

MECANISMES DE REGULATION DE LA FERTILITE ET LEUR MANIPULATION

Des espèces qui sont normalement auto fertiles comme le blé, l'avoine, l'orge ou le riz ainsi que des espèces à fertilisation croisée, comme le maïs, le sorgho etc., produisent des grains après auto pollinisation ou pollinisation croisée au sein de la même espèce.

Plusieurs espèces (Trèfle, Luzerne, Seigle, Betterave...) produisent peu de graines ou bien même ne donnent pas de grain du tout après autofécondation.

Pour cela l'améliorateur doit savoir si le fait d'une non production de graines est due à la fertilité de l'espèce ou un autre facteur.

La stérilité regroupe tous les cas d'infertilité chez les plantes résultant des irrégularités du système de reproduction sexuelle. Cette infertilité peut être causée par un développement anormal ou imparfait des organes de reproduction (pistil + étamines mal formés - pollen défectueux - ovules avortés etc.).

La stérilité est une barrière qu'il faut étudier et comprendre pour pouvoir la surmonter si possible.

La compréhension de la nature des problèmes de fertilité aidera l'améliorateur à :

- Créer des procédures qui surmonteraient ces barrières de stérilité.
- Créer des procédures pour manipuler les mécanismes de régulation de la fertilité et les Utiliser à son avantage dans un programme d'amélioration.

- INCOMPATIBILITE:

L'Incompatibilité est une forme d'infertilité causée par l'incapacité des plantes, ayant du pollen et des ovules normaux, à produire des grains ; ceci étant du à quelques barrières physiologiques.

- L'Incompatibilité peut être causée par l'incapacité du tube pollinique.

- a) - à pénétrer le stigmate
- b) - à croître normalement dans le style.

Dans le dernier cas le tube pollinique croît tellement lentement qu'il ne peut jamais atteindre l'ovule, ou bien s'il le fait cette dernière se trouve déjà fécondée par un pollen viable.

- SYSTEMES D'INCOMPATIBILITE :

Les systèmes d'incompatibilité sont de deux sortes : Gamétophytique et Sporophytique.

*** Gamétophytique :**

Le taux de croissance du tube pollinique est contrôlé par une série d'allèles multiples désignés S1, S2, S3... Etant donné que le noyau polaire est haploïde, il ne contiendra qu'un seul des allèles d'incompatibilité. Le tissu du style, ayant pour origine la cellule mère, est diploïde et

contiendra donc 2 allèles d'incompatibilité. Si l'allèle d'incompatibilité du noyau polaire est identique avec ceux présents dans le style, la croissance du tube pollinique sera lente et la fertilisation n'aura pas lieu souvent. Si l'allèle du noyau polaire diffère de ceux du style, le tube pollinique s'accroîtra normalement et la fécondation aura lieu normalement.

Néanmoins, chez certaines espèces quelques graines peuvent être formées à partir de pollen portant les mêmes allèles d'incompatibilité présente dans le style. Cette condition est appelée PSEUDO Auto Compatibilité. De plus des allèles d'auto fertilité (Sf) peuvent être présents et rendre l'incompatibilité ineffective. L'allèle (Sf) fait partie de la série d'allèles S et peut arriver par mutation d'un allèle de S. Parce que l'allèle d'incompatibilité du style s'appose à la pénétration du tube pollinique du même allèle, ceci est appelé « HYTHOTHESE DE FACTEUR D'OPPOSITION » par East et Mangelsdorf.

*** Sporophytique :**

C'est un système à un locus avec un nombre important d'allèles multiples S. Il diffère du système gamétophytique par le fait que les allèles S exhibent une dominance.

Ex. : Si une plante a un génotype S1 - S2 et le S1 domine le S2 ; tous les grains de pollen de cette plante fonctionneront comme s'ils étaient S1 ; le pollen avec S1 ou S2 allèles sera incompatible dans le style S1 mais compatible dans un style à S2.

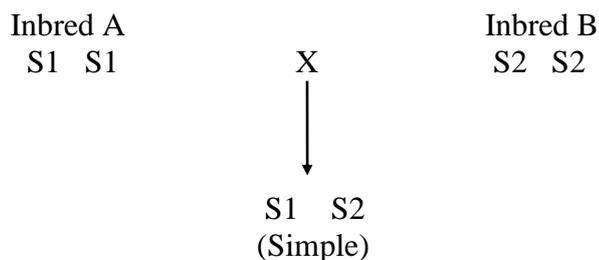
Dans ce système la barrière pour la germination du pollen et la croissance du tube est localisée à la surface du stigmate.

Ces 2 systèmes d'incompatibilité sont HOMOMORPHIQUES, c'est à dire que les structures florales sont similaires dans les plantes portant le grain et le pollen. Ils sont HETEROMORPHIQUES lorsque les structures florales des plantes portant le O et la O diffèrent.

- L'INCOMPATIBILITE DANS L'AMELIORATION DES PLANTES :

Utilisée surtout pour faciliter les croisements entre lignées auto-incompatibles pour la production de grains hybrides.

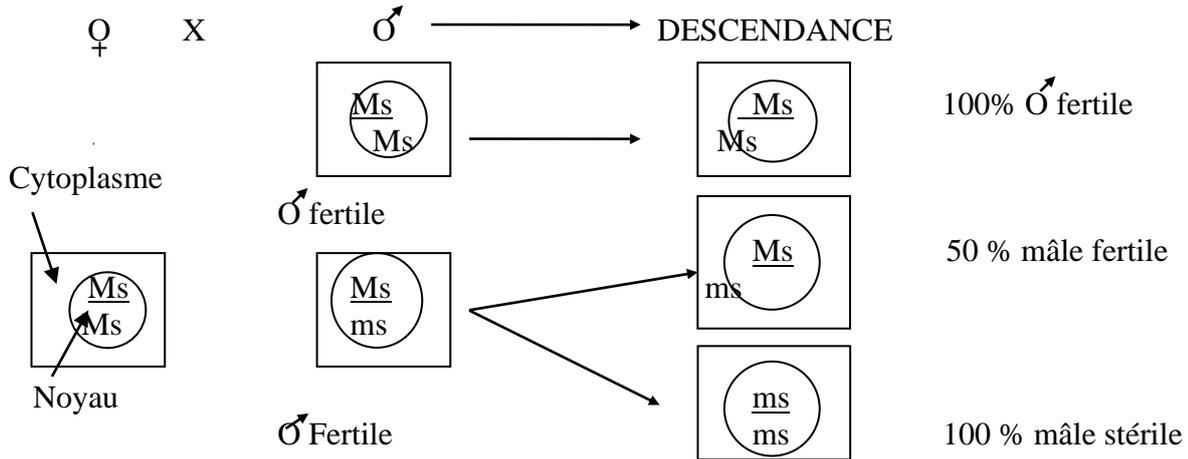
- a) - Pollinisation croisée de plantes se propageant par voie végétative et de clones auto-incompatibles
- b) - Simples, doubles et triples croisements (ex. Brassica).



- a/ - Le taux de grains de pollen viables
- b/ - Le taux de grains formés.

Les gènes sont généralement récessifs (ms), leurs allèles (Ms) entraînant la fertilité. Par conséquent, seules les plantes homozygotes récessives (ms) sont ♂ stériles.

ms

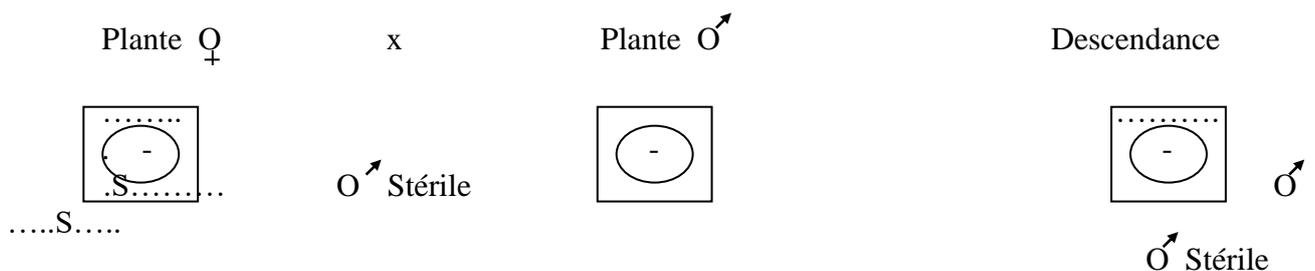


1.1) - L'utilisation de l'Androsterilité Génique :

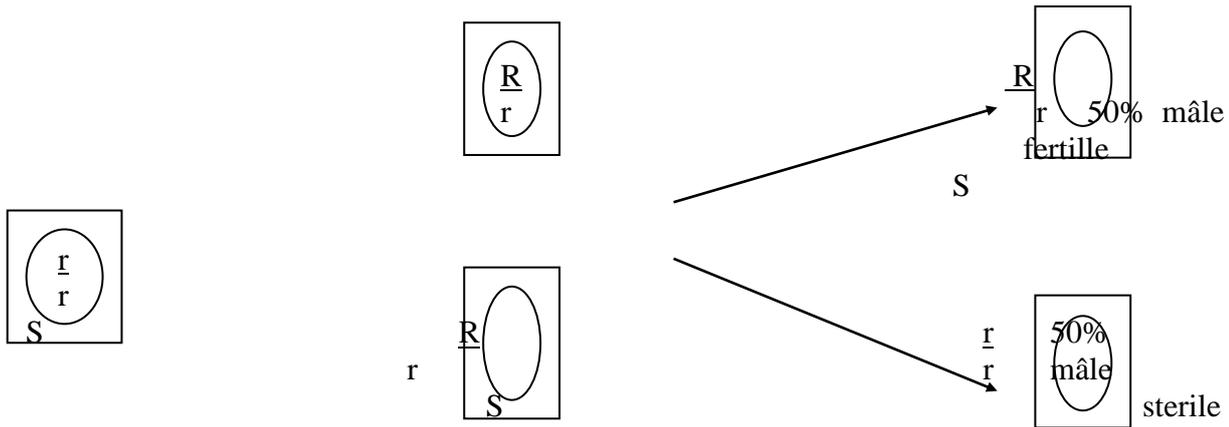
- Elimine l'émasculation dans les hybridations.
- Accroît la pollinisation croisée naturelle dans les espèces autogames.
- Facilite la production de graines hybrides commerciales.

2.) - Androstérilité Cytoplasmique :

Elle est contrôlée par le cytoplasme, un facteur cytoplasmique S entraîne la stérilité des descendants quelque soient les génotypes parentaux. Elle peut être influencée par des gènes des chromosomes. En effet le cytoplasme des descendants provient de la plante mère et porte le facteur S.



- 3.) - Androstérilité Géno-Cytoplasmique :



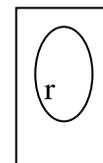
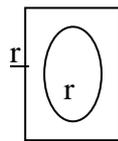
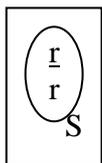
partiels »
mâle stérile X

mâle fertile

On appelle aussi « restaurateurs

partiellement
restaurateur
de fertilité

des génotypes portant des gènes
modificateur du gène R et donnant des
descendances à fertilité restaurée à plus
de 5 à % et - 100 %.



mâle fertile (car pas d'effets conjugués)

mâle stérile x non restaurateur de fertilité 100 % mâle stérile = maintenir de stérilité

- **Hérédité de la stérilité mâle à contrôle cytoplasmique et génétique.**

LES MUTATIONS

La mutation est un événement génétique créant une modification de l'information transmissible.

La mutation est un phénomène rare; au niveau de l'unité génétique élémentaire (gène) le taux de mutation spontanée par génération est de l'ordre de 10^{-5} à 10^{-6} .

Toutefois les mutations ne sont transmissibles à la descendance que lorsqu'elles atteignent les lignées cellulaires qui donneront naissance aux cellules sexuelles.

La classification des mutations peut être faite en fonction de la dimension de l'élément biologique atteint.

On distinguera ainsi :

1) - **LES MUTATIONS GENIQUES :**

Transforment le gène ou un gène allèle ayant une structure et une fonction modifiée.

La plupart des mutations ont des effets néfastes et sont progressivement éliminées par sélection. D'autres ont des effets faibles et augmentent la diversité génétique.

Les mutations géniques sont ainsi des forces évolutives qui permettent à la fois :

- La création d'allèles conduisant à l'enrichissement génétique global qui caractérise l'évolution.

- La modification des fréquences alléliques provenant de la diversification des populations.

2) - **LES MUTATIONS CHROMOSMIQUES :**

Sont des modifications de plus grande amplitude et de nature différente, intervenant sur le chromosome.

Elles peuvent porter :

- Sur les structures chromosomiques et se traduisent par des pertes de matériel génétique ou par des réarrangements de séquences de gènes qui peuvent entraîner des modifications des fonctions physiologiques (délétion – addition translocation).

- Sur les effectifs chromosomiques (aneuploïdies) : Elles provoquent des pertes de chromosomes entiers (nullisomie) qui deviennent généralement délétères portent sur plus d'une paire de chromosomes ; elles traduisent ainsi par des additions de chromosomes (polysomie).

3) - **LES MUTATIONS GENOMIQUES :**

Sont des variations du degré de ploïdie. Le génome est l'ensemble chromosomique (n chromosomes rencontré dans les gamètes).

La mutation haploïde naturelle (n chromosome) entraîne une forte baisse de viabilité et la sélection naturelle entraîne généralement l'élimination des individus porteurs. La mutation inverse se traduit par la multiplication du génome ou polyploïdie ($4n =$ tétraploïdies, $6n =$ hexa ploïdie, $8n =$ octoploïdie...)

- Le rôle du cytoplasme :

L'essentiel de la variation incombe au matériel génétique nucléaire, regroupé dans les chromosomes ; Cependant un rôle dans l'hérédité est également reconnu au cytoplasme, et en particulier à certains organites cytoplasmiques qui contiennent du matériel génétique analogue à celui du noyau (ADN-ARN) et sont doués de continuité génétique, c'est à dire qu'ils peuvent être transmis à la descendance. Il s'agit principalement des mitochondries et des chloroplastes, mais aussi de l'ergastoplasme....

Cette hérédité extra chromosomique est généralement mise en évidence lorsque les croisements réciproques entre 2 parents ont lieu.

PRINCIPES DE L'AMELIORATION GENETIQUE DES PLANTES

De même que l'évolution naturelle est basée sur l'exploitation de la variation apparue spontanément par mutation, la sélection végétale repose sur la variabilité génétique. Par conséquent :

- 1 - La variabilité existante doit être préservée
- 2 - Une variabilité nouvelle peut être créée
- 3 - La variabilité (disponible ou créée) est utilisée.

A) Protection de la variabilité génétique " BANQUE DE GENES "

La sélection humaine qui est avant tout une recherche d'une meilleure adaptation des plantes aux conditions de la culture et des marchés, tend à réduire la variabilité génétique.

En effet, les variétés populations locales multiples et hétérogènes sont progressivement remplacées par des variétés modernes, plus homogènes, recherchant une haute productivité au détriment de la diversité et de la faculté d'adaptation.

Ce passage de variétés primitives aux cultivars modernes restreint fortement la richesse génétique, pour quatre raisons principales :

- La sélection pour l'uniformité
- La sélection pour des caractéristiques spéciales (résistance aux maladies).
- La sélection à partir de réservoirs génétiques limités.
- La tendance pour certaines cultures à une artificialisation du milieu (serres) attenant les différences naturelles.

Ainsi le travail d'amélioration de la diversité des plantes réalisé par la nature durant des milliers d'années est menacé.

Ce processus d'appauvrissement du patrimoine biologique pourrait avoir de graves conséquences sur les progrès futurs.

Ces préoccupations sont apparues assez graves pour la création d'organisations de collecte et d'entretien des ressources génétiques qui comprennent pour une espèce donnée différents groupes génétiques :

- Les populations ou races de pays
- Les cultivars évolués
- Les mutants et variants
- Les espèces sauvages apparentées.

De véritables "**Banques de Gènes**" se sont ainsi constituées sous forme de collections mondiales entretenues ou financées par des organismes internationaux (FAO, O.C.D.E.) ou nationaux, telles que à titre d'exemple :

- Conservatoire National de fort Collins (Colorado) + un ensemble de stations fédérales et inter régionales.
- Institut N.I. Vavilov à Leningrad (URSS).
- I.R.R.I. au Phyllippines et CIMMYT au Mexique.

- Centre régional pour 6 pays du Moyen Orient à Izmir (Turquie).
- Les centres de Bari (Italie), De Braunschweig en R.F.A....

Ces centres ont de nombreuses missions : rechercher, introduire, préserver, évaluer, cataloguer, multiplier et distribuer aux sélectionneurs le matériel génétique.

La réalisation et l'entretien de ces collections posent de nombreux problèmes, tel que par exemple :

- Eviter par des "quarantaines" et des désinfections l'introduction de parasites transportés par le matériel importé.
- Entretenir les espèces sans - génétique importante
- Assurer la reproduction annuelle des espèces qui ne possèdent pas de formes de conservation de longue durée (plantes annuelles à multiplication végétative, ie. pomme de terre).

- CREATION D'UNE VARIABILITE GENETIQUE NOUVELLE

La recherche d'une variation génétique nouvelle peut être engagée par deux voies :

- 1- En créant de toutes pièces cette variation par la mutation provoquée (mutagénèse).
- 2- En introduisant la variabilité présente chez des espèces voisines, par hybridation interspécifique.

1- La Mutagénèse :

Comme pour la mutation naturelle, la mutagénèse pourra affecter des unités génétiques plus ou moins importantes (gènes, chromosomes, génomes).

Les effets recherchés sont généralement des mutations ponctuelles (géniques) ou des variations du génome (polyploidie, haploïdie).

a) La mutagénèse simple :

La mutation induite provoque les mêmes effets que les mutations spontanées ; elle ne peut être dirigée et touche aveuglément le matériel génétique, provoquant plus d'altérations nuisibles que de changements bénéfiques. Les mutants indésirables sont par conséquent à éliminer pour ne retenir que ceux recherchés.

Les agents mutagènes :

(Radiations ionis- Les physiques antes mutagènes) : les premiers agents mutagènes utilisés ont été les rayons x et ultraviolets par PIRANOV 1992 (ITALIE), puis MULLER et STADLER 1927 (USA).

Actuellement des radiations électromagnétiques les plus utilisées sont les rayons x, et UV dont les longueurs - varient de 0,01 nanomètres (X, à 2000 nanomètres (UV). Les doses de radiation sont actuellement exprimées en **rad** (radiation absorption dose).

- Les mutagènes chimique : sont d'emploi relativement plus aisé, en dépit de la haute toxicité à forte concentration de certains d'entre eux. Par leur similitude ou leur réactivité avec certains constituants chimiques du matériel génétique, ils provoquent des altérations des acides ribonucléiques (A-D-N), porteurs de l'information héréditaire :

- **Les analogues structuraux des bases azotées de l'ADN** entraînent des erreurs d'appariement à la suite de leur incorporation (ex : 5 Bromo-Uracile, analogue de la thymine, 2 amino-purine, analogue de l'uracile....)

- **Les agents d'alkylation** agissent en modifiant les groupes phosphates ou les bases azotées puriques et pyrimidiques.

- **Le gaz moutarde** ou ypérite étant le plus anciennement connu et les plus fréquemment utilisés sont les sulfonâtes (esters de l'acide sulfonique) et notamment le **méthane sulfonâtes d'éthyle (M.S.E)** ;

- **Les peroxy des organiques et même l'eau oxygénée, les substances desaminantes** (acide nitreux ou l'hydroxylamine...).