

## 1. Historique

La génétique est l'une des rares sciences dont on connaît la date de naissance. En effet l'Homme a constaté depuis toujours que le monde vivant présente deux aspects :

- D'une part, il y a une immense variabilité des espèces, constituées d'individus qui se ressemblent sans être identiques.
- D'autre part, les caractères des parents sont généralement transmis à leurs descendants.

**Johann Gregor Mendel (1822-1884)** en 1865 Mendel découvre les lois fondamentales de l'hérédité. Mendel publia en 1866 les résultats de ses études dans les Comptes Rendus de la Société d'Histoire Naturelle de Brno, dans un article intitulé : *recherches sur des hybrides végétaux*.



(C)

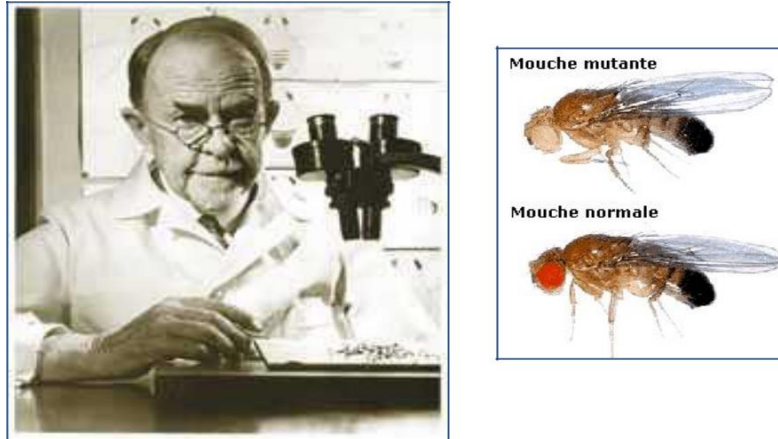
**Figure 1** : Johann Gregor Mendel (1822-1884) (Fischer *et al.*, 2018 ; Piere, 2019).

## 2. Naissance de la génétique

La vraie naissance de la génétique remonte à la première année du XX<sup>e</sup> siècle avec les travaux de trois biologistes européens Hugo de Vries, Carl Correns, Erich von Tschermack qui ont "retrouvé" les lois de Mendel."

En 1906 William Bateson déclare au Congrès International de Botanique : *Une branche nouvelle et bien développée de la physiologie a été créée. A cette étude, nous pouvons donner le nom de **Génétique**.*" Il propose aussi le mot **gène** pour désigner les éléments de Mendel.

Invente aussi génotype : *composition allélique des gènes d'un individu* et phénotype : *caractères observables d'un individu*.



**Figure 1 :** Thomas Hunt Morgan grâce à ses études sur la drosophile il a proposé la théorie chromosomique de l'hérédité. « Les gènes sont portés par les chromosomes »

En 2001 et grâce aux travaux de John Craig Venter (né en 1956) USA et son équipe, le génome de l'Homme a été (presque) intégralement séquencé, c'est-à-dire que la quasi-totalité de la succession des nucléotides qui constituent les macromolécules d'ADN humaines – le génome – est connue et disponible sous la forme d'un texte long de près de 3 milliards de lettres. Ces lettres – A, C, G, T – sont les initiales des motifs chimiques qui distinguent les quatre types de nucléotides.















## Première partie : Génétique mendélienne

### 2.1. Introduction

Du point de vue historique l'étude proprement dite de la génétique a débuté vers 1860 grâce à un moine Autrichien appelé Gregor Mendel qui s'intéressait non seulement aux sciences naturelles mais également à la physique et aux mathématiques. Il est le premier à introduire dans l'hérédité une méthode jamais encore employée : La statistique. Donc la **génétique mendélienne** a pour but d'étudier la transmission des caractères héréditaires de génération en génération.

Mendel fut le premier à étudier la descendance de croisements entre des plants de petits pois (*Pisum sativum*) présentant des caractéristiques morphologiques nettement distinctes.

Mendel disposait pour ces pois de lignées pures ayant différents caractères qui se conservaient à l'identique au cours des générations. Les caractères qu'il a choisis sont schématisés dans la figure 21.

Caractères	Dominant	Récessif	Caractères	Dominant	Récessif	
Forme de la graine	 ronde et lisse	 ridée	Position des fleurs	 côté de la tige	 extrémité de la tige	
Couleur de la graine	 jaune	 verte		Longueur de la tige	 longue	 courte
Forme de la gousse	 gonflée	 serrée				
Couleur de la gousse	 vert	 jaune				
Couleur de la fleur	 violet	 blanc				

**Figure 3 :** Les caractères de de petits pois (*Pisum sativum*) étudiées par Mendel.

## 2.2. Le monohybridisme

### 2.2.1. Le monohybridisme avec dominance

#### La 1<sup>ère</sup> étape

Mendel va croiser deux races pures de petits pois différentes par un seul caractère ; la couleur de la graine.

Il va faire une pollinisation croisée en fécondant des graines jaunes avec des graines vertes ; on remarquera que les pois font des pollinisations directes car ils ont des corolles fermées (l'ensemble des pétales).

Mendel ramasse par la suite toutes les graines issues de cette fécondation.

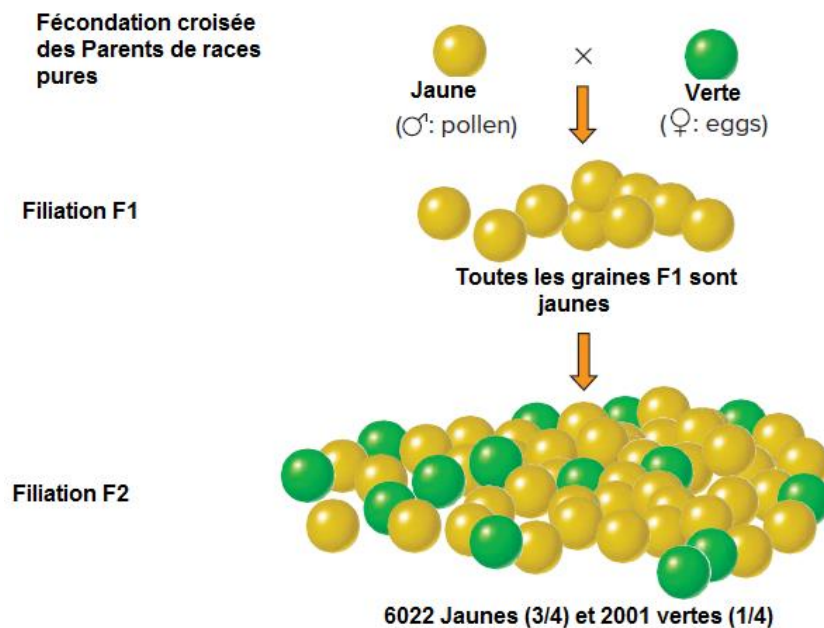
Résultats : on obtient une première génération qui est complètement constituée de graines jaunes ; les individus obtenus par ce croisement sont appelés des **hybrides** et constituent **la génération F 1 ; 1<sup>ère</sup> Filiation.**

Le caractère vert du 2<sup>ème</sup> parent **semble** avoir disparu.

**Conclusion :** Tous les hybrides de la F1 sont homogènes et uniformes et présentent un seul phénotype : c'est la 1<sup>ère</sup> loi de Mendel. la 1<sup>ère</sup> loi de Mendel « uniformité de la F1 » n'est vérifiée que si les parents sont de race pure ( Race pure = génotype homozygote).

### La 2<sup>ème</sup> étape

Mendel travaillera sur les graines hybrides de la F1. Il les sème et il va laisser se dérouler l'autofécondation naturelle. Il récolte les graines qui vont constituer la génération F2.



**Figure 4 :** Expérience du monohybridisme de Mendel ; couleur de la graine (Figure adaptée et traduit de Brooker, 2018).

Dans une de ses premières expériences Mendel croise des plants de pois qui diffèrent par la taille : plante petite ; plante grande. Mendel constate que : La première génération (F1) ne contient que des plants de type "grand". Par contre si l'on croise deux plants de F1 entre eux on voit réapparaître des plants présentant le caractère "petit" dans les proportions suivantes : 75 % grand 25 % petit Ratio 3 :1 (Figure 25).

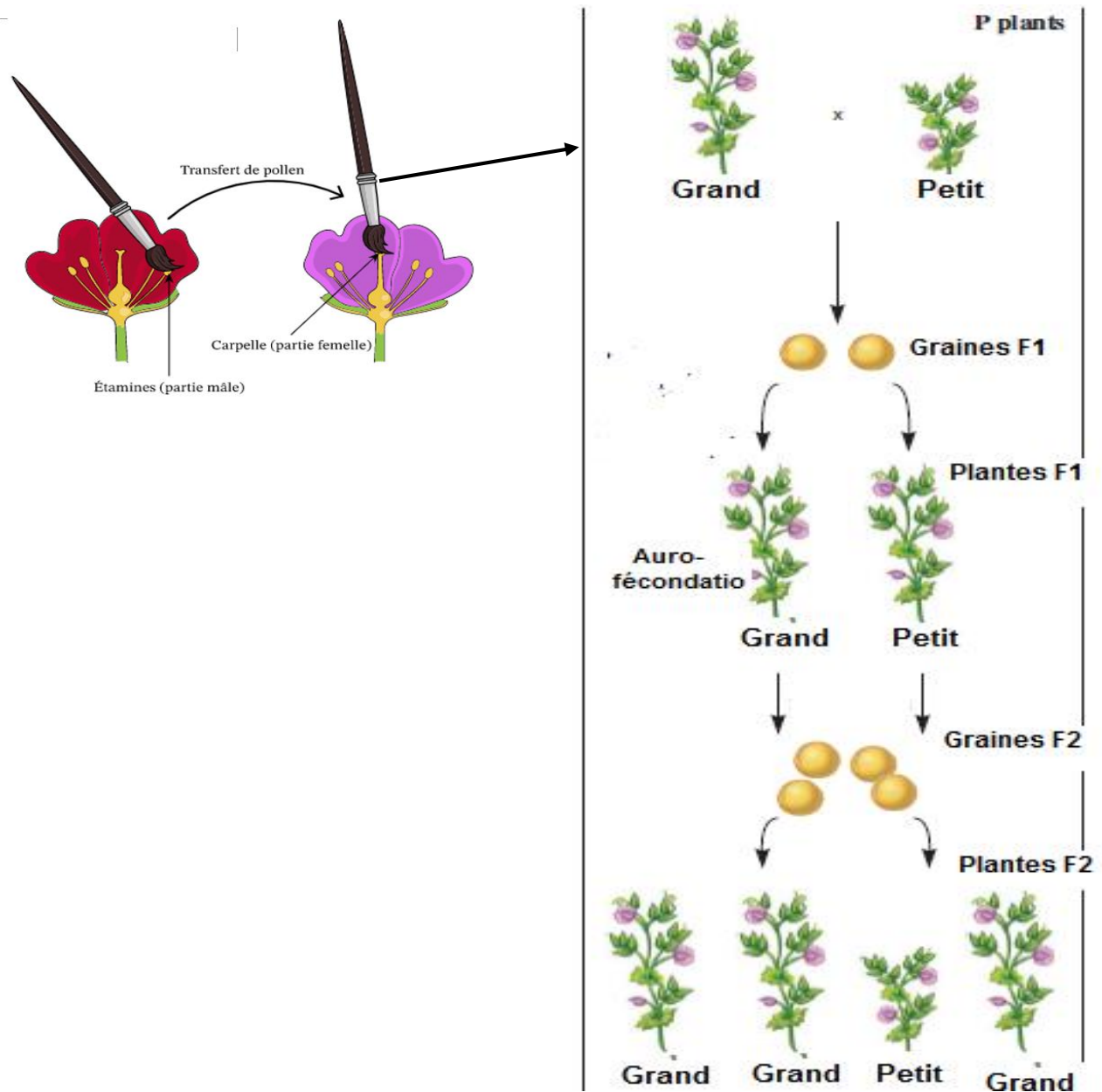


Figure 5 : Expérience du monohybridisme de Mendel ; la taille de la plante (Figure adaptée et traduit de Brooker, 2018).

Mendel en conclut que :

- Les caractères tels que "grand" ou "petit" sont contrôlés par ce qu'il appelle des **facteurs**.
- Ces facteurs sont présents par **paires** dans chaque individu.
- Ces facteurs sont transmis des "parents" aux "descendants" de génération en génération.
- Les 2 facteurs de chaque paire se séparent au cours de la reproduction de telle sorte que chaque gamète n'en contient qu'un seul exemplaire.
- On peut également déduire des croisements décrits ci-dessus qu'un même individu peut être porteur de **deux facteurs** différents responsables du même caractère mais qu'un des deux facteurs seulement "s'exprime". Celui qui "s'exprime" est dit **dominant** alors que celui qui ne s'exprime pas est appelé **récessif**
- Pour le même gène, on utilise la même lettre de l'alphabet;
  - Le dominant : Majuscule
  - Le récessif : minuscule

ex : Le gène aspect de la graine : - Lisse : dominant      Symbole : →L

- Ridé : Récessif      Symbole : →l

- Lors de la formation des gamètes, les 2 facteurs du couple se séparent et chaque gamète ne comporte qu'un seul facteur du couple parental. C'est la 2<sup>ème</sup> loi de Mendel = **Pureté des gamètes**.
- On constate par ailleurs que le caractère récessif peut réapparaître intact au sein de la deuxième génération F2.

### 2.2.2. Monohybridisme avec codominance

Dans certains cas, les deux facteurs participent à l'expression du caractère. Celui ci présente alors un aspect intermédiaire (**hybride**) entre les deux formes extrêmes. Dans ce cas on parlera de **codominance** ou **semi-dominance (Figure 26)** .

**Exemple :** Si on croise à la génération parentale "P" une fleur rouge et une fleur blanche de *Mirabilis jalapa*, la Belle de nuit, on obtient en première génération "F1" des hybrides roses tous semblables.

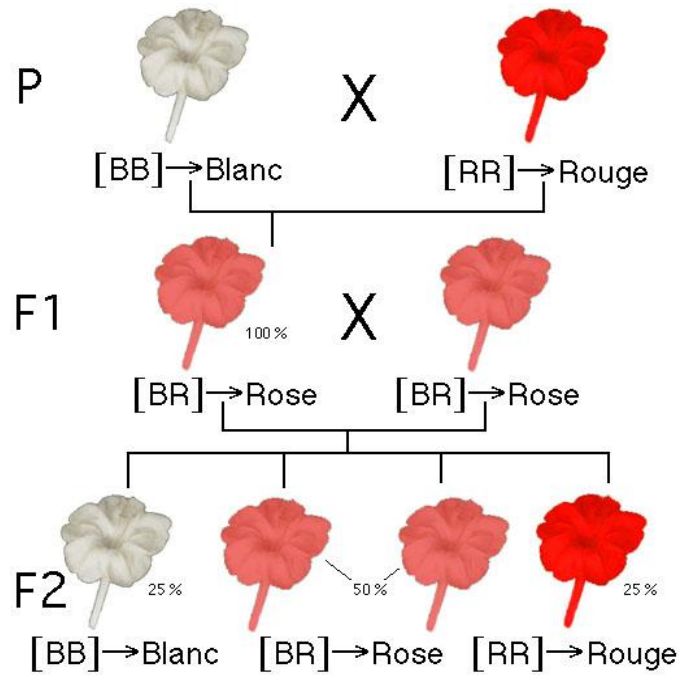


Figure 6 : Cas du monohybridisme avec **codominance**

2.2.3. Le croisement de retour = **Back-cross**.

L'objectif de ce test est de savoir si un individu d'un phénotype dominant est de race pure pour ce caractère ou hybride. Donc on croise cet individu qui est de phénotype dominant avec un individu de phénotype récessif pour le même caractère (figure 27).

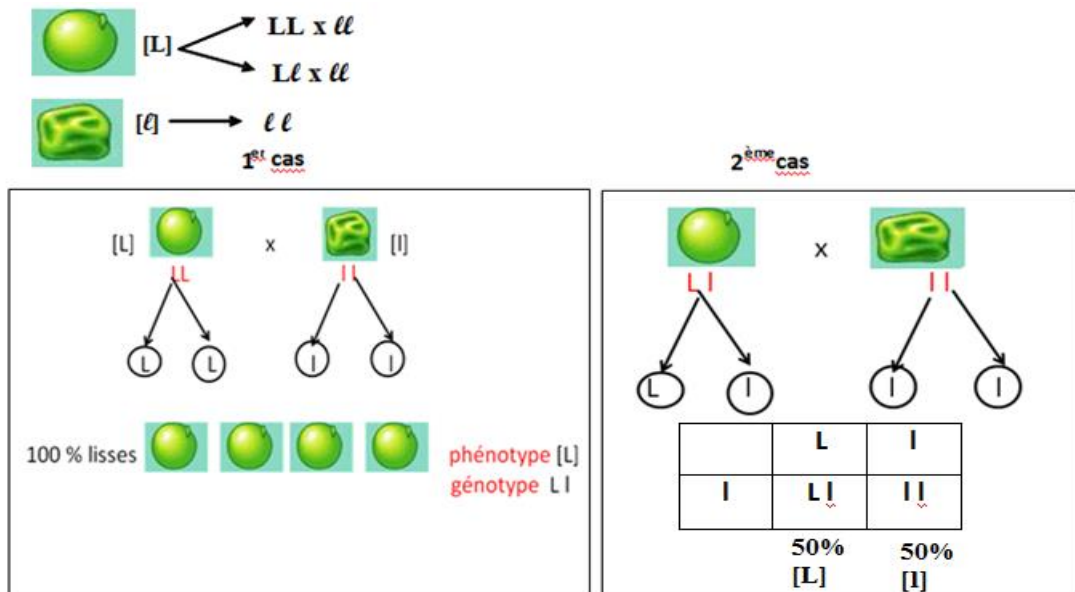
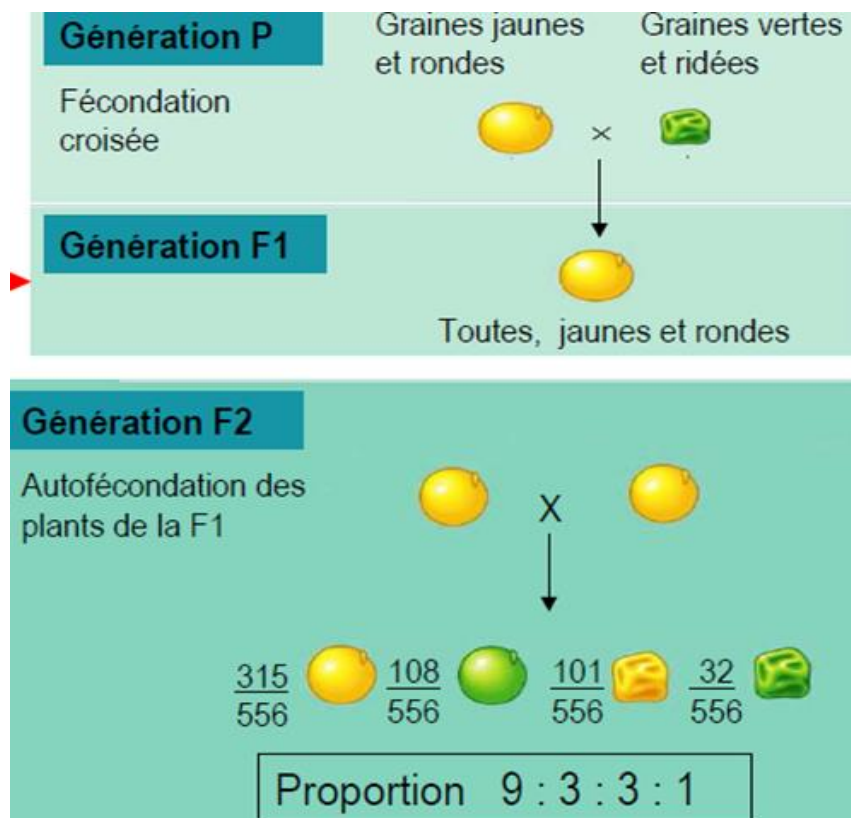


Figure 27 : Croisement de retour = **Back-cross**.

### 2.2.4. Dihybridisme avec gènes libres

Parallèlement à la définition du monohybridisme, le dihybridisme est croisement génétique qui permet de suivre l'hérédité de deux caractères (figure 28).

Dans ses expériences Mendel s'est également intéressé à ce qui pouvait se passer lorsque les parents d'un croisement différaient par plus d'un caractère. Etudions par exemple la descendance du croisement de deux plants de petits pois qui diffèrent par la couleur et la forme des grains.



**Figure 7 :** Expérience de Mendel ; dihybridisme avec dominance

- Il croise des graines lisses et jaunes avec des graines ridées et vertes de races pures.
- Ce croisement nécessite une fécondation artificielle.

**Résultat :** Il obtient à la F1 100% de graines lisses et jaunes.

**Conclusion :**

- La 1<sup>ère</sup> loi de Mendel est vérifiée (uniformité de la F1)
- Les parents sont de races pures

**Dominance :**

- Le caractère lisse domine ridé
- Le caractère jaune domine vert

Symboles: lisse : L      ridée : l





Jaune :J      vert : j

**Résultats expérimentaux**

- Mendel sème toutes les graines hybrides de la F1 et il obtient à la F2 559 graines au total.
- Elles sont réparties comme suit :
  - 315 graines lisses et jaunes
  - 108 graines lisses et vertes
  - 101 graines ridées et jaunes
  - 35 graines ridées et vertes

Total = 559

En considérant que le plus petit nombre représente l'unité, on obtient les proportions suivantes :

- $315 / 35 = 9$  ➡ [LJ] 9/16 
- $108 / 35 = 3$  ➡ [Lj] 3/16 
- $101 / 35 = 3$  ➡ [lJ] 3/16 
- $35 / 35 = 1$  ➡ [lj] 1/16 

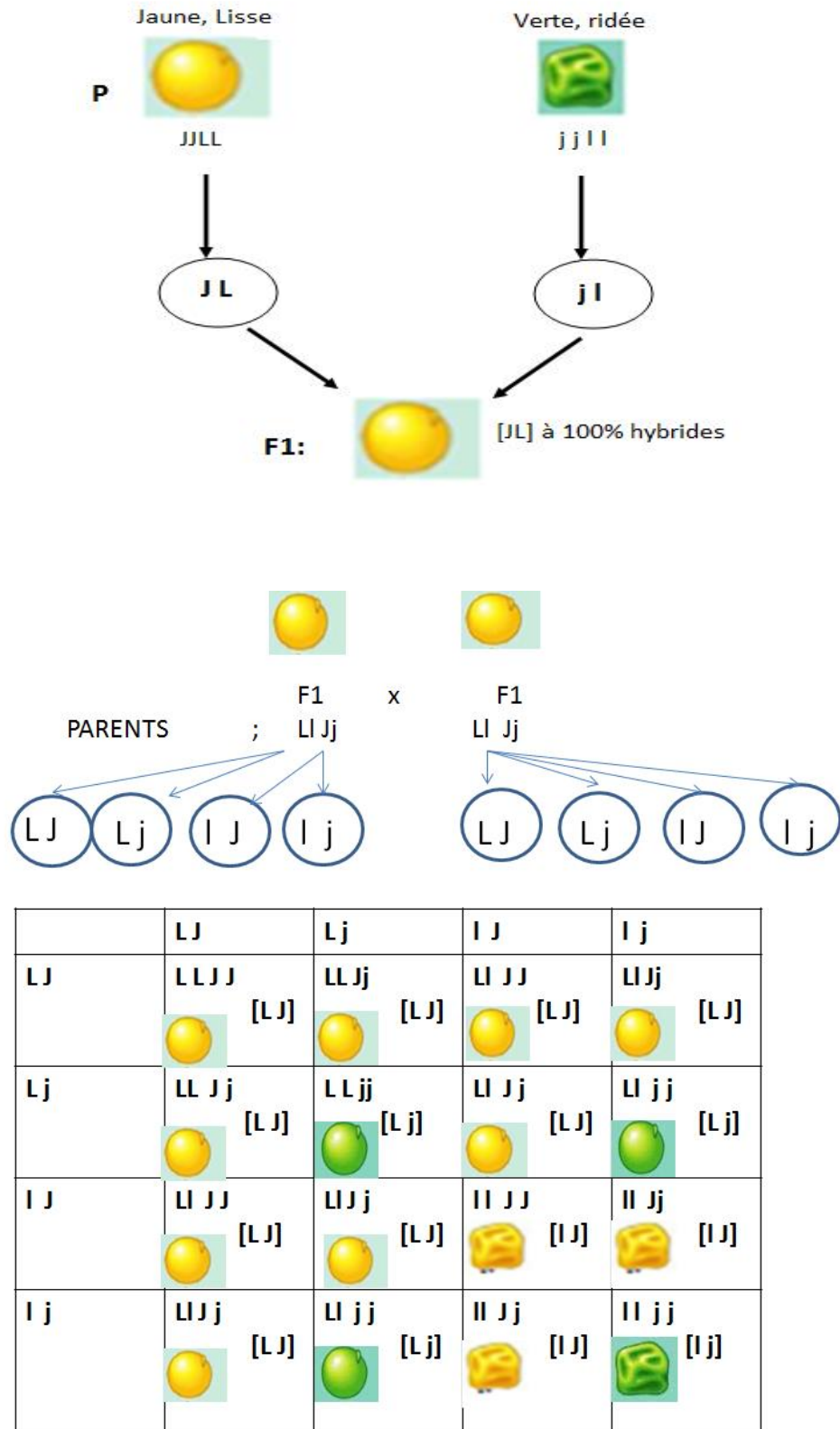
*Conclusion : Nous sommes dans un cas de dihybridisme avec dominance et gènes libres ou indépendants (c'est-à-dire portés par des chromosomes différents)*

**3<sup>ème</sup> loi de Mendel**

- A la formation des gamètes, les facteurs déterminants un caractère se séparent indépendamment des autres facteurs chaque gamète contient donc un facteur de chaque couple parental : cette loi s'appelle ; la ségrégation (séparation) indépendante des caractères.

- La 3<sup>ème</sup> loi de Mendel n'est vérifiée que si les gènes sont libres c'est-à-dire portés par des chromosomes différents

Résultats théoriques

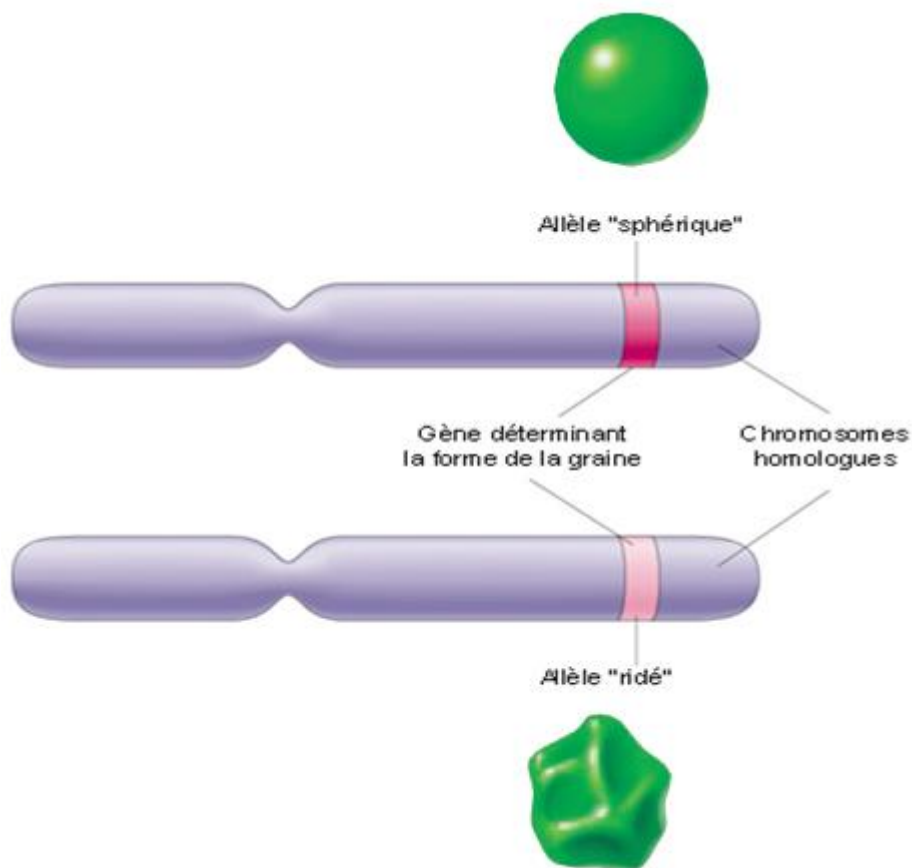


**Figure 9 :** Interprétation théorique de Mendel du dihybridisme avec gènes libres.

### 2.2.5. Théorie chromosomique de l'hérédité

Les résultats de Mendel ont sombré dans l'oubli après sa mort. Ils ont été redécouverts par la suite (tant chez les végétaux que chez les animaux). De plus, les découvertes dans le domaine de la cytologie à la fin du XIXe siècle conduisent à l'émission de la théorie chromosomique de l'hérédité (1903) par deux cytologistes (Sutton en 1903 et Boveri en 1904) et à l'invention du mot gène.

Les gènes mendéliens occupent des emplacements précis sur les chromosomes (= loci) et ce sont les chromosomes qui subissent les phénomènes de la ségrégation et de l'assortiment indépendant (figure 30). Ceci se passe au cours de la reproduction sexuée (méiose - fécondation).



**Figure 10 :** Théorie chromosomique de l'hérédité