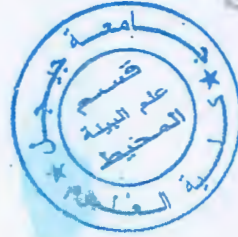


République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche

Université de Jijel  
Faculté des Sciences  
Département d'Ecologie Végétale et Environnement

جامعة جيجل  
كلية العلوم  
قسم علم البيئة النباتية و المحيط



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme  
d'étude supérieure en biologie et physiologie végétale

Option : Biologie et physiologie végétale

Thème

Etude des méthodes classiques et  
nouvelles d'amélioration des céréales  
appliquées au blé

Membres de jury:

Président : M<sup>elle</sup> KHENNOUF .H

Examinatrice : M<sup>me</sup> BENERIDJA .L

Encadreur : M<sup>r</sup> CHAHREDINE .S

Réalisé par :

Boulaaba Souha  
Brahmi Soumia

Session : Juin 2008.

Numero d'ordre....

# Remerciements

*Avant toute chose, je tends à exprimer mes reconnaissances et adresser tous mes remerciements,*

*Premièrement et avant tout, à mon dieu pour nous avoir aidé pendant tout le cycle de mes études et m'a donné la volonté et le courage pour terminer ce modeste travail.*

*Nous remercions très chaleureusement M<sup>r</sup>. Chahreddine. S, notre encadreur, qui m'a guidé et suivi tout au long de ce travail et nous remercions :*

*Le président de jury M<sup>lle</sup> Khennouf. H et l'examinatrice M<sup>me</sup> Benfridja. L pour avoir accepté de faire partie de jury de ce modeste travail.*

*A tous les enseignants de la faculté des sciences, département d'écologie et l'environnemental surtout M<sup>r</sup> Bouldjedri.*

*A la promotion de biophysologie végétal (2008).*

*A tous ceux qui ont participé de pré ou de loin à la réalisation de ce travail*

*Finalement, un gros merci pour nos amis et nos collègues pour leur soutien moral.*

*SOUHA ET SOUMIA*

## LISTE D'ABRÉVIATION

- **ADN** : Acide DésoxyriboNucléique.
- **PGM** : Plantes Génétiquement Modifiées
- **Valeur** : En millions de dinar.
- **Quantité** : En tonne.
- **INRA** : Institut National de Recherche Agronomique.
- **FAO**: Food and Agriculture Organisation of the united nation, Italie.
- **F1** : Hybridation de première génération.
- **N**: Génération.
- **B C**: Back Cross.
- **SSD**: Single-Seed-Descent (sélection par foliation mono graine).
- **CTA** : Centre Technique de Coopération Agricole.
- **SAM**: Sélection assistée par marqueurs.
- **IAEA**: International Atomic Energy Agency, Autriche.
- **Pb**: Poid de biomass.
- **Banque ABC** : Chifre génétique.

---

**LISTE DES TABLEAUX**

<b>TABLEAU N°I</b> : les principaux céréales produites dans le monde en millions de tonnes.....	9
<b>TABLEAU N° II</b> : répartition géographique de la production de céréales 2001. ....	10
<b>TABLEAU N°III</b> : les principales céréales exportée en millions de tonnes.....	11
<b>TABLEAU N°IV</b> : la production de céréales en Algérie 2002.....	11
<b>TABLEAU N°V</b> : : consommation des céréales en Algérie2000.....	14
<b>TABLEAU N°VI</b> : exemple du protocole de création de la variété de blé d'hiver.....	30
<b>TABLEAU N°VII</b> : exemple de variétés portant des caractères issus de mutagènes induits.....	32
<b>TABLEAU N°VIII</b> : exemple de variétés cultivées portants des caractères introduits par hybridation interspécifique. ....	34
<b>TABLEAU N° IX</b> : quelques exemples de variétés obtenues par haplodiploidisation.....	38

## Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
--------------------------	----------

**Chapitre I Généralité sur le blé**

I- Cycle biologique.....	3
I-1-La période végétative.....	3
I-2-La période reproductrice.....	3
I-3-La période de maturation.....	4
II- Les caractères morphologiques de blé.....	4
II-1-Le grain.....	4
II-2-L'appareil végétatif.....	5
II-2-1-Le système aérien.....	5
II-2-2-Le système racinaire.....	5
II-3-L'appareil reproducteur.....	5
III- Les objectifs de l'amélioration.....	6
III-1-La résistance aux parasites.....	6
III-1-1-Cas des parasites présentant une interaction avec l'hôte.....	6
III-1-2-cas des parasites présentant une faible interaction avec l'hôte.....	6
III-2-La résistance à l'hiver.....	7
III-2-1-Les paramètres phénologiques.....	7
III-2-2-Les paramètres morpho physiologiques.....	8
IV- Les céréales dans le monde.....	8
V- Les céréales en Algérie.....	11
V-1-Importance sur le plan spatiale et économique.....	11
V-2-L'importance des céréales sur le plan nutritionnel.....	12
VI- Principales contraintes des production des céréales.....	13

**Chapitre II Les méthodes classiques d'amélioration des céréales**

II-1-Généralités sur l'amélioration de blé dur.....	16
II-1-1-Historique.....	16
II-1-2-Principe d'amélioration génétiques des plantes.....	17
II-1-2-1-Théorie des lignées pures.....	17
II-1-2-2-Variétés ou population locales.....	17
II-1-2-3-Les modes de reproduction et amélioration des plantes.....	18
II-1-2-3-1-Mode sexuée.....	18
II-1-2-3-2-Mode asexuée.....	19
II-2-Méthodes d'amélioration classiques.....	19
II-2-1-Méthodes traditionnelles utilisés dans l'amélioration génétique de blé.....	20
II-2-2-Les types de sélection.....	20
II-2-2-1-Amélioration directe du rendement et de sa stabilité.....	20
II-2-2-2-Amélioration indirecte.....	21
II-3-Méthodologie de la sélection.....	22
II-3-1-La sélection massale.....	22
II-3-2-La sélection généalogique.....	23
II-3-3-Comparaison entre la sélection massale et la sélection généalogique.....	24

II-4-Sélection après hybridation.....	24
II-5-Sélection par la méthode pedigree.....	25
II-6-Sélection par la méthode bulk.....	26
II-7-Sélection par la méthode SSD.....	26
II-8-Back cross.....	27
II-9-Exemple d'un programme de sélection.....	29

### **Chapitre III Les méthodes nouvelles d'amélioration des céréales**

III-1-Exploitation de mutants spontanés et création de mutants.....	30
III-2-Production et exploitation des plantes polyploïdes.....	31
III-3-Création des exploitation d'hybrides interspécifiques.....	32
III-3-1-Transfert de gènes par hybridation interspécifique.....	32
III-3-2-Transfert à partir d'espèces ayan des génomes homéologues.....	34
III-4-Hybridation somatique.....	34
III-5-Transgénèse.....	35
III-5-1-Méthodes facilitant ou accélérant la création variétales.....	36
III-5-1-1-Haploidiploidisation.....	36
III-5-1-2-La culture in vitro.....	37
III-5-2-Les méthodes de multiplication végétatives in vitro.....	38
III-5-2-1-Le micřobouturage.....	38
III-5-2-2-Culture des ovaires.....	39
III-5-2-3-Culture des cellules et des tissus.....	39
III-5-2-4-Marquage moléculaire.....	39
III-6-Utilisation des marqueurs moléculaires dans les programmes d'amélioration de blé.....	40
<b>Conclusion.....</b>	<b>42</b>

# Introduction

### **Introduction**

Les céréales ont constitué la base de l'alimentation humaine depuis la découverte de l'agriculture. Le rôle des céréales fut tel dans l'histoire qu'il y eut une concordance entre le développement de certaine civilisation et la culture des céréales. Le riz en Extrême-orient, le blé et l'orge de l'Inde à l'Atlantique, le seigle et l'avoine en Europe orientale septentrionale, le maïs en Amérique, le millet et le sorgho en Afrique (Anonyme, 2003).

L'histoire de la domestication et l'introduction des céréales dans l'alimentation humaine sont étroitement liées à la sédentarisation de l'espèce humaine. Elle marque l'entrée de l'homme dans la civilisation. La domestication est le résultat d'une succession de choix ; conscients ou non, de mutations spontanées améliorant la culture, la récolte, ainsi que les qualités de consommation et de conservation des produits récoltés. Les stratégies d'amélioration des plantes sont suivies de puis deux siècles. Elles se sont appuyées sur des progrès apportés par les connaissances et les techniques biologiques ou par les outils de mesure. (Varoquaux et Pelletier, 2002) in (Barakat, 2005).

La consommation mondiale de céréales qui est un indicateur de croissance économique, dépasse désormais deux milliards de tonnes par an.

Les productions de blé, de riz et de maïs se sont développées simultanément (production respectives de l'ordre de 400 millions de tonnes en 1980, de l'ordre de 500 millions de tonnes en 1985) alors que celle de l'orge et de mil-sorgho sont en diminution sur la même période.

En 2020, la production de blé devrait avoir augmenté de 40 %, pour faire face à la demande mondiale, principalement par une augmentation des rendements. Augmenter l'intensité de la production dans les écosystèmes fragiles, serait probablement la seule manière pour l'agriculture de se maintenir au pas avec la croissance de la population (Borlaug et Dowsell, 1997; Pfeiffer et al, 2000) in (Hazmoun, 2006).

L'objectif de tout programme de sélection est l'amélioration de la production de ce fait le rendement en grain est le caractère le plus recherché comme critère de sélection (Bouzerzour, 1998) in (Hafsi, 2000).

Les méthodes de sélection alternent des phases de brassage génétique c'est-à-dire de reproduction générant par recombinaison une nouvelle variabilité et des phases de sélection d'individus



## *Introduction*

présentant les caractéristiques favorables recherchée au sein de cette nouvelle variabilité(Anonyme, 2008).

En effet l'amélioration génétique des variétés a conduit de nombreux chercheurs à s'intéresser à la création de la variabilité génétique pour sélectionner de nouveaux génotypes plus performants, possédants des paramètres de tolérance et d'adaptation aux contraintes environnementales. Les variétés sélectionnées sont une source d'augmentation des rendements quantitatifs et qualitatifs lorsqu'elle est bien utilisée.

Notre étude consiste à l'étude des méthodes classiques et nouvelles d'amélioration des céréales, très particulier le blé pour avoir des objectifs principaux, une productivité, une adaptation et une qualité meilleur.

L'amélioration génétique des plantes cultivées existantes est donc particulièrement importantes, cet objectif ne concerne pas seulement le rendement de ces plantes, mais aussi la quantité de protéine et des autres substances nutritives qu'elles contiennent.

Dans un temps, notre travail est d'aborder quelque problèmes aux différent agents d'amélioration des céréales, soit classique comme la création de cultivars, (variété agricoles), les méthodes de sélection, sélection après hybridation soit nouvelle comme la sélection par haploïdes la culture in vitro, hybridation somatique et les marqueurs moléculaires .Enfin on conclura notre travail par une conclusion générale.

## Chapitre I Généralités sur le blé

### I- Cycle biologique du blé

Le cycle biologique du blé est caractérisé par une succession de phases qu'on peut regrouper en périodes différentes les unes des autres et qui correspondent soit à des transformations quantitatives : croissance qui consiste en une augmentation irréversible des dimensions et du poids des différents organes qui peuvent être mesurés, soit à des transformations de nouveaux organes qui font l'objet d'une notation. Les modifications morphologiques résultent à la fois du processus de croissance et développement qui sont complémentaires et indissociables et sont issues d'une part de l'activité synthétique <sup>et</sup> d'autre part de l'absorption d'éléments minéraux et d'un flux d'eau à travers la plante. (Moule, 1980) in (Hazmoun, 2006).

Le cycle évolutif du blé se fait en trois grandes phases qui sont marquées par plusieurs stades repères dont l'identification se fait essentiellement par repérage sur le maître brin (Jonard, 1952; Feekes, 1954; Baggiolini, 1954 et Zadocks, 1974) in : (Couverur et al, 1984) in (Hazmoun, 2006).

#### I-1- La période végétative

Elle commence de la phase semis-levée à la phase levée-début tallage. Cette dernière se caractérise par les apparitions successives des premières feuilles, impliquées les unes dans les autres au niveau du futur plateau de tallage.

Dès que la quatrième feuille émerge, la talle primaire apparaît à l'aisselle de la feuille la plus âgée : le tallage qui commence pendant cette phase est un simple processus de ramification. Le nombre de talles formées est fonction de l'espèce et du génotype. (Soltner, 1980) in (Belaide, 1986).

#### I-2- Période reproductrice

Elle est caractérisée essentiellement par le passage de l'apex ou bourgeon terminal de la période végétative à une ébauche d'inflorescence (ébauche épi). Elle débute au cours du tallage et comporte trois phases principales la formation des ébauche de l'épi, la spéciation florale (montaison - gonflement) et la méiose fécondation.

### **I- 3- La période de maturation**

Elle s'étend de la fécondation à la maturation complète du grain. Elle est caractérisée par une élongation du dernier entre nœud qui élève l'épi au dessus de la dernière feuille et par l'élaboration des substances de réserve (amidon-proteines) grâce à la migration de ces dernières vers l'albumen des grains. Au cours de cette période de réalisation de ces stades pour un génotype donné, dépendent principalement des caractères génétiques, du stade de semis et du climat (thermo période et photo période en particulier) ; elles semblent, par contre, peu influencées par la nutrition du peuplement selon (Maslé, 1980) in (Blaide, 1986).

## **II- Les caractères morphologiques du blé**

### **II- 1- Le grain**

Le fruit du blé est un caryopse (le grain est soudé aux parois de l'ovaire). C'est un fruit sec indéhiscent.

A maturité, on peut prévoir :

- Des semences nues: à maturité la graine (caryopse) est libre de ses enveloppes.
- Des semences vêtues : le péricarpe (téguments externes) du grain se soude aux glumelles.

Le grain du blé nu de coloration blanchâtre à brunâtre avec un sillon sur la face ventrale. Dans une semence (caryopse) on distingue communément l'amande et les enveloppes qui protègent la graine.

- L'amande est logée à la base du grain et comprend l'ébauche de la plantule et le cotylédon.
- La plantule est formée d'une radicule, d'une tigelle et d'une gemmule.
- L'albumen joue un rôle dans la sortie de la radicule suivie très rapidement de l'émergence du coléoptile. Très rapidement celui-ci grandit essentiellement par élongation cellulaire.

Il protège la première feuille et l'apex caulinaire. Il s'allonge d'avantage chez les plantes cultivées à l'obscurité. Par contre les premières feuilles ont une croissance sensiblement égale à la lumière et à l'obscurité, la différence porte essentiellement sur la couleur (synthèse de chlorophylle et photosynthèse)

## **II-2- L'appareil végétatif**

### **II-2- 1- Le système aérien**

Il est formé d'un certain nombre d'unités correspondant à une zone située à la base de la plante : le plateau de tallage.

La tige est cylindrique, elle est formée d'entre nœuds séparés par des nœuds ou zones méristématiques à partir desquelles s'allongent les entre-nœuds et servent comme point d'attache des feuilles, généralement les entre-nœuds sont creux chez les blés tendres et sont pleins chez les blés durs. Les feuilles sont alternées à nervures parallèles, comportant chacune une portion supérieure et une portion inférieure correspondant respectivement au limbe et à la graine.

### **II-2-2- Le système racinaire**

Le blé dispose de deux systèmes racinaires successifs: un système séminal dont les racines fonctionnent pendant presque toute la vie de la plante (Grigmac, 1965). Les racines ~~de ce nombre~~ peuvent dépasser 6 à 7 racines (Colonne et al, 1988). Ce système séminal est secondé par le système acinaire adventif à partir de primordial situé la base des deux premiers nœuds différenciés de la tige principale (brin-maitre) .Les racines adventives assurent la nutrition de la plante pendant la période active.

### **II-3 - L'appareil reproducteur**

Les fleurs sont groupées en inflorescence qui est composée d'unités morphologiques de base : les épillets. L'épi est constitué d'un axe (rachis) sur lequel sont fixés les épillets.

La fleur comprend trois étamines à anthère en forme x et un ovaire formé d'un seul corporel portant des stigmates plumeux. Chez le blé l'épillet est constitué par une grappe de fleurs enveloppées de leurs glumelles et incluses dans deux bractées appelées les glumes (inférieur et supérieur).

Le blé est autogame, c'est à dire que le pollen d'une fleur pollinise l'ovaire de la même fleur.

### III- Les objectifs de l'amélioration

Les objectifs généraux d'amélioration des céréales vont être tournés vers la diminution des coûts de production, vers une meilleure régularité des rendements et de la qualité et vers une adaptation des caractéristiques des grains aux utilisations industrielles.

La diminution des coûts de la production passe par l'adaptation des variétés à des inter aires techniques faisant intervenir une quantité moindre d'intrants.

La sélection pour la résistance aux champignons parasites permet ainsi d'économiser un, voire deux traitements fongicides.

L'amélioration de la régularité de la récolte en quantité et en qualité est obtenue par la sélection pour la résistance aux variations de l'environnement.

### III- 1- La résistance aux parasites

#### III- 1- 1- Cas des parasites présentant une forte interaction avec l'hôte

Ce groupe rassemble surtout les parasites obligatoires. L'observation de mécanisme génétiques de résistance aux rouilles du blé tendre s'est faite très tôt après la redécouverte des lois de Mendel (Biffen, 1905)in (Gallais et Bannerot ,1992) .Une analyse des systèmes expliquant la variabilité de la relation hôte X parasites conduisit (Flor ,1956)in (Gallais et Bannerot) à émettre l'hypothèse d'une relation gène pour gène entre hôte et parasite.Des observations sur la dynamique des races du parasite en fonction de la nature d'hôte ont également conduit à proposer diverses stratégies d'utilisation de ces gènes de résistances spécifique : dépoulement dans le temps et dans l'espace, accumulation de gènes dans une variété, culture en mélange de lignées possédant des gènes différents (Frey et al, 1973)in (Gallais et Bannerot).

#### III- 1- 2- Cas des parasites présentant une faible interaction avec l'hôte

Ce groupe rassemble la plupart des parasites non obligatoires ou nécrotrophe.La préoccupation des sélectionneurs à été d'essayer d'augmenter le niveau de résistance en recherchant des transgressions dans des croisements intra spécifique, entre espèces voisines et en tentant l'introgession du caractère chez le blé (C

### III-2- La résistance a l'hiver

La survie à l'hiver des espèces cultivées est la résultante de deux actions opposées.

Celles des différents facteurs de l'hiver qui tendent à léser la plante, le premier de ces facteurs étant la survenue de température basse.

Celle de la plante qui s'adapte à ces contraintes, le mécanisme d'adaptation le plus important étant l'endurcissement au froid.

L'expression de la résistance potentielle varie au cours du cycle.

-Le stade coléoptile correspond à une phase critique.

-Reberts (1979) montre qu'une résistance au froid élevée peut s'exprimer dès le stade 1,5 feuille ;

-A partir du début de l'élongation de la tige, la résistance potentielle chute brusquement car le jeune épi en formation devient très exposé ; une température de  $-4^{\circ}\text{C}$  peut déjà causer des dégâts (Blouet et al, 1984) in(Gallais et Bannerot,1992).

L'expression de la résistance potentielle ne peut se faire qu'après endurcissement au froid des plantes. L'élévation des températures provoque la perte d'endurcissement. Ce processus est plus rapide que l'acquisition de l'endurcissement.

Deux grands types de paramètres d'adaptation peuvent être explorés (Monneveux, 1991).

#### III-2-1- Les paramètres phénologiques

Il consiste en l'adaptation du cycle biologique aux contraintes. En condition méditerranéennes, la recherche d'une plus grande précocité a été le moyen le plus utilisé pour éviter les effets du déficit sur le poids du grain.

Cette stratégie a donné des résultats mais présente des limites:

.Réduction de la productivité du fait du raccourcissement du cycle,

.Augmentation des risques de gel d'épis en zone continentale ou d'altitude,

.Réduction de la taille du système racinaire induisant une moins bonne utilisation de l'eau.

### III-2-2- Les paramètres morpho physiologiques

Ils permettent de rendre compte de la tolérance avec un potentiel hydrique. Élevé ou faible. Dans le premier cas il y a réduction des pertes en eau par régulation somatique et enroulement des feuilles avec transfère prioritaire de l'eau vers les organes en croissance. Dans le second cas (faible potentiel hydrique), il y ajustement du potentiel osmotique par accumulation d'ions minéraux et de composes organiques.

Certains accidents sont limités à des périodes précises du développement du blé, d'autres sont visibles pendant l'essentiel de cycle mais avec des symptômes qui évoluent.

Les accidents les plus fréquents et les plus préjudiciables sont décrits pour chacune des 5 grandes périodes de développement de la culture du blé tendre d'hiver (Anonyme, 2001).

Parmi les fongicides, les triazoles appliquées en traitement de semence agissent sur l'équilibre hormonale de la plantes .Elle peuvent donc perturbé la germination et ainsi conduire à des manques ou à des retards à la levées .Une réduction de la taille du rhizome et une réduction du tallage sont aussi des phénomènes couramment observées avec ces matières actives.

## IV- Les céréales dans le monde

La consommation mondiale de céréales qui est un indicateur de croissance économique, dépasse désormais deux milliard de tonnes par an .On comprend mieux dans ces conditions qu'un hectare de terre arable sur deux dans le monde, soit destine à la culture des céréales et que celles-ci constituent le groupe de produits agricoles le plus échangée sur les marchés internationaux

La production mondiale de céréales est stable aux alentours de 2 milliards de tonnes depuis 1996, après avoir augmente régulièrement de 1980 (1,55 milliard de tonnes) à 1996.

Cette production est principalement constituées de trois céréales: blé, riz et maïs qui représentent chacune environ 600 millions de tonnes. Viennent ensuite l'orge (135 millions de tonnes) et mil-sorgho (88 millions de tonnes).

La production de blé, de riz et de maïs sont développées simultanément (production respective de l'ordre de 400 millions de tonnes en 1980, de l'ordre 500 million de tonnes en 1985) alors que celles de l'orge et de mil-sorgho (88 millions de tonnes).

La production mondiale de blé devrait reculer à 610,40 millions de tonnes (Mt) en 2007/08, en baisse de 1,87 Mt par rapport aux 612,27 Mt prévus en juillet, a indiqué le rapport mensuel sur

l'offre et la demande mondiales que publie le département américain de l'Agriculture (USDA).  
(Anonyme : 2008).

**Tableau I:** Les principales céréales produites dans le monde en millions de tonnes.

	1998	1999	2000	Moyenne 1998-2000	Part
Maïs	615	606	593	605	29 %
Riz paddy	579	610	601	597	29 %
Blé	593	589	585	589	28 %
Orge	138	128	135	134	6 %
Mil-sorgho	91	88	85	88 %	4 %
Total	2083	2084	2069	2077	100 %

(Anonyme 2003)

La production mondiale est géographiquement très concentrée, puisque l'Asie représente près de la moitié de cette production et que la Chine et l'Inde représentent ensemble 65 % de la production asiatique. Le reste de la production est également distribué avec une part mondiale de 16 % par les états unis de 10% par l'Union européenne de 7 % par l'Amérique latine.



**Tableau II:** Répartition géographique de la production de céréales 2001.

Zone géographique	Production en millions de tonnes	Part mondiale	Principales céréales
Asie	987	47 %	Riz 55 %, blé 27%, maïs 16 %
Chine	404	19 %	
Inde	231	11 %	
Etats –Unis	325	16 %	Maïs 77 %, blé 16 %, Riz 3 %
Union européenne	202	10 %	Blé 45 %, Orge 24 %, maïs 20 %
Amérique latine	150	7 %	Maïs 57 %, blé 18 % Riz 15 %
Afrique	116	5,5 %	Maïs 36 %, mil-sorgho 29 %, blé 16 %, riz 15 %

(Anonyme 2003).

Les échanges mondiaux de céréales sont de l'ordre de 260 millions de tonnes sur la période 1998-2000, soit environ 13 pour cent de la production. Cette part de la production échangée est toutefois, très variable selon les céréales. En effet, si les productions de blé, riz paddy et maïs sont presque équivalentes, il en va tout différemment pour les volumes mondialement échangés : les échangés de blé portent sur plus de 110 million de tonnes, ceux du riz essentiellement réalisés sous forme de riz décortiqué, sur moins de 30 millions de tonne.

**Tableau III:** Les principales céréales exportées, en millions de tonnes.

	1998	1999	2000	Moyenne 1998-2000	Part
Blé	109	114	117	113	43 %
Maïs	76	79	82	79	30 %
Riz	31	27	25	28	10 %
Total	256	266	271	264	100 %

(Anonyme 2003).

## V- Les céréales en Algérie

### V-1- Importance des céréales sur le plan spatiale et économique

La production des céréales en Algérie reste instable d'une année à l'autre, la couverture actuelle par la production nationale varie entre 15 et 60 % (Anonyme 2003).

**Tableau IV :** La production de céréales en Algérie 2002.

	Production (tonne)
Blé	2010500
Orge	573000
Maïs	1500
Riz	300
Céréales	2630000

(Anonyme 2003).

Le coût des importations de céréales et des farines en constante progression, constitue 30% à 33% des importations agricoles 11 % à 15 % des importations totales.

La superficie emblavée par an en céréales varie entre 2,9 et 3,5 millions d'hectares avec une prédominance en blé dur (43,5 %) ; la superficie récoltée se situerait entre 2,5 et 3,1 millions d'hectares, soit une perte équivalente à 400 000 ha. Le sol céréalier est localisé dans des zones à faible potentialité (moins de un million d'hectares reçoivent plus de 450 mm de pluie).

## V-2- Importance des céréales sur le plan nutritionnel

Les produits céréaliers, élément de base de la ration alimentaire moyenne de l'algérien, constituent 60 % des calories, 69 % du totale de protéine et 88 % de protéines végétales. La consommation des céréales est passée de 150 Kg en 1976 à 227 Kg en 2001.

Le régime alimentaire en Algérie reste largement déterminé par la disponibilité des produits (fabriqués localement ou importés et l'accessibilité de leur prix par le consommateur ; c'est ce qui explique la prédominance de la part des produits céréaliers dans le totale calorique dont bénéficie le citoyen algérien. Trois familles de produits de constituantes différentes ~~et~~ sont distingués :

- Les semoules, les pattes de blé dur et la farine dont, les matières minérales, l'amidon, les protéines et les lipides constituent en plus de l'eau la quasi-totalité des éléments nutritifs.
- Les biscuits qui apportent essentiellement des calories et un taux de protéines de 7 à 8 %.
- Les éléments de sevrage (supéramine) qui apportent 387 calories pour 180 g de farine et 20 % protéines.

**Tableau VI:** consommation de céréales en Algérie (2000).

	Consommation (kg \habitants)
Blé	189,3
Maïs	18,8
Ris	1,8

(Anonyme 2003).

## VI- Principales contraintes de production des céréales

Depuis le moment de leur initiation au sein de l'épi jusqu'au passage au moulin ou à l'usine, les grains de céréales sont soumis à des contaminations par des microorganismes, bactéries, levures, champignons, parasites ou moisissures saprophytes :

Si les conditions climatiques dans la période précédant la récolte influent considérablement sur la nature et le nombre des microorganismes portés par le grain, il est clair que les opérations de battage et éventuellement de séchages sont à l'origine de mélange et de contamination secondaire qui confèrent aux grains de blé stockés une microflore sensiblement différente de celle du grain au champ.

Pendant la conservation, la microflore du grain puis celle des produits de nature se modifie encore avec le temps. Différents schémas évolutifs sont possibles, du plus souhaitable qui correspond au grain sec dont les microorganismes disparaissent progressivement au plus redouté se traduisant par l'étouffement du grain, témoins d'une altération profonde des qualités nutritionnelles, technologiques et organoleptiques et à l'extrême, à la destruction pure et simple du grain par auto combustion.

Les maladies des céréales influent sur la stabilité du rendement des différentes variétés et sur la qualité des grains récoltés, ces maladies sont surtout présentes sur le littoral et les plaines sublittorales. Les plus virulentes sont dues à la rouille noire, à la septoriose, à la rouille jaune, à la rouille brune, à loidium, au piétin et à la fusariose.

Les besoins nationaux à l'horizon 2005 en céréales sont estimés à 8 millions de tonnes dont 2,2 millions de tonnes pour l'alimentation animale (Anonyme 2003).

### -Les rouilles

Ce sont des maladies provoquées par des champignons basidiomycètes du genre «Puccinia». Leur développement se poursuit sur d'autres plantes que les céréales. Leurs spores d'hiver se conservent sur des chaumes. Ces spores germent et donnent des basidiospores qui ne peuvent se développer sur les céréales (Nyabyenda, 2005).

#### - La rouille noire

(Puccinia Triticis) est favorisée par l'eau et la chaleur. Les blés à courte paille : Strampelli Inia, Siete-Cerros et Saba résistent à cette maladie.

### **-La rouille Jaune**

Causé par «*Puccinia striiformis* » (*Puccinia. Glumarum*) est de loin la maladie la plus dommageable du blé au Rwanda et au Bumdi (Nyabyenba, 2005). Les variétés Florence –Aurove et Sonora (Mexique) sont sensibles à cette maladie.

### **-rouille brune**

Causé par «*Puccinia Recondita* » (*Puccinia Triticina*) est celle qui provoque les dégâts.

Des essais de contrôle de la rouille par les méthodes chimiques menés au Rwanda ont montré que le dithane M 45 inhibe la rouille jaune et la rouille brune et que le peltan peut diminuer l'incidence de la rouille jaune et de la septoriose. Néanmoins, le meilleur moyen de contrôle de la rouille est l'utilisation des variétés résistantes, (Nyabyenba, 2005).

### **-La septoriose**

Causée par «*Septoria Nodorum* » et «*S.tritici* » s'attaque au blé, à l'orge. Il peut s'attaquer à la jeune plantule et forme sur les jeunes feuilles des taches ovales brunes.

Il y a enroulement de la jeune plantule.

### **-La fusariose**

La fusariose est l'agent de la fente des semis des céréales. Il se maintient sur le grain (poil et sillou) ou dans le sol. La plante attaquée s'étiolle et finit par mourir.

### **-Les piétins**

Il s'attaque à la base des chaumes et des racines. Il existe essentiellement deux parasites : le piétin verre et le piétin échaudage.

### **-Le charbon nu de blé**

La maladie ne se manifeste que peu avant le moment où l'épi sort de la graine. La dernière feuille avant l'épi jaunit nettement, les épillets dès la sortie de l'épi apparaissent détruits et remplacés par une poudre noire (spores) que le vent dissémine facilement.

**- La carie du blé**

Cette maladie ne se manifeste qu'à l'épiaison, l'épi carié se reconnaît au stade floraison par un port dressé, car plus léger, ébouriffés par une couleur verte bleutées plus persistante, par une absence d'anthere. Les grains cariés sont remplis d'une poudre noire à odeur de poisson pourri. Cette poudre altère l'aspect et la saveur de la farine qui devient immangeable. Les spores commencent également leur développement et contaminent la plantule à la base de la tigelle. Le mycélium se développe dans la plante sans gêner la croissance et ne se manifeste de nouveau qu'après l'épiaison (Nyabyenda, 2005).

# Chapitre II

## **Chapitre II : Les méthodes classiques d'amélioration des céréales**

### **II-1-Généralité sur l'amélioration de blé dur**

#### **II-1-1- Historique**

La domestication des plantes commencée il ya plus de 9000 ans, est l'une des grandes réalisations de l'homme. Nos connaissances actuelles sur les différentes étapes de la domestication des plantes se basent sur des données archéologique et historiques (Zahour ,1992).

Depuis la préhistoire les espèces cultivées ont été modelées en fonction des besoins et des intérêts de l'homme pendant des millénaires. Cela c'est traduit par une sélection de manière intensive en vue de répondre aux besoins alimentaires des populations de cette région. Toutefois les conditions climatiques spécifiques de ces pays, notamment le stress hydrique lié parfois à l'irrégularité des pluies et le stress thermique, restreignent considérablement le développement du blé dur.

Cette culture est soumise à des régimes pluviométriques variables et bien souvent faibles qui se traduisent par des contraintes hydriques fortes et erratiques.

Cet environnement hydrique stressant impose une limite à l'expression des caractères favorables. Depuis seulement quelque décennies l'amélioration des plantes est devenue une activité scientifique basée d'abord sur l'exploitation de la variabilité génétique naturelle et depuis peu sur la connaissance croissante du fonctionnement du génome des plantes dans leur environnement (Dib et al ,1995).

L'homme a toujours cherché de façon empirique et bien avant de connaître les lois de l'hérédité à domestiquer et améliorer les végétaux qu'il consommait en sélectionnant les plantes les mieux adaptées à ses besoins.

La compréhension des mécanismes de transmission des gènes contrôlant les caractères d'intérêt a permis à l'homme de cumuler d'une façon beaucoup plus efficace les caractères agronomiques les plus intéressants dans les variétés qu'il cultivait (Bouazza ,2003).

#### **II-1-2- Principes d'amélioration génétique des plantes**

Les méthodes de sélection entrent dans des programmes à long terme, un programme de sélection peut demander une dizaine d'années et ne débouche pas toujours sur un produit commercial. Il s'agit donc souvent d'un investissement lourd car il peut mobiliser des



surfaces importantes et une main d'œuvre nombreuse et qualifiée. Les équipes comprennent généralement un responsable de sélection, souvent ingénieur agronome, et des techniciens chargés de procéder à la mise en place et au suivi des cultures. Un sélectionneur peut difficilement suivre plus de 12000 lignées annuellement d'où la taille importante des sociétés semencières (Doré et Varoquaux, 2006).

L'amélioration des céréales répond à plusieurs nécessités que le sélectionneur possède un savoir faire qui est le fruit d'un bagage scientifique multidisciplinaire, comme la connaissance de la biologie de la plante concernée par l'amélioration et son mode de reproduction ainsi que des lois génétiques qui gouvernent les caractères quantitatifs et qualitatifs et les différentes maladies constituant un handicap pour une production élevée de qualité meilleure.

### **II-1-2-1- Théorie Des Lignées Pures**

Les premières hybridations de blé ont été réalisées par Raynbird 1851. Il a été suivie par Henry de Vilmorin en 1873, mais c'est surtout à partir du concept de lignée pure défini par Johannsen en 1903 que la sélection généalogique a été mise au point, dans un premier temps à l'intérieur des populations puis a partir de croisement. (Gallais et al, 1990).

Johannsen a réussi à établir différentes lignées pures une fois une lignée pure établie la sélection à l'intérieur de celle-là n'est plus efficace.

Toutefois la variabilité observée à l'intérieur d'une lignée pure est d'origine environnementale.

Johannsen a conclu que la variété -princesse de l'haricot- était constituée d'un mélange de lignées pures. Il a défini la lignée pure comme étant la descendance par autofécondation d'une plante autogame homozygote (Zahour ,1992).

### **II-1-2-2- Variétés ou population locales**

Les céréales a paille, sauf le seigle ; sont autogames de manière très prépondérante. Les cultures de céréales étaient constituées de population diversifiées (mélange de génotypes essentiellement homozygotes) ayant évolué dans des conditions climatiques et culturelles particulières (Gallais et al, 1992). La plupart des variétés locales ne sont pas adéquates pour les types modernes de culture. Souvent, elles ne répondent pas à l'amélioration des conditions culturales.

Une addition d'azote par exemple, peut induire la verse chez la plupart des céréales. Une autre particularité importante des variétés locales est d'avoir généralement de faibles potentiels de production (Zahour, 1992).

Une population autogame présente généralement une variabilité exprimée assez faible. Elle devra réunir toute la diversité génétique susceptible d'être exploitée pour l'amélioration de l'espèce envisagée (Bouillon et al, 2002). Du point de vue de l'amélioration des plantes, une variété peut être considérée comme une population artificielle à base génétique étroite, de caractéristiques agronomiques assez bien définies et reproductible de façon plus ou moins stricte.

Selon un mode de production déterminé il y a cinq grands types de variétés seront envisagés :

- 1- les variétés populations : Formées par la multiplication en masse.
- 2- les variétés synthétiques : Population artificielles résultant de la multiplication sexuée.
- 3- les variétés hybrides : Résultent du croisement contrôlé de deux parents.
- 4- les variétés lignées fixées : Elles sont en théorie formée d'un seul génotype homozygote.
- 5- les variétés clones ou leur équivalent : Elles correspondent à la production d'un seul génotype et obtenues par multiplication.

Le but de l'amélioration des populations est d'augmenter la valeur moyenne de variété) (Gallais, 1990).

### **II-1-2-3- Les modes de reproduction et amélioration des plantes**

La stratégie suivie par le sélectionneur pour l'amélioration d'une espèce végétal donné dépend du mode de reproduction de cette espèce .la reproduction des plantes implique soit un mode sexuée, soit un mode asexuée, soit une recombinaison des deux modes suivant :

#### **II-1-2-3-1- Mode sexuée**

La reproduction sexuée est réalisé par la fécondation d'un gamète femelle (l'oosphère) par un gamète mal (un anthérozoïde porté par le pollen) donnant un œuf ou zygote a  $2n$  chromosomes .Cette fécondation peut se faire entre gamètes produits par le même individus (autogamie) ou par deux individus différents (allogamie).

Certaines espèces à reproduction sexuée sont autogames .Ce sont par exemple, le blé, l'orge, Le riz, les individus qui les composent proviennent de générations successives d'autofécondation et sont donc homozygotes pour la quasi-totalité de leur gène.

La variabilité génétique est répartie dans l'espèce parmi une multitude de lignée pures qui, prise deux, soit relativement proches l'une de l'autre.

D'autres espèces sont allogames par exemple le maïs, le seigle et les individus qui les composent sont hétérozygotes.

### **II-1-2-3- 2- Mode asexuée**

La reproduction asexuée naturelle qui a recours à des développements embryonnaires à partir de cellules gamétiques mais sans qu'interviennent les processus habituels de méiose et de fécondation est souvent considérée comme anecdotiques dans la nature car peut fréquente et pas toujours couronnée de succès.

La multiplication végétative de certains espèces utilisée quand l'espèce en question ne produit pas produit très peut de graines , ce qui rend impossible ou nom économique l'utilisation de la semence pour autres espèces , la multiplication par la graine introduit une variabilité nom désirable . La reproduction asexuée par la multiplication végétative ou par l'apomixie (Zahour, 1992).

-La multiplication végétative assure une reproduction à l'identique (un clonage génétique) des individus.

Elle peut suivre différentes modalités grâce à la différenciation d'organes particuliers chez certaines espèces (stolons, tubercules, bulbes, ...etc.) ou la mise en ouvre par l'homme de pratique horticoles (bouturage, greffage, marcottage).

Ces modes de reproduction végétative concernent un grand nombre d'espèces cultivées ornementales, fruitières et légumières.

### **II-2- Méthodes D'amélioration Classique**

La dépression de consanguinité est très peu marquée chez les plantes autogames et de ce fait des lignées homozygotes peuvent être utilisées comme variétés agricoles sans craindre la perte de vigueur généralement observée chez les plantes allogames .La plupart des variétés des plantes autogames actuellement cultivées sont des lignées pures ou des mélanges de lignées pures (Zahour, 1992).

Parmi les méthodes d'amélioration du blé figure la création de la variabilité par des croisements inter variétaux de façon qu'il ait les qualités choisies chez les deux variétés parentales (Flanorin, 1949) in (Zahour, 1992),

L'amélioration des techniques culturales et la sélection génétique réalisées par l'homme depuis le début de siècle ont conduit a une augmentation importante des rendement en blé et encore les surface, la combinaison des deux phénomènes augmentation de la productivité et augmentation des surfaces a conduit à un accroissement de la production céréalière qui permet de faire face de manière inégale aux besoin alimentaires induits par l'explosion démographique que nous avons connu depuis le début de siècle (Gallais et Bennerot,1992).

L'amélioration génétique pour un rendement élevé chez le blé en conditions environnementales défavorables conduit en fin à se demander si la sélection doit être menée directement en conditions de stress ou indirectement en conditions favorables, la réponse à cette question a été apportée par (Falconet ,1989), le choix d'une sélection directe ou indirecte est très dépendant de l'héritabilité dans les deux conditions stressée ou non stressée.

L'étude de l'héritabilité du rendement en cas de stress et de non stress a fait l'objet de plusieurs études expérimentales. Ce Carelli (1989) <sup>4</sup>aller et al (1978) in (Barakat, 2005) ont trouvé des héritabilités similaires en conditions environnementales contrastées.

De ce fait l'augmentation des rendements et de sa stabilité reste un critère important dans la sélection des variétés (Doré et varoquaux, 2006).

L'instabilité des rendements en grains observée chez le matériel végétal issue de la sélection directe a suggéré la recherche d'autres méthodes et critères de sélection qui pourraient s'avérer plus efficaces dans l'amélioration de la régularité des rendements (Bouzerzour, 1998) in (Hazmoun, 2006).

Dés 1974, Reite in (Hafsi ,2000) regroupe des variétés d'espaces cultivées en trois catégories :

- les variétés maintenant des rendements élevés dans une large gamme d'environnements ou variétés « à adaptation large »
- les variétés assurant une production de grains relativement élevée dans les environnements à fortes contraintes ou variétés « rustique »
- les variétés ne donnant de bon rendement qu'en conditions très favorables ou « variété à haute productivité » (Hafsi ,2000).

### **II-2-2-2- Amélioration indirecte**

La sélection sera indirecte si les deux systèmes de test (test pour évaluer la préponce à la sélection et l'autre utiliser pour réaliser la sélection) sont différents ce sera le cas si ce ne sont pas les même caractères qui sont mesurés. (Gallais, 1990).

Une méthode plus analytique basée sur l'utilisation des caractères phéno-morpho-physiologiques intervenant dans le déterminisme du rendement potentiel et de la tolérance au stress abiotiques des céréales a été proposée par (Monneveux ,1991) la stratégie de recherche retenue prévoit plusieurs étapes assurant une connaissance suffisante de la physiologie des mécanismes de tolérance suivie de l'étude de la génétique de ces caractères avant de passer à leur utilisation en sélection (Barakat , 2005).

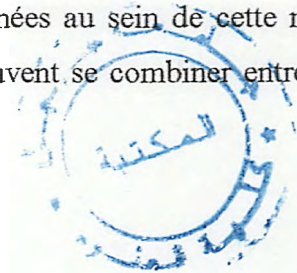
Dans la pratique toute sélection est une sélection indirecte : le milieu de test ne correspond que rarement aux conditions agronomique d'utilisation (Gallais ,1990).

Une sélection indirecte pourra donc être plus efficace que la sélection directe. Les améliorateurs ont donc procédé à une sélection indirecte en utilisant d'autres caractères de la plante liés au rendement tels que les caractères morphologiques (col de l'épi longueur de la tige surface foliaire,....etc.). Ou les composants du rendement comme critères de sélection (Barakat, 2005).

### II-3- Méthodologie de la sélection

Le processus complété de création de nouvelles variétés depuis les premières hybridations jusqu'à la culture à grand échelle demande souvent plus de 10 ans pour les espèces annuelles et 20 à 25 ans pour les ligneuses pérennes telles que la vigne et les arbres fruitiers. Il est donc primordial de mettre au point des méthodes de sélection les plus efficaces possibles.

Les méthodes de sélection alternent des phases de brassage génétique c'est-à-dire de reproduction générant par recombinaison une nouvelle variabilité et des phases de sélection d'individus présentant les caractéristiques favorables recherchées au sein de cette nouvelle variabilité, il existe différentes méthodes de sélection qui peuvent se combiner entre elles et dont les plus classiques sont *selon Anonyme, (2008)* -

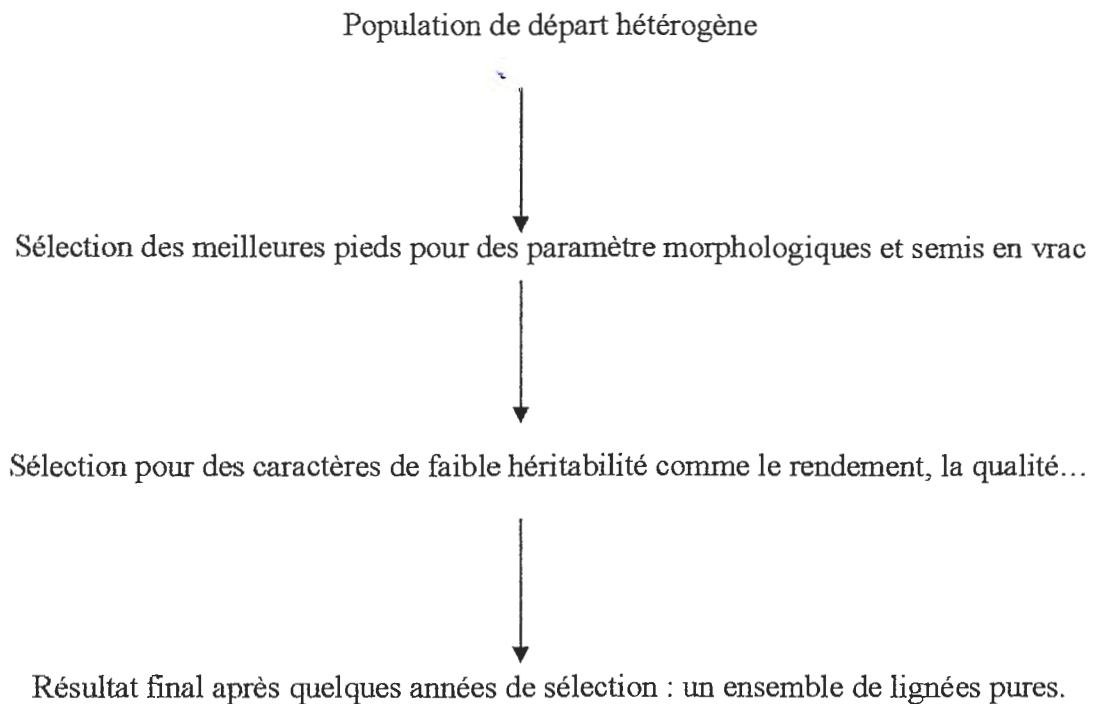


#### II-3-1- La sélection massale

Méthode la plus simple qui consiste à choisir les individus reproducteurs dans la masse des plantes cultivées. La sélection massale est également utilisée pour l'amélioration d'un caractère à travers un autre caractère c'est une forme de sélection (Zahour, 1992).

Si la sélection massale diffère assez peu de la sélection naturelle ses objectifs sont cependant généralement plus stables au cours du temps (Baudoin et al, 2002).

Il ne s'agit alors plus d'une technique empirique comme dans la sélection massale mais d'une démarche scientifique en exploitant au mieux les prédictions évaluant des règles de la génétique mendélienne (Yves et al, 2005).



### II-3-2- La sélection généalogique

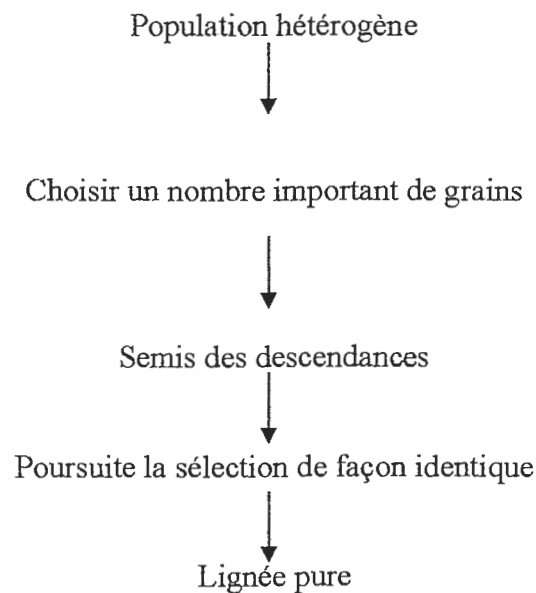
Sélection individuelle elle a été développée sur les bases de la théorie des lignées pures énoncée par Johansen (Zahour, 1992).

Cette opération est évidemment plus aisée chez les plantes naturellement autogames que chez les allogames (Yives et al, 2005).

La sélection généalogique ou le choix des reproducteurs se fait selon leur généalogie, les descendances de chacune des plantes choisies étant suivies séparément (Anonyme, 2008). L'originalité de cette méthode repose sur un examen individuel des descendances répété au cours d'un certain nombre de générations elle peut apporter des progrès intéressants (Baudoin et al, 2002).

• Donc la sélection généalogique est la modalité de sélection qui repose sur le suivi individuel des plantes issues de croisements sélectionnés est en accord avec les lois de la génétique mendélienne (Yives et al, 2005).

- Elle est utilisée pour l'amélioration des plantes autogames.



### II-3-3- Comparaison entre la sélection massale et la sélection généalogique

Les deux méthodes de sélection ne vont pas créer de géotypes nouveaux et se limitent seulement à l'isolement de certains déjà existants dans la population ou la variété de départ. Cependant, une variété développée par sélection généalogique est plus homogène qu'une variété développée par sélection massale. La première est une lignée pure parce qu'elle est développée à partir d'une seule plante supposant être homozygote alors que la seconde est un mélange de lignées pures. Une variété lignée –pure peut, cependant, devenir impure à la suite d'un mélange de semences, d'un croisement naturel avec d'autres variétés ou par mutation.

La sélection massale est relativement plus simple et moins coûteuse que la sélection généalogique. La durée de sélection est relativement plus courte pour la première méthode (en moyenne 7 à 8 ans pour la sélection massale contre 9 à 11 ans pour la sélection généalogique). La sélection massale est souvent utilisée par les agriculteurs alors que la sélection généalogique n'est généralement utilisée que par les sélectionneurs.

### II-4- Sélection après hybridation

C'est une méthode classique utilisée dans l'amélioration des espèces autogames qui recombine des linkats de gènes existant dans les formes parentales et établit de nouvelles balances chromosomiques (Bourgion, 2002).

Pour les plantes autogames ces procédures paraissent être différentes d'une espèce à une autre mais se basent toutes sur le principe de la castration (élimination des étamines) de la

plante choisie pour être utilisée comme parent femelle et la pollinisation de la fleur castrée par le pollen de la plante choisie comme parent male.

Mais la technique couramment employée est le prélèvement des anthères avant leur maturité c'est la méthode généralement utilisée pour le blé (Zahour, 1992).

Après hybridation les descendances sont généralement suivies en sélection généalogique (Baudoin et al, 2002), ces méthodes de sélection (massale et généalogique) sont limitées par la variabilité assistante dans la population initiale (Zahour, 1992).

## **II – 5- Sélection par la méthode pedigree**

A partir du choix d'individus dans la population F2 à votre variance, la méthode la plus classique est une étude des descendances en autofécondation en suivant la filiation généalogique de chaque plante d'où le nom de méthode pedigree (Yves et Monique, 1996).

Elle est comme suit :

**Année1** : choisir les parents et faire les croisements.

**Année2** (F1) : semer 20 à 50 graines F1.

**Année3** (F2) : semer les F2 (2000 à 4000 Plantes) les plantes F2 sont individualisées (généralement les graines sont semées de 10cm dans des lignes distantes de 30cm).

**Année4** (F3) : semer chaque plante F2 récoltée en ligne. Les plantes dans chaque ligne sont individualisées comme précédemment. Les informations sur les meilleures familles et les meilleures plantes à l'intérieur de ces familles sont conservées.

**Année5** (F4) : semer chaque famille séparément plante par ligne.

**Année6** (F5) : même procédure que pour la F4.

**Année7** (F6) : même procédure que pour la F5.

**Année8** (F7) : si la quantité de semence le permet commencer les essais préliminaires pour le rendement.

**Année9-12** : les lignées à partir des essais préliminaires sont comparées sur la base du rendement (Zahour, 1992).

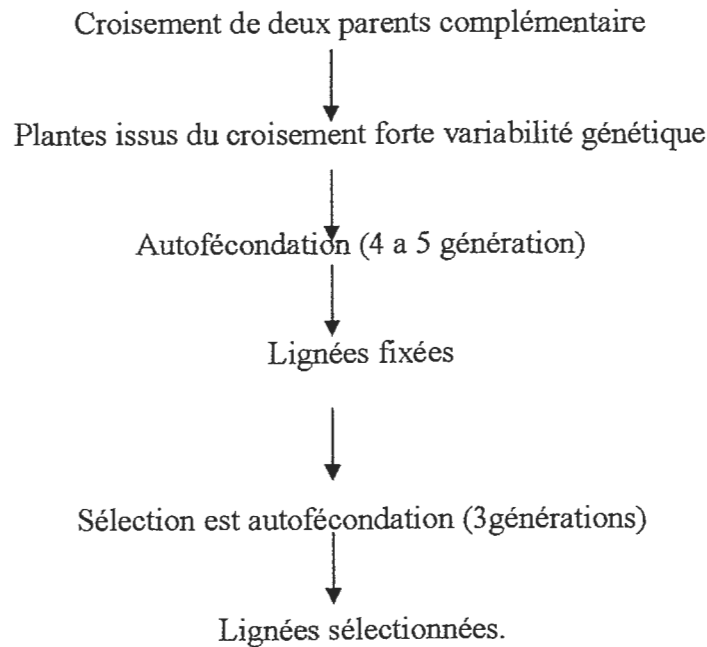
L'hétérosis peut affecter la performance des plantes surtout lorsqu'elles sont espacées (Zahour, 1992).



## II - 6 - Sélection par la méthode « bulk »

La méthode bulk est simple et peu coûteuse. La sélection naturelle est plus active dans le cas de la sélection par cette méthode (Zahour, 1992).

On pratique le bulk pour des générations « dérobées » c'est-à-dire lorsqu'on fait deux générations par an, plus d'une des générations faites dans la période normale de culture de la plante peut faire l'objet d'appréciations stables donc de choix des autres générations en conditions trop artificielles ne permettant pas l'évaluation rationnelles, sont alors conduite en « vrac » (Yives et Monique, 1996).

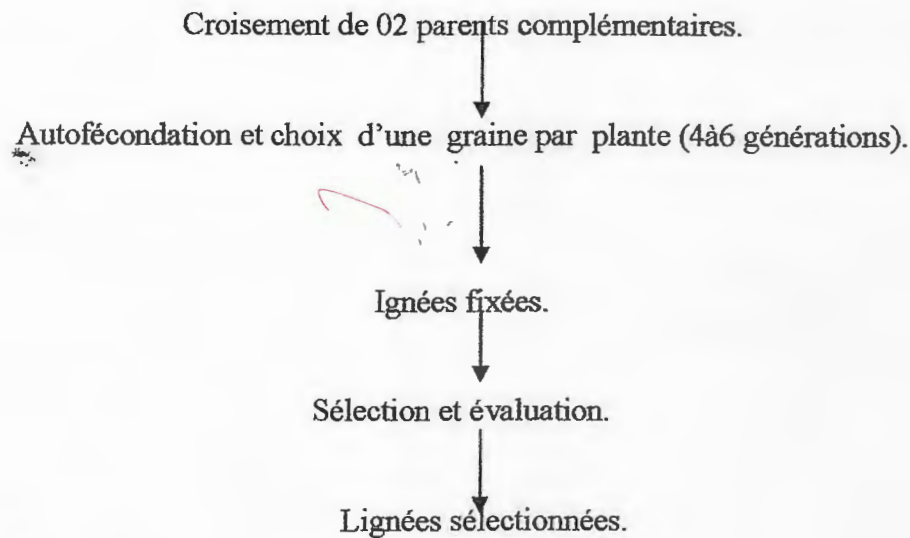


« La méthode bulk ».

## II – 7 – Sélection par la méthode SSD « simple –seed \_descent »

Cette méthode est également appelée sélection simple grain ou encore sélection par filiation unipare. Elle est plus pratique lorsqu'on peut obtenir plus d'une génération par ans (Zahour, 1992).

Cette méthode ressemble à la méthode bulk dans la mesure où la sélection de lignées intervient après leur fixation. La différence avec la méthode bulk réside dans le fait que l'on étudie ici la descendance de graine prise individuellement à chaque étape d'autofécondation. De même que la méthode bulk la sélection par filiation mono graine permet de limiter la perte de variabilité génétique se qui rend efficace pour les caractères peut héritables



### II - 8 - Back cross

Back cross également appelé retrocroisement ou croisement en retour est une forme d'hybridation récurrente durant laquelle le caractère désirable est transféré à une variété adaptée et productive (Zahour, 1992).

Il est utilisé pour introduire un caractère intéressant comme une résistance à une maladie. A chaque back cross le fond génétique de la descendance se rapproche de 50% de la variété receveuse au cours de la série des back cross la proportion d'homozygotie est donnée en fonction des génération (n) par l'expression.

$H = 1 - (\frac{1}{2})^n$  pour un gène (Demarly, 1977).

La sélection peut porter sur :

La valeur phénotypique des individus (mesures directes des caractères) mais cette valeur est fortement entachée d'erreur car elle varie en fonction du milieu (lieu année etc.) pour un même individu :

L'estimation de la valeur génotypique des individus qui permet de réduire l'erreur d'appréciation d'héréditaire de l'individu. La sélection des individus se fait sur un ou plusieurs caractères considérés isolément ou globalement.

L'évaluation du ou des caractères peut être indirecte c'est-à-dire à partir d'indicateurs intervenant à un stade précoce du développement de la plante ou caractérisant le génome de cette dernière tels des marqueurs moléculaires dont certains sont liés à divers traits d'intérêt agronomique, dans ce dernier cas la connaissance plus fine des génomes et des bases génétiques des caractères d'intérêt agronomique permet de proposer des méthodes de sélection « assistées par marqueurs » celles-ci associent aux informations sur la valeur génotypique ou phénotypique des individus, des données caractérisant le génome de ces tris rapides sur la base des seules informations génomique derniers pour les traits d'intérêt

agronomique. Dans certains cas elles permettent aussi de faire des tris rapides sur la base des seules informations de génomique.

Variété adaptée et sensible (A) (rr) X Variété résistante (B) (RR)

1<sup>er</sup> Back CROSS F1 (Rr) X Variété A (rr)  
50% des gènes de A

2<sup>ème</sup> BACK CROSS: BC<sub>2</sub> (Rr) X Variété A (rr)  
75% des gènes de A

3<sup>ème</sup> BACK CROSS: BC<sub>3</sub> (Rr) X Variété A (rr)  
87.5% des gènes de A

4<sup>ème</sup> BACK CROSS: BC<sub>4</sub> (Rr) X Variété A (rr)  
93.75 des gènes de A

5<sup>ème</sup> BACK CROSS: BC<sub>5</sub> (Rr) X Variété A (rr)  
96.87% des gènes de A

BC<sub>6</sub> (Rr) 98.37% des gènes de A

Autofécondation de (Rr)

1/4 rr, 1/4 RR, 1/2Rr

## II-9- Exemple d'un programme de sélection

**Tableau N°VII :** exemple du protocole de création de la variété de blé d'hiver « Thésée » par sélection généalogique mise au point par la société Verneuil recherche, sous la direction de Gérard Flore et Pierre Niquett.

Années	Génération	Particularités de l'année et types d'opérations réalisées
1973	Parentale	Croisement entre un individu de variété Horace et un individu de variété Maris Huntsman
1974	F1	15 plantes cultivées en serre
1975	F2	600 des 3000 plantes semées résistent bien à une forte attaque de rouille
1976	F3	Année très chaude et grande sécheresse Une famille retenue pour sa grande fertilité
1977	F4	Bonne valeur boulangère
1978	F5	Bon rendement : 116% par rapport à capitole poids de mille grains très élevée
1979	F6	Année de fort gel, bonne résistance de la lignée
1980	F7	Année humide favorable à la verse ; bonne résistance à la verse de la lignée
1981	F8	Bonne stabilité et bonne homogénéité : rendement de 109 à 129% par rapport à un témoin maison
1982	F9 1 <sup>re</sup> année CTPS	Rendement de 106.2% par rapport au témoins officiels
1983	F10 2 <sup>e</sup> année CTPS	Rendement de 106.4% par rapport au témoins officiels inscription au catalogue

(Yves et al, 2005).

### Chapitre III : les méthodes nouvelles d'amélioration des céréales

Pour améliorer une espèce, des paramètres biologiques doivent être pris en compte comme :

- La durée de cycle de reproduction et de cycle biologique. Une plante annuelle par exemple, le bétou ou bisannuelle par exemple la laitue ne sera pas traitée de même manière qu'une plante pérenne par exemple les arbres fruitiers ou les arbres forestiers ;
- Le taux de multiplication d'espèce, de quelques individus à plusieurs milliers.
- L'étude de la descendance sexuée sera donc appelée à des méthodes différentes :

#### III- 1- Exploitation de mutants spontanés et création de mutants

Dès l'antiquité, des variants d'espèces cultivées ont été sélectionnées. C'est le cas des raisins de Corinthe connus depuis l'Égypte ancienne, des mutants nains de blé découvert au Japon à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle qui sont à l'origine des blés actuels de taille courte des mutants « affila » du pois.

Les mutations spontanées peuvent correspondre non seulement à des mutations ponctuelles mais aussi à l'insertion de transposon ou de rétro transposon. Ces éléments mobiles de l'ADN ont probablement joué un rôle important dans la variation génétique naturelle. Ils peuvent être activés dans les cellules somatiques sous l'effet de stimuli extérieurs.

La mutagenèse introduite basée essentiellement sur l'utilisation de radiations ionisantes, et dans une moindre mesure d'agents chimiques mutagènes, a été développée depuis 70 ans. Au plan mondial, elle a été utilisée avec succès chez près de 180 espèces et on trouve une multitude de variétés porteuses d'allèles obtenus de cette façon.

Une étude de la FAO/IAEA en 2000 a recensé 2252 variétés issues de mutagenèse induite. En réalité, ce chiffre est très sous-évalué, car dans la plupart des cas, seule la variété directement issue de mutagenèse est indiquée.

Le tableau suivant donne quelques exemples de ces variétés, la moitié d'entre elles ont été obtenues durant les quinze dernières années.

Ces mutations induites se transmettent par la graine comme n'importe quel caractère héréditaire (cas de Riz) ou bien ne concernent que certaines couches cellulaires somatiques quand l'espèce est reproduite végétativement. (Yves et al, 2005).

**Tableau N° VII** : Exemple de variété portant des caractères issus de métagénèse induite.

Espèce améliorée	Caractère obtenu	Année d'inscription et nom de variété
Pamplemoussier (Citrus Maximal)	Couleur rouge de la pulpe Aspermine	1984,( Ruby Red)
Riz (Oryza Sativa)	Qualité du grain	1970,(Star Ruby)
Weigla (Weigla sp.)	Feuillage panaché	1970,(Deltra)
Cerisier (Prunus Avium)	Auto fertilité	1985,(Stella)
Forsythia (Forsythia X Intermedia).	Porte compact	1985,(Courtalum)

(Doré et Varoquaux, 2006).

### III-2- Production et exploitation des plantes polyploïdes

Plus de la moitié des végétaux supérieurs sont des polyploïdes, notamment chez les espèces pérennes et chez les formes domestiques. L'exemple des blés est l'un des plus démonstratifs à cet égard : on sait que notre blé panifiable est un hexapode, c'est à dire que le noyau de chacune des cellules de cette plante contient trois stocks diploïdes de 14 chromosomes chacune ; ce blé est l'addition d'informations de trois espèces ancestrales bien identifiées (Monique et Yeves, 1996).

La polyploïdie, est définie comme la multiplication de l'équilibre chromosomiques de base, peut se reproduire spontanément du fait d'endomitose ou plus généralement par la fécondation entre deux gamètes diploïdes (diplogamètes), résulte de mitoses anormales.

En effet, il existe une relation entre le contenu en ADN du noyau et le volume de la cellule : pour une même espèce et un type cellulaires donné, la cellule tétraploïde est plus grosse que la cellule diploïde qui est elle même plus grosse que la cellule haploïde. Par contre, une augmentation du niveau de diploïde peut entraîner une baisse de la fertilité car l'apparition des chromosomes au miose peut être perturbé.

L'action polycondensation de la Colchicine (substance extraite de la Colchique) découverte en 1937 permet d'induire, par traitement des méristèmes avec cette substance, le

doublement des stocks chromosomiques. La triploïdie, qui résulte du croisement d'une plante tétraploïdie par une plante diploïde, peut conduire à la stérilité par perturbation de la méiose et empêcher la formation des graines dans les fruits (Apyrénie ou Aspermine). Dans le cas où la graine est indésirable dans le fruit, ce phénomène peut être exploité comme dans le cas de la Banane et de certaines variétés de pastèque, d'Agrume ou de Pommier. Chez la Betterave sucrière, on cultive des variétés hybrides triploïdes, notamment pour leur rondement élevés en sucres.

Cette méthode a aussi une importance non négligeable dans la réussite et l'exploitation de croisement interspécifique. Le doublement du stock chromosomiques permet d'associer des niveaux de diploïde équilibrés pour rendre compatibles certains croisements. Par ailleurs, le doublement peut rétablir la fertilité des hybrides entre des espèces différentes, car il permet de créer des paires de chromosomes homologues capables de s'apparier à la méiose (Doré et Varoquaux, 2006).

### III-3- Création des exploitations d'hybrides interspécifiques

Des croisements spontanés entre espèces ont donné naissance à des nouvelles espèces dont certaines sont maintenant cultivées. Ainsi, les blés sont issus d'addition de génomes à 7 chromosomes de diverses espèces sauvages (Doré et Varoquaux, 2006).

Les sauvages apparentées aux blés constituent un réservoir de gène utilisable dans l'amélioration des formes cultivées. L'introduction de gènes étrangers dans le blé nécessite la réalisation d'hybrides interspécifiques et leur manipulation pour créer des blés à  $2n=42$  ou 28 chromosomes contenant une nouvelle information génétique.

#### III-3- 1- Transfert de gène par hybridation interspécifique

Il s'agit d'une des voies les plus utilisées classiquement pour introduire des caractères de résistances aux bio agresseurs à partir d'espèces sauvages dans des espèces cultivées aussi différentes que le blé tendre, la tomate, la betterave sucrière, le haricot, la laitue.

Dès 1930 le croisement avec « *Aegilops tauschii* » a permis de transférer la résistance aux rouilles noires « *Puccinia graminis* » au blé tendre « *Triticum Aestivum* », ce qui a contribué très largement à la disparition de cette maladie durant une longue période.

Aux Etats-Unis, le blé a aussi été croisé avec l'espèce sauvage « *Aegilops Ventricosa* » pour introduire des gènes de résistance au peitin-verse (*Pseudocercospora Herpotrichoides*), ou aux rouilles jaune, brune et noire (*Puccinia Strigiformes*, *Puccinia Graminis*, respectivement).

Environ la moitié des variétés modernes françaises de blé tendre contient des fragments chromosomiques de cette espèce. Par exemple le maïs s'hybride facilement avec le téosinte, la betterave sucrière avec les betteraves sauvages.

**Tableau N° VIII** : Exemple de variétés portant des caractères introduits par hybridation interspécifique :

Nom de l'espèce donneuse	Nom de l'espèce cultivées receveuses	Année d'inscription au catalogue officielle, nom d'une variété et caractère introduisant l'espèce receveuse
Triticum Timopheevi		1973, « Maris Hunstman », résistance à l'oidium ( <i>Blumeria graminis</i> )
Seigle ( <i>Secale Céréales</i> )		1974, « Clément », résistance à l'oidium ( <i>Blumeria Graminis</i> ).
<i>Aegilops Ventricosa</i>	Blé tendre ( <i>Triticum Aestivum</i> )	1976, « Roazon » résistance au piétin.verse ( <i>pseudo cercorporella herpotrichoides</i> ), et résistance au rouille jaune, brun et noir puccinia <i>Stritiformus</i> , <i>p. Triticina</i> et <i>P. graminis</i> respectivement et au nématode au kyste ( <i>Hetrodera Avenae</i> ).
Ray-grass d'Italie ( <i>Loliumm Multifloron</i> )	Fetuqué élevée ( <i>Festuca Eltior</i> )	1977 « Kenly », appétibilité satisfaisante

(Doré et Varoquaux, 2006).

Aptitude au croisement du blé tendre avec les espèces voisines -

L'hybridation entre le blé et les espèces voisines se heurte à une série d'obstacle

- L'incompatibilité à l'hybridation.
- La létalité des hybrides F1 due à des interactions entre les génomes parentaux ou entre le génotype du zygote F1 et le génotype de l'albumen ou des tissu parentaux ;
- La stérilisation des hybrides F1 due le plus souvent à une méiose très asyndétique .dans les cellules-mères du pollen
- L'aptitude au croisement varie énormément entre les génotypes de blé.

Transfère à partir d'espèces ayant des génomes homologues à ceux du blé :



Les espèces voisines possèdent avec le blé tendre des génomes communs sont :

- Les blés tétraploïdes ( $4n = 28$ , AA BB ou AAGG).
- les blés diploïdes ( $2n = 14AA$ ).
- *Aegilops Squarrosa* ( $2n = 14DD$ ).
- Plusieurs espèces d' *Aegilops* polyploïdes possédant dans leurs formules chromosomiques les génomes A et/ou D.

Etant donné que dans la plupart des cas, l'appariement est entre les génomes homologues dans les hybrides F1 entre le blé tendre et les espèces ci-dessus, des gènes peuvent être transférés à la suite de crossing-over.

L'exemple le plus commun concerne le transfert du gène de résistance au piétinement-verse provenant d' *Ae -Ventricosa* (maïs, 1967) qui a conduit au géniteur VPM.

Le géniteur VPM et la variété Roazon qui en est issue possèdent le cytoplasme d' *Aegilops Ventricosa* qui diffèrent de celui de blé (Vedel et al, 1981).

### III-3-2- Transfère à partir d'espèces ayant des génomes homéologue

Le transfert d'un chromosome entier ou d'un bras chromosomique peut être réalisé par la production d'une lignée de substitution (la paire étrangère remplaçant une paire homéologue du blé) ou une fusion centrique (fusion des bras chromosomiques appartenant à deux paires).

L'induction d'appariement homéologue dans un hybride interspécifique peut être obtenue si l'hybride ne possède pas le gène Ph1.

Cependant l'appariement homéologue limité aux régions chromosomiques terminales ou subterminales.

Le transfert de gènes en position promaximale est rare avec cette méthode.

L'induction de translocation peut être plus efficace par l'utilisation des radiations ionisantes (Knott, 1971) in (Galaise et Bannerot, 1992), par la culture cellulaire ou tissulaire (Lapita et al, 1988) in (Galaise et Bennerot, 1992).

### III-4- Hybridation somatique

Lorsque, partant de tissu somatique, on dissocie les cellules et qu'on attaque leurs parois celluloseuses avec les enzymes appropriées la lyse dénude la cellule qui ne possède plus que sa membrane plasmique et apparaît sous la forme dite « pro plaste ».

(Yves et Monique, 1996).

C'est - à - dire l'hybridation somatique est une méthode qui permet de réunir, dans une seule cellule l'information génétique portée par deux cellule somatiques différentes.

On la qualifie de somatique par opposition à l'hybridation sexuée car elle fait appel aux cellules du « soma », c'est -à- dire le sporophyte chez les végétaux.

Elle nécessite plusieurs étapes réalisées en laboratoire :

-La fusion des proplastes grâce à des traitements chimiques (polyéthylène-glycol) ou des décharges électriques,

- La culture in vitro des produits de fusion jusqu'à la régénération des plantes entières.

L'hybridation somatique est un outil de choix pour les caractères portés par les organites cytoplasmiques alors qu'ils sont transmis seulement par la reproduction sexuée. On obtient ainsi des cybrides, plantes dont l'information génétique cytoplasmique provient d'un échange de plastes ou des recombinaisons de mitochondries entre les parents.

### III-5- (Transgénèse)

Dans son acception la plus large, la transgénèse peut être assimilée au transfert artificiel chez une plante d'un gène en voie d'un gène bactérien, à des fins pure ment expérimentales ou appliquées et, dans des conditions telle que le caractère nouveau gouverné par ce gène ce perpétue de manière stable dans la descendance (Anonyme, 1993).

Dès le milieu de l'année 1960, les chercheurs ont essayés par introduction directe d'ADN, d'élargir les possibilités des échanges de gène à l'ensemble des espèces.

Ces recherches ont abouti au début des années 1980, grâce aux progrès dans la connaissance des Agro bactéries et la mise en évidence de leur aptitude naturelle au transfert d'ADN dans les cellules des plantes. (Doré et Varoquaux, 2006) .

Presque simultanément, des techniques d'électroporation et de « Biolistique » ont permis, elles aussi, de transformer des cellules végétales.

C'est la construction du gène permettant enfin une sélection efficace des cellules transformées (résistance à un antibiotique ou herbicides). (Doré et Varoquaux, 2006) .

Il est possible, si non facile, d'obtenir des plantes génétiquement transformées chez toutes les espèces de grande culture.

En 2000, avaient été réalisés aux Etats-Unis 55 essais au champ de variété transgénique autre aux herbicides ou aux bio-agresseurs (virus et champignons), avec des compositions modifiées en gluten ou en amidon avec un meilleur rendement ou possédant un mécanisme génétique permettant la production de variétés hybrides.

### III-5-1- Méthode facilitant ou accélérant la création variétale

#### III-5-1-1- Haploïdiploidisation

Les haploïdes ont toujours suscité un très vif des sélectionneurs pour la claire lisibilité de leur génome, mais surtout parce qu'il est la source d'homozygotes parfaits puisqu'on sait auto doublé leur stock haploïde de chromosomes (Demarly et Monique, 1996).

La présence spontanée de quelques rares individus haploïdes (c'est-à-dire ayant le nombre gamétique de chromosomes), parmi les descendances sexuées d'un certain nombre d'espèce a été décrite au début du XX siècle. Ces individus résultent du développement, sans fécondation, d'un gamète en embryon, puis une plante. Ils sont les plus souvent d'origine femelle (on parle de gynogenèse in situ).

Le traitement à la colchicine (ou à l'aide d'une autre substance mitocalssiques) permet d'induire le doublement des stocks chromosomiques des cellules méristématiques.

Ces méristèmes peuvent se développer et donner des fleurs fertiles produisant une descendance diploïde (ou haploïde doublée) parfaitement homozygote. Ce processus est équivalent à ce que l'on obtient imparfaitement par la succession d'une dizaine d'autofécondations.

La mise en pratique est une méthode efficace d'haploïdiploidisation peut donc conduire à un gain de temps et de moyens pour la fixation des caractères au cour de la sélection.

**Tableau N°IX** : Quelques exemples de variétés obtenus par haploïdiploïdisation.

Nom de l'espèce amélioré	Date, nom des variétés et pays
-Maïs ( <i>Zea mays</i> )	1964, Dekalb 640 (Etas-Unis)
-Taba ( <i>Nicotiana tabacum</i> )	1979, « F211 » (Japon)
-Colza ( <i>Brassica napus</i> )	1976, « Maris haplona » (Royaume-Unis)
-Riz ( <i>Oryza sativa</i> )	1978, « Lunghua1 » (chine)
-Orge ( <i>Hordeum vulgare</i> )	1979, « Mingus » (Canada)
-Blé Tendre ( <i>Triticum aestivum</i> )	1987, « Florin » (France)
Piment commun ( <i>Capsicum annuum</i> )	1991, un des 2 parents d' « Osir »
Asperge ( <i>Asparagus officinallis</i> ).	(France)
	1990, « Andrea » (France)

(Doré et Varoquaux, 2006).

Les méthodes d'haploïdiploïdisation sont la culture d'anthère *in vitro* et le croisement inter génétique avec le maïs suivi d'un sauvetage d'embryon *in vitro*.

L'haploïdiploïdisation est utilisée pour la fixation rapide des lignées et leur évaluation en situation homozygotes.

De nombreux programmes de cartographie génétique utilisent des lignées fixées recombinaison obtenue par haplo diploïdisation.

### III-5-1-2- La culture *in vitro*

Il s'agit de l'ensemble des techniques qui permettent de faire croître, *in vitro*, différents matérielles biologiques à partir de la plante entière, à savoir :

- des fragments d'organes.
- des amas cellulaires.
- des cellules isolées.

Ces cultures sont réalisées à l'abri de contaminations sur milieux nutritifs semi solide ou sur milieux liquides agités.

Le génie génétique chez les végétaux n'a pas pu se développer aussi rapidement que parce qu'il a été précédé d'une longue période (trois quatre siècle environ) de mise au point, de développement et de pratique de culture d'organes ou de tissus de plante *in vitro*, (Yves et al, 2002).

La régénération à partir de culture *in vitro* est l'un des plus en plus utilisés, soit pour la multiplication, soit pour la conservation du germplasma, encore dans le cadre des biotechnologies.

Mais au cours de ces générations, il arrive que de façon surprenant de nouveaux phénotypes apparaissent (Yves et Monique, 1996).

### III-5-2- Les méthodes de multiplication végétatives *in vitro*

#### III-5-2- 1- Le micro bouturage

Il consiste à prélever un fragment de tige comportant un bourgeon (son extrémité ou nœud) et à le placer en culture en condition aseptique sur un milieu nutritif favorisant la production de nouvelle tige.

La dernière étape consiste à induire l'enracinement des multiples tiges obtenues qui donneront autant d'individus qu'il sera possible d'acclimater en conditions horticoles.

La culture des méristèmes, perfectionnement de la méthode précédente, qui consiste à ne cultiver au départ que le méristème apicale de la plante à multiplier, c'est-à-dire un massif cellulaire de quelque centaine de micromètre.

Des conditions particulières de milieu sont requises pour qu'un petit explant se développe et donne naissance à un ou plusieurs tiges.

L'embryogenèse somatique : qui consiste à obtenir à partir d'un <sup>aussi</sup> certains tissus ou organes (cellule du parenchyme foliaire, tissu inflorescentiel, organes reproducteurs, embryon zygotique immature).

Une prolifération de cellules qui reproduisent presque parfaitement les phases de l'embryogénèse zygotique.

C'est en effet, une propriété remarquable des végétaux que la capacité de cellule à perdre leur état initial du développement (Doré et Varoquaux, 2006).

La culture des anthères et des grains de pollen pour la reproduction des plantes haploïdes est actuellement pratiquée chez plusieurs espèces végétales (céréales, légumes, tabac... etc.)

La production des plantes haploïdes et leur diploïdisation (haploïdiploïdisation) donne immédiatement des plantes homozygotes (si la plante de départ a un comportement diploïde) (Zahour, 1992)

La composition chimique des milieux de culture est très variable d'un auteur à l'autre et d'une espèce à l'autre, notamment en ce qui concerne la concentration et la nature des sucres (Yves et Monique, 1996).

### **III-5-2- 2- Culture des ovaires**

La culture des ovaires peut se faire soit *in vitro* dans un milieu artificiel (ou synthétique) soit *in vivo*.

La production des haploïdes *in vitro* consiste à faire évoluer l'ovule non fécondé en embryon sans l'extraire de l'ovaire, ceci peut être obtenu par les traitements suivants :

- \*Pollinisation retardée.
- \*Pollinisation avec du pollen irradié.
- \*Pollinisation de pollen d'une autre espèce.
- \*Utilisation des chocs de température.
- \*Utilisation des gènes induisant la parthénogenèse, (Zahour, 1992).

### **III-5-2- 3- Culture des cellules et des tissus**

La majeure partie des céréales peut être multipliée *in vitro* de cette façon, cette méthode a cependant l'avantage de permettre une sélection pour la résistance à certains stress (maladie, salinité, etc) au moment de la culture. La culture des cellules végétales isolées et la mise en évidence de ses potentialités s'inscrivent de la taille de l'explant et constitue le moteur essentiel de développement des biotechnologies végétales (Yves, 2002).

### **III-5-2- 4- Marquage moléculaire**

Un marqueur moléculaire est un fragment d'ADN, généralement de petite taille, (de 200 à 2000 Pb) et dont la séquence est différente d'une plante à l'autre ou d'une espèce à l'autre.

Les techniques de marquage moléculaire appliquées à la sélection et la création variétale sont si précieuses que tous les sélectionneurs y ont désormais recours (Yves, 2002). En marche, la sélection assistée par marqueurs reste assez peu efficace lorsque les gènes conditionnant les caractères sont répartis en nombreux linkats interactifs ou lorsque les échelons marqueurs, Caractère sont peu étroits ou encore lorsque l'héritabilité de la caractéristique à étudier est faible (Yves et Monique, 1996).

Le développement des marqueurs moléculaires durant les dernières années offre la possibilité d'établir de nouvelles approches pour améliorer les stratégies de sélection.

Les marqueurs moléculaires deviennent un outil essentiel dans les programmes de sélection du blé dure (*Triticum Durum*).

L'appariation des marqueurs moléculaires a permis l'élaboration de méthodologie pour localiser les gènes chez les blés ; ceci devrait aboutir à l'établissement de carte de marqueurs moléculaires qui doivent permettre de localiser les loci contrôlant la qualité du grain. Ainsi que la tolérance aux principaux stress abiotiques se qui devrait améliorer l'efficacité de sélection de cette céréale (Barakat ,2005).

Les marqueurs moléculaires les plus utilisés sont les microsatellites .Plusieurs travaux ont abouti à une carte de marqueurs moléculaires de blé dure, ainsi que l'établissement d'une banque ABC, cette banque pourra constituer un précieux outil pour identifier les gènes importants. La pression de sélection exercée par les variétés à résistance monogénique favorise le développement de nouveaux biotypes, ce qui nécessite la recherche continue et rapide de nouvelles sources de résistance.

Cette recherche a été largement facilitée par l'avènement des techniques de marquage moléculaire. Dans cette voie, plusieurs gènes de résistance aux insectes et aux maladies ont été localisés dans le génome de blé tendre par l'établissement des liaisons entre ces derniers et des marqueurs moléculaires sur les différentes cartes génétiques (Gupta et al, 1999 ; Yencho et al, 2000 ; Langiride et al, 2001) in (Hazmoun ,2006).

Rappelons qu'en sélection classique, la valeur génétique des individus est estimée par un calcul de régression sur leur valeur phénotypiques et celles de leurs caractères apparentés. Une autre voie serait de prendre en compte, simultanément dans la régression, les informations apportées par les marqueurs moléculaires et par les caractéristiques agronomiques (Bourgion, 2002).

### **III-6- Utilisation des marqueurs moléculaires dans les programmes d'amélioration de blé**

Un marqueur moléculaire est <sup>un</sup> locus polymorphe qui renseigne sur le génotype de l'individu qui le porte. Un bon marqueur doit être à hérédité simple, multialléliques et co-dominant, les marqueurs moléculaires correspondent donc au polymorphisme révélé au niveau de l'ADN. (Anonyme, 2003).

La génétique quantitative, visant à caractériser de façon globale les effets des facteurs génétiques impliqués dans l'expression des caractères complexes grâce au développement de modèles biométriques efficaces, l'utilisation en sélection de marqueurs moléculaires a pour

but de limiter les inconvénients de la sélection basée sur l'analyse exclusive du phénotype ; (Beckman et Soller, 1983) in (Barakat, 2005).

Les marqueurs moléculaires au niveau de l'ADN sont illimités en nombre et indépendants du stade ou de l'organe du matériel végétal analysé. L'ADN est le même dans tous les tissus. Un bon marqueur doit être polymorphe, c'est à dire avoir une variabilité élevée et multi-allélique. Actuellement les marqueurs moléculaires accordent aux améliorateurs la technique pour identifier les loci qui contrôlent la tolérance à la sécheresse et à d'autres caractères agronomiques (Barakat, 2005).



# Conclusion

### Conclusion

Il convient de rappeler que cette étude a pour but d'améliorer les céréales, en particulier le blé en utilisant les méthodes d'amélioration classiques et nouvelles.

Dans les domaines de l'agriculture, de la médecine de la bio-industrie, la science de l'hérédité a permis à l'homme de faire un meilleur usage de la nature pour répondre à ses besoins, depuis le tube à essais jusqu'à la consommation de produits finis, la sélection végétal fait ses preuves.

L'amélioration des plantes peut être définie comme l'art et la science de la création de variétés, cette amélioration répond à plusieurs objectifs :

-La nécessité de satisfaire les besoins alimentaires croissants créés par l'augmentation démographique.

-La modification incessante des objectifs de sélection due à l'évolution des exigences des transformateurs et des consommateurs.

La nécessité d'adapter les variétés aux conditions environnementales, et de la production, variable dans le temps et dans l'espace.

L'amélioration des espèces végétales cultivées a commencé depuis leur domestication basée sur le choix successif des individus reproducteurs et sur la multiplication des individus sélectionnés.

Dans notre étude on a vu des méthodes classiques créatrices, qui commencent par un croisement avant d'entamer le processus de sélection comme la méthode bulk et SSD, L'approche se limite à utiliser la technique des croisements simples ou complexes interspécifiques entre les variétés présentant les caractères requis, les combinaisons souhaitées sont ensuite sélectionnées dans la descendance puis stabilisées et multipliées, et non créatrice, qui commence la sélection directement sur des populations préexistantes comme la sélection massale.

Ces méthodes de création variétale sont efficaces et éprouvées cependant l'amélioration génétique de sélection classique s'avère difficile à appliquer en raison du temps qu'elle demande 8 à 10 ans pour la fixation de la lignée de blé, de plus ces méthodes impliquent la manipulation de beaucoup de matériel végétal.

Le mode de reproduction influe directement sur le choix des méthodes de sélection employés et détermine le type des variétés cultivées, le sélectionneur peut créer des variétés

multi lignées, c'est-à-dire des mélanges de lignées pures identiques pour tous les caractères importants.

A l'opposé il y a des méthodes nouvelles, qui sont le produit des biotechnologies tel que l'haplo-diploidisation ; utilisées pour la fixation rapide des lignées et leur évaluation en situation homozygote. D'autres utilisent les progrès réalisés dans le domaine de la génie génétique comme la transgénèse et la sélection assistée par marqueurs.

Les ressources génétiques locales sont une source précieuse pour construire l'avenir, car l'amélioration des espèces cultivées a un grand retentissement sur la biodiversité locale, par le phénomène de l'érosion génétique qui s'accroît avec la monoculture qui conduit à une homogénéisation génétique des cultivars et la perte de la biodiversité. En perspective les sélectionneurs et les agriculteurs sont les premiers responsables de la préservation de la biodiversité , et des équilibres écologiques dans leurs processus d'amélioration et de répondre aux besoins croissants de la population humaines et bien sûr battre la famine qui s'accroît de jour en jour à cause du déficit de production et l'utilisation de certains produits essentiels .

Références bibliographiques  
Références bibliographiques



## Références bibliographiques

- Anonyme.** (1993); *Les techniques de transgénèse en agriculture. Rapport commun n°2.* Académie de science. CADAS. p5.
- Anonyme.** (2002); *Céréales et protéagineux.* Institut Technique des Céréales et des Fourrages (ITCF). France. p 22 ,37.
- Anonyme.** (2005); *Diagnostic des accidents du blé.* Institut Technique des Céréales et des Fourrages (TCF). France. p 4, 138, 142.
- Barakat M.** (2005); *Caractérisation morpho Physiologique et physico-chimique des descendants issu de cinq générations de BACK -CROSS et de leur géniteur de blé dur.* Thèse de doctorat. Université Mentouri- Constantine.
- Belaide D.** (1986); *Aspects de la céréaliculture Algérienne.* Office des Publications Universitaires. Algérie. p 9, 13, 117,120.
- Bourgion B.** (2002); Point sur l'amélioration génétique des graminées destinées aux usages « gazon ». Sél .Fr.p 53.
- Doré C et Varoquaux F.** (2006); *Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées.* INRA. p39 ,50.
- Yves D.** (1977); *Génétique et amélioration des plantes.* Collection Science Agronomique. Masson. Paris. P 197.
- Gallais A et Banneront H.** (1992); *Amélioration des espèces végétales cultivées.* INRA. Paris. P13-24-25-30.
- Gallais A.** (1990); *Théorie de la sélection en amélioration des plantes.* Masson. Paris. Milan , Barcelone, Mexico. p12, 13, 15, 232.233.
- Godon B et Willem C.** (1992); *Les industries de premières transformation des céréales.* 2° Tirage revu .p61, 62, (65-69).
- Greco J.** (1978); *La défense des sols contre l'érosion .La maison Rustique .*Paris. p136 .137.
- Hafsi M.** (2000); *adaptation du blé dur dans les conditions des hautes plaines Sétifiennes.* Thèse de doctorat. Université Farhat Abbas- Sétif.
- Hazmoun T.** (2006); *Le semis profond comme palliatif à la sechresse. Rol au colioptyle dans la levée et conséquence sur les composantes du rendement.* Université Mentouri- Constantine.

**Louail L et Madi S.** (1995) ; *Comportement de trois variétés locales et améliorées de blé dur*. Thèse d'ingénieur d'état. Université Farhat Abbas -Sétif.

**Najimi B., Eljaafari S., Jacquemin JM.** (2003) ; Pratique pour accélérer et améliorer l'efficacité des programmes de sélection. *Biotechnologie Agronomie Société*.

**Nasraoui B.** (2006) ; *Les champignons parasites des plantes cultivées*. Centre de Publication Universitaire. Tunis. p227, 228.

**Nyabyenda P.** (2000) ; *le grain de blé : composition et utilisation*. INRA. Paris. p301.

**Nyabyenda P.** (2005) ; *Les plantes cultivées en régions tropicales d'Afrique*. Belgique. p188, 189.

**Raven H., Ever R., Echhorn S.** (2006) ; *Biologie végétale*. Bock Université. p838, 840.

**Yves D et Monique S.** (1996) ; *Amélioration des plantes et biotechnologie*. Paris. p15, 16.

**Yves T.** (2002) ; *Génie génétique et biotechnologie*. p92. (631/03 TOU)

**Yves T. ; Michel Y. ; Max H. ; Catherine T.** (2005) ; *Le monde des végétaux : physiologie et génomique*. DUNOD. Paris. p307, 309.

**Yves T.** (1977) ; *Génétique et amélioration des plante*. Masson. Paris, New York, Barcelone Milan. p189, 217, 225,229.

**Zahour A.** (1992) ; *Elément d'amélioration génétique des plantes*. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. ATCES. Maroc.p 89 ,91.

### Sites internet

**Anonyme.** (2008) ; *méthodologie de la sélection*. [www.google.com](http://www.google.com).

## Résumé

L'objectif de ce travail est l'étude de l'ensemble des activités tendant à « l'ajustement Génétique » des céréales aux services de l'homme et la réalisation de multiples adaptations aux milieux physique, biologique et économique.

Dans les méthodes classiques l'amélioration génétique des plantes est basée sur les principes de génétique, et l'utilisation des techniques de croisements simples ou complexes interspécifique entre les variétés, suivie d'une démarche de sélection des individus.

La biotechnologie a permis aux sélectionneurs d'utiliser plusieurs techniques nouvelles comme la culture in vitro qui permet d'augmenter considérablement les connaissances en physiologie végétale, tout en donnant lieu à de très nombreuses applications qui ont surtout porté sur la régénération de plantes haplodiploïde homozygote et la création variétale à partir de fusion de protoplaste.

On distingue des méthodes de transgénèses indirectes faisant appel à des virus et à des plasmides bactériennes, et la transgénèses directe qui se partage entre micro-injection, électrotransfère et biolistique.

Toutes ces techniques sont devenues d'usage courant en agronomie pour créer des variétés résistantes à des maladies, à des prédateurs ou à des produits d'usage agricoles....

**Mots clés :** L'amélioration génétique, méthodes classiques, méthodes nouvelles, sélection, interspécifique, transgénèse, culture in vitro, croisements, La biotechnologie.

## Summary

The objective of this work is the study of all activities aimed at "adjustment Genetics" from cereals to human services and carrying out numerous adaptations to the physical, biological and economic.

In conventional methods of genetic improvement of plants is based on the principles of genetics, and use the technique crosses simple or complex interspecific between varieties, followed by a selection of individuals.

The biotechnology allows breeders to use several new techniques as in vitro culture which helped increase the knowledge of plant physiology, while giving rise to numerous applications focused on regenerating plant haplodiploïde and homozygous breeding from protoplast fusion.

There are methods of indirect transgénèses using viruses and bacterial plasmids, and direct transgénèses which is divided between micro-injection, and électrotransfère biolistics. All these techniques have become commonly used in agricultural science to create varieties resistant to diseases, predators or products for agricultural use....

**Key words:** Genetic improvement, conventional methods, new methods, selection, interspecific, transgénèses, in vitro culture, crosses, biotechnology.

## ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة جميع الانشطة التي تهدف الى "التعديل الوراثي" للحبوب خدمة الانسان واجراء العديد من التكيفات الفيزيائية والبيولوجية والاقتصادية.

الاساليب التقليدية في التحسين الوراثي للنباتات تركز على اساس مبادئ علم الوراثة، واستخدام اسلوب التصلبات "interspecific" البسيطة او المعقدة بين الاصناف، تليها انتقال مجموعة من الافراد،

تسمح التكنولوجيا الحديثة المنتخين الى استخدام العديد من التقنيات الجديدة كما هو حال الزراعة في انايب الاختيار التي ساعدت على زيادة معارف فسيولوجيا النبات، في حين أدت العديد من التطبيقات التي تركز على تجديد النباتات haplodiploïde متمائل الجينات و تخليق انواع ابتداءا من دمج البروتوبلاست. وهناك اساليب غير مباشرة لـ transgénèses باستخدام الفيروسات والبكتيريا plasmids، و transgénèses المباشر الذي ينقسم الى حقن الصغير، و électrotransfère biolistics.

كل هذه التقنيات اتت من الاستخدام المتكرر في العلوم الزراعية لايجاد اصناف مقاومة للأمراض، أو الضواري و ضد المنتجات المستخدمة للأغراض الزراعية....

**الكلمات المفتاحية:**

التحسين الوراثي الطرق الحديثة الطرق القديمة انتقال تخليق زراعة المخبر تصالب التكنولوجيا الحديثة.