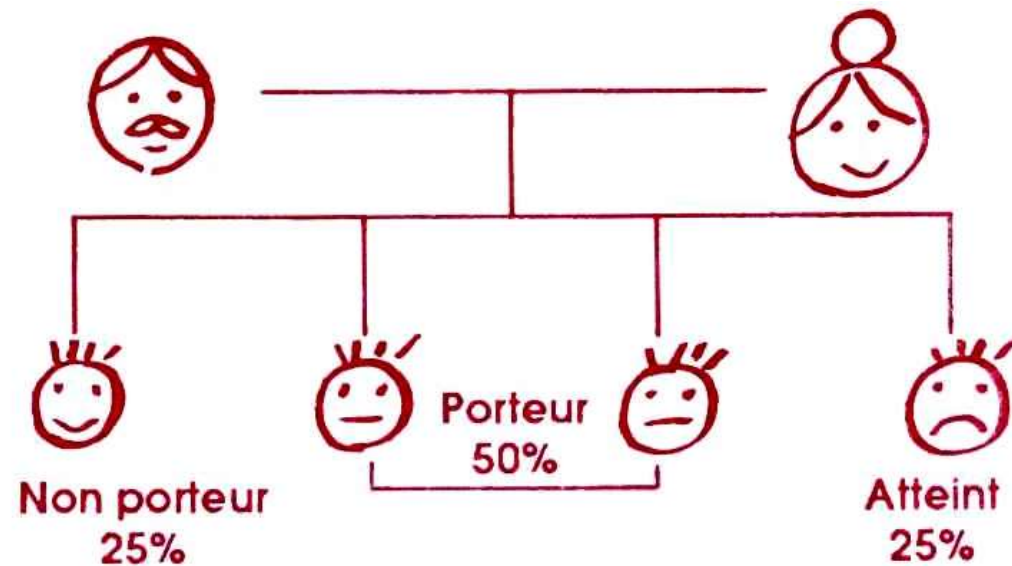
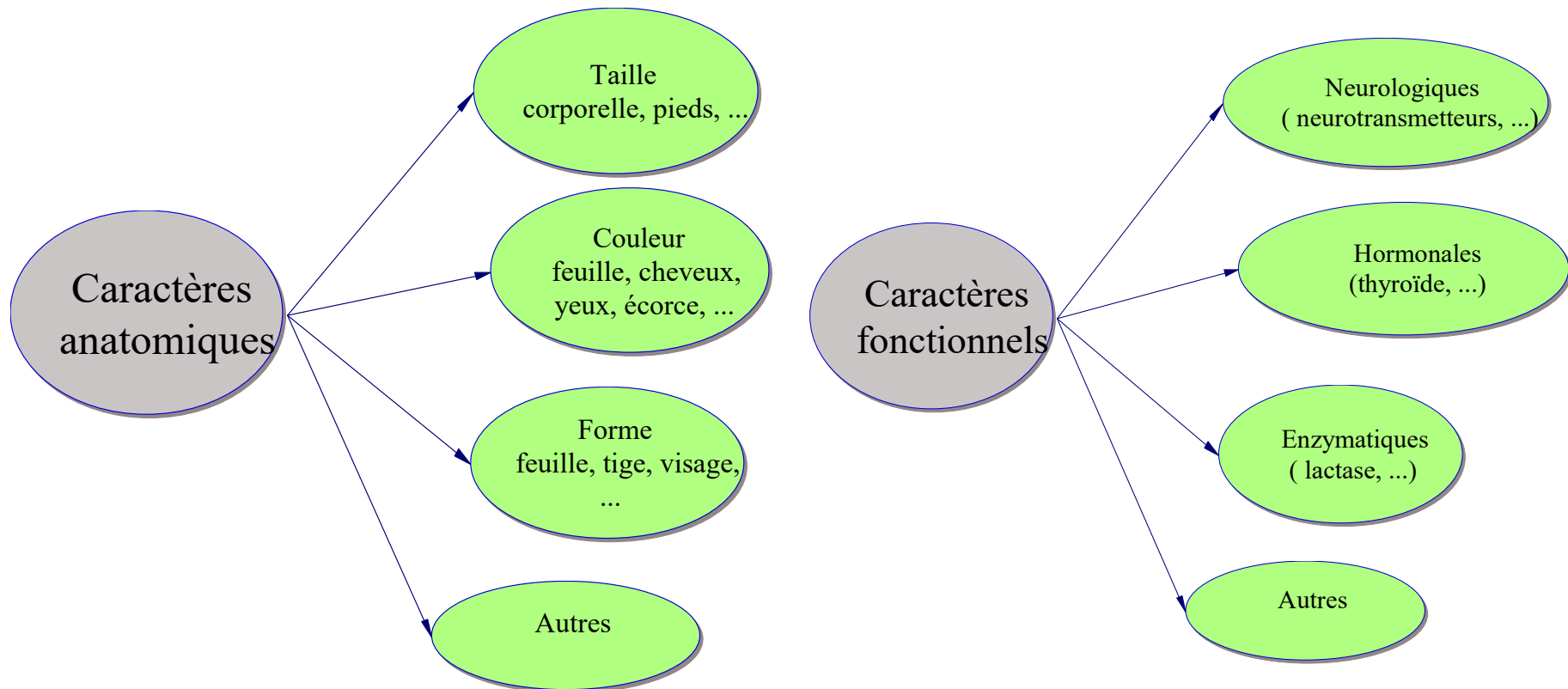


Hérédité: la transmission des caractères des parents aux descendants ou d'une génération à l'autre



Les caractères héréditaires sont transmis des parents à leurs enfants lors de la reproduction (lors de la division cellulaire et production des gamètes).














Les caractères héréditaires transmis entre les générations peuvent être **anatomiques** (morphologique) et **fonctionnels**.





- Les lois de la génétique ont été découvertes en 1866 par Grégor Mendel, un moine botaniste. Il a effectué une série de travaux et de recherche sur des plants de pois;
- Il remarqua que ces plants avaient seulement deux phénotypes (apparences) pour 7 différents caractères.

➔ Les sept caractères du pois

Fleur violette ou blanche					Gousse (cosse) gonflée ou moniforme
Fleur axiale ou terminale					Gousse (cosse) verte ou jaune
Graine jaune ou verte					Tige longue ou naine (courte)
Graine ronde ou ridée					

Pourquoi des pois ?

Le pois a des **caractères faciles à observer** : couleur des fleurs, longueur de la tige, forme des graines...

- Chaque caractère n'a que deux formes «**deux variations**» : fleurs blanches ou violettes, tiges longues ou courtes...
- La **fleur est fermée** (à l'abri de la pollinisation extérieure) ce qui permet le contrôle possible de la fécondation.



Pourquoi des pois de lignée pure ?

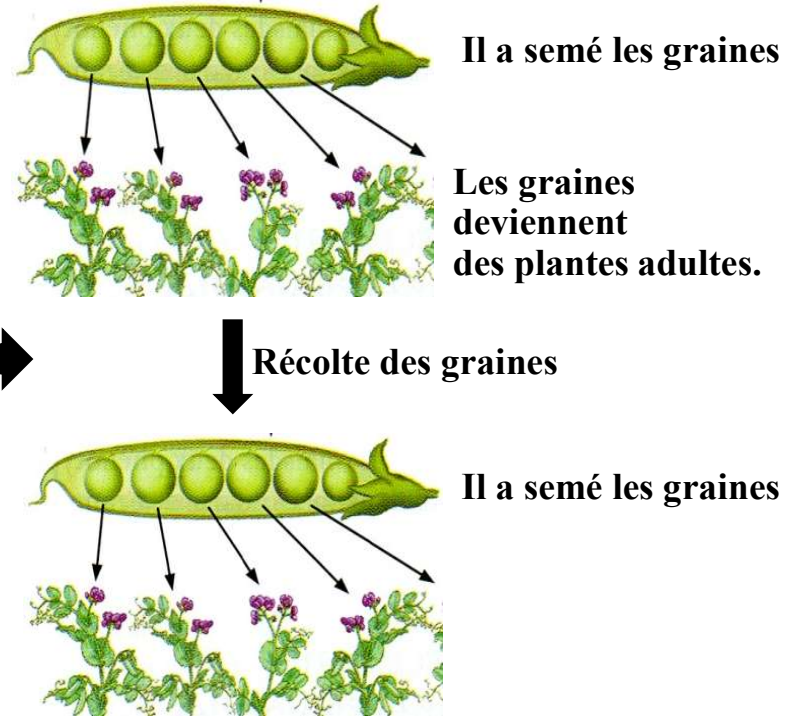
Afin d'évaluer le résultat des manipulations qu'il prévoyait faire sur ces lignées lors de leur reproduction.

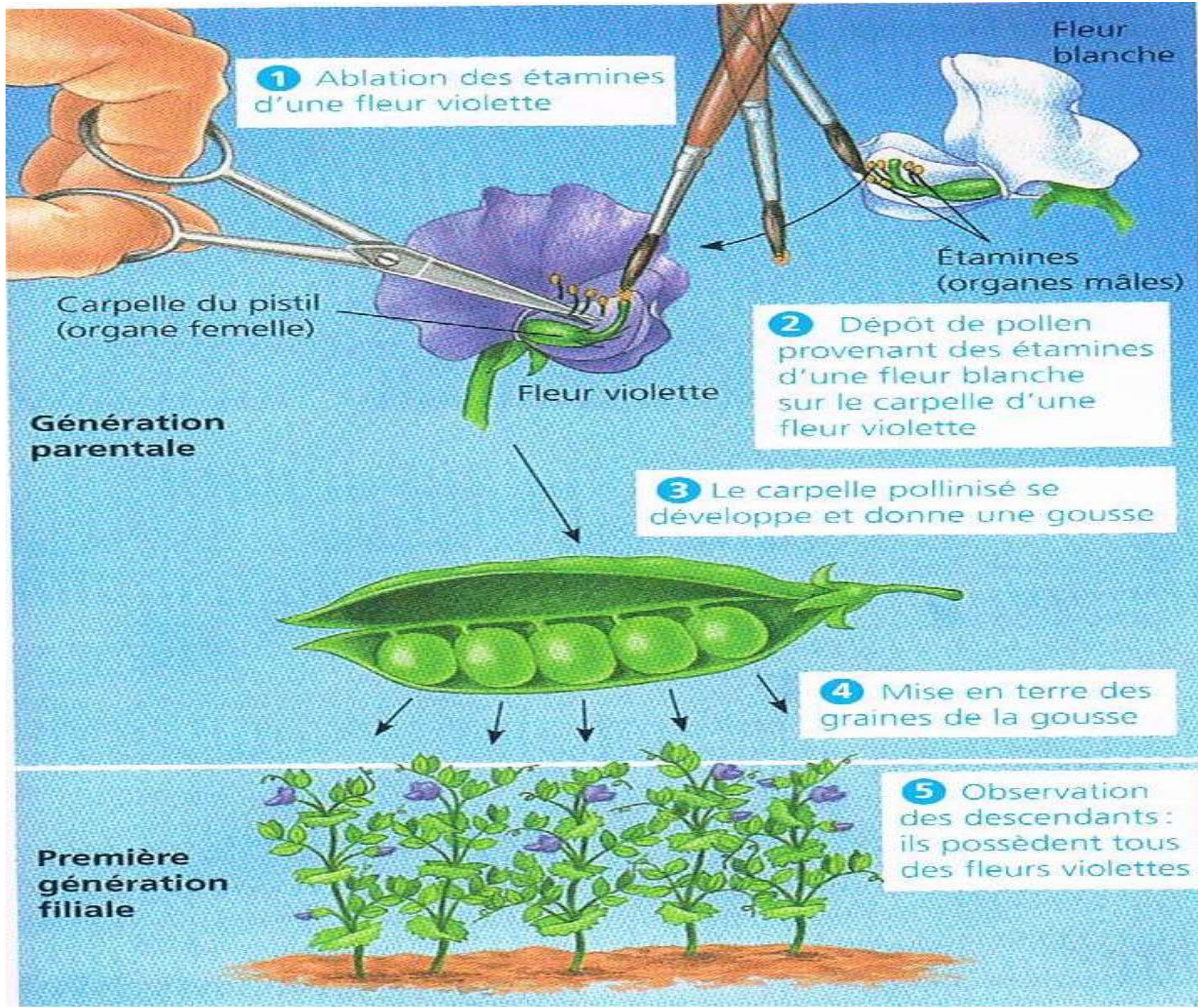
Une lignée (race) pure :

Population dont les individus donnent des descendants identiques à eux-mêmes en ce qui concerne le caractère considéré

Comment a-t-il obtenu ses pois de lignées pures ?

Il a cultivé des pois durant plusieurs générations et a sélectionné les lignées dont les pois produisaient toujours des plants semblables à eux-mêmes. (Fleurs violettes donnant toujours fleurs violettes, graines jaunes donnant toujours graines jaunes ...)





1 Ablation des étamines d'une fleur violette

Fleur blanche

Étamines (organes mâles)

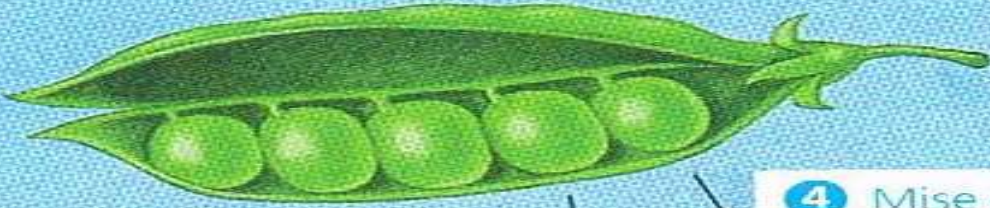
Carpelle du pistil (organe femelle)

Fleur violette

2 Dépôt de pollen provenant des étamines d'une fleur blanche sur le carpelle d'une fleur violette

Génération parentale

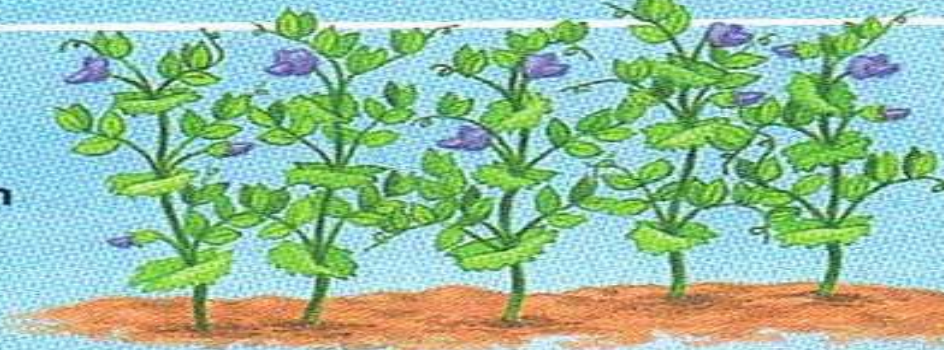
3 Le carpelle pollinisé se développe et donne une gousse



4 Mise en terre des graines de la gousse

Première génération filiale

5 Observation des descendants: ils possèdent tous des fleurs violettes



UNE GÉNÉRATION??

LES GÉNÉRATIONS :

P : Génération parentale
(organismes utilisés pour faire
un 1er croisement)

F₁ : Première génération filiale
(résultats d'un croisement de
la génération parentale)

F₂ : Deuxième génération
filiale issue de F₁



Le croisement monohybride: transmission d'un seul caractère

Le Monohybridisme : Étude des croisements entre parents ne différant que par **un seul caractère**.

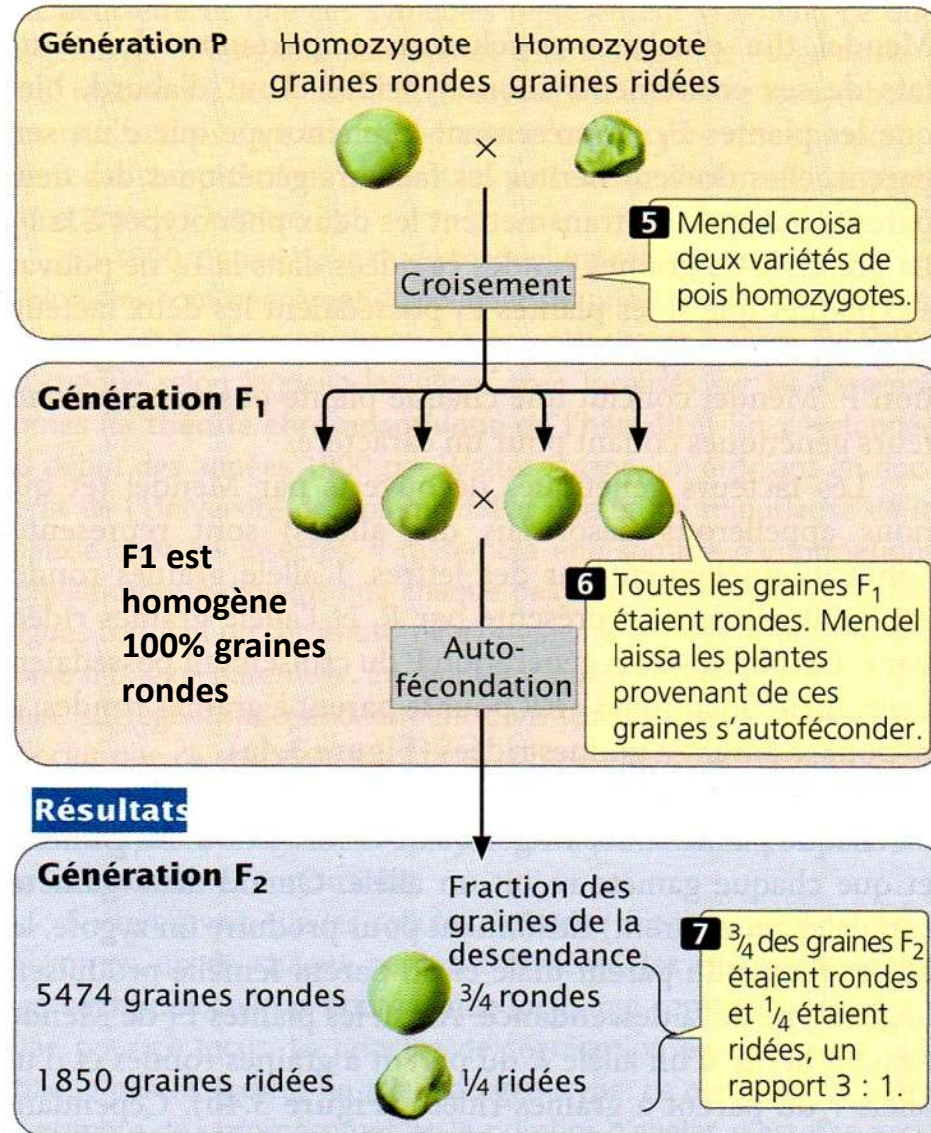
Etude du croisement de deux lignées, de la même espèce, qui diffèrent par un seul caractère.

- ▣ **Exemple 1:** Croisement entre plants de pois à graines rondes et des plants de pois à graines ridées

















Un seul caractère (dans ce cas, c'est la forme des graines)

Exemple 1: Croisement entre plants de pois à graines rondes et des plants de pois à graines ridées

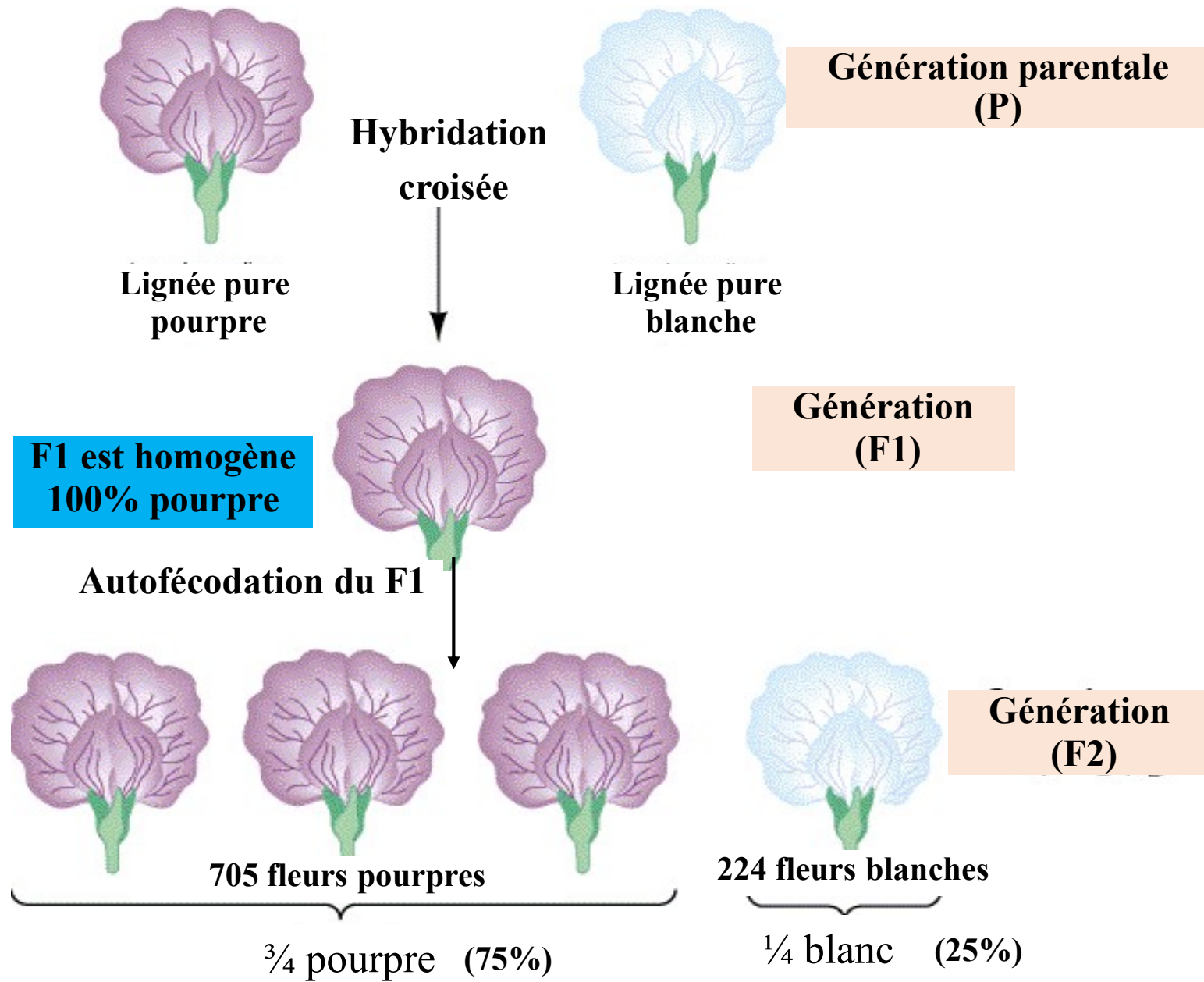


- Mendel observa **le même schéma d'hérédité** avec six autres caractères du Pois.

Les sept caractères du pois

Caractère	Allèle dominant	×	Allèle récessif	Génération F ₂ Dominants : récessifs	Proportion
Fleur violette ou blanche	 Violette	×	 Blanche	705:224	3,15:1
Fleur axiale ou terminale	 Axiale	×	 Terminale	651:207	3,14:1
Graine jaune ou verte	 Jaune	×	 Verte	6022:2001	3,01:1
Graine ronde ou ridée	 Ronde	×	 Ridée	5474:1850	2,96:1
Gousse gonflée ou monoliforme	 Gonflée	×	 Monoliforme	882:299	2,95:1
Gousse verte ou jaune	 Verte	×	 Jaune	428:152	2,82:1
Tige longue ou naine	 Longue	×	 Naine	787:277	2,84:1

Campbell : 266 (2^eéd.)
— Tableau 14.1



Le croisement monohybride de Mendel et ses déductions

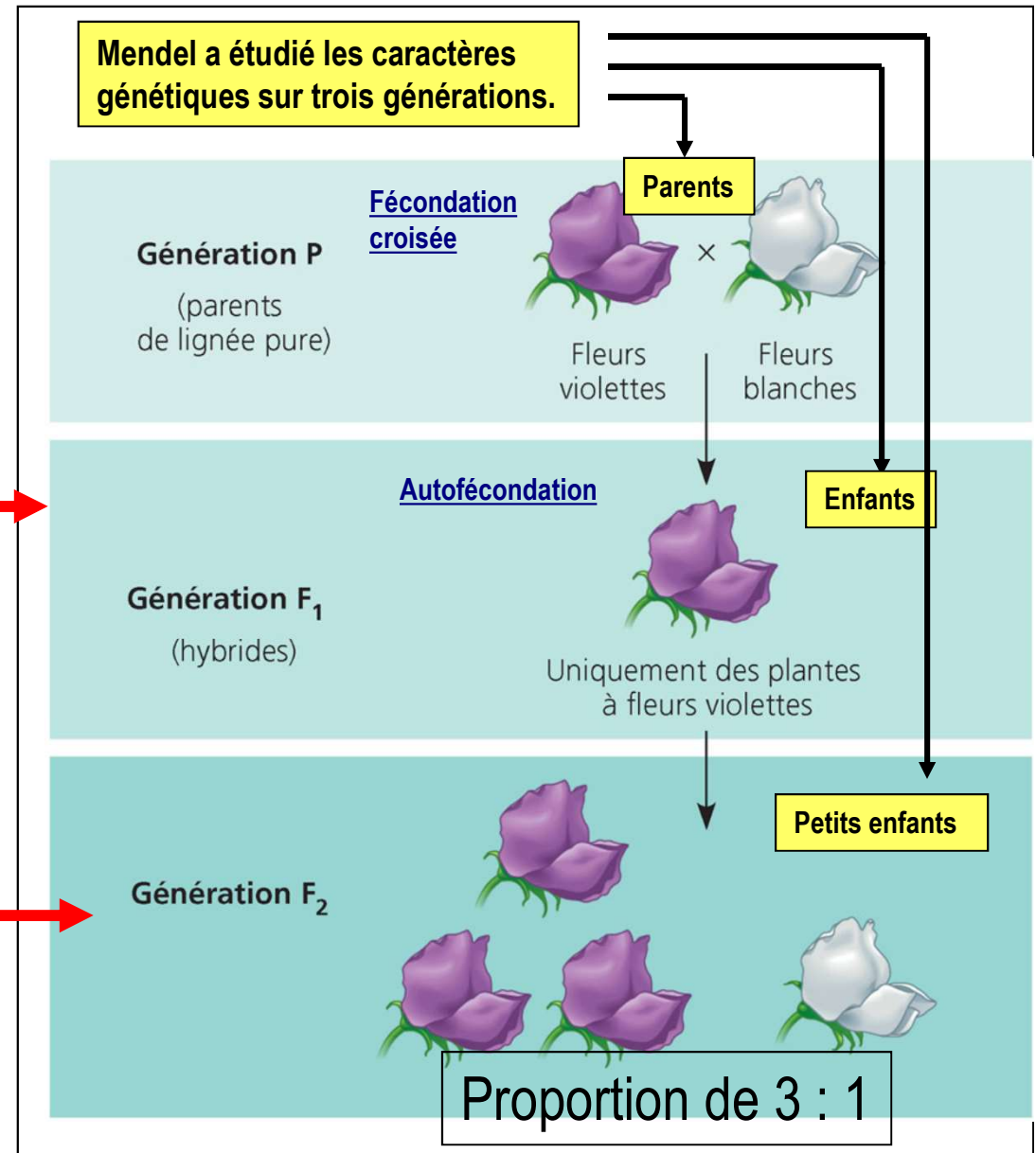
A- Son croisement

En F1, il a observé la disparition d'un des deux caractères parentaux.

Les descendants d'une hybridation ressemble à l'un des parents

En F2, il a observé la réapparition du caractère parental disparu chez 25% des descendants.

Il a obtenu le même rapport pour tous ses croisements monohybrides.

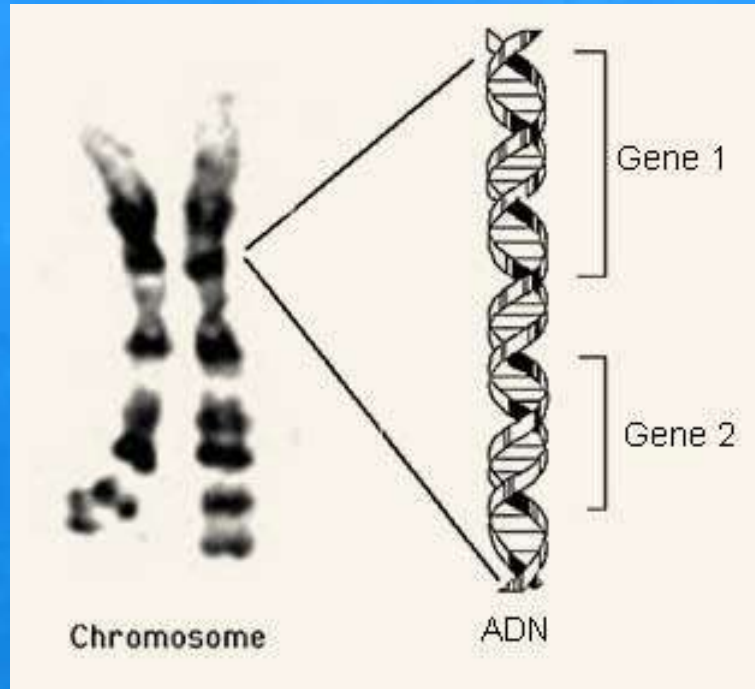


Ce rapport de 3:1 est appelé **rapport mendélien**.

Les explications de Mendel

- 1.- Les **variations** des **caractères génétiques** s'expliquent par les **formes différentes (allèles)** que les **gènes** peuvent avoir.
- 2.- Tout organisme hérite de **deux allèles** (semblables ou différentes) de chaque caractère , soit **un du « père »** et **un de la « mère »**.
- 3.- Si les **deux allèles** d'un gène sont **différents**, l'un d'eux, l'allèle **dominant**, **s'exprime** pleinement et marque l'apparence de l'organisme, alors que l'autre, l'allèle **récessif**, n'a **pas d'effet** notable sur celle-ci.
- 4.- Il y a **ségrégation (séparation)** des **deux allèles** de chaque caractère au cours de la formation des gamètes.

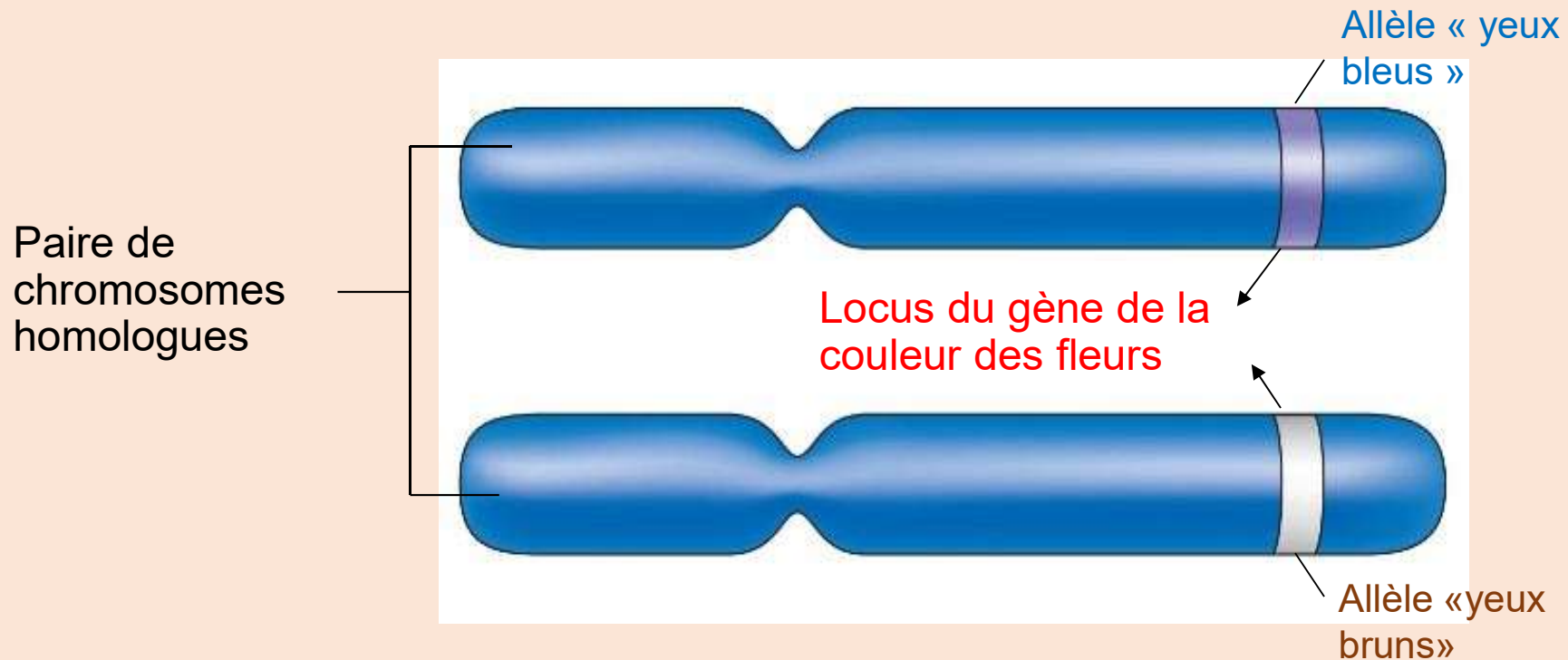
Gène



- **Déf.:** segment d'ADN (retrouvé sur un chromosome) déterminant un caractère héréditaire (gène code pour une protéine = un caractère)

- Les gènes, formés d'une série de paires de bases, portent les caractères héréditaires transmis au cours des générations (ex: couleur des yeux, forme des feuilles...)

- **Allèles**: différentes formes d'un gène
- Chaque gène a 2 allèles, retrouvés sur les chromosomes homologues
- Le gène se retrouve au même endroit sur deux chromosomes homologues, donc, code pour le même caractère (ex. couleur des yeux), mais n'est pas nécessairement identique (ex. un pour brun, l'autre pour bleu)



Locus (petit lieu)=
Lieu précis où se situe un gène sur son chromosome

Les allèles sont situés sur les chromosomes homologues (au mêmes locus)

- **Caractère (allèle) dominant:** caractère héréditaire qui est **toujours exprimé** lorsqu'il est présent. Il est représenté par une lettre majuscule, normalement la première lettre du caractère dominant. (Si la couleur brun domine, on utilisera le B).

- *Ex.* yeux bruns, **Bb** ou **BB**

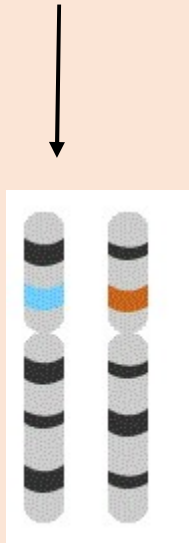
- **Caractère (allèle) récessif:** caractère héréditaire qui est seulement exprimé lorsque l'allèle dominant n'est pas présent. Il est représenté par une lettre minuscule mais ce doit être la même lettre que le caractère dominant. (Si le brun est dominant, on utilisera « b » pour désigner que le bleu est récessif) La lettre minuscule signifie « pas bleu ».

- *Ex.* yeux bleus, **bb**

- **Génotype**: ensemble de gènes portés par un individu (identifié par les lettres des allèles) obtenus des parents
 - Ex. **Bb** ou **BB** (yeux bruns) et **bb** (yeux bleus)

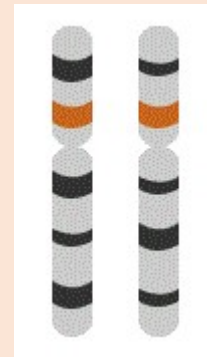
- **Phénotype**: résultat visible du génotype (apparence extérieure, caractère morphologique).
 - Ex. yeux **bruns**, **bleus**, **verts**

Hétérozygotes :
possèdent deux allèles
différents pour un
caractère donné (Ex. *Bb*).

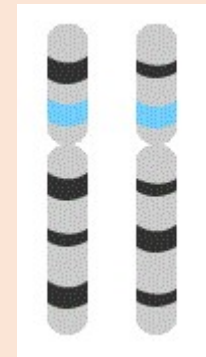


Hétérozygote
(*Bb*)

Homozygotes : possèdent
une paire d'allèles identiques
pour un caractère donné (Ex.
BB ou *bb*)



Homozygote
(*BB*)

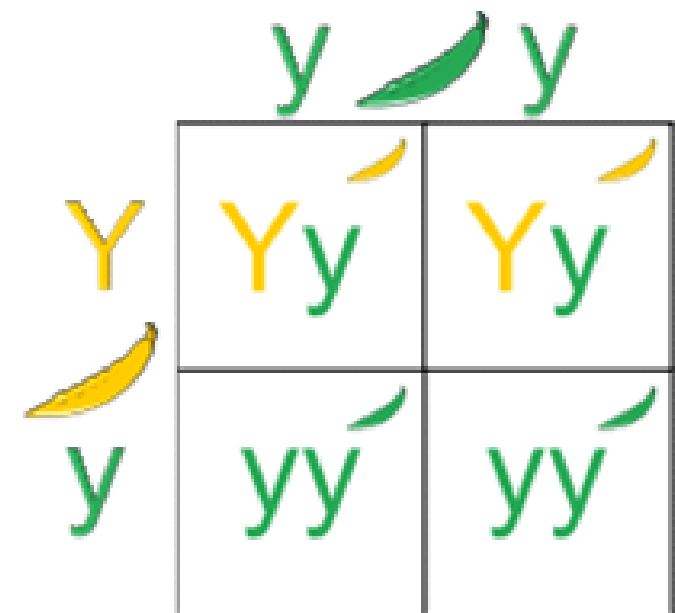


Homozygote
(*bb*)

Un échiquier de Punnett, encore appelé **carré de Punnett**, ou **tableau de croisement**, il consiste à établir un tableau à double entrée où sont représentés sur une ligne horizontale et sur une colonne verticale les différents types de gamètes que forment les parents. Il suffit ensuite de procéder à la réunion des gamètes mâle et femelle dans chaque case pour obtenir le produit de la fécondation. Donc est un diagramme qui permet de prédire le patrimoine génétique résultant d'un croisement entre parents.



- Il permet d'illustrer toutes les combinaisons possibles des gamètes à partir de deux parents.
- Il permet de déterminer les génotypes et les phénotypes de la descendance, à la suite de différents croisements.

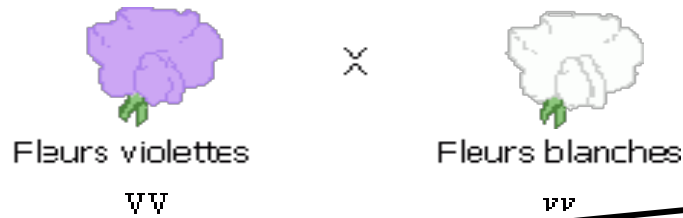


Génération P

Phénotype :

Génotype :

Gamètes :



Caractère dominant désigné par un V majuscule

Caractère récessif désigné par un v minuscule

Génération F₁

Phénotype :

Génotype :

Gamètes :



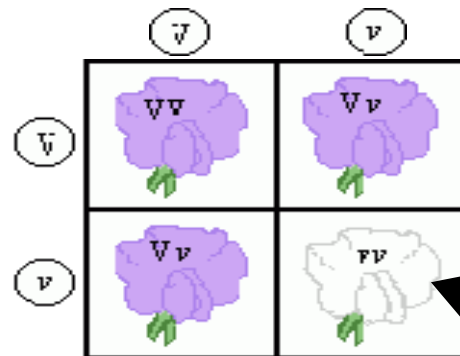
Hybride

Génération F₂

3

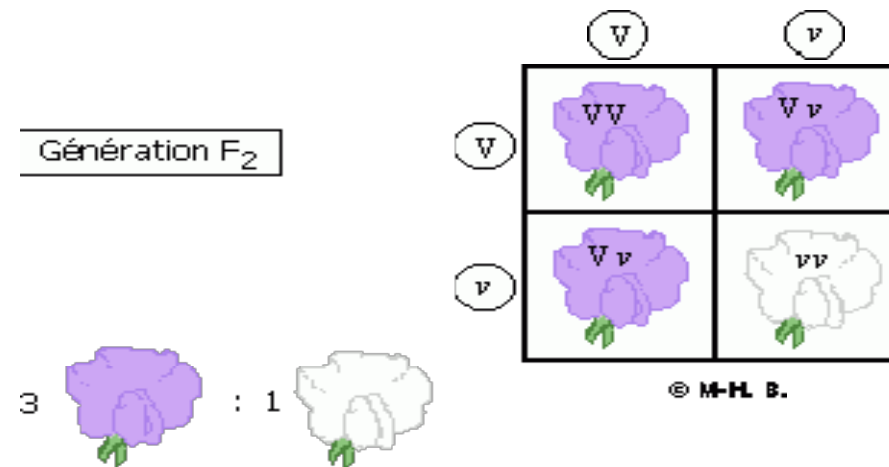


: 1



Le caractère récessif apparaît seulement lorsqu'il n'y a aucun caractère dominant!

Échiquier de Punnett



VV: On dit que cette fleur est Homozygote dominant

Vv: On dit que cette fleur est Hétérozygote (deux allèles différentes)

vv: On dit que cette fleur est Homozygote récessive

Les génotypes: VV, Vv, et vv

Les phénotypes: 3 plantes à fleurs violetes et 1 plante à fleurs blancs

Relation entre les allèles et le phénotype qu'ils déterminent

TROIS TYPES DE RELATIONS ALLÉLIQUES

- 1) **Dominance complète** d'un allèle versus la récessivité de l'autre allèle ⇒ 2 possibilités de phénotypes
- 2) **Dominance incomplète** d'un allèle par rapport à l'autre ⇒ 3 possibilités de phénotypes
- 3) **Codominance** des deux allèles ⇒ 3 possibilités de phénotypes

Relation entre les allèles et le phénotype qu'ils déterminent

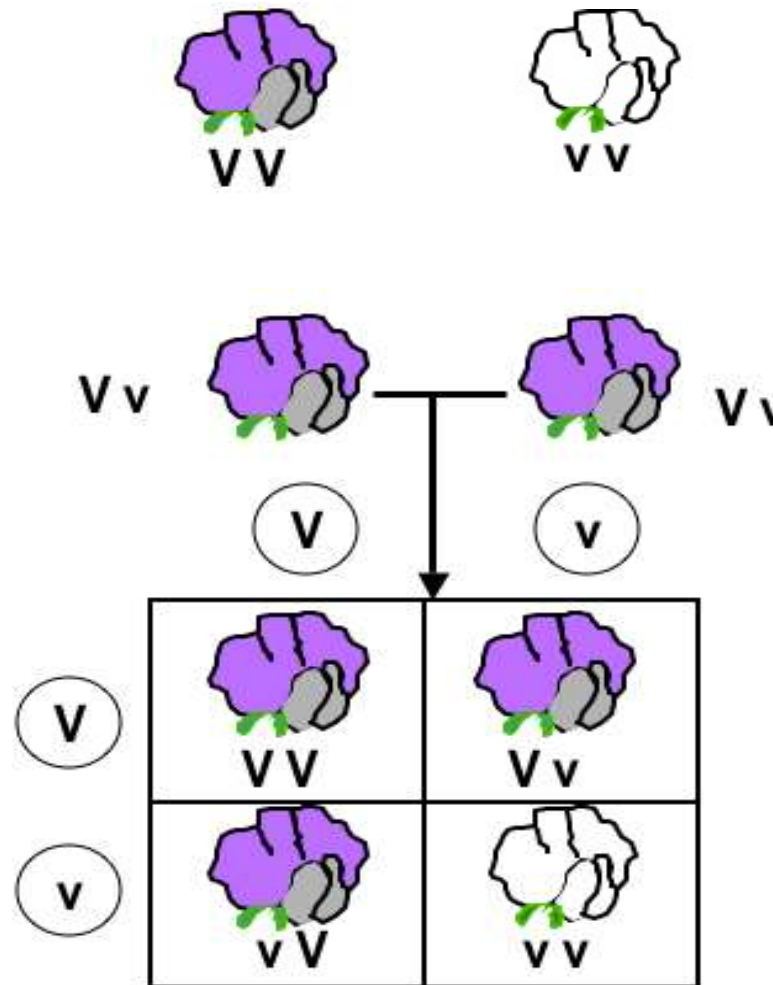
- 1) **Dominance complète** d'un allèle vs la récessivité complète de l'autre. Ex: VV (violette) x vv (blanche) = 100% violette dans le F1
- 2) **Dominance incomplète** : ni un allèle ni l'autre n'est dominant. Ex: fleur rouge x fleur blanche = 100% fleurs roses dans le F1.
- 3) **Codominance** : les deux allèles sont dominants. Ex groupe sanguin AA x BB = 100% AB dans le F1.

Relation allélique \Rightarrow Dominance complète d'un allèle versus la récessivité de l'autre

chez la fleur du pois

Le principe de dominance:

- Lorsqu'on croise des individus aux caractères opposés, la descendance n'exprimera que le caractère dominant.
- Seulement deux phénotypes possibles parmi les descendants.

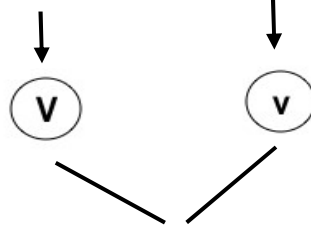


La dominance complète se manifeste par deux phénotypes !

Parents :



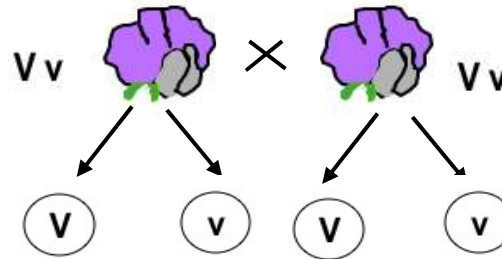
Gamètes :



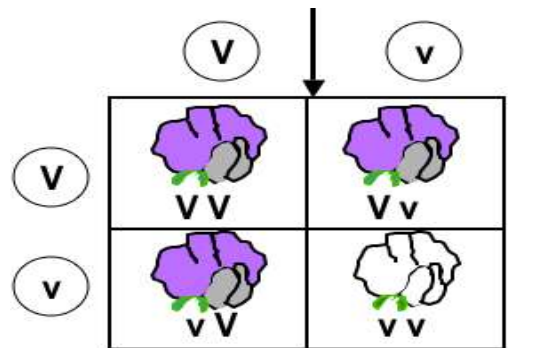
F1 : [Violet] 100%



Parents : F1 x F1



Gamètes :



F2

Relation allélique \Rightarrow Dominance incomplète d'un allèle par rapport à l'autre

- Certains croisements ne donnent ni dominance ni récessivité. Aucun des allèles qui déterminent un caractère ne sont dominants.
- Un mélange des deux caractères peut se produire: **dominance incomplète**

La dominance incomplète c'est une forme d'hérédité dans laquelle les descendants de la F1 ont un phénotype qui se situe entre les deux variétés parentales.

Relation allélique ➔ Dominance incomplète d'un allèle par rapport à l'autre

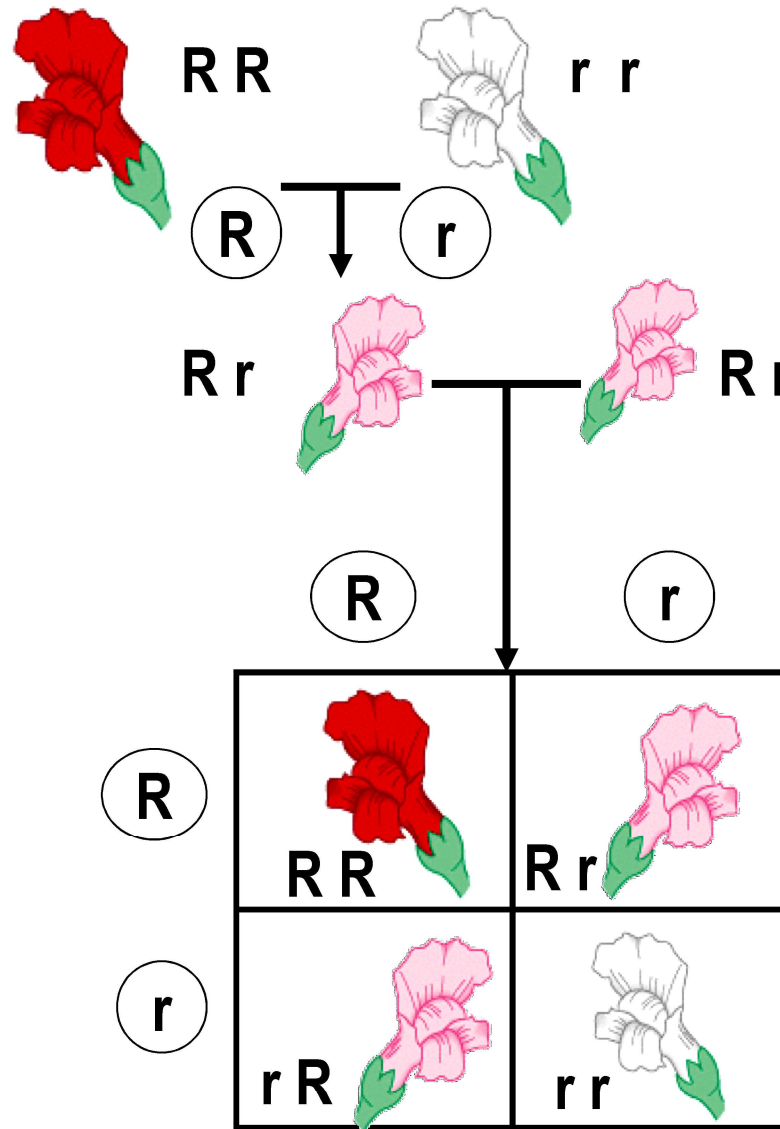
➔ **chez le muflier**

Le croisement entre un muflier à fleurs rouges et un muflier à fleurs blanches donnent des mufliers à fleurs roses.

Les fleurs hétérozygotes possèdent moins de pigment rouge que les homozygotes rouges, ce qui produit ce troisième phenotype (fleurs roses).

Les phénotypes de la génération F_2 sont:
25% rouge, 50% rose et 25% blanc.

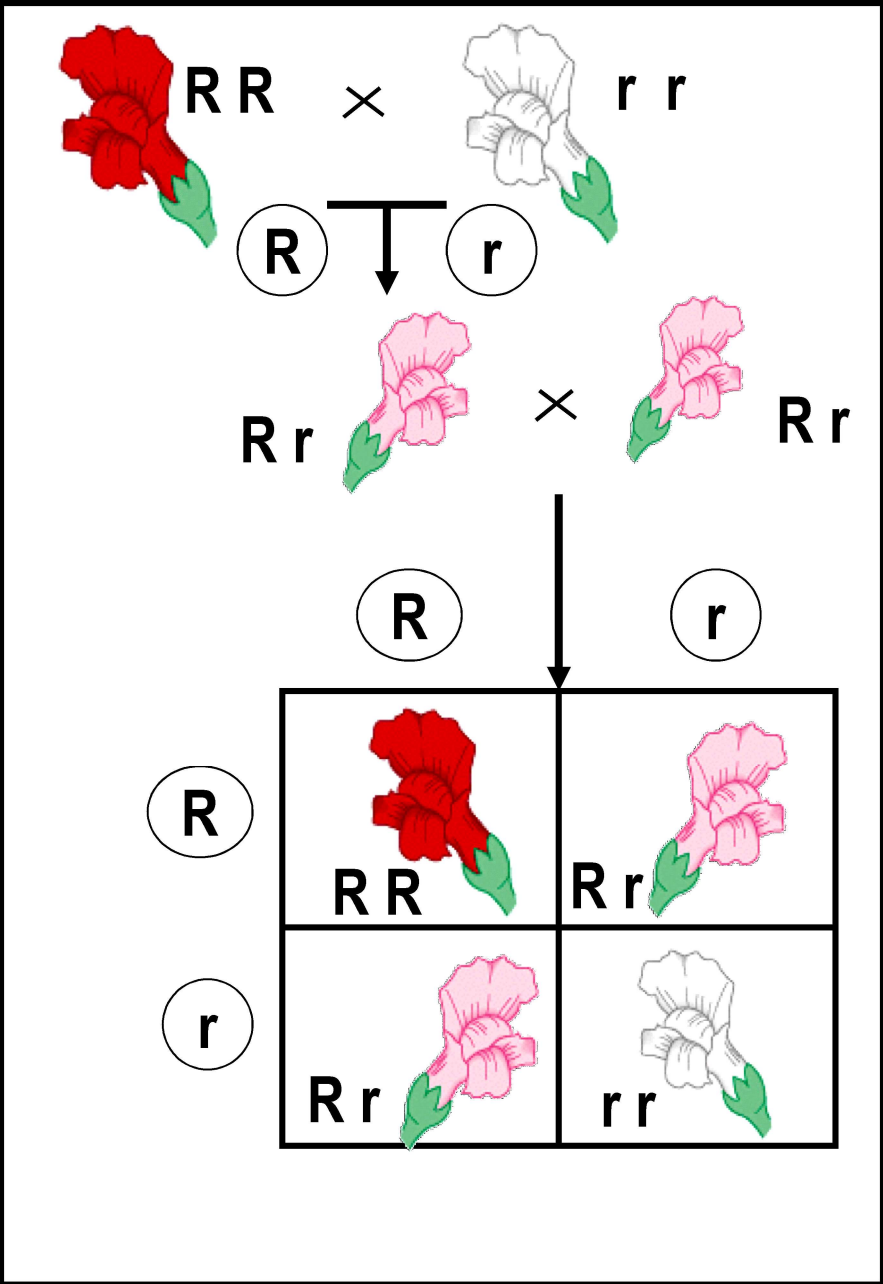
1:2:1 ← rapport mendélien



Campbell : 273 (2^eéd.) — Figure 14.9

La présence des deux allèles produit un phénotype intermédiaire

La dominance incomplète se manifeste par trois phénotypes !



Relation allélique ➔ Codominance de deux allèles

- Parfois, les deux allèles qui déterminent un caractère sont dominants.
- Ce type d'allèles sont codominants parce que les deux allèles sont exprimés chez l'individu hétérozygote.
- Les deux phénotypes vont se montrer en même temps.

La codominance est une forme d'hérédité dans laquelle les deux allèles sont dominants pour un caractère.

Relation allélique → Codominance de deux allèles

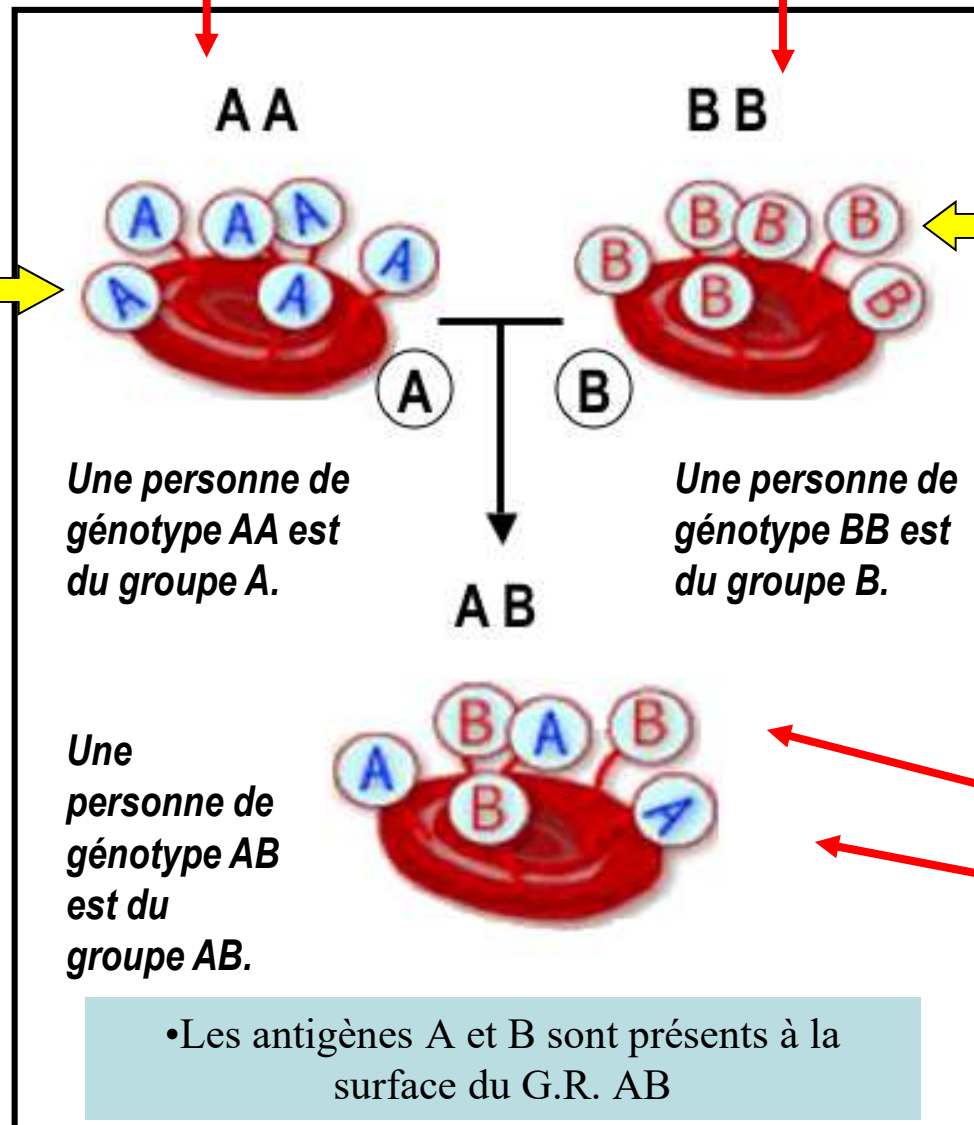


chez les groupes sanguins A et B

Les deux allèles codent pour une version fonctionnelle de la protéine.

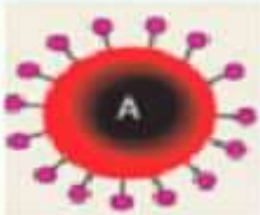

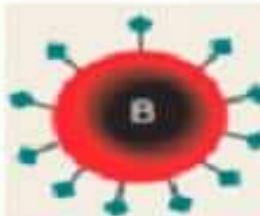



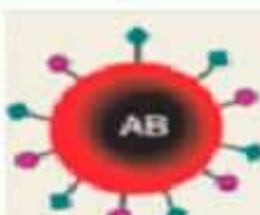

L'allèle A code pour un enzyme qui permet à l'antigène A de s'attacher à la membrane.

L'allèle B code pour un enzyme qui permet à l'antigène B de s'attacher à la membrane.



La codominance se manifeste par trois phénotypes !

La présence des deux allèles produit un phénotype intermédiaire.

Groupe sanguin	Antigène à la surface du GR	Anticorps naturels présents dans le plasma	Pourcentage de la population
A	 Ag A	 Ac anti B	45 %
B	 Ag B	 Ac anti A	9 %
O	 Pas d'AG	 Ac anti A et anti B	43 %
AB	 Ag A et Ag B	 Aucun Ac	3 %

Le groupe A a des Ag A sur les GR et l'Ac antiB présent naturellement dans le plasma.

Le groupe AB a des Ag A et l'Ag B sur les GR mais n'a aucun Ac dans le plasma.

Le groupe O n'a pas d'Ag A et B sur les GR mais a des anticorps anti A et anti B dans le plasma.

O-



A-



B-



AB-



O+



A+



B+






























AB+



Compatibilité des
GROUPES SANGUINS

Receveur

Donneur

	0-	0+	B-	B+	A-	A+	AB-	AB+
AB+								
AB-								
A+								
A-								
B+								
B-								
0+								
0-								

Phénotypes	Génotypes
groupe sanguin A	AA ou AO
groupe sanguin B	BB ou BO
groupe sanguin AB	AB
groupe sanguin O	OO

Les allèles A et B sont **codominants** entre eux et dominants par rapport à l'allèle O.

Les allèles multiples ou polyallélie (polymorphisme génique)

- C'est le fait qu'il existe **plus que 2 allèles pour un gène donné** dans une population.
- Plusieurs allèles possibles pour le même locus (plusieurs allèles possibles pour un gène) **→ Plus que 2 allèles** pour un caractère donné.

Une personne n'a jamais plus de 2 allèles car elle n'a que 2 chromosomes homologues pour les porter.

Exemple des (3) allèles du système ABO des groupes sanguins

A et B sont codominants et dominant tous deux O qui est un gène récessif, en fait, un gène absent.

GÉNOTYPES	PHÉNOTYPES
A A	<i>groupe</i> A
A O	<i>groupe</i> A
A B	<i>groupe</i> AB
B B	<i>groupe</i> B
B O	<i>groupe</i> B
O O	<i>groupe</i> O

LES ALLÈLES MULTIPLES OU POLYALLÉLIE

Exemple des (4) allèles qui gouvernent la pigmentation de la robe du lapin

C domine ch domine h domine a

GÉNOTYPES

PHÉNOTYPES

C C

pigmentation normale

C ch

pigmentation normale

ch h

type chinchilla

h a

type himalayan

a a

albinos

ch ch

type chinchilla

h h

type himalayan

h a

type himalayan

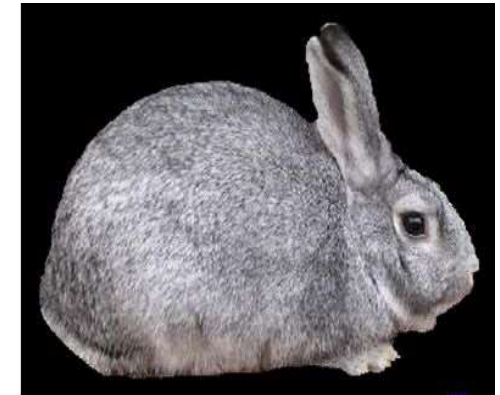
ch a

type chinchilla

etc.



Full color



Chinchilla



Himalayan



Albino

LES ALLÈLES LÉTAUX

- ✓ Un allèle létal provoque la mort à un stade précoce du développement de sorte que certains génotypes n'apparaissent pas dans la descendance.

- ✓ Le premier cas d'allèle létal rapporté est celui de la couleur jaune du pelage de la souris, décrit par Lucien Cuénot...

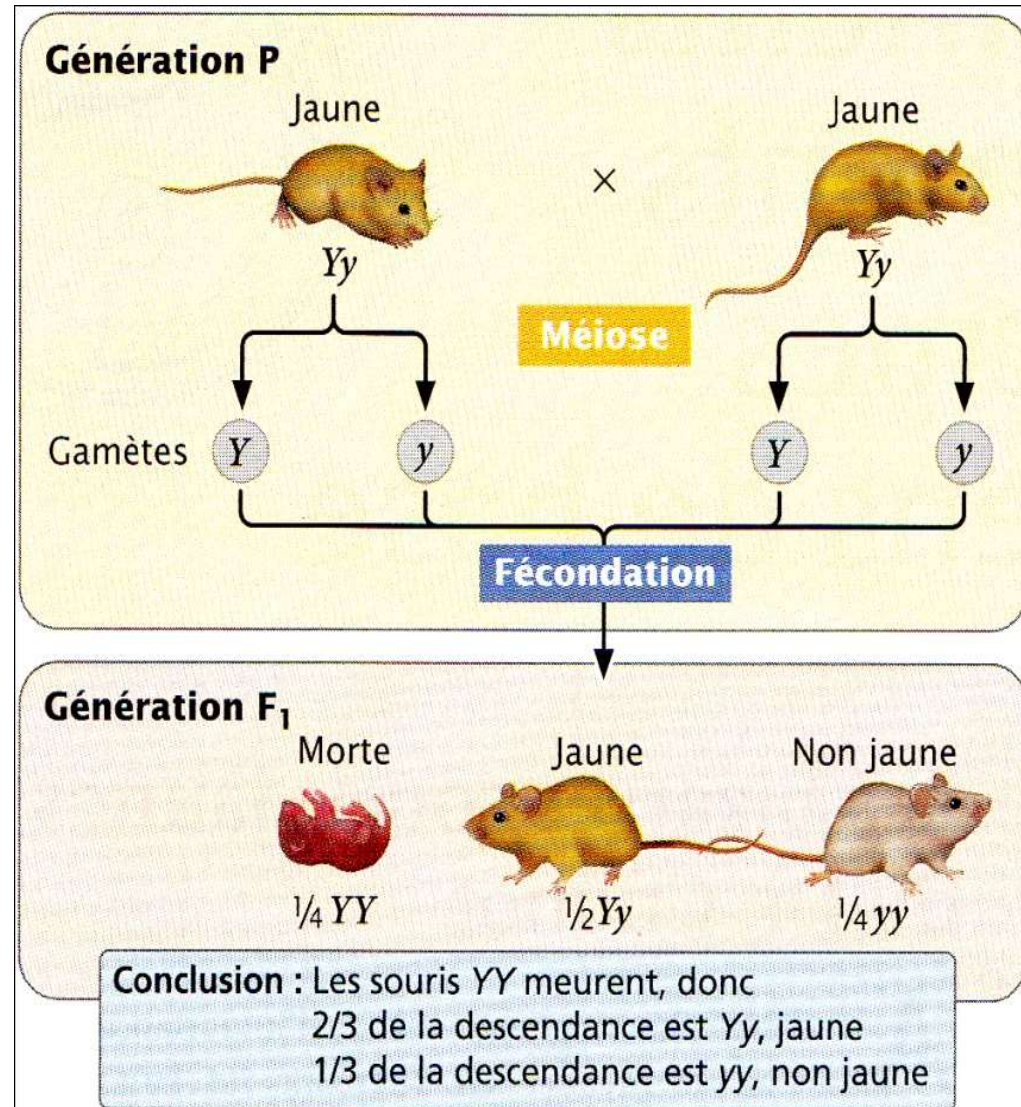


Descendance de souris hétérozygotes pour l'allèle de la couleur jaune du pelage, qui est létal en dose double.

LES ALLÈLES LÉTAUX

La présence d'allèles létaux modifie généralement les rapports phénotypiques Mendéliens attendus.

Y: Yellow



LES ALLÈLES LÉTAUX



Chat de l'île de Man, hétérozygote pour un allèle dominant qui empêche la formation de la queue. L'allèle est léthal dans sa forme homozygote

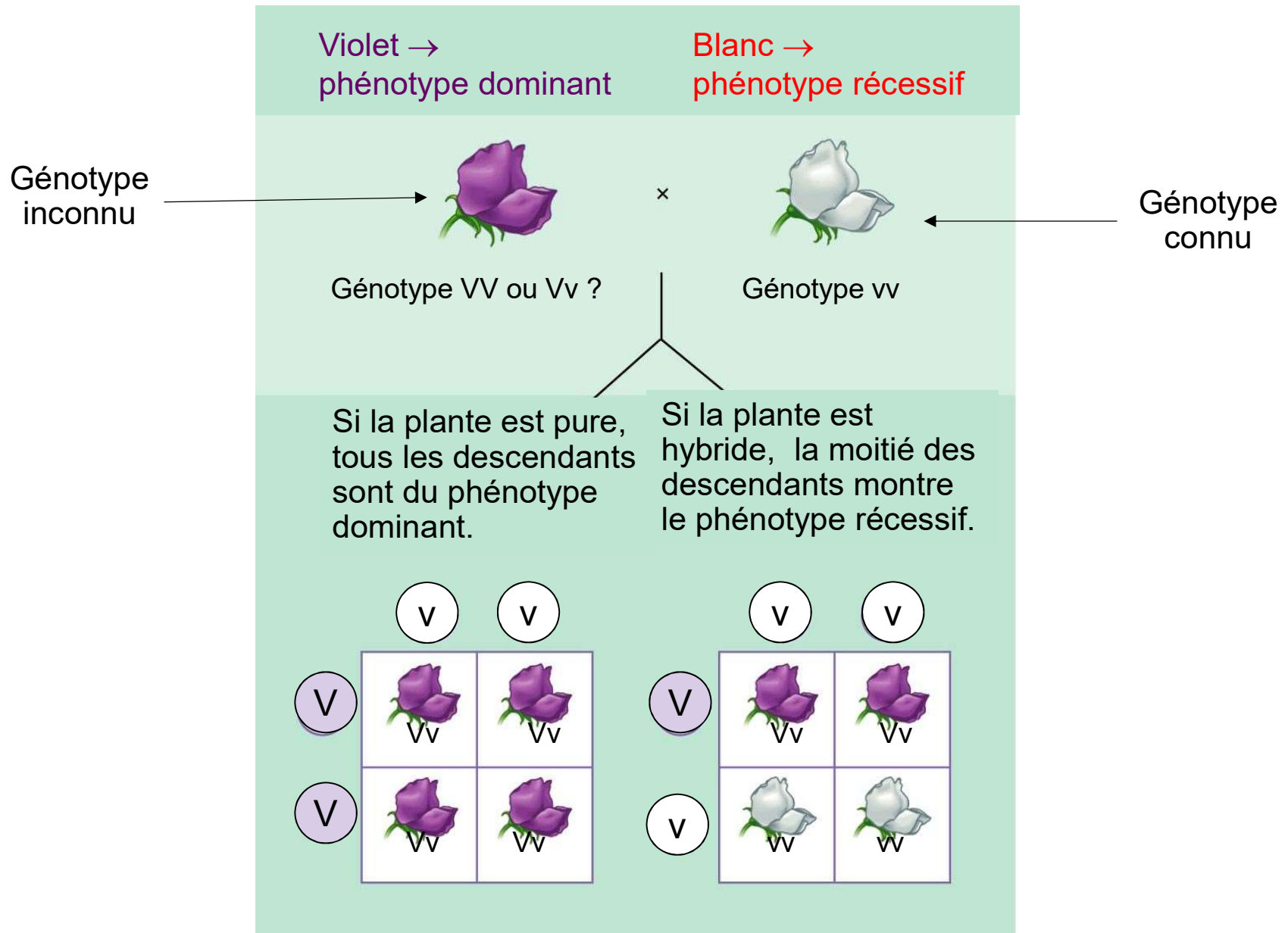
Croisement de contrôle / Test-cross

L'objectif d'un **croisement de contrôle** est de révéler (déterminer) le génotype d'un organisme qui présente un phénotype dominant (comme les fleurs violettes chez le Pois). Cet individu peut être soit hétérozygote, soit homozygote pour l'allèle dominant. Le moyen le plus efficace de connaître son génotype est de le croiser avec un organisme exprimant le phénotype récessif (comme les fleurs blanches chez le Pois), et par conséquent obligatoirement homozygote.

On croise un individu de **phénotype dominant et au génotype inconnu** avec un individu de **génotype connu**, un récessif pour le caractère.

Le phénotype récessif est nécessairement homozygote pour le gène étudié (sinon il serait du phénotype dominant puisqu'il aurait un allèle dominant).

Croisement de contrôle / Test-cross



Croisement de retour / Backcross

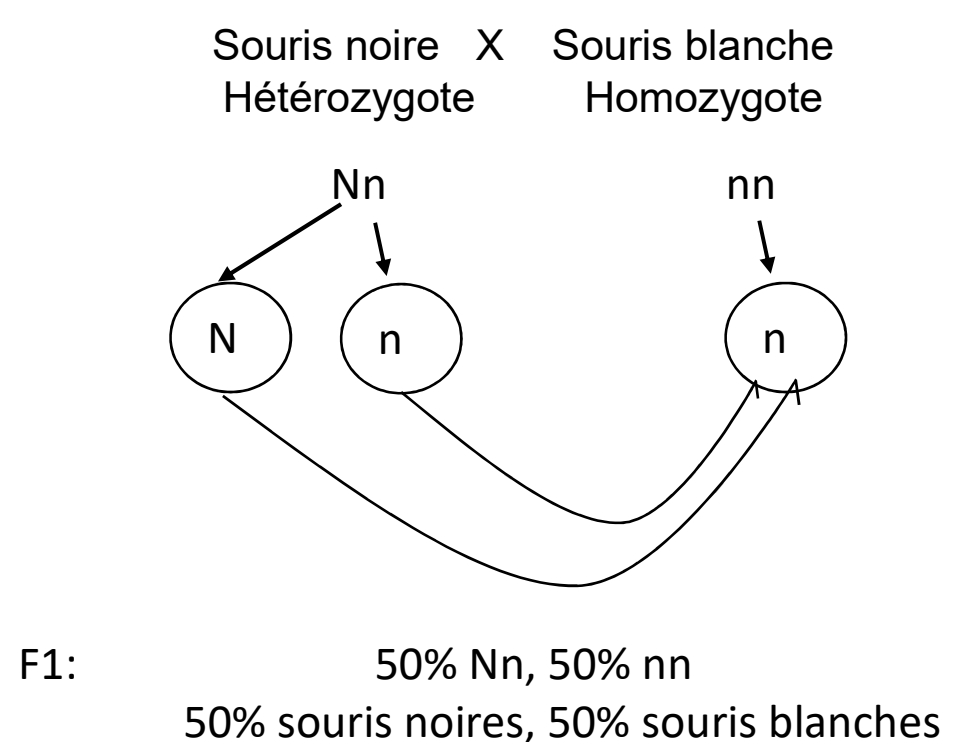
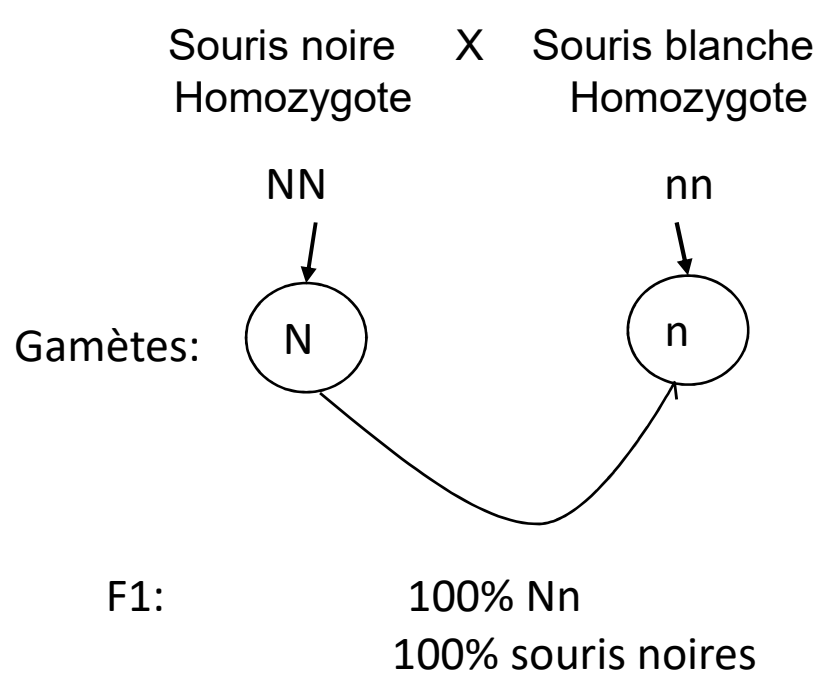
F1

X

des individus ayant
un génotype
identique à celui des
parents

Question 1

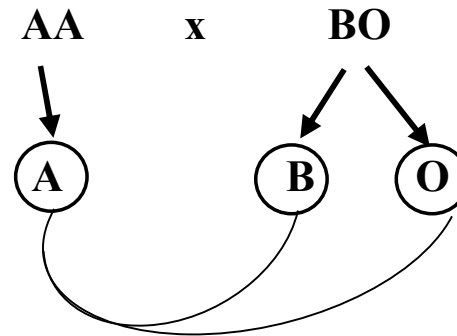
En supposant que la couleur noire de pelage des souris est dominant et la couleur blanche est récessif. Dites quels seront les génotypes et phénotypes produits par les croisements suivants, et en quelles proportions ?



Question 2

Quels sont les groupes sanguins possibles pour des enfants nés d'un père AA et d'une mère BO ?

Gamètes :



F1 : 50% AB, 50% AO

50% groupe sanguin AB, 50% groupe sanguin A