

Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants.

I. Les mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée (méiose fécondation)

A. Les brassages génétiques au cours de la méiose

B. Le brassage génétique au cours de la fécondation

C. Des anomalies au cours de la méiose sources de diversité.

1. Une mauvaise disjonction des chromosomes modifie le phénotype

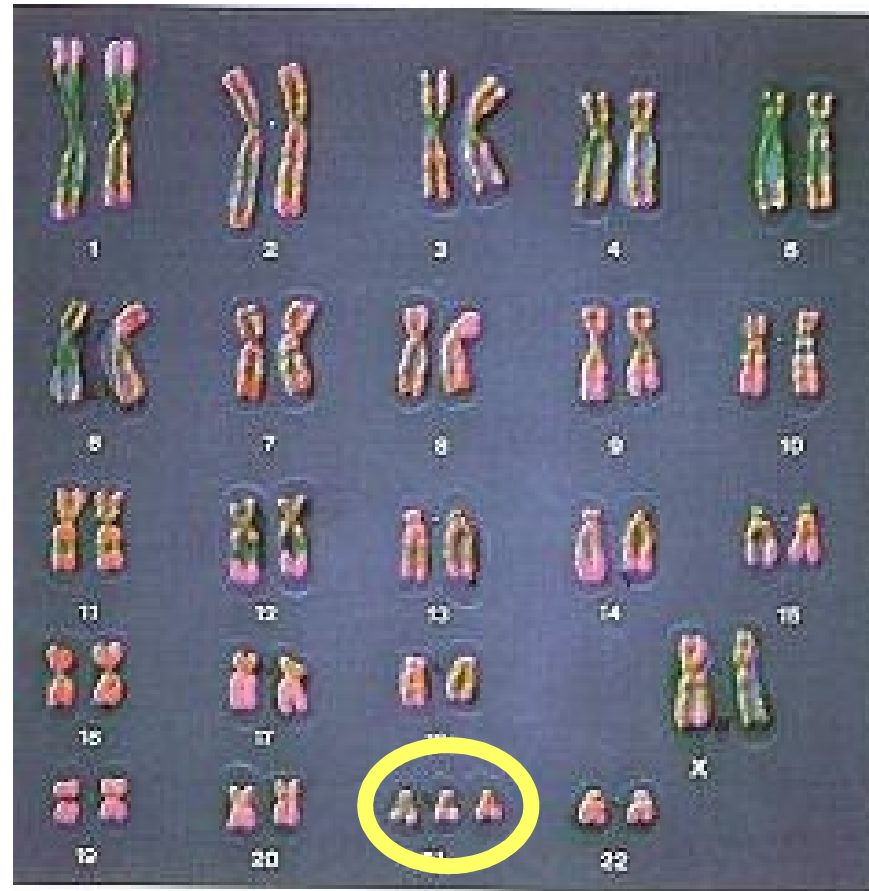
- **trisomies** (3 exemplaires du même chromosome)
- **monosomies** (chromosome présent en 1 seul exemplaire dans une cellule diploïde).

Trisomie 21



Un enfant sur 700

- yeux en amende
- visage + large,
- malformations internes,
- retard mental + ou – important



D'autres anomalies chromosomiques

Trisomie 18 X

1/800

- Anomalies du crâne, de la face, des pieds, des mains
- malformations viscérales (cœur, rein)
- évolution toujours mortelle avant l'âge d'1 an

- Femme de petite taille, stérile
- absence de caractères sexuels secondaires
- Intelligence normale
- Développement intellectuel le + souvent normal



anomalies



mauvaise séparation des chromosomes
au cours de la méiose.

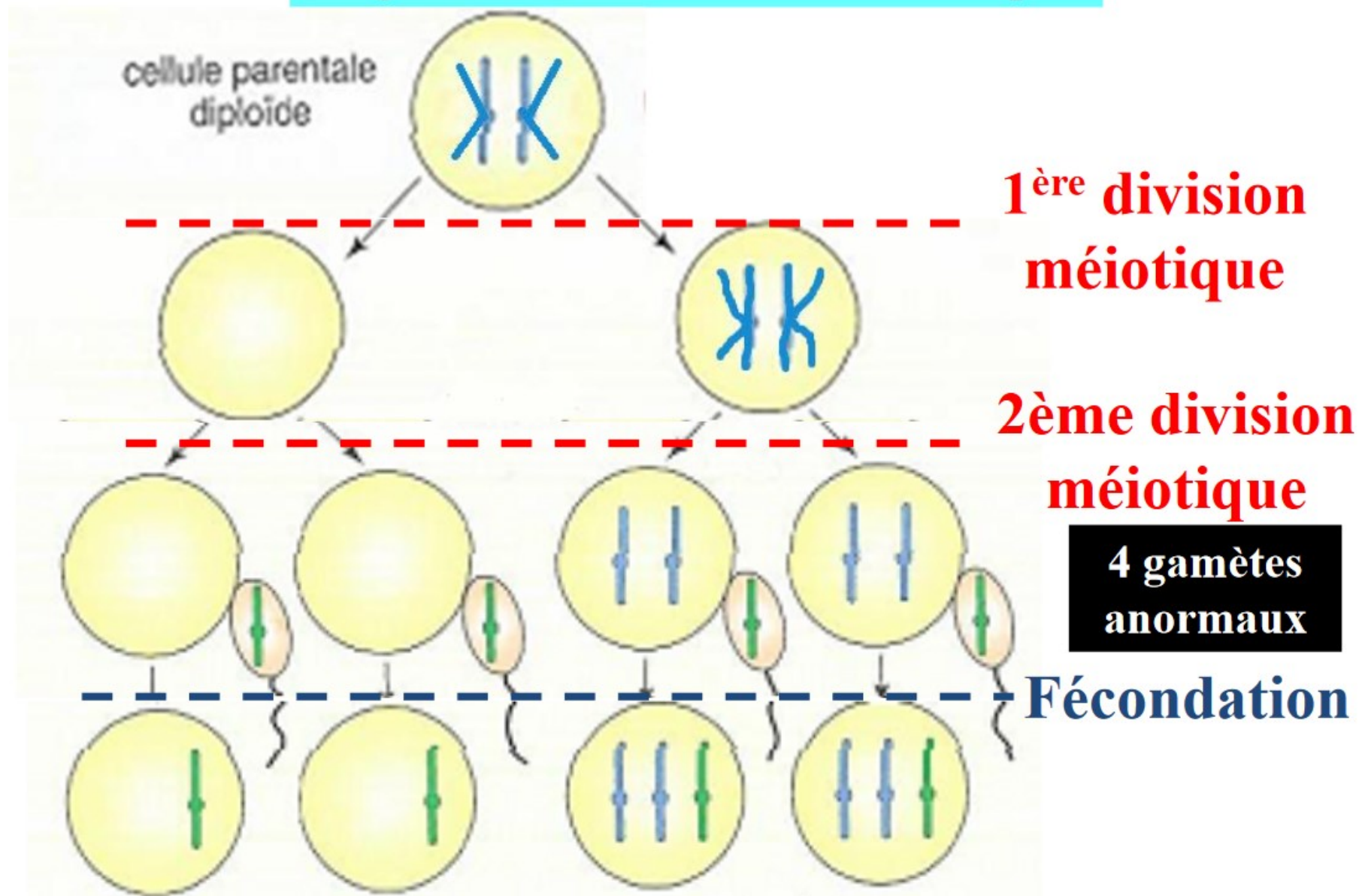


les 2 chromosomes
homologues peuvent aller dans
la même cellule lors de la 1^{ère}
division méiotique

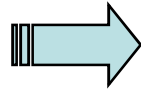


les 2 chromatides d'un même
chromosome peuvent aller dans le
même gamète lors de la 2^{ème} division
méiotique

Origine des anomalies chromosomiques



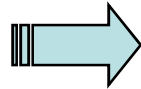
maternelle



1ere division : 61,7%

2ème division : 15,3%

Paternelle

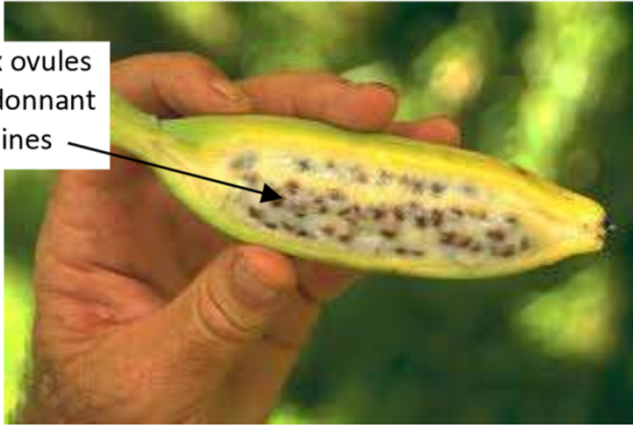


1ere division : 11,8%

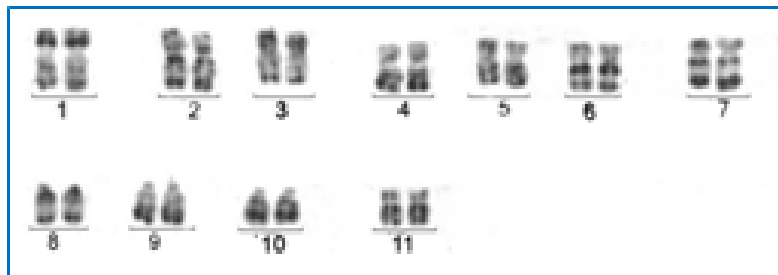
2ème division : 11,2%

Une mauvaise répartition des chromosomes lors de la méiose peut conduire à une polyploïdie

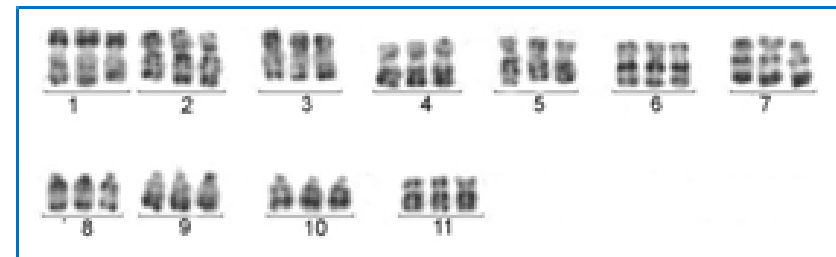
Nombreux ovules fécondés donnant des graines



Nombreux ovules avortés ne donnant jamais de graines



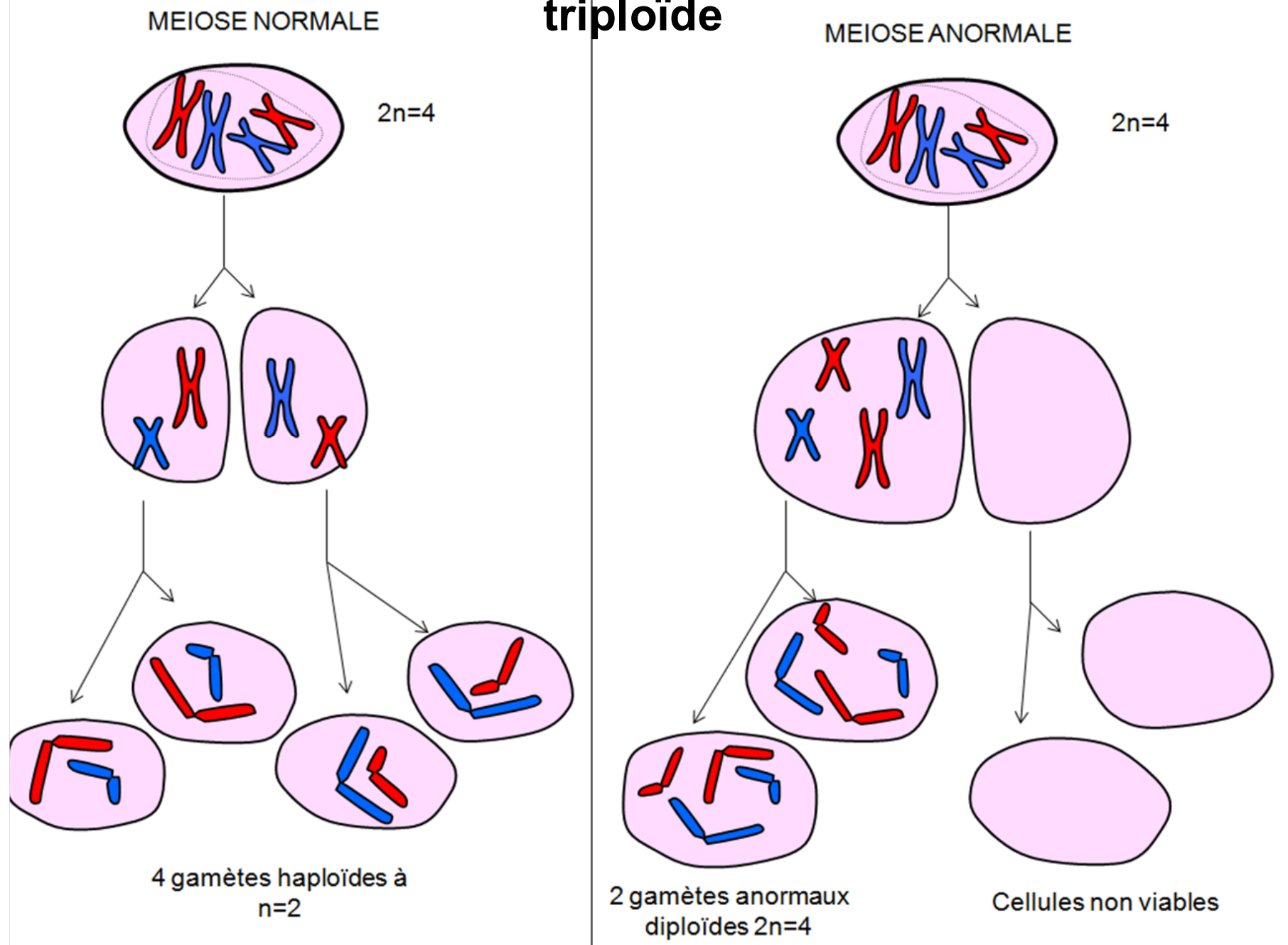
$2n=22$
espèce diploïde



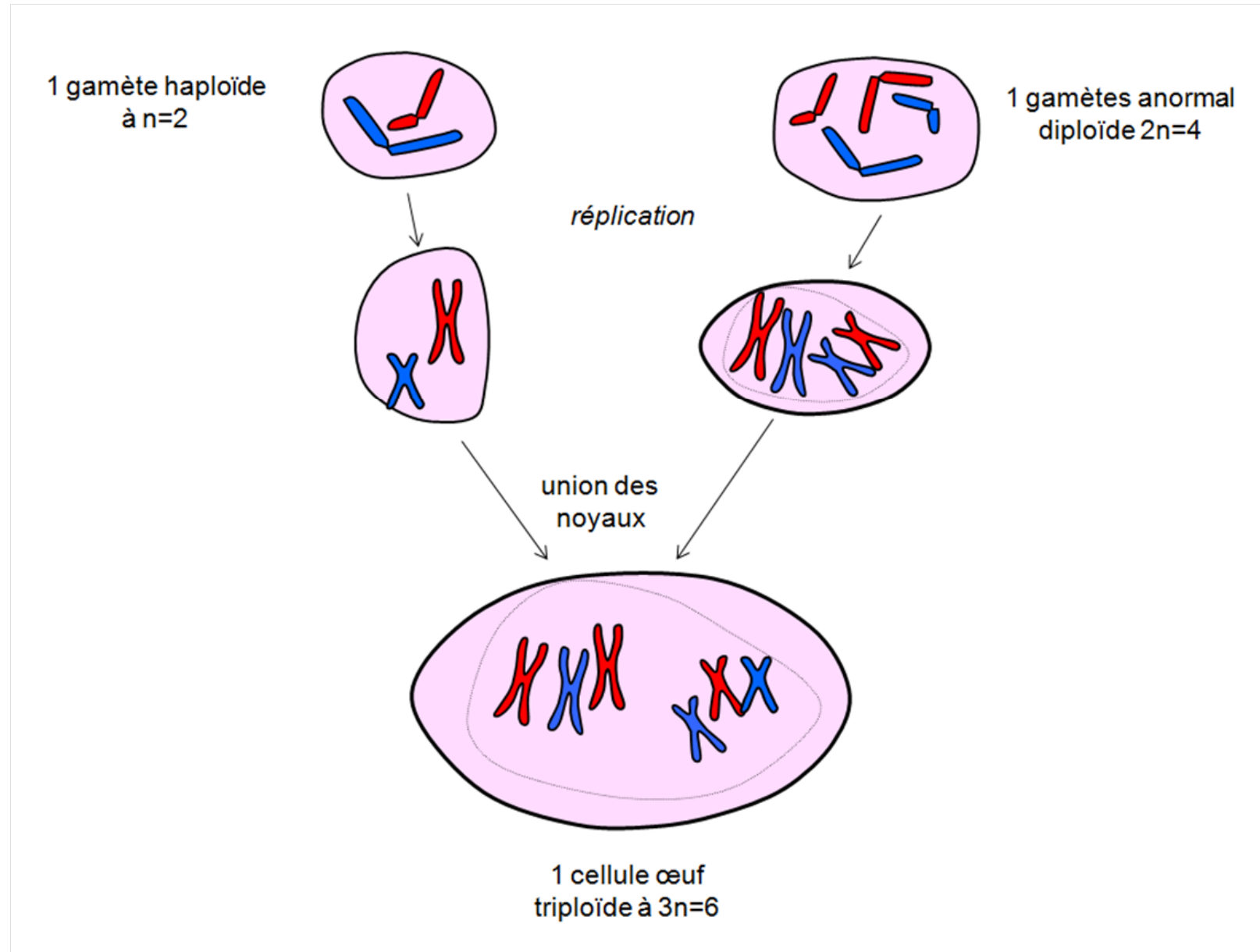
$3n=33$
espèce triploïde
(non reproductrice)

Mécanisme pouvant conduire à la formation d'une cellule

triploïde



Mécanisme pouvant conduire à la formation d'une espèce triploïde comme la banane



Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants.

I. De la diversité liée aux mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée

A. Les brassages génétiques au cours de la méiose

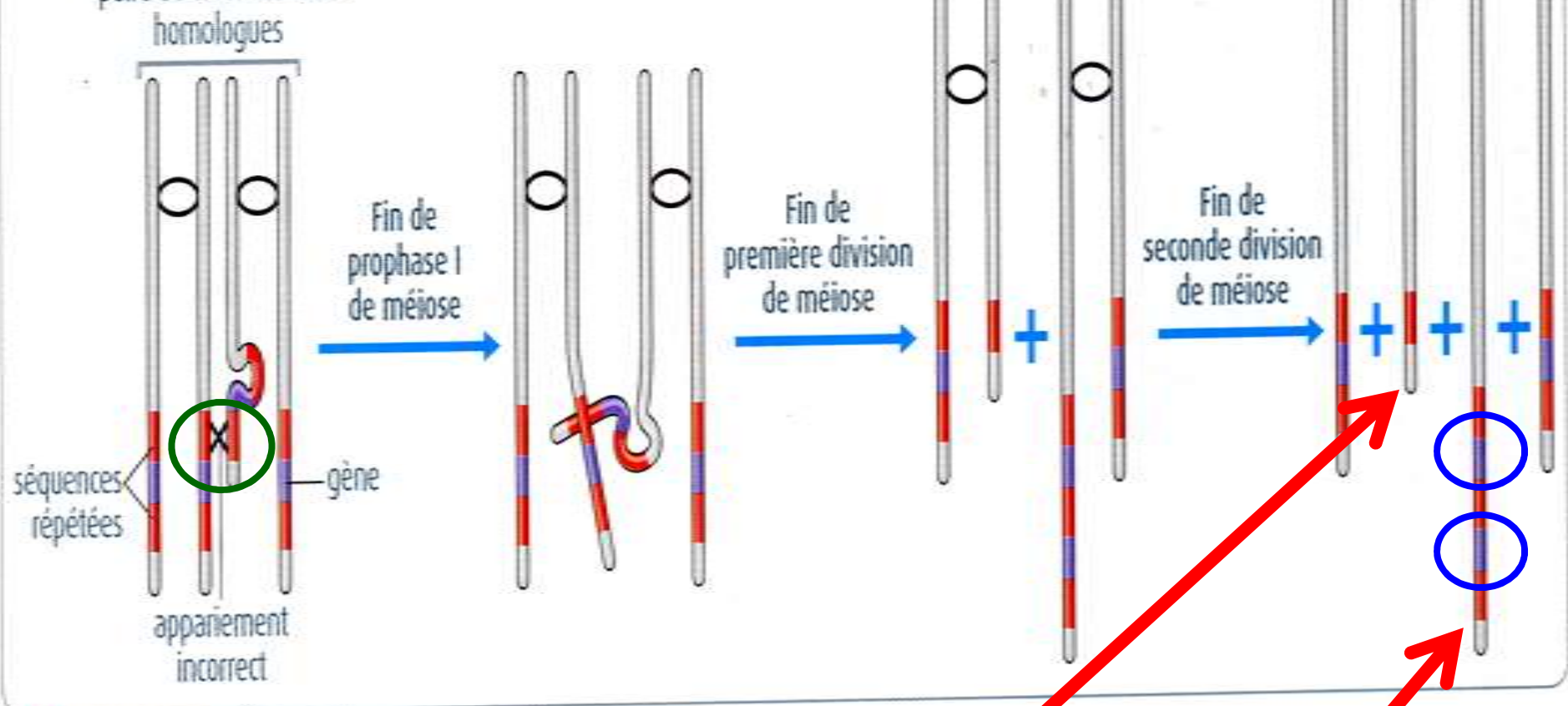
B. Le brassage génétique au cours de la fécondation

C. Des anomalies au cours de la méiose sources de diversité.

1. Une mauvaise disjonction des chromosomes modifie le phénotype
2. Des crossing-over inégaux peuvent conduire à un enrichissement du génome.

appariements
incorrects

crossing over inégaux

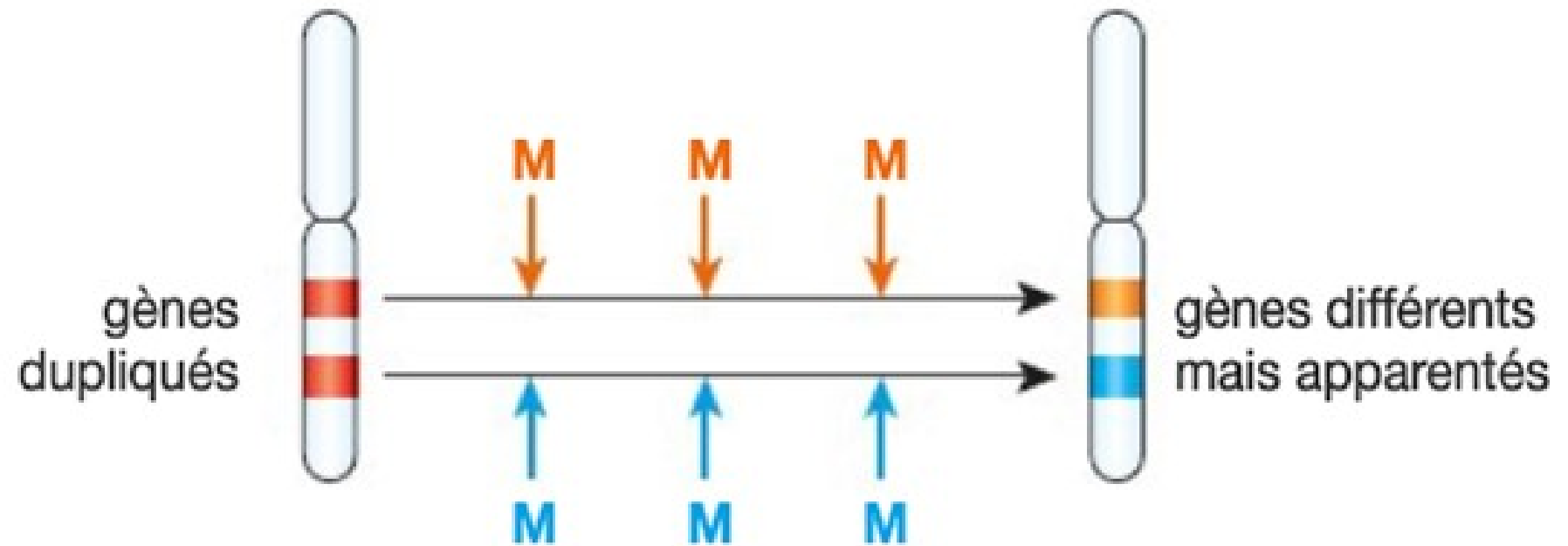


1 Les crossing-over inégaux. Dans certaines conditions, en prophase I de méiose, un appariement incorrect peut survenir, à l'origine d'un crossing-over qualifié d'inégal.

Chromatide ayant
perdu le gène.

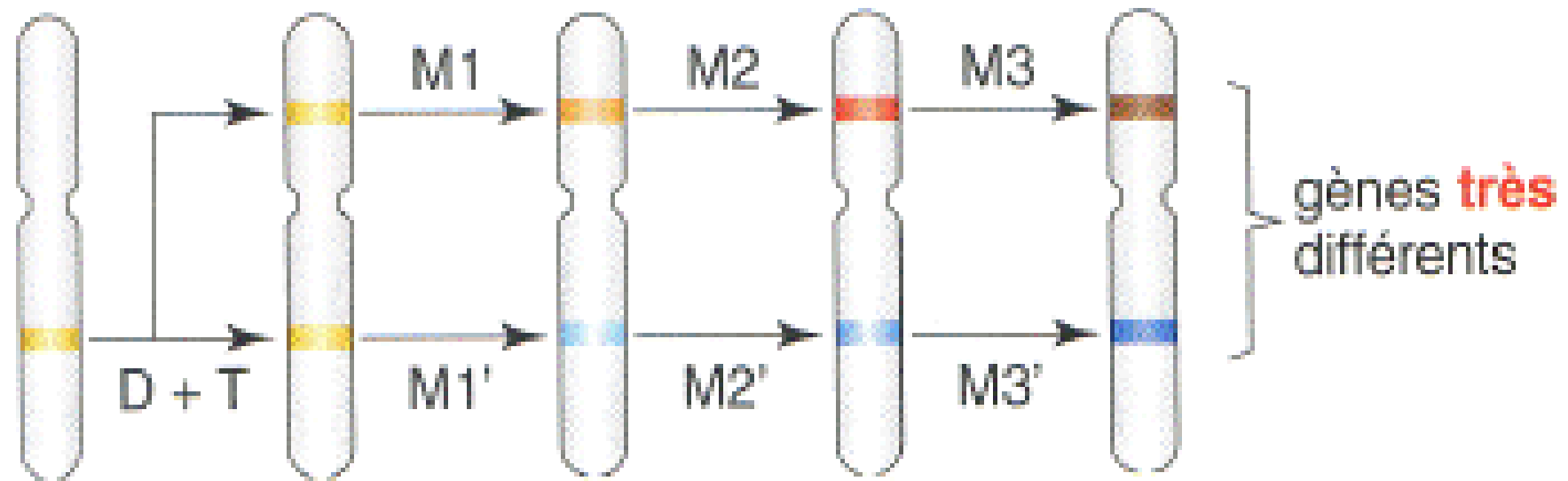
Chromatide avec le gène
en 2 exemplaires

Formation d'une famille multigénique

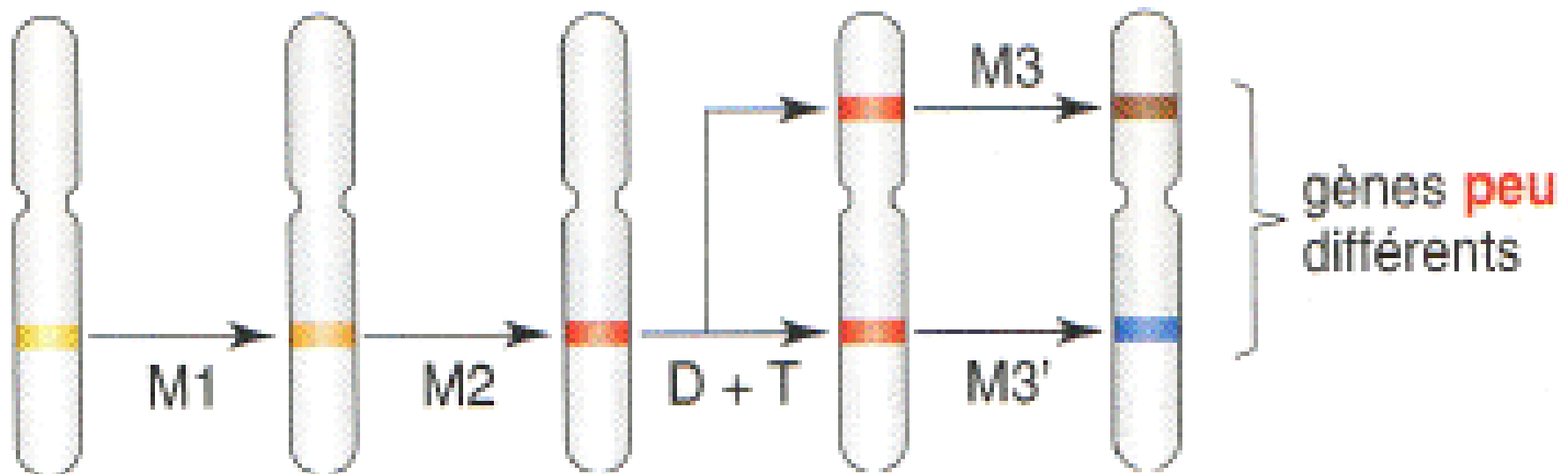


M = mutations ponctuelles

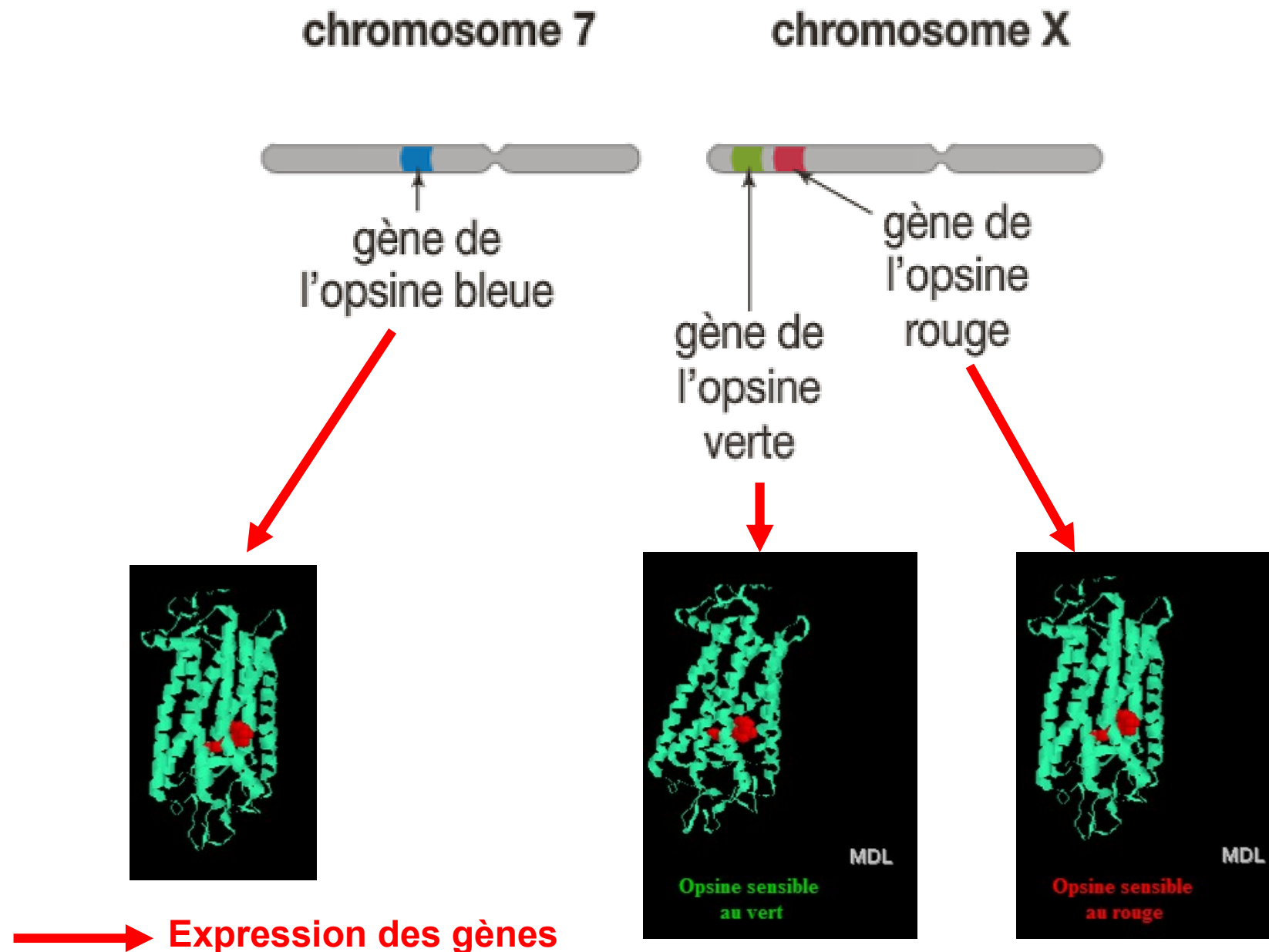
- Cas d'une duplication ancienne



- Cas d'une duplication récente



Exemple des opsines



Comparaison des séquences d'acides aminés des opsines et de la rhodopsine

				35				40				45				50				55				60				65				70				75									
opsine-bleue	F	K	N	I	S	S	V	G	-	-	P	W	D	G	P	Q	Y	H	I	A	P	V	W	A	F	Y	L	Q	A	A	F	M	G	T	V	F	L	I	G	F	P	L	N	A	M
rhodopsine	F	S	N	A	T	G	V	V	R	S	P	F	E	Y	P	Q	Y	Y	L	A	E	P	W	Q	F	S	M	L	A	A	Y	M	F	L	L	I	V	L	G	F	P	I	N	F	L
opsine-rouge	Y	T	N	S	N	S	T	R	G	-	P	F	E	G	P	N	Y	H	I	A	P	R	W	V	Y	H	L	T	S	V	W	M	I	F	V	V	T	A	S	V	F	T	N	G	L
opsine-verte	Y	T	N	S	N	S	T	R	G	-	P	F	E	G	P	N	Y	H	I	A	P	R	W	V	Y	H	L	T	S	V	W	M	I	F	V	V	I	A	S	V	F	T	N	G	L

Famille
multigénique

	opsine-bleue	rhodopsine	opsine-rouge	opsine-verte
opsine-bleue	0	53.8	58.2	57
rhodopsine		0	57.3	56.1
opsine-rouge			0	4.39
opsine-verte				0

% de différences

Demi matrice des distances

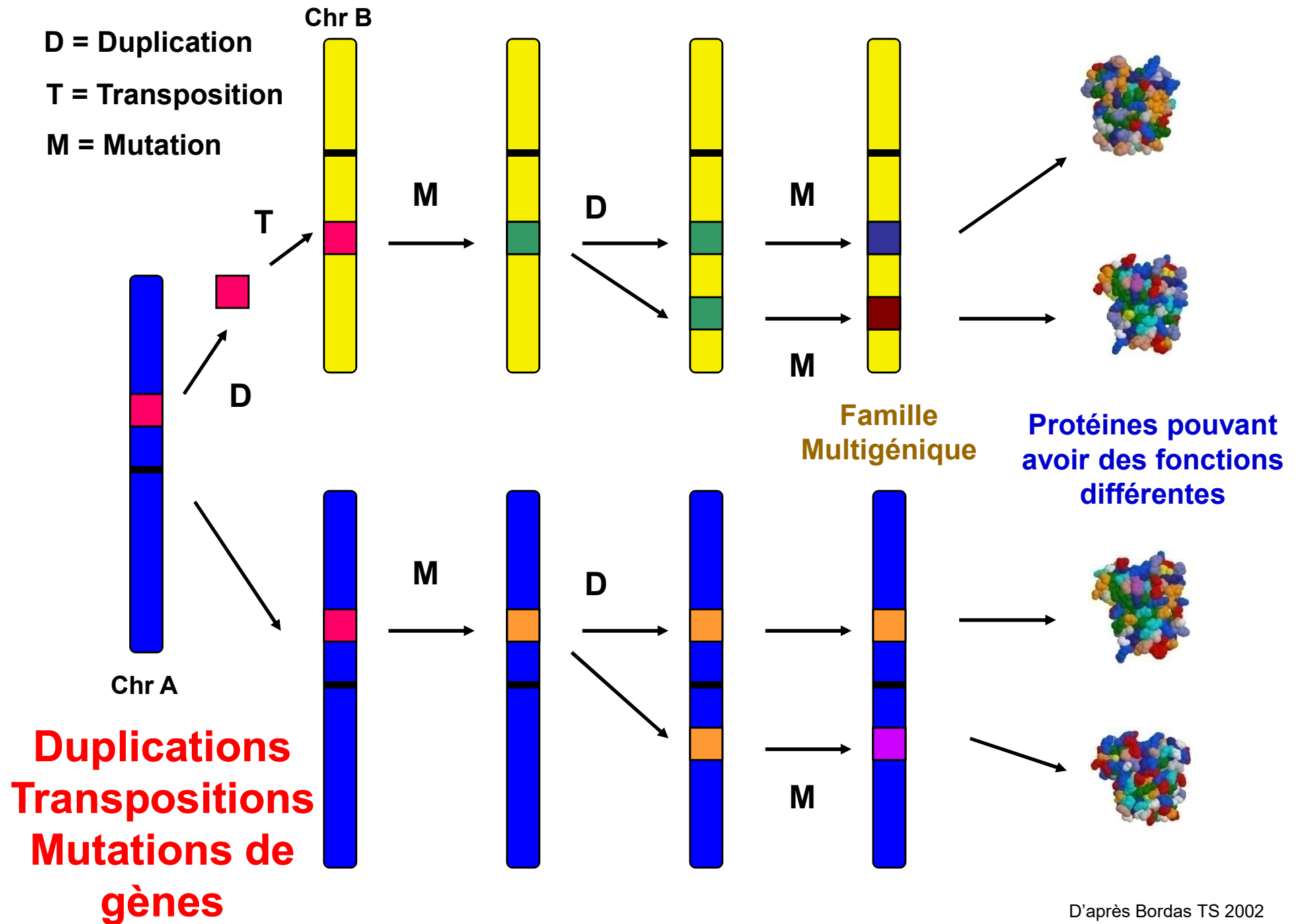
Famille multigénique

- ensemble de gènes possédant des **séquences très similaires** (par convention au moins 20%), issus d'un gène ancestral par duplications/transposition et mutations

Permet

- **Enrichissement du génome** (*↗nb gènes*)
- **Diversification du génome** (*apparition de gènes ≠ codant pour des protéines ≠*)

Les crossing over peuvent aussi se produire entre chromosomes non homologues et permettre la duplication transposition d'un gène sur un autre chromosome.



Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants.

I. De la diversité liée aux mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée

II. La modification de l'expression de certains gènes peut modifier le phénotype

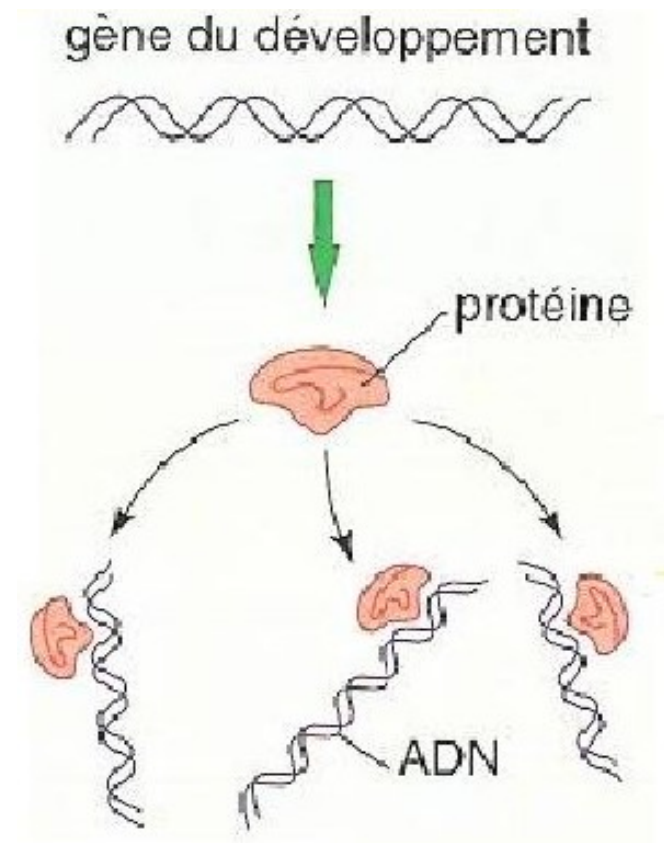
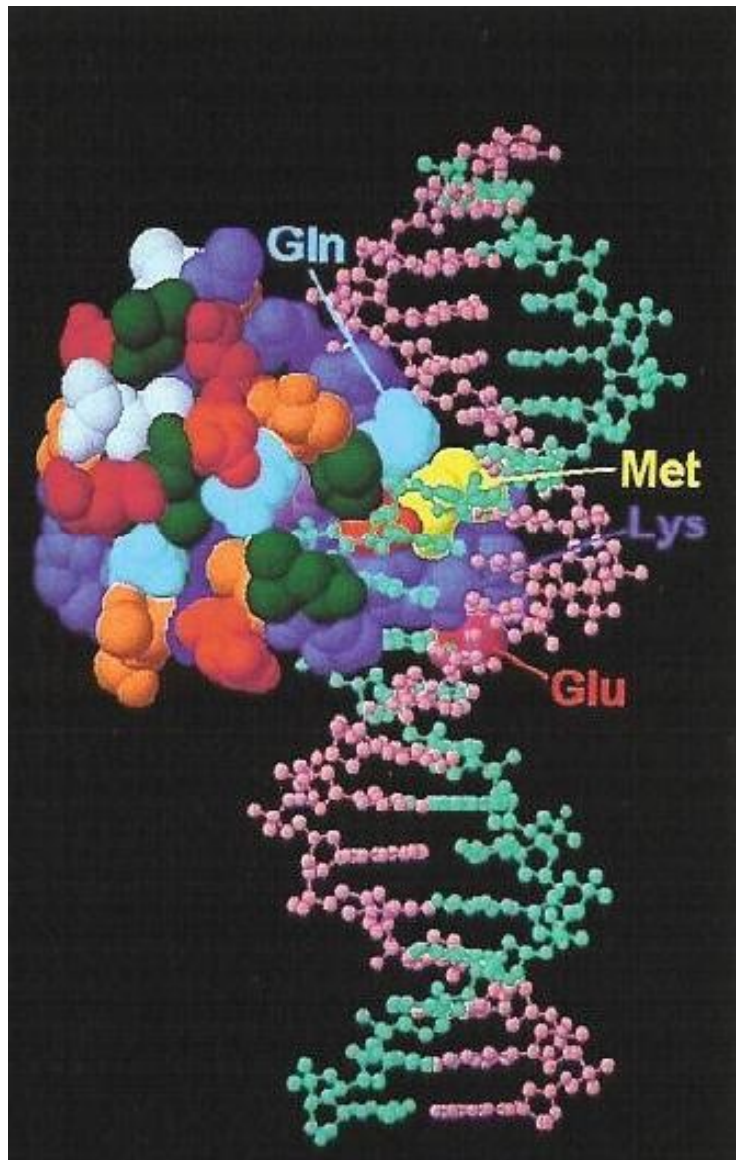
A. Les gènes du développement.

**Les gènes du développement ou
gènes architectes**



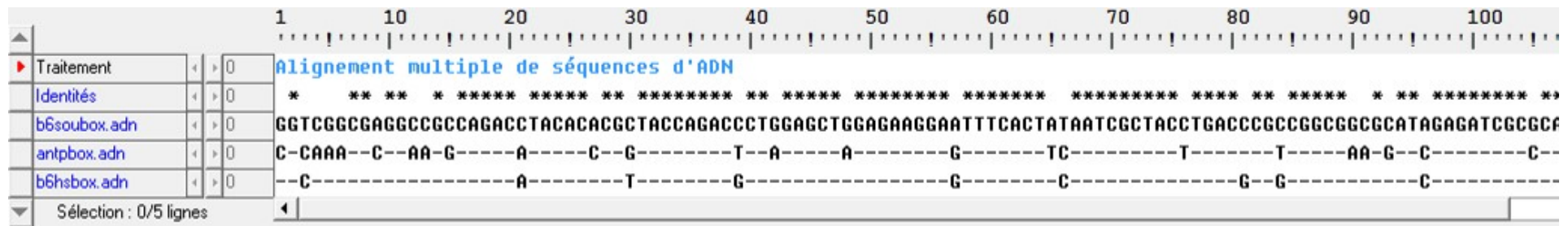
**impliqués dans la mise en place des plans
d'organisation des êtres vivants**

ces gènes « architectes » permettent la synthèse de protéines qui contrôlent l'expression de nombreux autres gènes.



**Activation ou inhibition
de milliers de gène**

Comparaison du gène responsable de la formation de l'œil chez différentes espèces

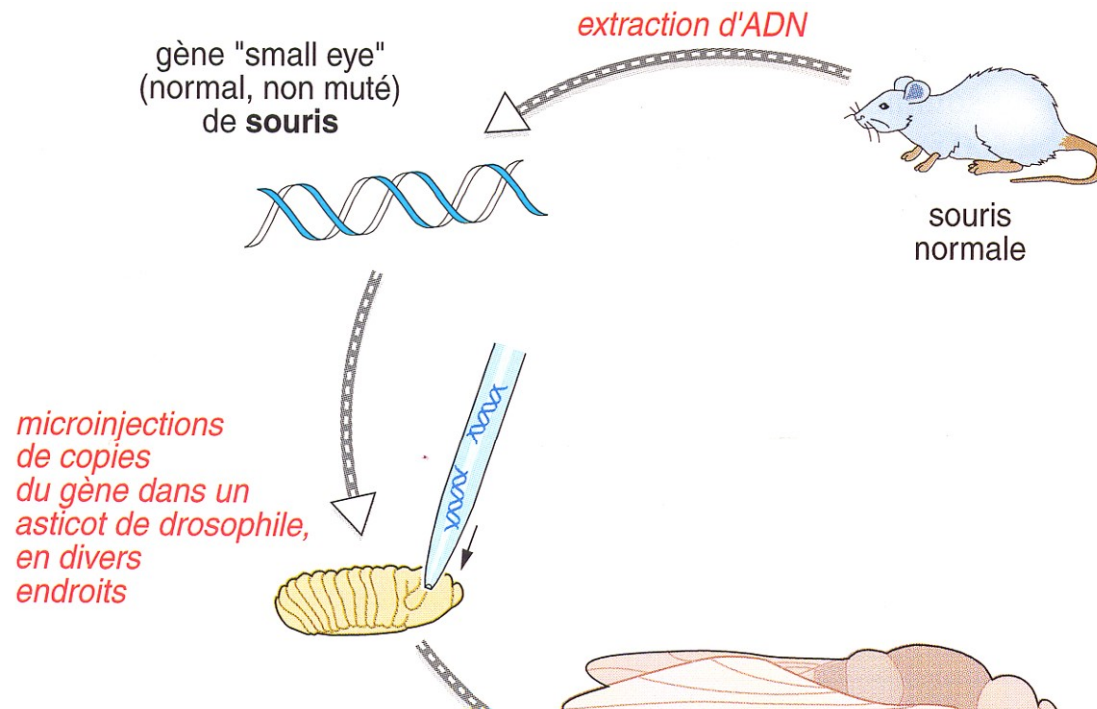


	souris	drosophile	homme
Souris	100 %	81,7 %	92,2 %
drosophile		100 %	83,3 %
homme			100 %

Forte homologie de séquence (> 20 %)

Ces gènes dérivent d'un gène ancestral commun

Résultat d'une expérience de transgénèse



L'œil de drosophile est un organe complexe.

Le gène « architecte » de la souris a activé les 2500 gènes « ouvriers » qui permettent la formation d'un œil de drosophile

de drosophile (yeux composés)
sur divers appendices (pattes, antennes ...)

cellules des différents matériaux constitutifs
d'un tel œil !

Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants.

I. De la diversité liée aux mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée

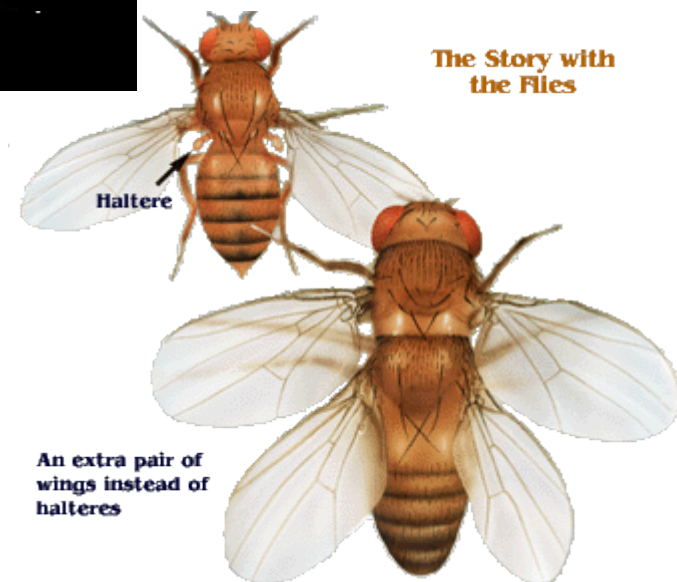
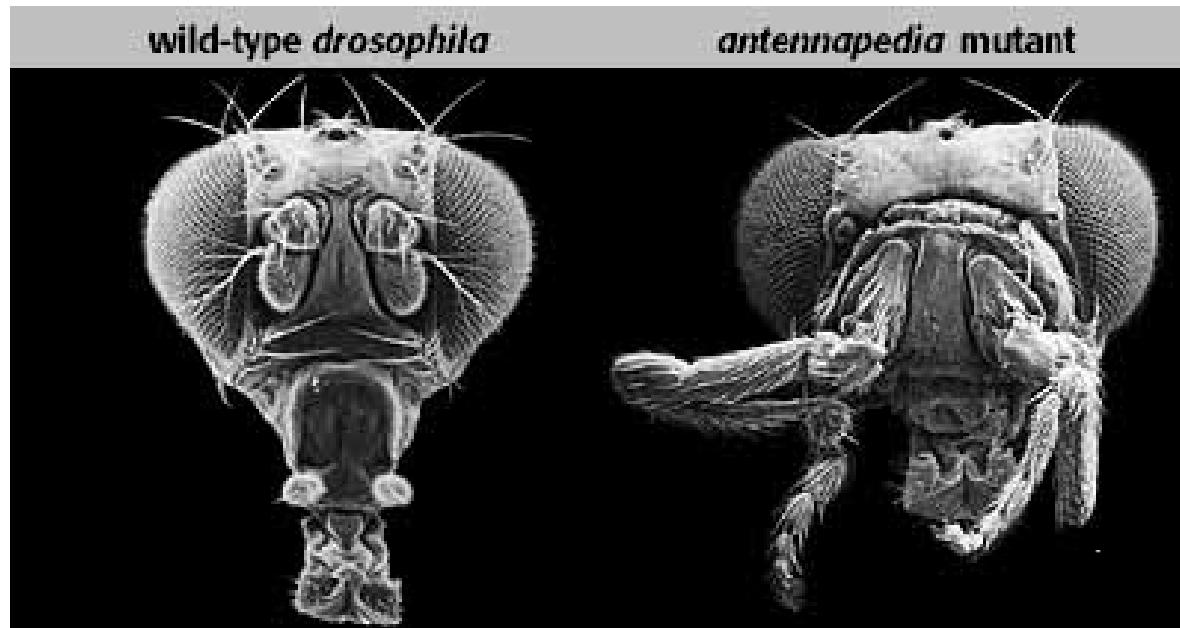
II. Modifications dans l'expression de gènes et diversification du vivant

A. Les gènes du développement.

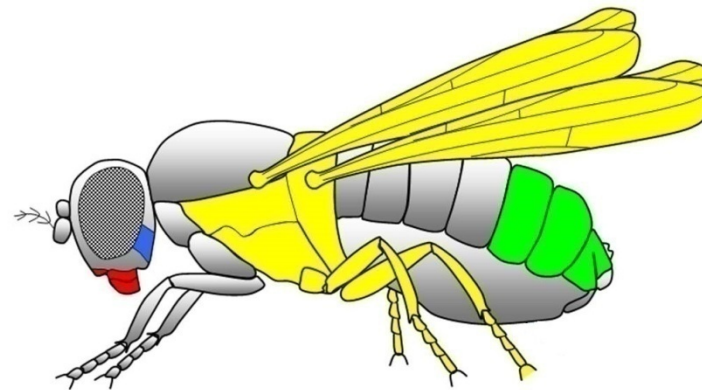
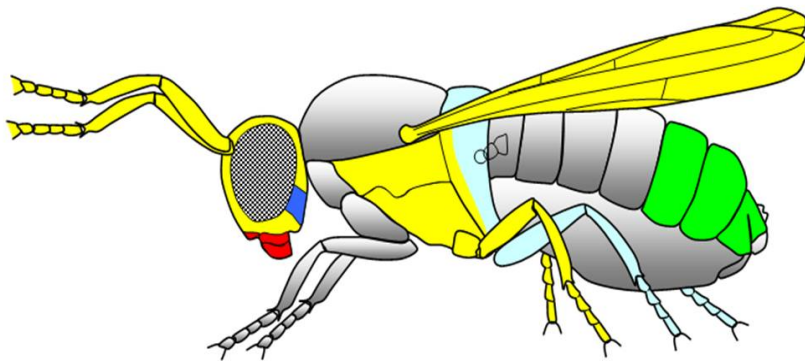
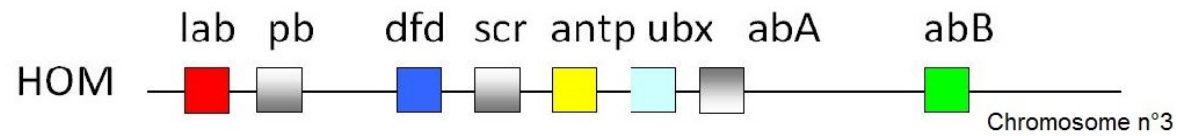
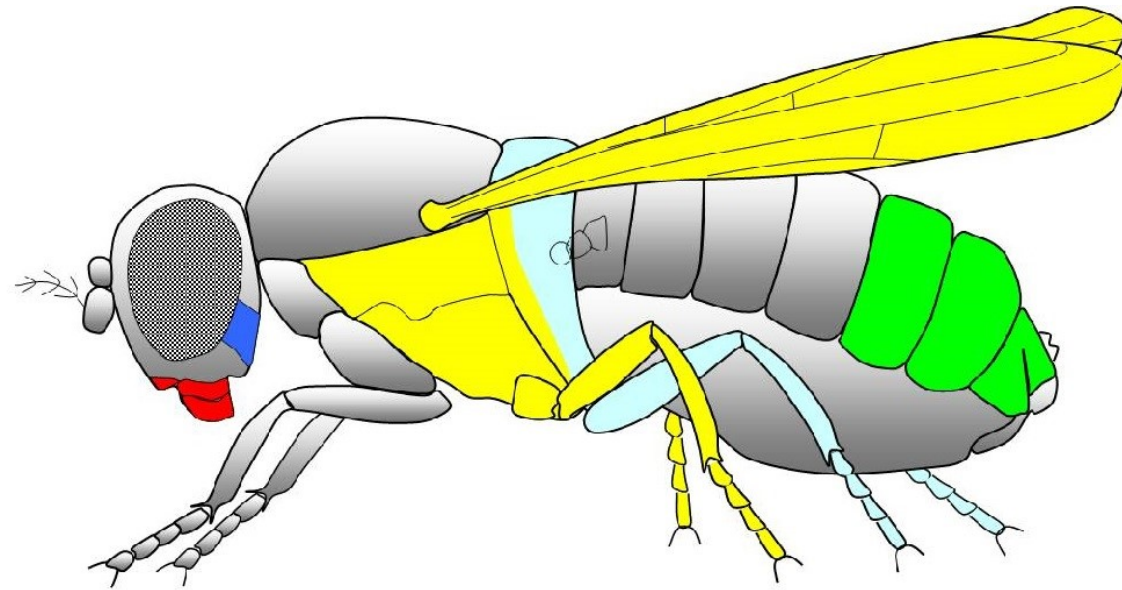
B. Des modifications de la zone d'expression des gènes du développement

Exemples de modifications du territoire d'expression de certains gènes du développement

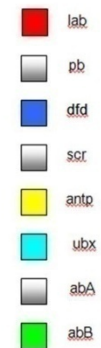
Des mutants homéotiques



Des modifications de la zone d'expression de gènes homéotiques



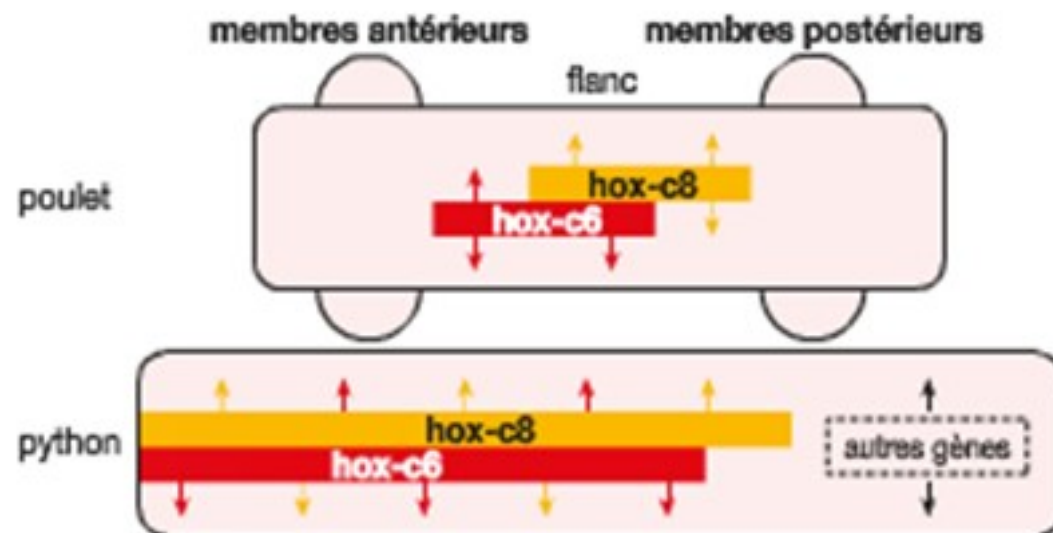
Territoires d'expression
des gènes :



Modification du territoire d'expression de gènes du développement chez le serpent

absence de patte

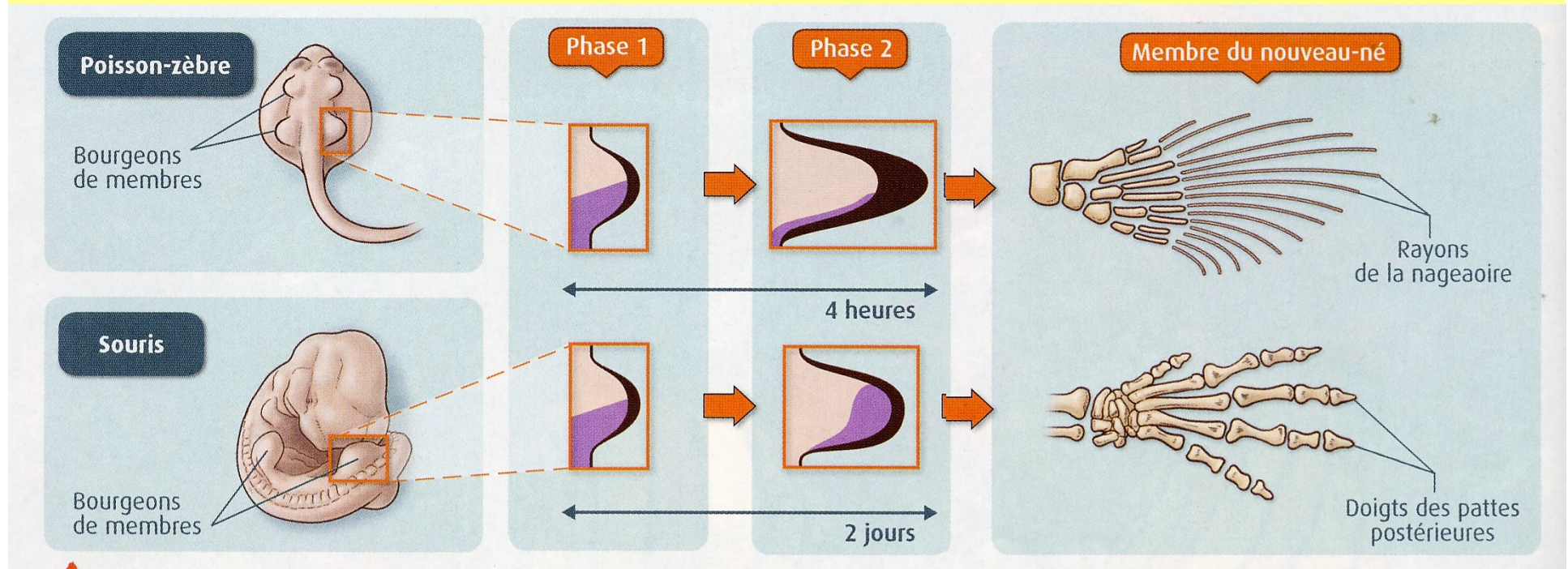
Radlographie d'un serpent (crotale) ►
mettant en évidence son squelette



Modification du territoire d'expression de gènes du développement chez la souris

Ex: gène du développement hox D13

s'exprime à base du bourgeon => formation d'une nageoire



s'exprime d'abord à la base puis vers l'avant => formation d'une main avec des doigts.

Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants.

I. De la diversité liée aux mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée

II. Modifications dans l'expression de gènes et diversification du vivant

A. Les gènes du développement.

B. Des modifications de la zone d'expression des gènes du développement

C. Des modifications de l'intensité, de la durée ou de la chronologie d'expression des gènes du développement.

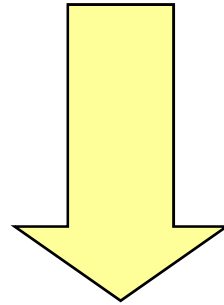
**Les mêmes gènes du développement peuvent être présents
chez différentes espèces**

-intensité d'expression

**-chronologie ou la durée
d'expression de ces gènes**

**varient d'une
espèce à l'autre.**

modifications d'expression de gènes

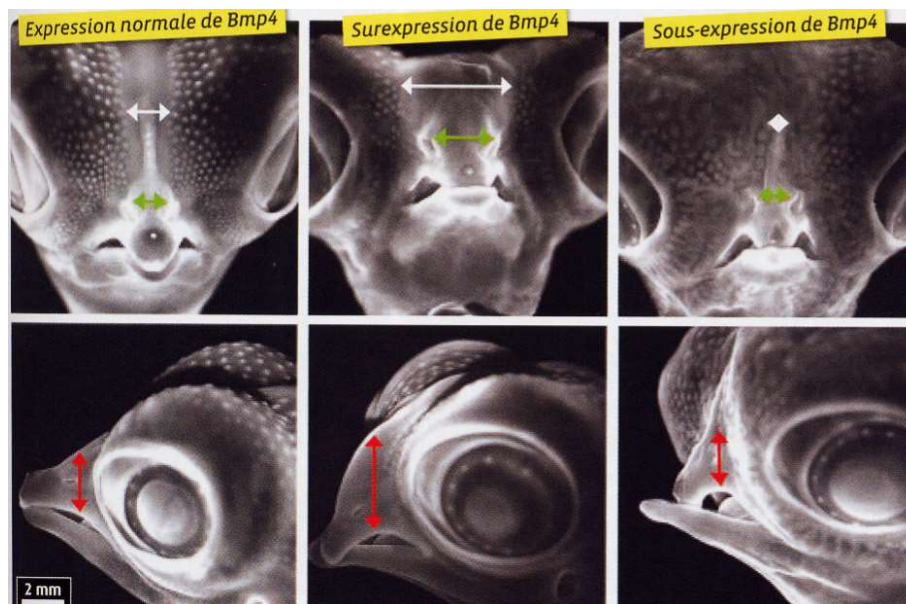
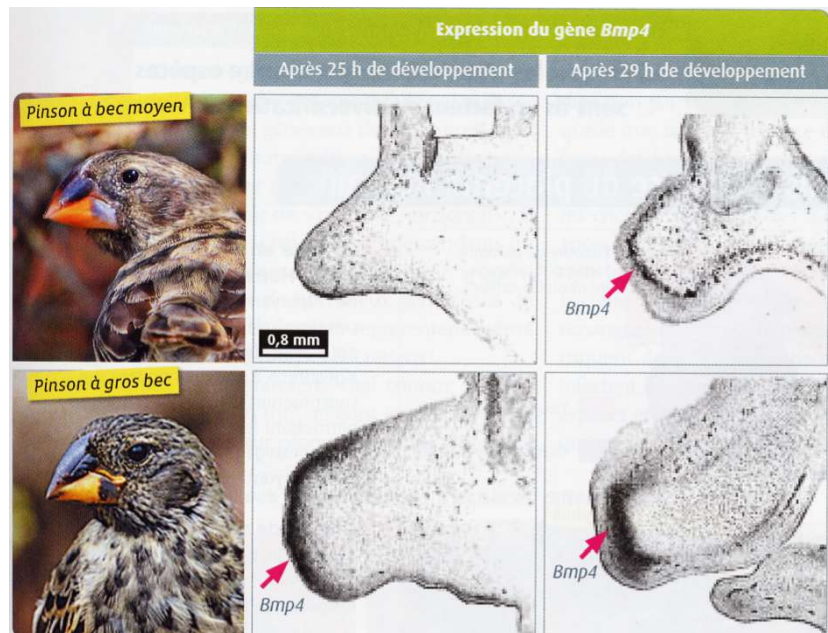


**différences morphologiques importantes chez
des espèces pourtant génétiquement très
proches.**

Exemple de modifications de l'intensité d'expression de certains gènes du développement

Variation de l'intensité d'expression d'un gène

gène architecte *bmp4*.

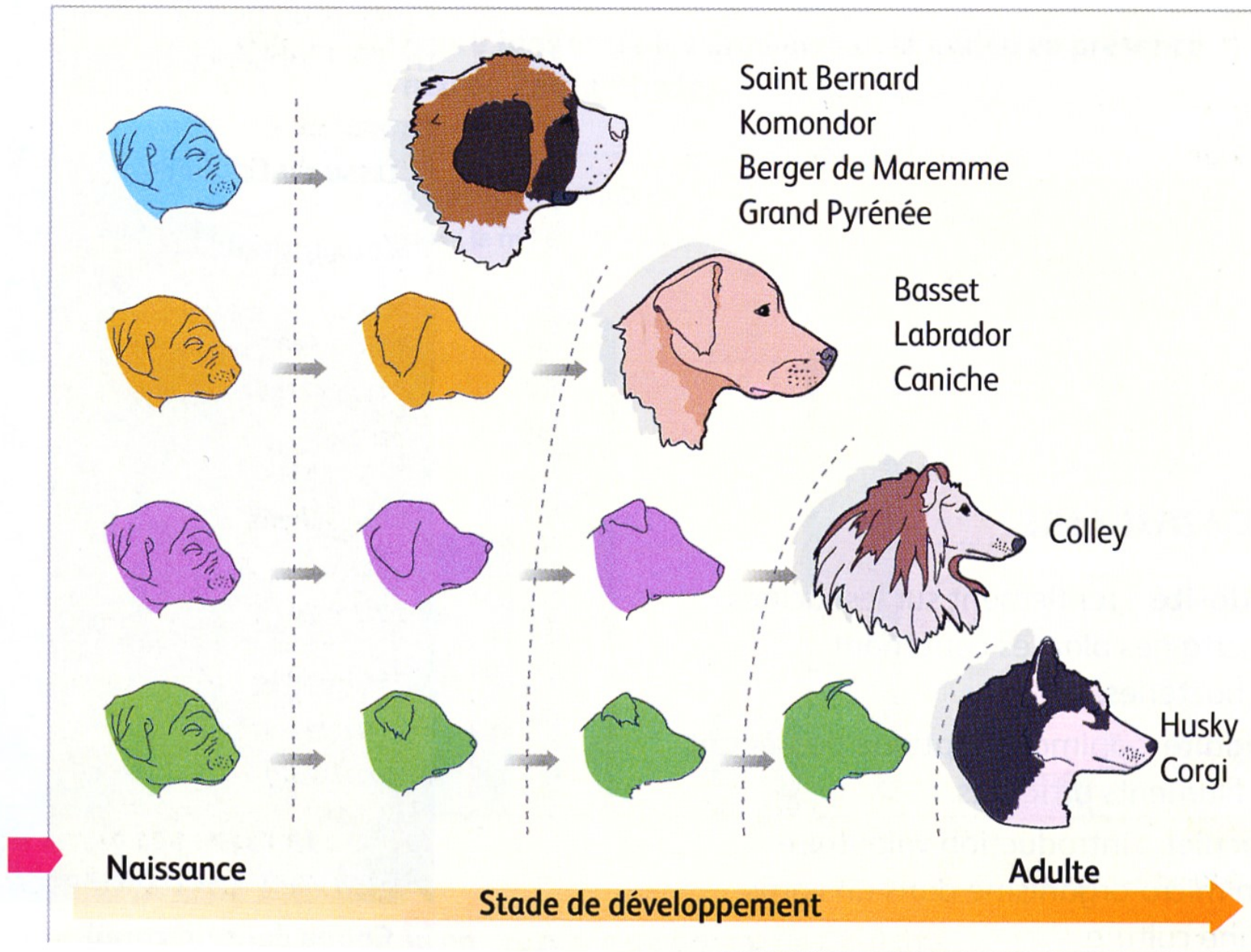


surexprimé => gros bec

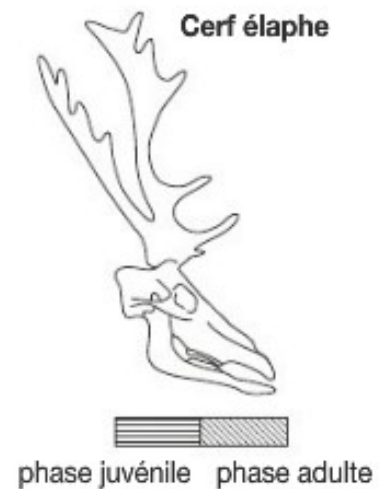
sous exprimé => petit bec

**Exemples de modifications de la
chronologie ou de la durée
d'expression de certains gènes du
développement (=hétérochronie)**

Hétérochronie chez les canidés

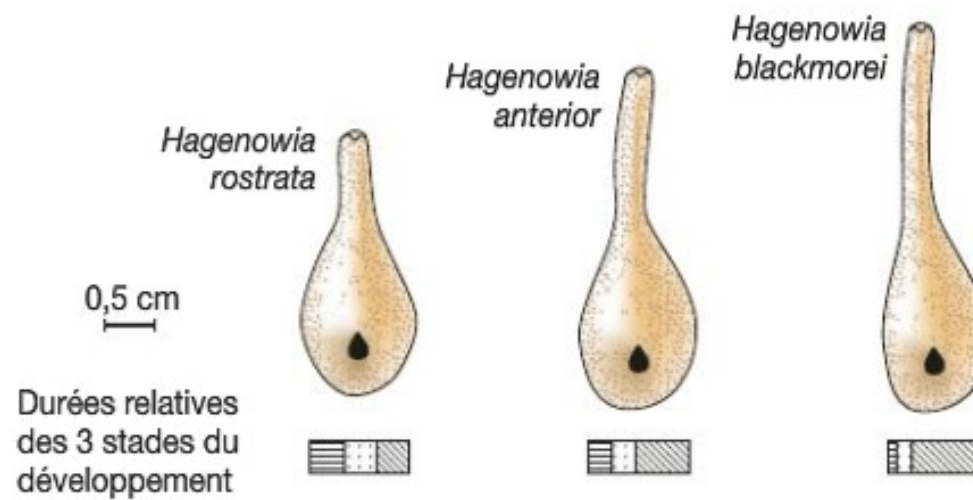


Hétérochronie chez le cerf



Hétérochronie chez l'oursin

Test d'Hagenowia ►
rostrata.



Hétérochronie chez axolotl



**Conservation du caractère larvaire
Pour l'appareil respiratoire**

Bricolage de l'évolution

- *Utilisation des mêmes outils de manière différente*
- La diversité dans l'expression de gènes communs est source de diversité
(mutation des séquences régulatrices de l'expression gènes)