développement	Après 29 h de développement
 <p>Pinson à bec moyen</p>	 <p>0,8 mm</p>
 <p>Pinson à gros bec</p>	 <p><i>Bmp4</i></p>
	 <p><i>Bmp4</i></p>

5 L'expression du gène de développement *Bmp4* lors de la différenciation du bec chez deux espèces de pinsons : le pinson à bec moyen et le pinson à gros bec. On analyse ici l'expression de l'ARNm du gène de développement *Bmp4* (présent chez de nombreuses espèces d'animaux) dans la région de l'embryon à l'origine du bec. L'ARNm est détecté grâce à un marquage produisant une coloration noire sur des coupes de tissu observées au microscope optique.

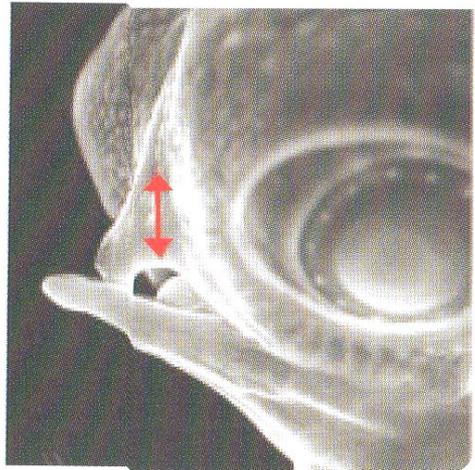
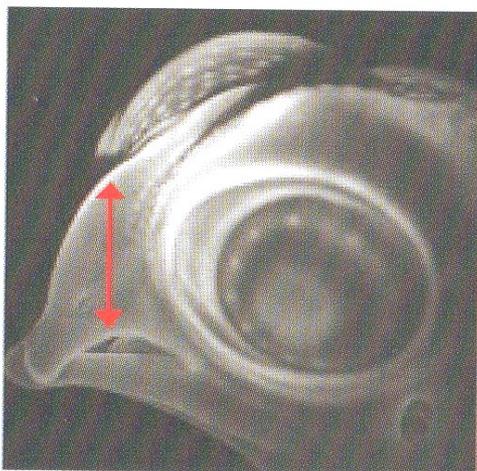
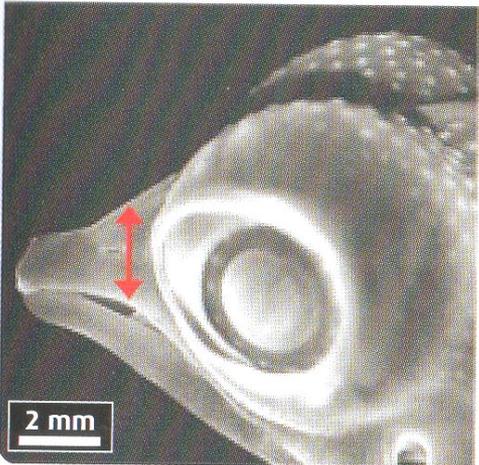
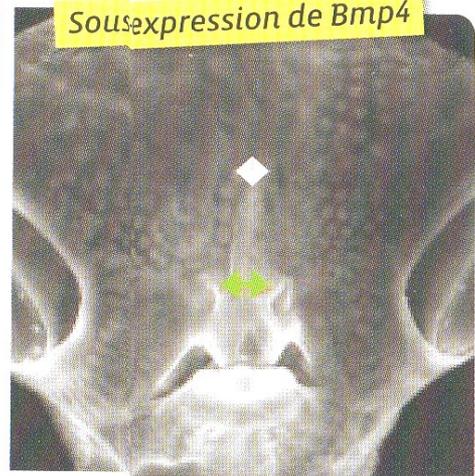
Expression normale de Bmp4



Surexpression de Bmp4



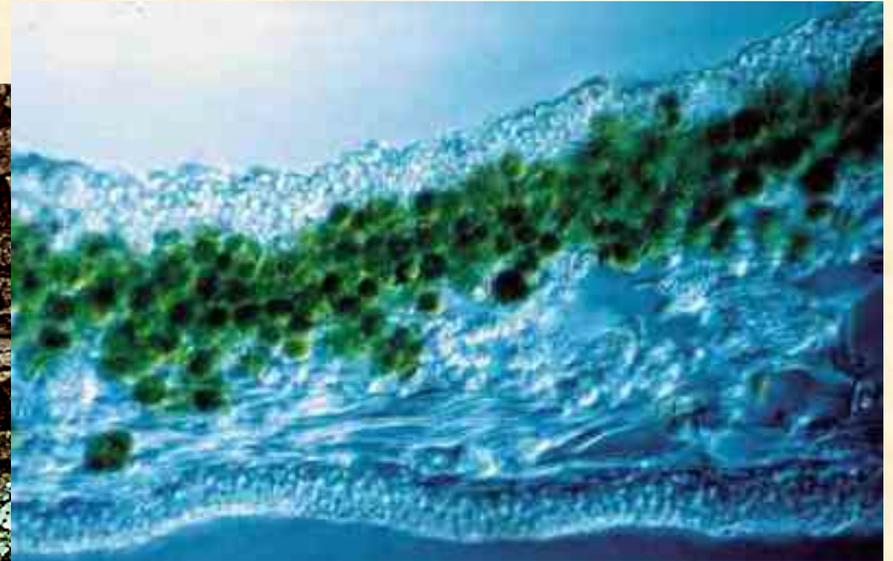
Sous-expression de Bmp4



III- Diversification sans apport d'un nouveau génome

1- Les symbioses

TP 4: exemple des lichens

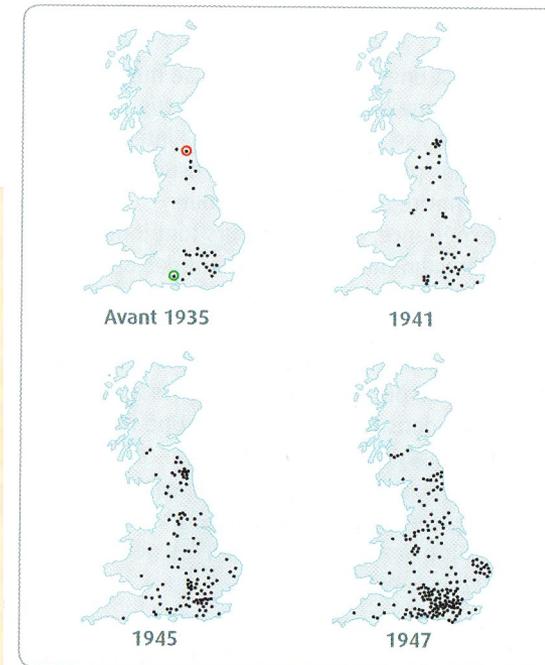


2- Diversification par l'acquisition de comportements nouveaux

Au xx^e siècle, en Grande-Bretagne, le lait frais était déposé le matin par le laitier dans une bouteille fermée devant la porte des habitations. Dans les années 1920, on a commencé à observer des mésanges qui ouvraient l'opercule des bouteilles pour se nourrir de la crème formée en surface du lait. Les 25 années suivantes ont vu une propagation très rapide de ce comportement parmi les mésanges anglaises. En outre, on a vu des individus appartenant à 11 autres espèces d'oiseaux pratiquer le même comportement.



1. Une mésange bleue ouvrant une bouteille de lait.



2. Propagation du comportement d'ouverture des bouteilles de lait chez les mésanges en Grande-Bretagne entre 1935 et 1947. Les points entourés correspondent aux localisations des premières observations de ce comportement, en 1921 (orange) et en 1926 (vert).