



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI-CONSTANTINE 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALE

N° d'ordre : 113/DS/2017

N° de série : 01/ECO/2017

THESE

En vue de l'obtention du diplôme de
DOCTORAT EN SCIENCES

Filière : Biologie et physiologie végétales

Option

Biologie végétale, Biodiversité et Amélioration des plantes

Thème

*Diversité biologique dans les *Triticum* et *Hordeum*,
possibilités de création d'une nouvelle variabilité
génétique.*

Présentée par : **Zerafa Chafia**

Devant le jury :

Président : M.MERGHEM R.

Professeur, Université Mentouri Constantine1

Rapporteur : M.BENLARIBI M..

Professeur, Université Mentouri Constantine1

Examineurs :

Mme BOUDOUR L.

Professeur, Université Mentouri Constantine1

M.OUDJEHIB B.

Professeur, Université de Batna (Dpt.Agronomie)

M.HAFSI M.

Professeur, Université de Sétif1

M.HAZMOUN T.

MC(A), Université de Skikda

Année universitaire: 2016/2017

Dédicace

Louange à Dieu qui guide ma voie.

Je dédie ce travail ;

A mon pays ;

A l'âme de mon père (merci papa) ;

A ma mère (merci maman) ;

A tous mes frères et sœurs et leurs petites familles pour leurs encouragements ;

A mon grand poussin Akram pour ses privations, ses encouragements et sa patience ;

A mes amies pour leurs soutiens ;

A tous je dédie mon travail.

Sommaire

Introduction.....	2
<i>Chapitre I : revue bibliographique</i>	4
1-Biodiversité	5
2-Niveaux de biodiversité	6
2.1-Diversité intra spécifique	6
2.2- Diversité inter spécifique	6
2.3- Diversité éco-systémique	7
2.4-Mesure de la biodiversité	7
2.5-Evaluation de l'érosion de la biodiversité	7
3- Le système de pools de gènes	9
3.1-Pool génique primaire (PG-1)	9
3.2-Pool génique secondaire (PG-2)	9
3.3-Pool génique tertiaire (PG-3)	9
3.4-Pool génique quaternaire (PG-4)	10
4-Description des céréales	13
5-Origine des céréales	19
5.1-Origine géographique	19
5.2-Origine génétique	24
5.3- Classification	26
6-Cycle biologique et développement	30
6.1- Caractères morphologiques	30
7-Développement de la culture	31
8 -Processus physiologiques relatifs aux différents stades phénologiques	31
8.1-Période végétative	31
8.2-Période reproductive	32
8.3- Période de maturation	32
9-Mécanismes de production et d'adaptation	37
9.1-Notion de production	37
9.2-Notion d'adaptation	39
9.3-Phénologie	40
9.4-Morphologie de la plante et adaptation au milieu	40

10- Création de la variabilité et amélioration des plantes	43
10.1-Notion d'amélioration et son objectif	43
10.2-Origine de l'amélioration des plantes	44
10.3-Amélioration des plantes allogames	44
10.4- Améliorations des plantes autogames	45
10.5-La stratégie d'amélioration des plantes	48
10.6-Amélioration des plantes par croisement	50
10.7- L'hybridation	50
11- La variabilité	52
11.1- Définition de la variabilité	52
11.2-Origine de la variabilité	52
11.3-Création variétal	53
<i>Chapitre II : Matériels et méthodes</i>	54
1-Matériel vegetal	55
2-L'expérimentation	56
3-Paramètres mesurés	63
<i>Chapitre III : Résultats et discussions</i>	81
1- Phénologie et durée des phases biologiques	91
2- Caractères de production	94
3- Caractères d'adaptation	100
4-Résultats et discussions des valeurs des croisements	109
5-Comparaison hybrides- parents et variabilité acquise	113
5.1-Le blé dur	113
5.2- Le blé tendre	126
6-Analyse statistique	135
Conclusion	137
Références bibliographiques	139
Annexes	152
Résumés	179

Avant - propos

Le travail qui fait l'objet de cette thèse a été réalisé au laboratoire de Développement et Valorisation des Ressources Phytogénétiques de la faculté S.N.V. de l'Université Mentouri Constantine1.

Je suis très reconnaissante à Monsieur BENLARIBI M., Professeur à la Fac. S.N.V. de cette Université de m'avoir encadrée et orientée avec véhémence durant la réalisation de ce travail.

Je sais gré à Monsieur MERGHEM R., Professeur à la Faculté S.N.V., Université Mentouri Constantine1, qui ma honoré d'avoir accepté de présider et examiner mon travail.

Je remercie vivement Madame BOUDOUR L., Professeur à la faculté S.N.V. Université Mentouri Constantine 1, d'avoir accepté de juger ma thèse.

J'exprime ma gratitude à Monsieur OUDJEHIB B., Professeur au Département d'agronomie à l'Université de Batna d'avoir bien accepté de porter son point de vue sur mon travail.

Je remercie sincèrement Monsieur HAFCI M., Professeur à l'Université de Sétif d'avoir accepté de juger ma thèse.

Je remercie également Monsieur HAZMOUNE T., maitre de conférences A au Département d'Agronomie de l'Université de Skikda.

J'adresse mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation du présent travail, particulièrement les Masters et Melle Zerafa Rayene de m'avoir assuré la saisie.

بسم الله الرحمان الرحيم

"مثل الذين ينفقون أموالهم في سبيل الله كمثل حبة انبتت سبع سنابل في كل
سنبله مائة حبة و الله يضاعف لمن يشاء والله واسع عليم"

الآية 261 : سورة البقرة

"...ذلك مثلهم في التوراة و مثلهم في الانجيل كزرع اخرج شطاه فأزره
فاستغلظ فاستوى على سوقه . " الآية 29 :سورة الفتح

صدق الله العظيم

Introduction

La diversité biologique ou biodiversité est un terme qui englobe la variabilité au sein et entre les espèces végétales, animales et les microorganismes ainsi que les écosystèmes qui les supportent.

La diversité génétique chez les plantes constitue indéniablement la plaque tournante de cette biodiversité, si bien qu'elle joue un rôle primordiale dans la vie des peuples à travers ce que les plantes leur fournissent en aliments surtout.

La notion de diversité biologique s'applique à toutes les formes de vies présentes sur la planète qu'elle soit sauvages, domestiques ou produites artificiellement.

Ainsi, la diversité génétique rencontrée chez les plantes constitue incontestablement le support de cette biodiversité apparente qui peut être exploitée de diverses manières suivant les objectifs fixés.

A travers ses travaux en 1926 Vavilov indiquait déjà que la plus grande diversité des espèces végétales se concentrait dans huit grandes régions du monde qu'il appelait centre d'origine. A partir de là, s'est faite la diversification et la dispersion de génotypes à caractères phénologiques et morphologiques différents.

Ce même auteur ajoute que le centre géographique d'origine du blé tendre et de l'orge est le Proche-Orient. Donc à partir de cette zone, les espèces *Triticum aestivum* L. et *Hordeum vulgare* L. se diversifièrent dans les autres régions du monde et particulièrement au nord de l'Afrique.

Plus récemment, Grignac (1978) rapportait que, le moyen orient où coexistent les deux espèces parentales et se rencontrent de nombreuses formes de blé dur, serait le centre géographique d'origine de l'espèce *Triticum durum* Desf.

L'on peut dire alors que les trois espèces de céréales à paille ou céréales à consommation humaine auraient pour origine le moyen orient et seraient répandues dans notre région.

En effets, la culture des céréales est très ancienne en Afrique du nord. Elle remonte à la plus haute antiquité ; ce pendant, par manque d'écrits sur ce riche patrimoine génétique, l'on se trouve en présence d'une multitude de variétés, sans pour autant connaître l'identité précise et complète de chacune d'elles.

Cependant, cette diversité végétale se trouve confrontée déjà à des risques de plus en plus graves d'érosion naturelle intentionnelle qui sont à l'origine de l'extinction, hélas irréversible, d'un bon nombre de génotypes autochtones.

Ce mode de gestion à l'échelle du pays fait subir à notre potentiel céréalier une érosion très poussée, matérialisée par la disparition d'écotypes autochtones modelés au cours du temps par la pression sélective exercée par les facteurs du milieu qui règnent dans les différentes régions de culture (Benlaribi, 1998 ; 2000).

Il en découle que la réduction de la diversité biologique, s'accompagne d'une diminution de la diversité génétique exploitable en amélioration des plantes et par conséquent de la régression de la variabilité disponible d'où la nécessité d'enrichir la variabilité existante par la création d'une nouvelle variabilité.

Il est rapporté dans certains travaux que la variabilité morphologique s'installe avec l'âge de la plante. C'est ainsi qu'aux stades juvéniles la diversité biologique dans les accessions est peu marquée. Elle devient plus nette à partir du stade redressement montaison et pendant les stades suivants chez les céréales (précocité, caractères morphologiques).

L'objectif de notre travail est donc d'analyser la diversité dans une série de génotypes (*Triticum* et *Hordeum*) avant d'engager les procédures de création de la variabilité.

Il s'agit donc d'identifier les potentialités du matériel végétal avant d'envisager les manipulations génétiques nécessaires.

En effet, connaître les caractéristiques de ce matériel végétal revient à cultiver ses différents génotypes dans des conditions relativement homogènes afin de suivre leur cycle biologique dans tous ses détails afin d'élaborer une fiche descriptive par génotype en se basant sur les caractères phénologiques proposés par Soltner (1982-2005), morphologiques et physiologiques tels que recommandés par L'Union Internationale de Protection des Obtentions Végétales (UPOV).

Par la suite, en se basant sur les traits distinctifs, opérer la création d'une nouvelle variabilité par les voies appropriées, il s'agit dans notre cas de croisements intra-spécifiques et Croisements interspécifiques.

Chapitre I

Revue Bibliographique

1-Biodiversité :

C'est à partir des années 1960 que se développe la science écologique qui oriente nos connaissances sur le fonctionnement des systèmes naturels et sur les interactions existant entre les différentes espèces animales et végétales qui constituent l'écosystème.

On commence à parler d'environnement, au début des années 1970. L'homme est alors considéré par les scientifiques comme responsable de l'érosion de la diversité biologique des espaces naturels et des espèces qu'ils hébergent.

Ce constat a atteint le point le plus aigu au sommet de la terre en 1992, où la convention sur la diversité biologique (CDB) a été adoptée. Cette convention établit notamment la souveraineté de chaque état sur son patrimoine naturel.

La diversité biologique est présentée alors comme une ressource économique de première importance, tout à la fois réservoir de gènes et de molécules à usages agricoles, pharmaceutiques et industriels d'où la nécessité de la protéger et la conserver.

Mais la conservation de cette diversité biologique pose sur le plan opérationnel des questions d'ordre technique et social.

Il s'agit donc de trouver un compromis entre la protection des espèces et les visées du développement durable prôné par beaucoup de décideurs.

Il s'agit en somme de protéger la nature afin de mieux exploiter ses ressources. (Lévêque et Mounolou, 2008)

« Le concept de biodiversité, en tant que problème d'environnement, s'est formalisé au début des années 1980, et s'est concrétisé lors de la conférence sur le développement durable de Rio de Janeiro en 1992 au Brésil avec la signature de la convention sur la diversité biologique (CDB) »

« Le terme -biodiversité- contraction de diversité biologique, a été introduit donc au milieu des années 1980 par les spécialistes des sciences de la nature qui ont constaté la destruction rapide des milieux naturels. »

A travers la convention, la biodiversité est définie comme étant « La variabilité des organismes vivants de toute origine y compris entre autre, les écosystèmes terrestres, marins et autres systèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; Cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes. » tiré de biodiversité (L'évêque et Mounolou, 2008).

Cette diversité est définie par Zaghoul (2003) comme étant le bilan global dans les différences de formes et de modes de vie, depuis leur niveau le plus bas (niveau de gènes) en passant par les espèces microscopiques, végétales, animales aux sociétés qui regroupent les différents espèces qui cohabitent dans les écosystèmes naturels.

Le terme biodiversité est ainsi interprété de manières différentes par les différentes couches de la société.

- Les biologistes la définiront comme la diversité de toutes les formes du vivant.

-Les agronomes et les agriculteurs la considèrent comme le potentiel génétique représenté par les espèces, variétés et races pouvant être exploitées dans le domaine de la production agricole. Son importance est alors appréciée à travers :

-La diversité intra-spécifique représentée par la variabilité génétique des cultivars au sein de la même espèce .Elle constitue donc une richesse distribuée entre individus et permettant le choix sur la base de caractères et objectifs fixés.

-La diversité inter-spécifique, vue sous l'angle de l'adaptation fonctionnelle en fonction des écosystèmes.

Dans notre cas, nous considérons la biodiversité des céréales comme source alimentaire et un réservoir au sein duquel nous pouvons puiser les meilleures génotypes du point de vue production et adaptation car, l'agriculture moderne, mise en place après la seconde guerre mondiale à travers la révolution verte de Baurlog, n'utilise que quelques variétés sélectionnées au rendement, marginalisant les génotypes locaux dont on découvre l'intérêt patrimoniale au moment où beaucoup d'entre elles ont disparu

2- Niveaux de biodiversité :

2.1- Diversité intra spécifique :

La diversité génétique est la variabilité qui existe au niveau des gènes. Ceux –ci constituent les matériaux de construction qui déterminent les caractéristiques et les aptitudes présentes et futures d'un organisme, ainsi que son schéma de développement.

Elle peut se définir sur le plan des allèles (les variantes d'un même gène) ce lui des gènes entiers qui fixent les traits caractéristiques de la capacité a s'adapter ou ce lui d'unités plus vaste que les gènes. Ainsi, même si toutes les cellules d'un organisme ont précisément les mêmes gènes, c'est l'expression de certains gènes et l'inactivation d'autres qui font que les cellules auront des formes et des fonctions diverses d'après Russell,(1992) in Souilah, 2009.

2.2-Diversité inter spécifique :

L'espèce est une population d'organismes vivants capables de se croiser librement entre eux dans les conditions naturelles. Plus précisément, l'espèce est un groupe d'organismes qui a évolué de manière à présenter des caractères distincts pouvant être transmis à la génération suivante, et qui occupe une zone géographique qui lui est propre. Généralement, les représentants d'une espèce ne se croisent pas avec ceux d'autres espèces pour de nombreuses raisons :

- Différences génétiques ;
- Comportement et besoins biologiques différents ;
- Séparation géographique.

Mais dans le règne végétale l'hybride interspécifique est assez fréquent. Cela signifie que la notion d'espèce doit être acceptée de façon moins rigoureuse qu'on ne le pensait jadis (Glowka *et al.*1996). Selon Demol *et al.*(2002) l'espèce est une unité de base du monde vivant (dans des conditions naturelles de vie ne procède à aucun échange de gènes avec les espèces voisines), c'est une unité de reproduction (d'où l'espèce n'est pas absolument homogène), les individus qui la composent peuvent différer les uns des autres par quelques traits héréditaires. Cette variabilité au sein de l'espèce permet parfois de la scinder en sous espèces, biotypes, races et variétés. Ces niveaux sub-spécifiques sont souvent difficiles à définir.

2.3-Diversité éco- systémique :

C'est la variabilité qui existe au niveau des écosystèmes en tenant compte des fonctions des espèces et les interactions entre elles.

2.4-Mesure de la biodiversité :

Van kouten (1998) note que trois aspects interviennent dans la mesure de la biodiversité : l'échelle, la composition et le point de vue (Oudjani ,2009).

- L'échelle :

Correspond aux diversités alpha, bêta et gamma :

- La diversité alpha : est la richesse en espèces au sein d'un écosystème local. Elle correspond au nombre d'espèces coexistant dans un habitat uniforme de taille fixe

- La diversité bêta : reflète la modification de la diversité alpha lorsque l'on passe d'un écosystème à un autre dans un site .Elle correspond au taux de remplacement de l'espèce dans une zone géographique donnée. Ce taux de remplacement peut être calculé arbitrairement à partir de la composition à un point donné, ou en décrivant la distribution des espèces dans chaque zone.

-La diversité gamma : correspond à la richesse en espèces au niveau régional ou géographique. C'est une notion plus globale et un indicateur beaucoup plus tributaire des chocs mondiaux que des chocs locaux (incendies de forêt, par exemple) qui influent sur les diversités alpha et bêta. Elle correspond aux taux d'addition d'espèces lorsque l'on échantillonne le même habitat à différents endroits.

- **Composition** : concerne la détermination de ce qui constitue une population minimum viable pour la survie d'une espèce. C'est une opération voisine de la fixation de normes minimum de la sécurité pour les espèces.

- **Le point de vue** : concerne l'attribution de valeurs de façon plus poussée. Il faut observer que les points de vue sont nécessairement subjectifs et chargés de valeurs et que certains critères de valeurs ont une importance théorique et juridique indépendamment de leur utilisation souhaitée ou de leur fondement éthique.

2.5 – Evaluation de l'érosion de la biodiversité :

L'érosion de la biodiversité est un processus de dégradation et l'extinction des espèces végétales (Oudjani ,2009).

La diversité végétale se trouve confrontée à des risques de plus en plus graves d'érosion naturelle ou intentionnelle qui sont à l'origine de l'extinction, hélas irréversible, d'un bon nombre de génotypes autochtones dont le remplacement se fait à grande vitesse :

- Au profit d'introduction souvent de variétés inadaptées ;
- Par simple abandon suite au changement du statut des cultivateurs ;
- Par changement de la vocation de la région (industrialisation par exemple).

Ce mode de gestion fait subir une érosion poussée au potentiel céréalier, matérialisée par la disparition d'écotypes modelés au cours du temps par la pression sélective exercée par les facteurs du milieu qui règnent dans les différentes régions de culture (Benlaribi, 1998, 2000)

Il en découle que réduction de la diversité biologique, s'accompagne d'une diminution de la diversité génétique à cause de l'usage fréquent des mêmes génotypes parentaux dans les travaux d'amélioration (Oudjani, 2009).

En effet, comme le rapportent Donini *et al.* (2000), nous serions confrontés aux risques de manques de variabilités pour des gènes de résistances en pratiques agricoles ou de besoins des utilisateurs.

Pour évaluer cette érosion plusieurs méthodes sont utilisées :

1- L'observation visuelle :

L'observation visuelle sur le terrain permet de déterminer l'abondance des espèces par unités de superficie, la hauteur de la végétation ou le nombre d'individus recensés dans un périmètre défini ou pendant une certaine période.

Cette observation élargie et de longue durée permet d'être efficace pour évaluer la dégradation des espèces végétales aux niveaux phénotypiques et de répartition (Davis, 1998).

2- Les modèles expérimentaux :

Ces modèles peuvent être appliqués afin de déterminer la relation entre les espèces et les changements climatiques : les écosystèmes artificiels permettent d'examiner les changements physiques et l'étude de la réaction des espèces. Cette méthode permet aussi d'étudier la relation entre les espèces, elle est appliquée seulement pour un nombre limité et sélectionnée des espèces. Elle ne donne pas une idée sur le facteur démographique qui a une relation avec les changements de répartition.

3- Les modèles empiriques

Les modèles empiriques cherchent principalement à décrire des relations statistiques entre données avec seulement de faibles considérations pour la structure interne, le comportement ou les règles de l'objet d'étude. Les modèles empiriques, en n'étant pas généralement liés à un mécanisme spécifique, font que leurs paramètres doivent demeurer constants (constance des paramètres) pour s'appliquer à de nouveaux objets ou à de nouvelles conditions.

C'est la seule méthode qui permet d'estimer l'influence des changements de biodiversité aux futures répartitions (Bachelet *et al.* 2003).

3-Le système de pools de gènes :

Afin de fournir une base génétique à la classification des plantes cultivées, Harlan et de Wet (1971) ont proposé les trois catégories informelles de pools largement utilisées (pool génique primaire, pool génique secondaire et pool génique tertiaire). Ces systèmes de classification se basent sur la preuve de la compatibilité de croisements expérimentaux contrôlés. Un quatrième pool génique a été ajouté récemment au système pour refléter l'écoulement transgénique dans les plantes cultivées (Spillane et Gepts, 2001) figure 1 et 2.

3.1-Pool génique primaire (PG-1) :

Il correspond au concept traditionnel de l'espèce biologique. Parmi les formes de ce pool génique, le croisement est facile, et les hybrides sont généralement fertiles avec un bon appariement chromosomique. La ségrégation génétique est pratiquement normale et les transferts de gènes sont généralement simples. L'espèce biologique renferme presque toujours aussi bien des races spontanées (sauvages ou adventices) que des espèces cultivées. Harlan et de Wet (1971) proposent que les espèces soient divisées en deux sous espèces :

- La sous-espèce A qui regroupe les races cultivées,
- La sous-espèce B qui regroupe les races spontanées figure 1.

3.2-Pool génique secondaire (PG-2) :

Il regroupe les espèces biologiques qui pourraient se croiser avec une plante cultivée. Le transfert de gènes est possible, mais il faut vaincre des barrières reproductives qui séparent les espèces biologiques. Les hybrides tendent à être stériles, les chromosomes s'apparient mal ou pas du tout; quelques hybrides peuvent être chétifs et atteignent difficilement la maturité. La sélection de forme intéressantes dans les générations avancées peut être difficile. Ce pool génétique est intéressant à utiliser toutefois, si le sélectionneur ou le généticien est prêt à faire les efforts nécessaires (Harlan, 1992) (Tableau I₁).

3.3 -Pool génique tertiaire (PG-3) :

A ce niveau, des croisements peuvent encore être effectués avec la plante cultivée, mais les hybrides ont tendance à être létaux, anormaux, ou complètement stériles (Belattar, 2007).

Les transferts de gènes sont impossibles en utilisant les techniques courantes, ou bien des mesures radicales ou extrêmes sont nécessaires, par exemple culture d'embryons, greffe ou culture de tissus pour l'obtention d'hybrides, doublement du nombre de chromosomes ou utilisation d'espèces intermédiaires pour obtenir un certain pourcentage de réussite. L'utilité du PG-3 est d'abord informative. Elle définit les limites génétiques potentielles les plus extrêmes (Harlan et de Wet, 1971). Cependant, si par une technique nouvellement découverte, on arrive à réaliser, ne serait-ce qu'un seul croisement, cela rendra possible l'utilisation des ressources génétiques de pool génique tertiaire (Harlan, 1992; Kalloo et Chowdhury, 1992; Spillane et Gepts, 2001). Pour exemple : le Triticale (Triticosecale) est un large croisement entre le Blé (*Triticum aestivum* L.) et le Seigle (*Secale cereale*) (Ladizinsky, 1998).

Le pool génique secondaire pourrait correspondre à des groupes qui seraient considérés par les taxonomistes comme des limites génériques, mais le pool génique tertiaire s'étend généralement beaucoup plus loin Harlan et de Wet, (1971). figure1

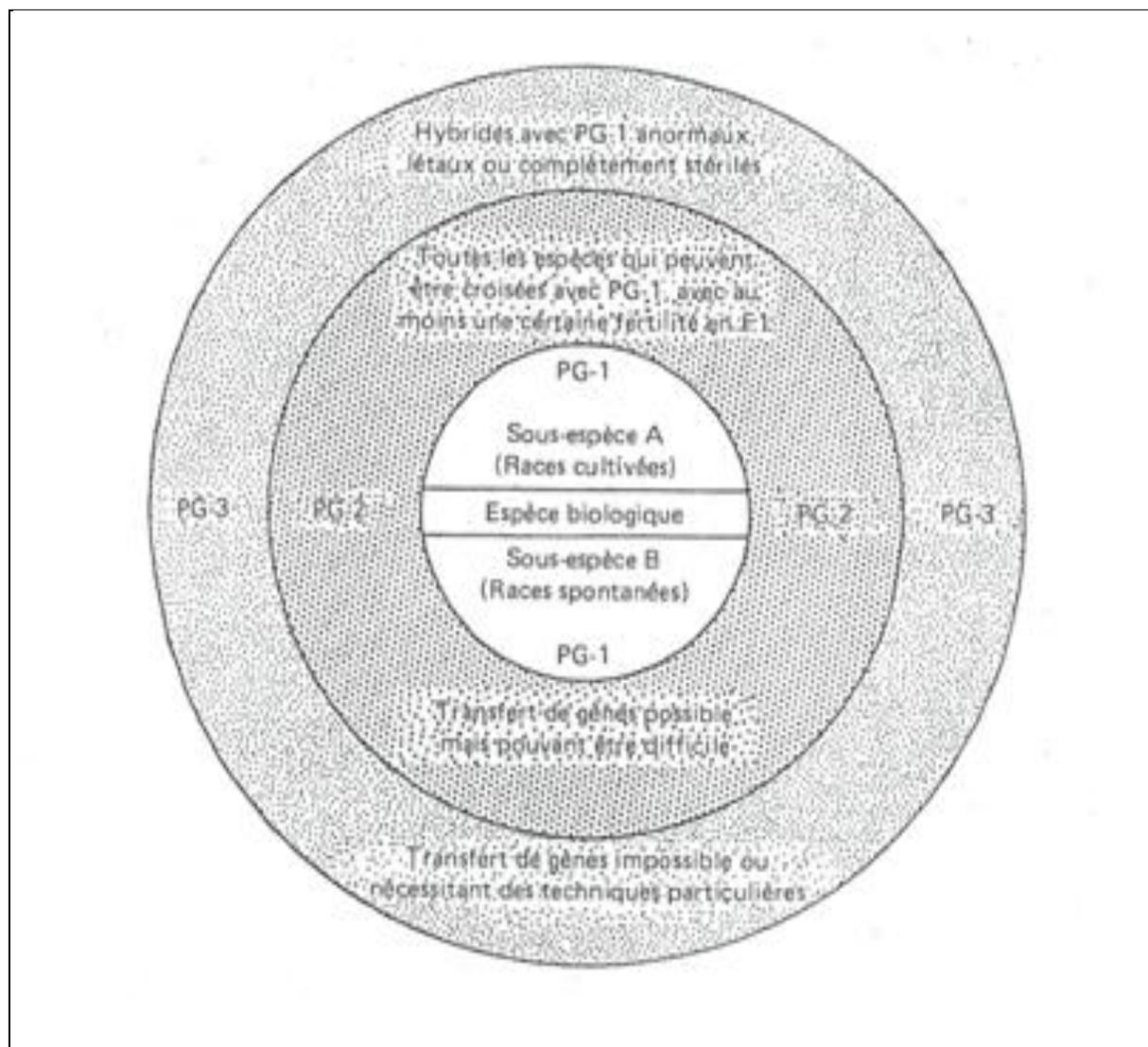


Figure 01 : Schéma des pools géniques primaire (PG-1), secondaire (PG-2) et tertiaire (PG-3) (Harlan et de Wet , 1971)

3.4-Pool génique quaternaire (PG-4) :

Ce pool génique quaternaire (PG-4) a été récemment désigné pour comprendre tous les organismes vivants au delà du PG-3 (Spillane et Gepts, 2001). Cela reflète la capacité d'incorporer les gènes (transgénèse) de n'importe quel rang taxonomique pour arriver à l'échange inter règne (ex: plante, animal). Cet échange demande une technologie de génie génétique et ne se produit pas dans la nature à travers des reproductions sexuelles normales figure2.

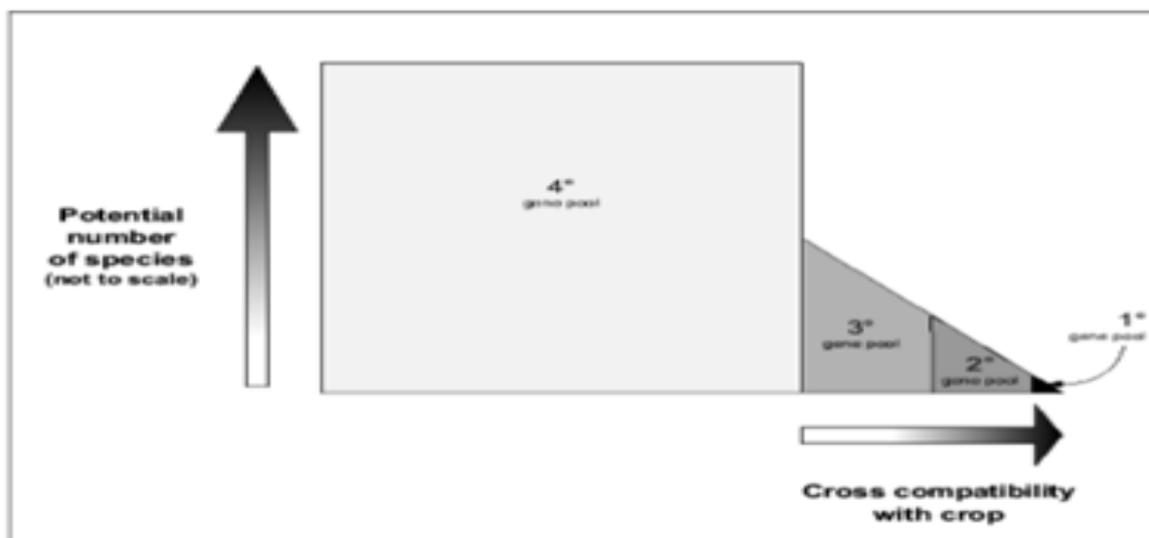


Figure 02 : Le système de pools géniques des plantes cultivées d’après Harlan et de Wet (1971) modifié par Spillane et Gepts, 2001)

Harlan et de Wet (1971) ont désigné le système des pools géniques des plantes cultivées pour être flexible et sujet à changement, avec plus d’informations acquises sur les cultures (Harlan, 1992). Par exemple, on constate le manque de nombres de pools géniques secondaire et tertiaire pour le Soja (Harlan et de Wet, 1971) à être mis à jour pour inclure plusieurs espèces (Harlan, 1992). Pourtant, pour les plantes cultivées domestiquées les plus importantes avec les programme d’élevage actifs, les nombres des pools géniques sont largement connus (Smartt et Simmonds, 1995; Ladizinsky, 1998; Ellstrand *et al.* 1999 ; Ellstrand, 2003).

A certain moment, de nouveaux types sont ajoutés au pool génique primaire, par exemple l’introduction d’une espèce cultivée dans un territoire puis sa mise en contact avec des espèces indigènes isolées précédemment. Pour l’illustrer, il a été découvert récemment que les plantes cultivées de l’Amérique du Sud *Chemopodium quinoa* (quinoa grain) s’hybrident directement avec les espèces sauvages *Chemopodium berlandieri* (Wilson et Mankart, 1993). De la même façon, la vigne cultivées *Vitis vinifera* de l’Europe s’hybride avec l’espèce locale de vigne sauvage aux Etats Unis et entraîne de nouvelles variétés (ex: "Concord" mieux adaptée aux pestes (animaux nuisibles) et aux maladies en Amérique (Ladizinsky, 1998) tableau I₁.

Tableau I₁ : Pools géniques primaires et secondaire des principales céréales

Plantes cultivées	Niveaux de ploïdie	Pool génique primaire (PG-1)			Pool génique secondaire (PG-2)
		Sous espèce cultivées	Sous espèce spontanées		
			Races spontanées	Races de « weeds »	
Blés(x=7)					
Engrain	2x	<i>Triticum monococum</i>	<i>T.boeoticum</i>	<i>T.boeoticum</i>	<i>Triticum, Secale, Aegilops</i>
Amidonnier	4x	<i>T.dicocum</i>	<i>T.dicocoidess</i>	Aucune	<i>Triticum, Secale, Aegilops</i>
Timopheevi	4x	<i>T.timopheevi</i>	<i>T.araraticum</i>	<i>T.timopheevi</i>	<i>Triticum, Secale, Aegilops</i>
Blé tendre	6x	<i>T.aestivum</i>	Aucune	Aucune	<i>Triticum, Secale, Aegilops</i>
Seigle(x=7)	2x	<i>Secale cereale</i>	<i>S.cereale.</i>	<i>S.cereale</i>	<i>Triticum, Secale, Aegilops</i>
Orge(x=7)	2x	<i>Hordeum vulgare</i>	<i>H.spontaneum</i>	<i>H.spontaneum</i>	Aucune
Avoine de sable (x=7)	2x	<i>Avena strigosa</i>	<i>A.hirtula</i>		
			<i>Awiestii</i>	<i>Avena strigosa</i>	<i>Avena spp.</i>
		<i>A.abysinica</i>			
éthiopienne	4x	<i>A.vaviloviana</i>			
		<i>A.sativa</i>	<i>A.barbata</i>	<i>A.barbata</i>	<i>Avena spp.</i>
Céréale	6x		<i>A.sterilis</i>	<i>A.sterilis</i>	
Riz(x=12)		<i>Oryza sativa</i>		<i>A.fatua</i>	<i>Avena spp.</i>
asiatique	2x	<i>O.glaberrima</i>	<i>O.rufipogon</i>	<i>O.rufipogon</i>	<i>Oryza spp.</i>
africain	2x	<i>Sorghum bicolor</i>	<i>O.barthii</i>	<i>O.stapfii</i>	<i>Oryza spp.</i>
Sorgho(x=5)	2x	<i>Pennisetum typhoides</i>	<i>S.bicolor</i>	<i>S.bicolor</i>	<i>S.halepense (2 x, 4x)</i>
Mil(x=7)	2x	<i>Zea mays</i>	<i>P.violaceum</i>	<i>P.typhoides</i>	<i>P.purpureum(4x)</i>
			<i>Z.mexicana</i>	<i>Z.mexicana</i>	<i>Tripsacum spp., Z.perennis(4x)</i>
Maïs(x=10)	2x				

4-Description des céréales :

4.1-Le blé

Historiquement c'est une des premières céréales cultivées dans le monde. Au point de vue quantitatif c'est la troisième céréale la plus cultivée avec environ 600 millions de tonne par an. (ITCF, 2013).

C'est une plante annuelle, semée à l'automne (blé d'hiver) ou au printemps (blé de printemps), fructifie en été. Les deux principales espèces actuellement cultivées sont le blé commun ou blé tendre, riche en amidon, cultivé dans les régions tempérées et le blé dur, riche en amidon et gluten cultivé dans les zones les plus chaudes et les plus sèches figure 2.

L'homme intervient au niveau de la sélection, il privilège les espèces les plus faciles à cultiver, les plus résistantes, les plus productives, les plus rentables en fonction de l'utilisation qu'il en fait. (ITCF, 2013).

L'épi de blé est formé de deux rangées d'épillets situées de part et d'autre d'un axe. Un épillet regroupe de trois à sept fleurs, chaque fleur est entourée de deux glumelles et contient trois étamines et un ovaire surmonté de deux styles plumeux. Ces fleurs se transforment en des caryopse ou « grain » qui a la particularité d'être à la fois un fruit et une graine qui se sont soudés l'un à l'autre au cours du développement figure (3, 4, 5 et 6).

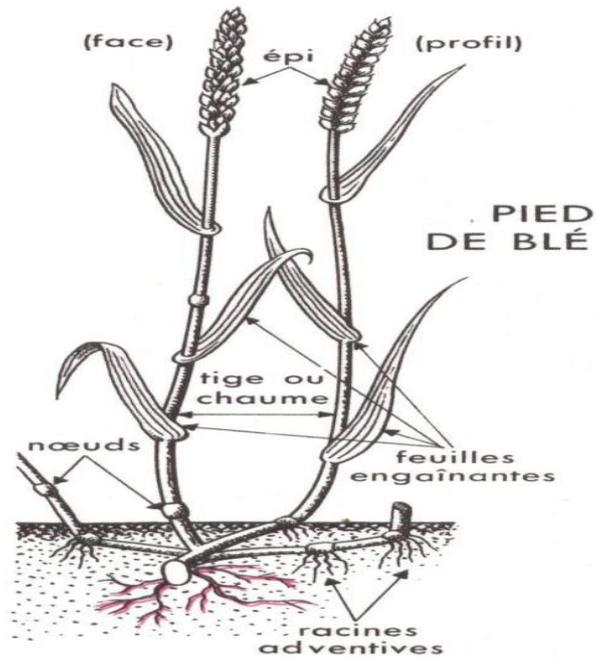


Figure 03: plante de blé



Figure 04: Epi de blé dur et de blé tendre

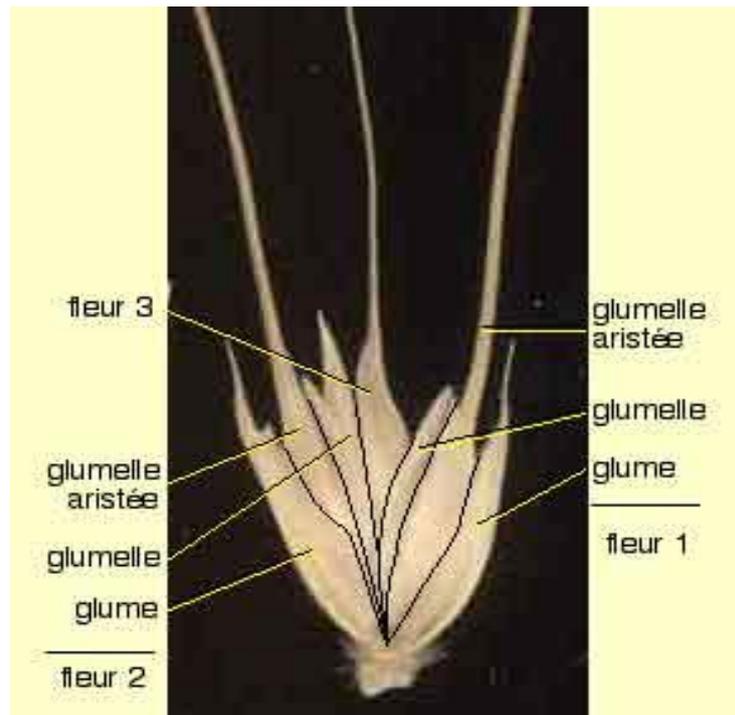


Figure 05: Un épillet de blé

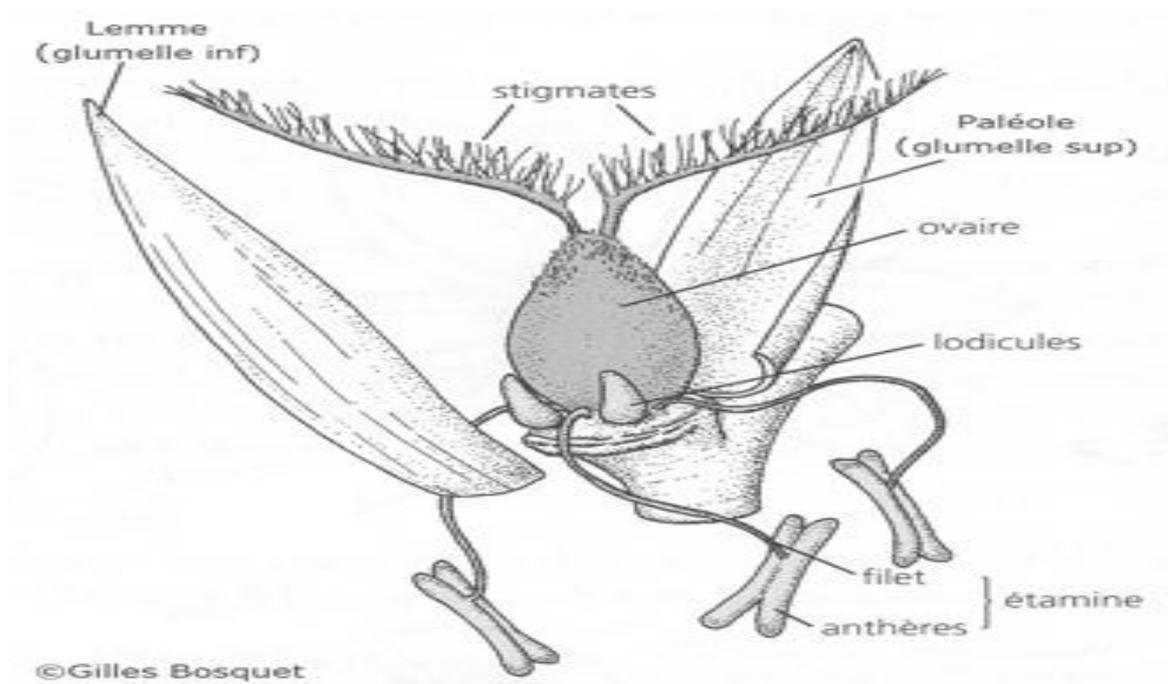


Figure06: Structure de la fleur de blé source:(WWW.dijon.inra.fr)

Selon Harlan et de wet (1971), le pool génique secondaire du blé est très large et comprend toutes les espèces d'*Aegilops*, *Sécale* et *haynaldia*, ainsi qu'*Agropyron elongatum*, *A. intermedium* et *A.trichophorum*.Le pool génique tertiaire renferme plusieurs espèces d'*Agropyron*, plusieurs espèces d'*Elymus* et même *Hordeum vulgare* figure7.

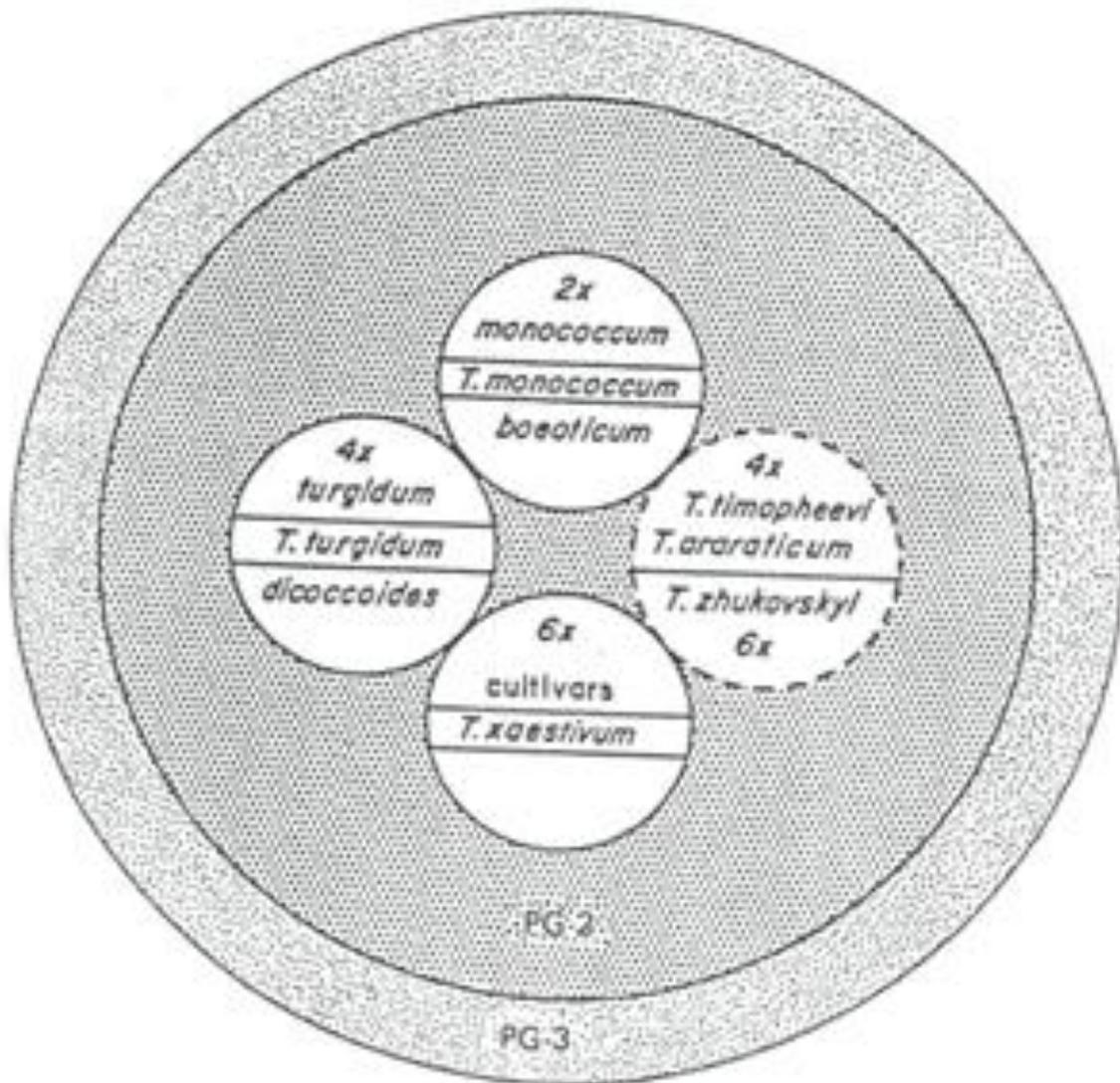


Figure 07: Les pools géniques du blé

4.2-L'orge :

C'est une plante annuelle des régions tempérées du globe, cultivée sur sol calcaires au labour profond. L'orge sauvage qui est aussi originaire du croissant fertile a été domestiquée en même temps et sur les même sites que le blé. On distingue des orges d'hiver et des orges de printemps, des orges à 2, à 4 et à 6 rangs.



Figure08: Section d'orge à deux rangs
Soltner (2005)

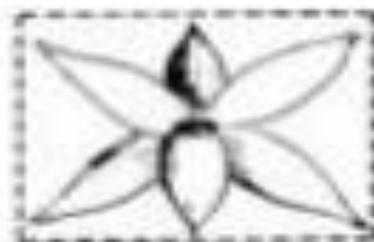


Figure 09: Section d'orge à six rangs

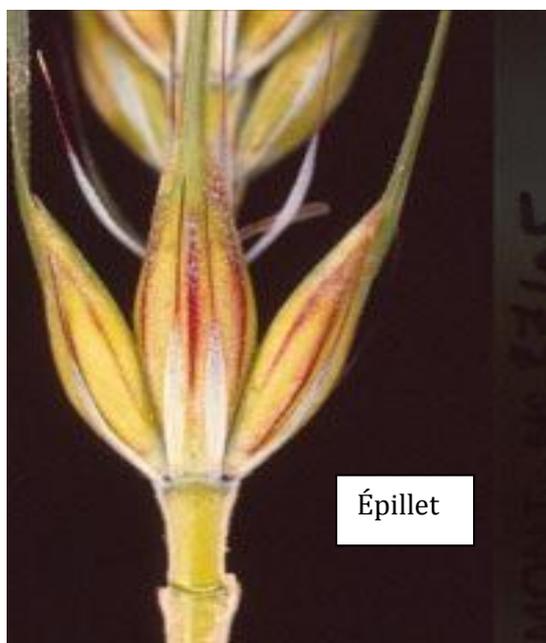


Figure 10: Epillet et grain d'orge

Il existe une grande diversité dans les orges cultivées. Le grain (caryopse) est ovale, poilu au sommet adhérent aux glumelles à la base.

L'homme intervient au niveau de la sélection pour privilégier les espèces les plus faciles à cultiver les plus résistantes, les plus productives et les plus rentables Tableau I₂.

Tableau I₂: Liste des céréales cultivées à travers le monde :

Nom de l'espèce		Usage et particularité
Centre du porche orient (A1) Céréales		
<i>Avena sativa</i> Lin.	avoine	Culture secondaire d'Europe septentrionale
<i>A.strigoza</i> Schreb.	Avoine fourragère	Plante d'addition de la zone méditerranéenne
<i>Hordeum vulgare</i> Lin.	Orge	Culture primaire du Proche Orient
<i>Secale cereale</i> Lin.	Seigle	Culture secondaire ; plateau d'Anatolie, nord de l'Europe
<i>Triticum aestivum</i> Lin.	Blé tendre	Plante d'addition, Caucase – caspienne
<i>T.dicoccum</i> Schrank	Amidonnier	Culture primaire du Proche Orient
<i>T.monococcum</i> Lin.	Engrain ou épeautre	Culture primaire du Turquie
<i>T.timopheevi</i> Zhuk.	Zanduri (blé)	Plante très mineure en Géorgie soviétique
<i>T.turgidum</i> Lin.	Blé poulard	Plante dérivée de l'Amidonnier du Proche Orient

5-Origine des céréales :

5.1-origine géographique :

«En 1927, le botaniste russe N.I.Vavilov vint en Ethiopie pour y étudier les plantes cultivées de ce pays. Il en arriva ainsi à la conclusion que l'Ethiopie avait été un ancien foyer d'agriculture autochtone, ce qui se traduit de nos jours par un grand polymorphisme des plantes cultivées. Vavilov y constate en effet une diversité frappante des blés tétraploïdes, surtout les espèces *Triticum durum* Desf. et *T.turgidum* L. Aucun pays du globe n'a d'ailleurs un aussi grand polymorphisme des blés que l'Ethiopie.

Les orges éthiopiennes sont surtout riches en formes secondaires. Beaucoup d'autres plantes cultivées comme le Pois chiche, la lentille, le Pois, le sorgho-durra, le Sésame, le ricin, le caféier *Coffea arabica* L. Ont leurs centres importants d'évolution et de polymorphisme en Ethiopie (Kupzow, 1974).»

Le blé est l'une des premières espèces cueillies et cultivées par l'homme au proche Orient, il ya environ 10000 à 15000 ans avant J.C. (Hervé, 1979). Des restes des blés diploïde et tétraploïde, ont été découverts sur des sites archéologiques au proche Orient d'après Harlan (1975). Vavilov (1934), fait intervenir pour la première fois l'origine géographique dans la classification en distinguant nettement deux sous-espèces :

- *Europeum* vav : qui se trouve dans les Balkans et la Russie ;
- *Mediterraneum* vav : qui occupe le bassin méditerranéen.

Grignac (1965) élargit cette classification en établissant un compromis entre critères d'origine géographique et description botanique. Cette classification se justifie par le fait qu'à partir du centre d'origine qui est le moyen Orient où coexistent les deux formes parentales.

Grignac (1977) subdivise alors l'espèce en trois sous-espèces comprenant de nombreuses races ou «proles».

➤ La sous-espèce *Europeum* (Vav) qui comprend les formes suivantes :

- Le proles *Vavilorum* (Russie) ;
- Le proles *Sibericum* (Sibérie) ;
- Le proles *Anatolicum* (Turquie) ;
- Le proles *Balkanicum* (Balkans).

➤ La sous-espèce *Syriacum* (Flaksb), qui constitue les formes :

- Le proles *Horanicum* (Moyen-orient et semi aride) ;
- Le proles *Jordanicum* (Moyen-orient et semi irrigué) ;
- Le proles *Aegyptiacum* (Egypte, irrigué).

➤ La sous-espèce *Mediterraneum* (Vav) qui comprend les formes :

- Le proles *Ibericum* (Espagne et Portugal) ;
- Le proles *Typicum* (Afrique du nord et Sicile) ;
- Le proles *Italicum* (Italie et Grèce) ;
- Le proles *Sardanicum* (Sardaigne).

Selon Hamed (1979), le centre d'origine du blé est le Tigre et l'Euphrate, puis l'espèce s'est étendue en Chine, en Europe, en Amérique et le pourtour méditerranéen (Oudjani,2009).

D'après Feldman (1976), les premières évidences archéologiques de récolte des céréales datent d'un peu moins de 8000 ans avant J.C. et se trouvent au moyen - Orient dans le croissant fertile, zone couvrant la Palestine, la Syrie, et l'Irak et une grande partie de l'Iran cité par Mouellef (2010) figure 11.

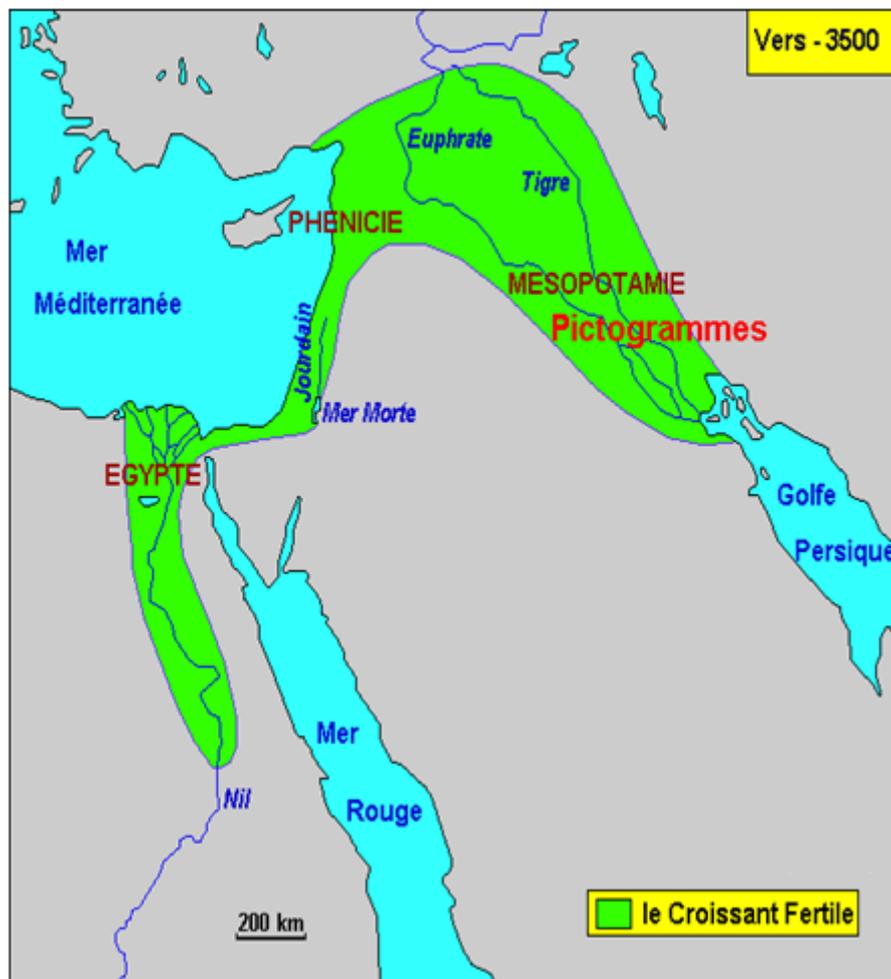


Figure 11: Le croissant fertile : Harlan et de Wet (1971)

L'on croît alors que le blé dur provient des territoires de la Turquie, de la Syrie et de l'Iraq selon Feldmen (2001) (Oudjani,2009).

Bonjean (2001), considère que le monde Romain a largement contribué à la diffusion des céréales du bassin méditerranéen vers l'Europe centrale et l'Europe de l'Ouest.

Les formes sauvages identifiées de ces diverses espèces (*Triticum monococcum* et *T.dicoccum*) seraient originaires du proche Orient et du moyen Orient.

Le blé dur selon plusieurs auteurs, serait une plante anciennement cultivée et était à la base de l'alimentation des premières civilisations humaines. A partir de ce centre d'origine, la culture du blé s'est diffusée vers le Nord-Ouest par les plaines côtières du bassin méditerranéen et au travers les Balkans puis en suivant la vallée du Danube(Allemagne) pour arriver a la vallée du Rhin(Suisse) entre 5000 et 6000 ans avant J.C.

Les restes archéologiques montrent que le blé atteint l'Ouest de l'Europe environ 5000 ans avant J.C.dans le même temps, il diffuse vers l'Asie et l'Afrique. Son introduction en Amérique et plus encore en Australie n'est que très récente (figure12).

L'évolution du blé s'est donc produite dans de nombreux écosystèmes, de manière relativement indépendante jusqu'au 19^{ème} siècle. A ce moment l'amélioration génétique du blé par choix dans les populations cultivées et par hybridation s'est développée, aboutissant à un brassage important des différentes origines du blé (INRA ,2010) comme proposées par Vavilov (Harlan, 1987) figure13.

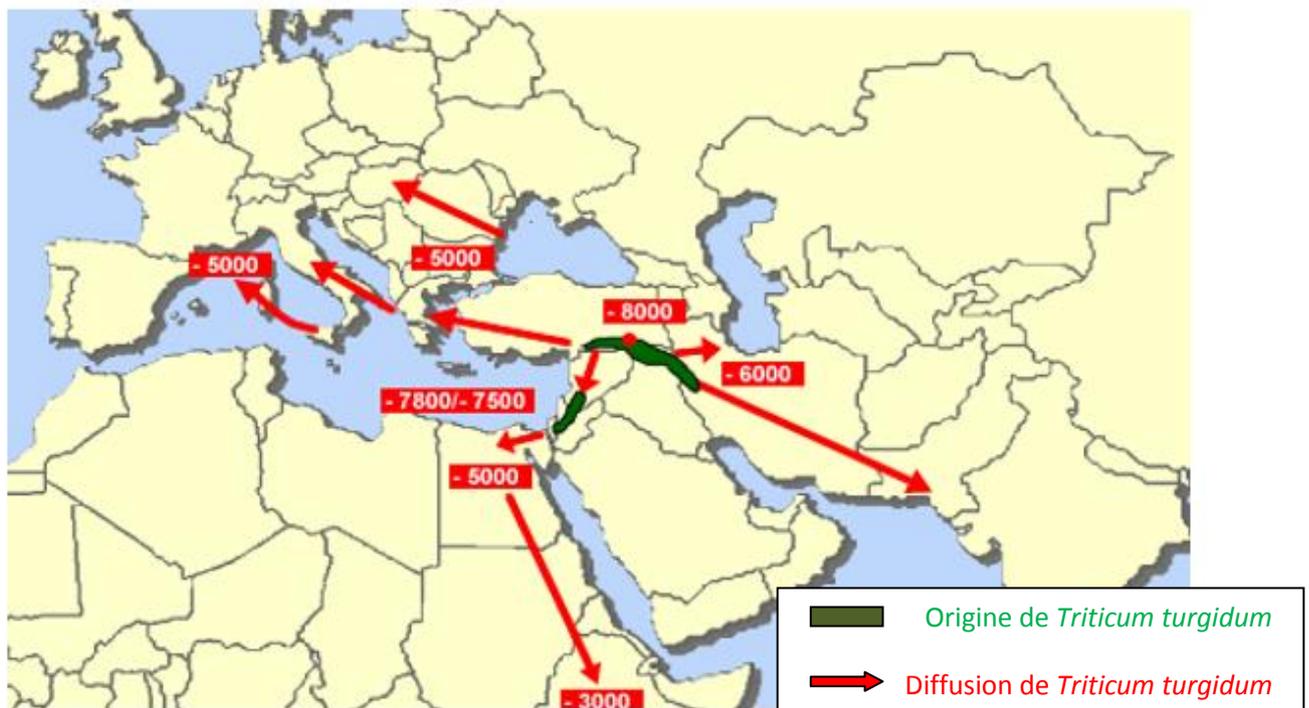


Figure12 : Origine et diffusion du blé (www.museum.agropolis.fr)

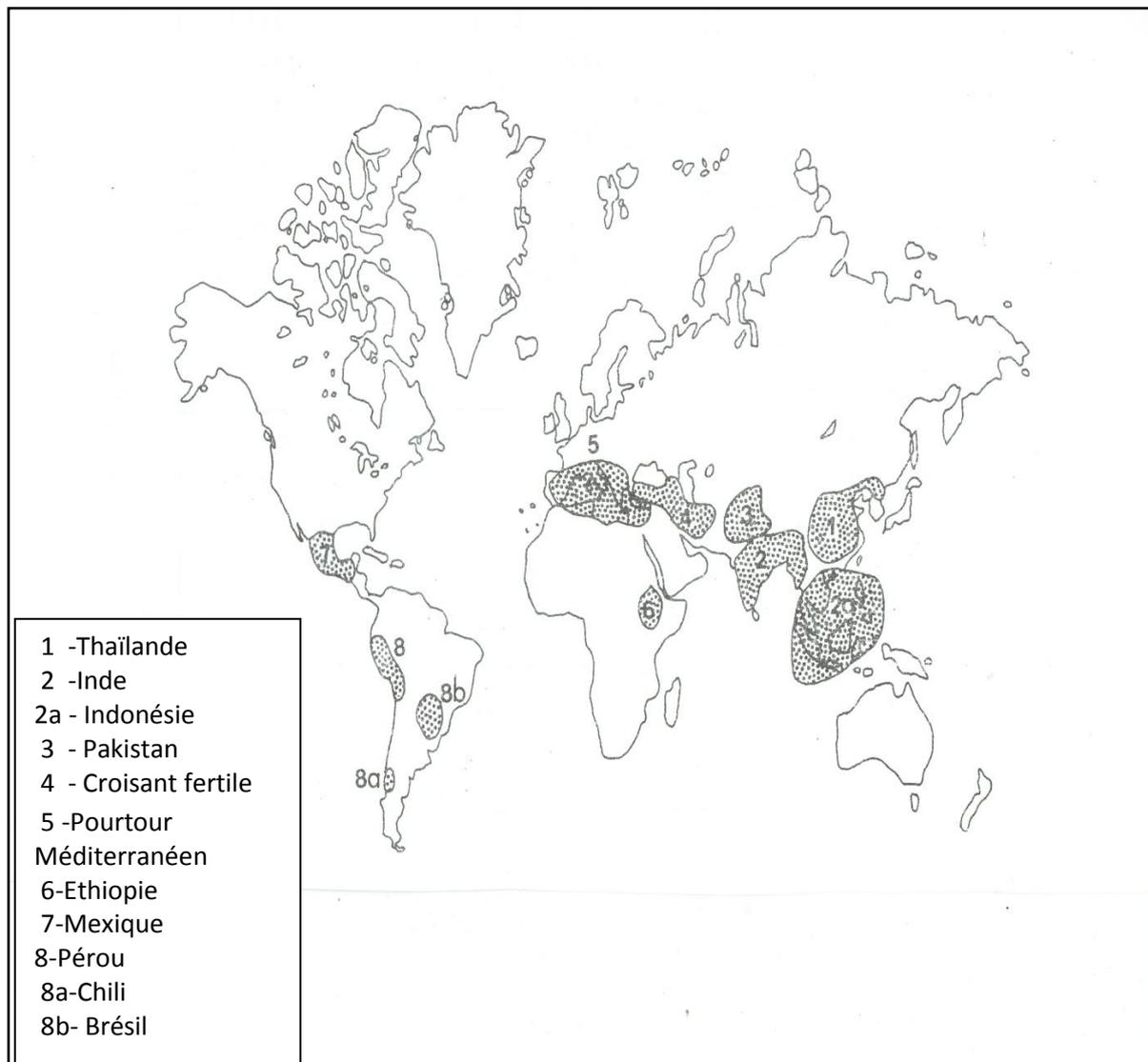


Figure 13: Les huit centres d'origine selon Vavilov d'après (Harlan, 1975,1987)

Vavilov a ainsi proposé en 1926 la liste des céréales associées à ces centres d'origine (tableau II₁).

Tableau II₁ : liste des plantes cultivées les plus importantes que vavilov (1926) associe aux différents centres d'origine :

Centre 2(2,2a)	Le riz
Centre 4(Moyen-Orient)	Blé engrain, blé emmer, seigle.
Centre 6	Orge, millet africain, millet perlé.
Centre 7 (Mexicain-centre Américain)	Maïs.

Par ailleurs, selon l'IPGRI (2001) in GNIS (2006) la carte des centres d'origine des plantes cultivées a été élargie à d'autres régions par rapport à celle de Vavilov (1926) figure 14.

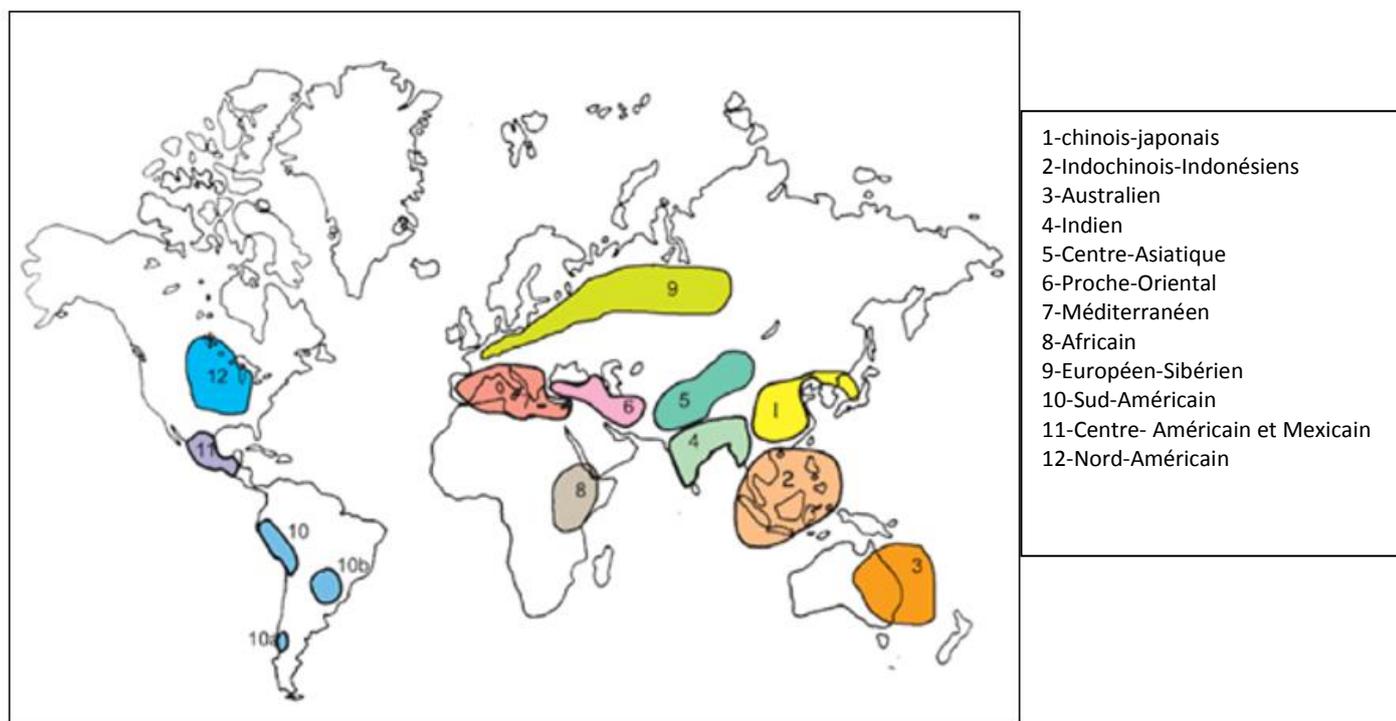


Figure 14:les principaux centres d'origine des plantes cultivées dans le monde (IPGRI, 2001) in (GNIS, 2006)

Cependant, Harlan et Zohary (1966) ont considéré le croissant fertile comme centre unique d'origine de l'orge sauvage (*Hordeum murinum* L.) et parent héréditaire de l'orge cultivée de deux et six rangs qui a diffusé vers les maquis méditerranéens ouverts et les bordures de routes. Des types a deux rangs remontant au néolithique (7000 ans avant J.C.) découverts dans le croissant fertile du Moyen-Orient paraissent être les restes les plus anciens de l'orge cultivée en haute-Egypte d'après Zohary(1973) figure 15.

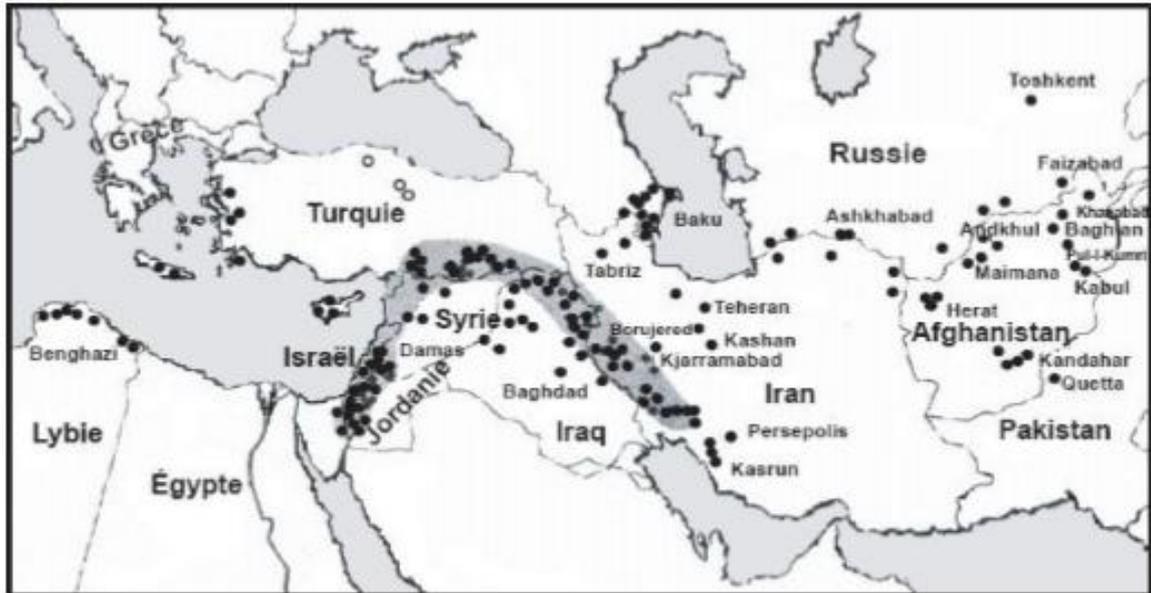


Figure 15: localisation des sites connus de l'orge sauvage (*Hordeum spontaneum* L.) selon Harlan et Zohary (1966) modifiée par Harlan (1975).

5.2-Originé génétique :

L'observation du comportement des chromosomes pendant la méiose et les résultats d'expérience d'hybridation ont montré que les génomes des Poaceae (Graminées) peuvent souvent être regroupés en deux types distincts. Chaque type a reçu un nom A, B ou D.

L'identification des types des génomes constitue un outil intéressant pour identifier les hybridations. Par exemple, si deux plantes diploïdes s'hybrident pour donner une nouvelle forme polyploïde les deux génomes originaux seront présents dans cette nouvelle forme.

Pour le critère chromosomique, Picard *et al.* (1998) répartissent les espèces du Genre *Triticum* en trois groupes distincts :

➤ Le premier groupe :

Le groupe diploïde ($2n=14$ chromosomes) ou groupe de *Triticum monococcum*, ayant pour base de génome (AA).

➤ Le deuxième groupe :

Le groupe tétraploïde ($2n= 28$ chromosomes) ou groupe de *Triticum durum* Desf. (Blé dur) Ayant pour base les génomes (AABB).

L'origine du blé tendre conserve encore une part de mystère. Un premier blé tétraploïde est probablement né de l'assemblage naturel de 2 graminées sauvages diploïdes.

En effet, les génomes de *Triticum urartu* (génome A) et d'un autre *Triticum* (génome B) probablement proches d'*Aegilops spelta* s'expriment dans *Triticum dicocoides* (génome AB). L'ancêtre commun du blé dur et du blé tendre.

➤ Le troisième groupe :

Le groupe hexaploïde ($2n=42$ chromosomes) ou groupe de *Triticum aestivum* L. (Blé tendre) avec les génomes (AABBDD).

Sous l'effet de cette sélection, le *Triticum dicocoides* évolue en *Triticum dicoccum* ou amidonnier cultivé (génome AB). Cet amidonnier cultivé va se croiser à nouveau il ya environ 9000 ans avec une autre graminée sauvage, *Triticum tauschii* (génome D) pour donnée naissance au *Triticum aestivum* (génome ABD), une espèce hexaploïde dont est issu par évolution et sélection notre blé tendre actuel.

Le génome complexe du blé explique son succès. Il offre une grande capacité d'adaptation aux différentes conditions climatiques, Une richesse en protéines permettant la fabrication de pain ...

Parmi les sous –espèces *Triticum aestivum* , on retrouve le blé tendre , mais également l'épeautre, le blé hérisson... (Gnis ,2006)

L'origine possible de blé selon Gallais et Bannerot (1992) est représentée dans la figure16 suivante.

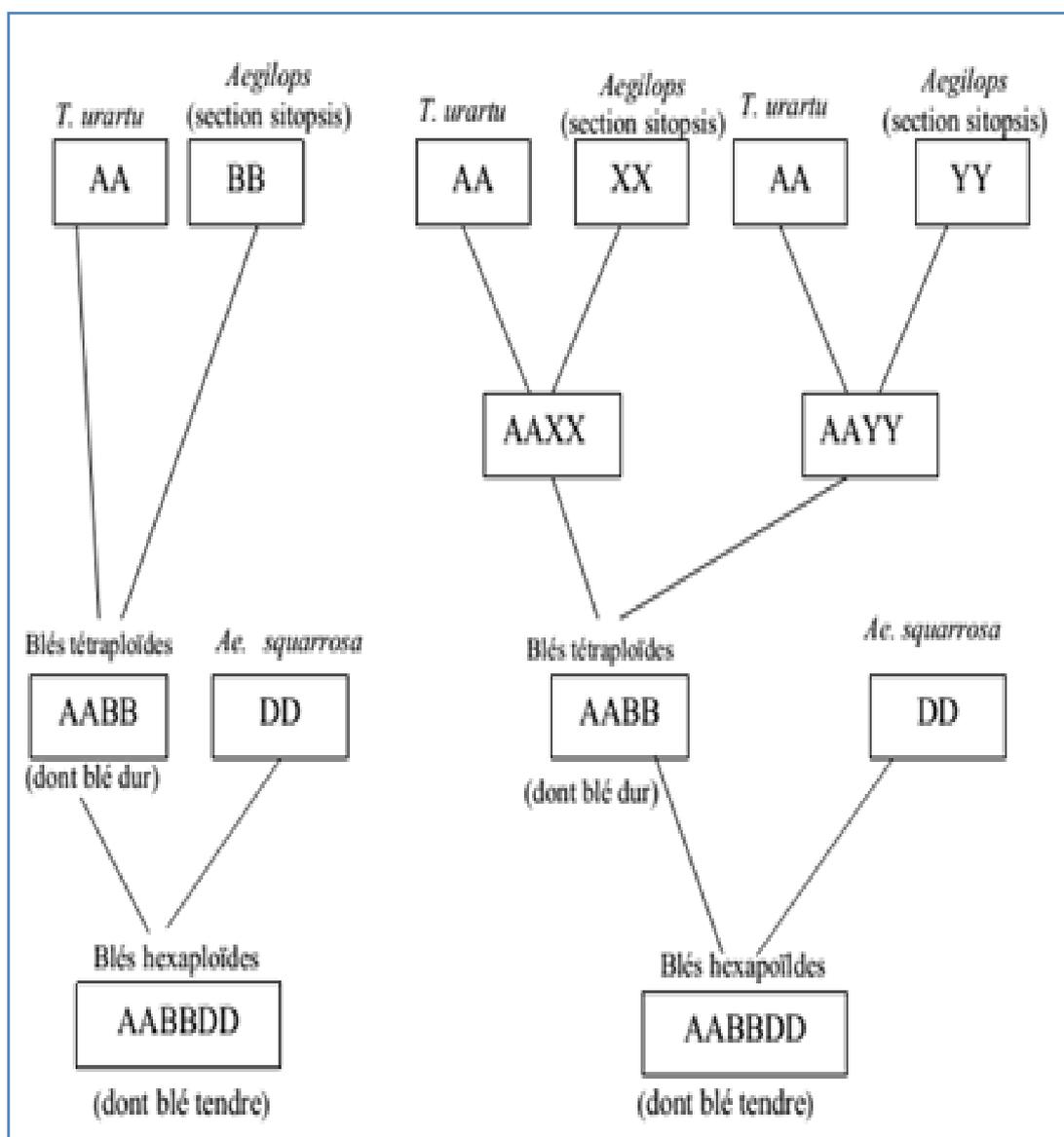


Figure 16: Origines possibles de blé selon Gallais et Bannerot (1992).

Pour ce qui est des orges, Linné (1755) les a classées selon le degré de fertilité des épillets et la compacité de l'épi en deux groupes :

- les orges à six rangs dont les épillets médians latéraux sont fertiles ;
- les orges à deux rangs où seuls les épillets médians sont fertiles.

5.3- Classification :

5.3.1-Classification botanique :

Les céréales étudiées appartiennent à la famille des Poaceae (ex graminées), leur classification est la suivante tableau II₂ :

Tableau II₂ : classification des céréales selon Chadefaut et Emberger (1960), Feillet(2000)

Classification	Blé	orge
Règne	Plantae	
Division	Magnoliophyta (Angiospermes)	
Classe	Liliopsida(Monocotylédones)	
S/ classe	Commelinedae	
Ordre	Poales (Glumiflorales)	
Famille	Poaceae Poacées (graminées)	
S/famille	Pooideae	Horeoideae
Tribu	Triticées	Hordeae (Hordées)
S/Tribu	Triticinae	Hordeinae
Genre	<i>Triticum</i>	<i>Hordeum</i>
Espèce	<i>Triticum durum</i> Desf. <i>Trticum aestivum</i> L.	<i>Hordeum vulgare</i> L.
Variétés	ex : Hedba3 (blé dur) ex : Florence aurore (blé tendre)	ex : Akhrash ex : Saida 183

5.3.2-Classification génétique :

Les blés forment un complexe où de nombreuses espèces ont été dénommées. Les botanistes ont longtemps tendance à donner un nom d'espèce à chaque variant morphologique.

Depuis le début de 19^{ème} siècle, les blés ont fait l'objet de nombreuses études cytogénétiques et l'on sait maintenant qu'ils se classent dans une série polyploïde, ils diffèrent par leur nombre de chromosomes et par la constitution de leurs génomes.

Certain sont diploïdes et partagent le génome appelé AA, d'autres sont tétraploïdes et de formule AABB et d'autres encore sont hexaploïdes et de génome AABBDD. A l'intérieure de chaque groupe, les formes sont inter-fertiles, alors que les hybrides entre groupes sont fortement stériles. De plus, on doit à un très faible nombre de gènes les différences spectaculaires entre formes sauvages (à rachis fragile) et forme cultivées (à rachis solide), ou bien entre grain vêtu (à glumes et glumelles adhérentes au grain), et grain nu.

Les auteurs modernes (Mackey, 1966 ; Zohary, 1973) estiment que c'est aux groupes naturels qu'il faut accorder le statut d'espèce tableau II₃.

Tableau II3: nomenclature usuelle des blés :

	Mackey 1966	Nomenclature usuelle	Génome
Diploïdes		<i>T.urartu</i> Tum.	AA
	<i>T.monococcum</i> L.		
	<i>ssp.boeoticum</i> (Boiss.)MK.	<i>T. boeoticum</i> Boiss.	
		<i>ssp.aegilopoides</i>	AA
		<i>ssp.thaoudar</i>	AA
	<i>ssp. monococum</i>	<i>T. .monococcum</i> L.	AA
		<i>T.sinskajae</i> A.Filat et Kurt	AA
Tétraploïdes	<i>T.turgidum</i> (L.)Thell.		
	<i>ssp.dicoccoides</i> (Korn) Thell.	<i>T. dicoccoides</i> (Korn)Schweinf.	AABB
	<i>ssp.dicoccum</i> (SchranK)Thell.	<i>T. dicoccum</i> (SchranK)Schull.	AABB
	<i>ssp.paleocolchicum</i> (Men.)MK.	<i>T. paleocolchicum</i> Men.	AABB
	<i>ssp.turgidum</i>		
	<i>conv.polinicum</i> (L.)MK	<i>T.polinicum</i> L.	AABB
	<i>conv.durum</i> Desf.MK	<i>T. durum</i> Desf.	AABB
	<i>conv.turanicum</i> (jacubz.)MK	<i>T. turanicum</i> jacubz.	AABB
	<i>T.timopheevi</i> ZhuK.		
	<i>ssp.araraticum</i> (JaKubz)MK	<i>T. araraticum</i> JaKubz.	AAGG
	<i>ssp.timopheevi</i>	<i>T. timopheevi</i> ZhuK	AAGG
	<i>T.militinae</i> ZhuK et Miguch.	AAGG	
Hexaploïdes	<i>T.aestivum</i> (L.)Thell.		
	<i>ssp.spelta</i> (L.)Thell.	<i>T. spelta</i> L.	AABBDD
	<i>ssp.macha</i> (Dek.etMen.)MK	<i>T. macha</i> Dek.etMen.	AABBDD
	<i>ssp.vavilovi</i> (Vill.)MK.	<i>T. vavilovi</i> (Tum.)Jakubz.	AABBDD
	<i>ssp.compactum</i> (Host.)MK	<i>T. compactum</i> Host.	AABBDD
	<i>ssp.sphaerococcum</i> (Perc.)MK	<i>T. sphaerococcum</i> Perc.	AABBDD
	<i>ssp.vulgare</i> (Will.)MK	<i>T.aestinum</i> L.	AABBDD
	<i>T.zhukovskhyi</i> Men.et Er	<i>T.zhukovskhyi</i> Men.et Er	AAAAGG

Rasmusson (1987), souligne que le genre *Hordeum* comprend des espèces diploïdes ($2n=14$) dont les biotypes cultivés comme *Hordeum Distichum*, *Hordeum intermedium*, et sauvage comme *Hordeum spontanum*, *Hordeum agrocristhone*, et *Hordeum pusillum*. L'espèce tétraploïde ($2n=28$) est constituée uniquement des biotypes sauvages comme *Hordeum murinum*, *Hordeum bulbosum*, *Hordeum jubatum* et *Hordeum nodosum*.

5.3.3- classification du blé dur, blé tendre et de l'orge selon le milieu de culture :

1-Le blé :

Hanson *et al.* (1982) in Soltner (2005) classent les blés selon le milieu de culture en trois groupes ;

- **Les blés d'hiver :**

Dont le cycle de développement varie de 4 à 7 mois. S'implantent en automne et caractérisent les régions méditerranéennes et tempérées. Ces blés subissent une vernalisation pendant les semaines à des températures de 1 à 5⁰ C, pour passer du stade végétatif au stade reproducteur (ne peuvent épier qu'après avoir été soumis au froid).

- **Les blés de printemps :**

Ont un cycle de croissance de 3 à 6 mois. Ils n'ont pas de périodes inactives et ne peuvent survivre à de très basses températures. Leur épiaison ne dépend que de l'allongement de la durée du jour.

- **Les blés alternatifs :**

Qui sont intermédiaires au plan tolérance au froid entre les blés d'hiver et ceux de printemps.

2-L'orge :

Quant à Soltner (2005), il classe les orges aussi selon leur milieu de culture en trois groupes qui sont ;

- **Les orges d'hiver :**

Dont le cycle développement varie de 240 à 265 jours, soit 8 à 9 mois s'implantent en automne. Ces orges ont besoin pour assurer leur montaison, de température vernalisante qui manifeste un degré plus au moins élevé de résistance au froid hivernal.

- **Les orges du printemps :**

Ont un cycle de développement très court environ 120 à 150 jours, soit 4 à 5 mois s'implantent au printemps. Ces orges n'ont aucun besoin de vernalisation pour assurer leur montaison.

- **Les orges alternatives :**

Qui sont intermédiaires au plan tolérance au froid entre les orges d'hiver et celles de Printemps.

6-Cycle biologique et développement :

6.1- caractères morphologiques :

➤ L'appareil végétatif :

Le blé et l'orge sont des plantes très semblables dans la morphologie de leurs organes végétatifs et floraux. En effet, la plante comprend deux appareils : racinaire et aérien.

* L'appareil racinaire: Il est composé de deux systèmes ;

- système racinaire fasciculé ou système de racines séminales :

Fonctionne de la germination jusqu'à la maturité. Les racines de ce système sont au nombre de six et rarement sept Grignac,(1965) ; Benlaribi *et al.* (1990) et Hazmoune (2006).Il est secondé ou fortifié ensuite par le système racinaire nodal (adventif).à partir du début tallage

- Système de racines adventives :

Il assure la nutrition et le développement de la plante en parallèle du système séminal à partir du stade tallage. Ses racines sont au moins au nombre de deux par talle formée et se caractérisent par un diamètre plus grand par rapport aux autres.

* L'appareil aérien :

La tige est cylindrique, elle est formée d'entre-nœuds séparés par des nœuds, plus ou moins saillants. Les nœuds sont des zones méristématiques à partir desquelles s'allongent les entres nœuds Qui sont généralement creux chez le blé tendre et l'orge et variables chez le blé dur (Benlaribi, 1990).

➤ L'appareil reproductif :

L'inflorescence ou épi est constituée d'épillets multi floraux disposés le long d'un axe appelé rachis solide et se terminent par les barbes. Le nombre d'épillets et de fleurs est variable selon l'espèce et la variété.

L'épillet est enveloppé dans deux glumes et chaque fleur est hermaphrodite et protégée par deux glumelles (inférieure et supérieure).Elle comprend un ovaire possédant un seule ovule constitué d'un stigmate divisé en deux plumules et de trois étamines.

La fécondation a lieu à l'intérieur des glumelles avant que les étamines n'apparaissent à l'extérieur. Cette caractéristique contribue largement a la conservation de la pureté variétale de l'espèce (Simmond, 1974) dans la mesure où il s'agit des plantes autogames.

7-Développement de la culture :

Plusieurs auteurs ont décrit le cycle de développement des céréales en le décomposant en deux périodes ; une période végétative et une période reproductrice. D'autres considèrent que la maturation constitue une troisième période (Moule, 1980 ; Gettouche, 1990).

Les modifications morphologiques résultent à la fois de processus de croissance et de processus de développement. Ces deux processus sont complémentaires et indissociables. Ils aboutissent à la production de matière sèche résultant de la transformation de ressources du milieu par l'intermédiaire de capteurs aériens : feuille pour la lumière dans le cadre de la photosynthèse et de capteurs souterrains : racines pour l'eau et minéraux.

La croissance consiste en une augmentation irréversible des dimensions et du poids des différents organes constitutifs de la plante. C'est une notion quantitative.

Le développement consiste en l'apparition d'organes nouveaux où le franchissement par la plante d'une étape différente mais complémentaire à la précédente. C'est une notion qualitative Papadakis (1938).

8 –Processus physiologiques relatifs aux différents stades phénologiques :

Les périodes, phases et stades de développement des céréales à paille sont présentés dans la figure 17. Selon le modèle de Soltner (1982-2005).

8.1-période végétative :

Toute semence mise en terre ne peut germer que si quelques conditions sont réunies ; la graine doit être vivante et mûre. Le sol doit fournir à la graine ; l'eau, l'oxygène, et la chaleur nécessaires

1-La phase semis-levée :

Au cours de cette phase on assiste à la germination de la semence : Sortie des racines séminales et croissance du coléoptile. La levée correspond à l'apparition de la première feuille qui traverse le coléoptile à la surface du sol chez au moins 50% des grains semés. Durant cette phase, la plante devient autotrophe en continuant à puiser les réserves du grain.

2-La phase levée début tallage :

Cette phase s'amorce à partir de l'expansion de la première feuille et s'étend progressivement jusqu'à la quatrième feuille. Le début du tallage est marqué par l'apparition de l'extrémité de la première feuille de la talle primaire puis d'autres talles naissent successivement à l'aisselle de la 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}... feuille de la tige principale ou maître - brin, l'ensemble restant court noué, formant un plateau de tallage situé juste au niveau du sol.

3- phase début tallage-début montaison :

Les talles primaires peuvent ensuite émettre des talles secondaires, lesquelles à leur tour émettent des talles tertiaires... etc Gate (1995), Moule (1980) et Belaid (1986). Le fin tallage est celle

de la fin de la période végétative, elle marque le début de la période reproductrice, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds Gate (1995).

8.2-période reproductrice :

1-La phase de formation des ébauches (primordia) d'épillets:

Elle est caractérisée par : la formation des ébauches d'épillets, la spécialisation florale et la méiose- fécondation.

Elle se manifeste, à partir du stade épi à 1 cm, par l'élongation du premier entre- nœud. Ce stade est repérable une fois l'ébauche de l'épi du maître-brin atteint 1cm de hauteur à partir du plateau de tallage Gate(1995).

Ce stade est sensible à la température basse variant entre +0 et 4C⁰. Selon Baldy (1984) la montaison constitue la phase la plus critique du développement du blé. Tout stress hydrique ou thermique au cours de cette phase réduit le nombre d'épis montants par unité de surface.

Cette phase s'achève une fois l'épi prend sa forme définitive à l'intérieure de la gaine de la feuille étendard qui gonfle (stade gonflement).

2-La phase de spécialisation florale :

Elle est caractérisé par la différenciation des pièces florales (glumelles inférieures puis supérieure, étamines, stigmates). Puis par la réalisation de la méiose pollinique.

3-La phase méiose-fécondation :

Elle est caractérisée par l'épiaison qui se détermine par l'apparition de l'épi hors de la gaine de la dernière feuille. Les épis dégainés fleurissent généralement ente 4 et 8 jours après l'épiaison Bahlouli *et al.* (2005). Les basses températures au cours de ce stade réduisent fortement la fertilité des épis Abbassenne *et al.* (1998).

8.3- Période de maturation :

1-La phase de multiplication cellulaire :

Geslin et jonard (1948) in Mazouz (2006) mentionnent que cette phase se compose de trois étapes successives, il ya une augmentation rapide du volume et du poids de grain en eau et en matière sèche, par l'intermédiaire de la multiplication des cellules du jeune grain encore vert.

2-La phase de remplissage du grain :

Les assimilés proviennent de la photosynthèse de la feuille étendard et du transfert des substances de réserves stockés dans le col de l'épi, les fortes températures au cours de cette phase provoquent l'arrêt de la migration des réserves des feuilles et de la tige vers le grain, c'est l'échaudage du grain. Puis suit la phase de dessèchement du grain. Qui perd de son humidité pour atteindre son poids sec final (Wardlaw, 2002).

3-La phase de dessiccation :

Le manque d'eau après la floraison combiné à des températures élevée entraine une diminution du poids de 1000 grains par alternation de la vitesse de remplissage des grains et durée de remplissage(Bouthiba *et al.*,2010 ; et Bhourri *et al.*,2015) .

Une diminution rapide du poids d'eau se produit .Le grain devient demi-dur, puis dur et cassant à sur maturité.

La taille et le poids moyen du grain participent à la stabilité de la production d'un cultivar donné. Ils dépendent des conditions de croissance post-anthèse (vitesse de transfert), de l'activité photosynthétique durant le remplissage du grain (durée de vie de la feuille étendard) et du nombre de cellules formées par l'endosperme Benlaribi(1984).

Les trois périodes du cycle de vie des céréales à paille (blé dur, blé tendre et orge) ainsi que les différents stades et phases phénologiques sont synthétisés depuis longtemps à travers les échelles proposées par Zadoks, Feekes et Jonard : tableau II₄.

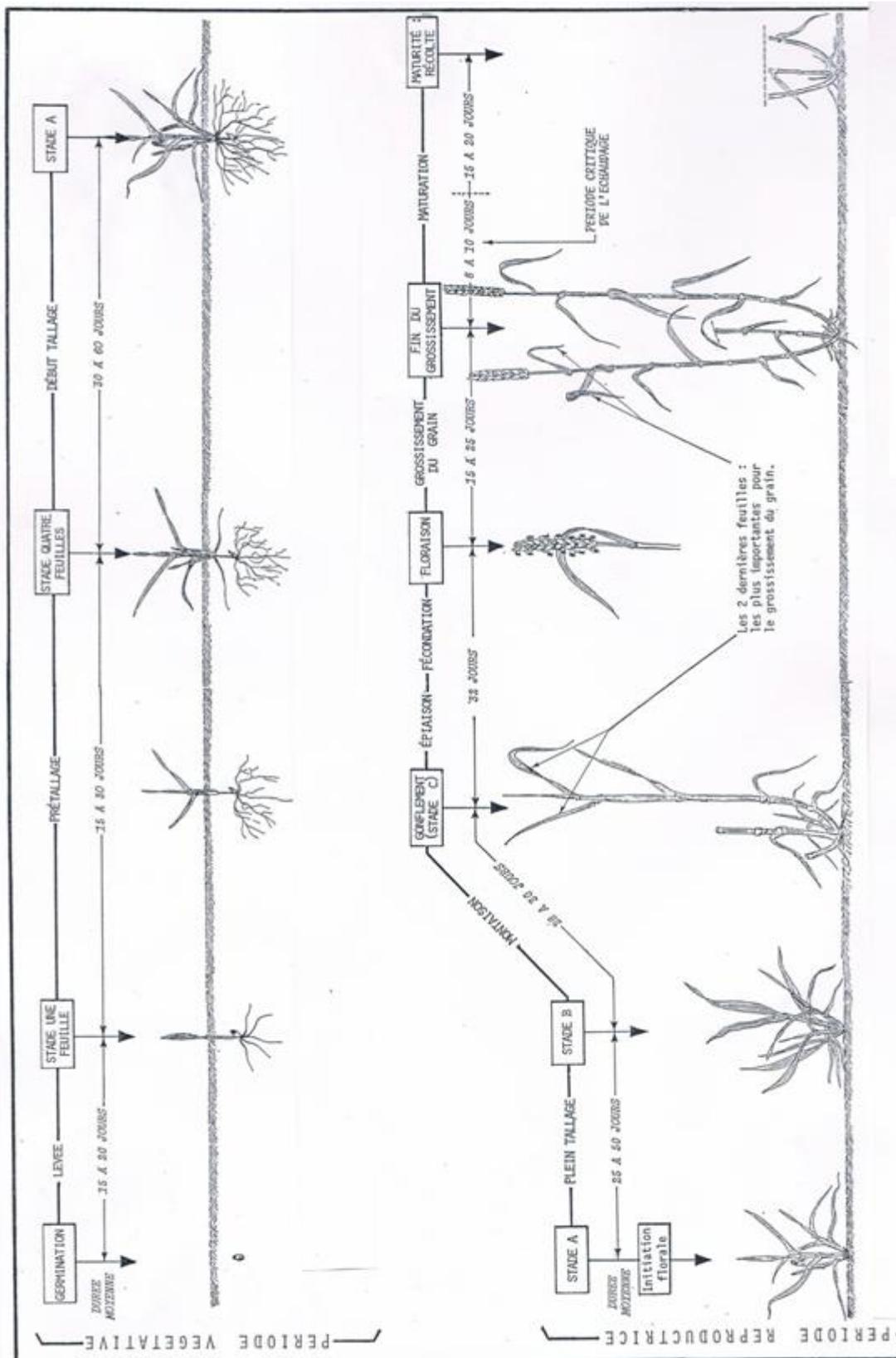


Figure 17 : les étapes et les stades repères de la vie du blé

Tableau II₄: Stade de développement du blé et de l'orge selon les échelles de ZADOKS, FEEKES, ET JONARD

Echelle ZADOKS	Echelle FEEKES	Echelle JONARD (1951)
0 germination		
00 semences sèches		
01 début imbibitions	Apex	Nœuds -Feuilles
03imbibition complète		
05apparition de la racicule		
07apparition du coléoptile		
09feuille au sommet du coléoptile		
(1) croissance de la plantule		
10 premières feuilles pointant	1 levée	Seconde feuille visible<1cm
11 au moins 50% de la 1 ^{er} feuille a émergé		
12 au moins 50% de la 2eme feuille a émergé		
18 au moins 50% de la 8eme feuille a émergé		
19 au moins 50% de la 9eme feuille a émergé		
(2) Tallage	2 débuts tallage	Stade A «double ride»
20 tiges principales seulement		
21 tige principale +1 talle		
22 tige principale+2 talle		
23 tige principale+3 talle		
24tige principale+4 talle	3	
25tige principale+5 talle		
26tige principale+6 talle		
27tige principale+7 talle		
28tige principale+8 talle		
29tige principale+9 talle ou plus	4-5	Stade B : Epi à 1cm du plateau de tallage
(3) Montaison	6	
30 pseudo élongation	7	
31 premier nœud détectable		
32deuxième nœud détectable		
33 troisièmes nœuds détectables		

34 quatrièmes nœuds détectables		
35 cinquièmes nœuds détectables		
36 sixièmes nœuds détectables	8	Stade C
37 dernière feuille à peine visible	9	
38 ligule et oreillettes à peine visible		
(4) Gonflement		
41 gaine de la feuille s'élargit	10	
43 gonflement à peine visible		Stade D
45 gonflements bien visibles		
(5) Epiaison	10-1	
51 première épillets visibles	10.-2	
52-53 ¼ des inflorescences dégagées	10-3	Stade E : Epiaison
54-55 ¼ des inflorescences dégagées	10-4	
56-57 ¼ des inflorescences dégagées	10-5	
58-59 ¼ des inflorescences complètes dégagées	10-51	
(6) Anthèse		Stade F : Floraison
60-61 début de l'anthèse	10-52	
64-65 anthèses à 1/2	10-53	
68-69 anthèses complètes		
(7) grain laiteux	10-54	
71 contenu du grain est totalement liquide		
73 début laiteux	11-1	
75 laiteux		
(8) grain pâteux		
83 début pâteux	11-2	
85 pâteux		Stade M : Maturité
(9) Remplissage	11-3	
91 grain jaune	11-4	
92 grain mûr		

(Gate et Giban, 2003; Boulal *et al.*, 2007) in Kellil (2010)

9-Mécanismes de production et d'adaptation :

9.1-Notion de production :

Depuis l'avènement de la révolution verte, vers les années 1965 les rendements des différentes céréales ne cessent d'augmenter particulièrement dans les pays développés du Nord grâce aux techniques et à l'amélioration génétique et aux conditions climatiques favorables.

Dans les pays du sud par contre, les rendements stagnent. Ainsi à travers des statistiques fournies par la FAO (1989), on observe que les céréales sont cultivées sur 743 millions d'ha avec une production de 14,62 milliards de quintaux, soit un rendement de près de 20qx/ha.

La surface exploitée dans les pays en développement n'est que de 11 millions d'ha avec une production de 100 millions de quintaux, soit un rendement de moins de 10qx/ha.

En 2020, la production de blé devrait augmenter de 40%, principalement par augmentation de rendement dans les écosystèmes à intensification durable, pour faire face à la demande croissante de la population mondiale (Borlaug et Dowsell, 1997 ; Pfeiffer *et al.*, 2000).

D'après la FAO (2015), la production des céréales doit progresser au cours de la prochaine décennie. En 2024, elle devrait être supérieure de 14% par rapport à la période de référence (2012-2014). Ceci, sous entend une amélioration du rendement, car l'extension des surfaces cultivables est très aléatoire.

En Algérie, la consommation des produits céréaliers notamment blé dur, blé tendre et orge ne cesse d'augmenter depuis l'indépendance.

En effets, l'accroissement démographique et l'amélioration du niveau de vie depuis les années 1970 ont provoqué une demande croissante de produits alimentaires de céréales autogames. Or, l'Algérie fait partie des zones méditerranéennes où la rareté et le caractère erratique des précipitations (300 à 600 mm/an) sont les facteurs majeurs de la production.

Les céréales étant des cultures pluviales, elles sont donc exposées d'année en année à des périodes de sécheresse qui peuvent survenir au début, au milieu et surtout à la fin du cycle biologique, pendant l'étape de remplissage du grain de ces espèces ce qui retentit et limite le rendement.

Or, la productivité s'exprime par le rendement le plus élevé qui s'écarte le moins du potentiel génétique du génotype en question.

Monneveux et This (1996), mentionnent que l'amélioration génétique de la tolérance à la sécheresse d'une espèce cultivée passe par une sélection pour les caractères liés au rendement en conditions de stress. Ceci vu l'inefficacité de la sélection directe pour le rendement en grain Benmahammed *et al.*(2005). Dans ce sens la sélection pour la tolérance au stress est définie comme la capacité génotypique à maintenir un haut rendement en grains quelque soit les

conditions de croissance prévalentes. C'est le concept de la stabilité du rendement proposé par Cattivelli *et al.* (2002).

Les variétés nouvelles sont le plus souvent sélectionnées sur la base de leur niveau de rendement sans tenir compte des caractères adaptatifs qui sont des régulateurs de la production en milieux variables d'après Laala (2010).

9.1. 1-- Le tallage :

Ce paramètre est influencé par les caractéristiques variétales et les techniques culturales (Massle 1981 ; Gonde *et al.*, 1986). Le potentiel de tallage est associé avec les composants de rendement tel que le nombre d'épi, qui dépend énormément des talles épis, le poids du grain dépend lui aussi du nombre de talles qui fait la compétition entre des différents épis pour l'accumulation des assimilats et également pour la nutrition minérale et l'eau Massle (1981).

9.1.2- La dernière feuille (feuille étendard) :

De part son âge, sa position, la feuille étendard joue un rôle primordiale dans le remplissage du grain. La durée de vie de la feuille étendard estimée par l'évolution de sa surface verte apparait comme un révélateur du niveau de fonctionnement de l'appareil photosynthétique en présence de déficit hydrique (Austin *et al.*, 1975).

Selon Boyer (1970) et Hsiao (1973) in Gettouche (1990), lors du déficit hydrique, la plante réagit par la diminution de la biomasse aérienne, en particulier la surface de sa dernière feuille ; alors que Johnson *et al.* (1973) suggèrent que les plantes à surface foliaire plus grande peuvent tolérer la déshydrations et maintenir un potentiel hydrique élevé.

Kirkham *et al.* (1983) proposaient qu'une surface foliaire réduite puisse être avantageuse, du fait qu'elle réduit effectivement la perte en eau totale de la plante.

D'après Planchon, (1973) in Auriau (1978) l'assimilation nette potentielle de la dernière feuille dépend :

- de Sa surface foliaire ;
- du nombre de stomates ;
- de la teneur en chlorophylle ;
- de l'âge de la feuille.

Cette assimilation est faible d'abord lorsque la feuille se développe, elle passe par un maximum et diminue aussi vite à la floraison (sénescence plus ou moins précoce).

L'activité photosynthétique globale de la dernière feuille pendant la phase floraison – maturité conditionne en grande partie le rendement des céréales Thorne (1966) in Auriau (1978).

Cependant, certains travaux soulignent une relation entre les capacités photosynthétiques de l'unité de surface de la feuille et la production agricole d'une plante ; c'est le cas chez le blé,

ou les variétés modernes à fort rendement ont une photosynthèse par unité de surface plus faible, mais ont une surface assimilatrice plus grande que les variétés peu productives (Dunstone, 1970 ; Evan, 1975) in Malet et Gunarde (1981).

Mossad *et al.* (1995) trouvent que les génotypes, qui émettent rapidement plus de talles par surface et développent une grande surface foliaire, sont capables de faire monter plus de talles et réussir des rendements en grains acceptables en milieu variable.

Blum (1996), observe une diminution de la surface de la feuille, sous stress hydrique, cette diminution est considérée comme une réduction de résistance moyenne ou d'adaptation au manque d'eau. Cette réduction de la surface foliaire est un moyen judicieux pour le contrôle des pertes d'eau.

9.1.3-La compacité :

La compacité est un caractère aussi bien de production que d'adaptation.

9.2-Notion d'adaptation :

L'adaptation au milieu est un phénomène essentiel chez les plantes qui ne possèdent pas la capacité de se déplacer vers un environnement plus favorable. Elle est aussi essentielle pour que la culture puisse s'exprimer et produire tant soit peu ou à la limite survivre et se reproduire Papadakis (1938).

La notion d'adaptation se confond parfois avec celle de résistance et de tolérance aux stress. En fait, l'adaptation n'est que la résultante de la tolérance aux contraintes. Une plante adaptée est donc celle qui tolère ou résiste à un stress donné et réussit à produire à un niveau satisfaisant par rapport à une autre plante qui sera dite non adaptée (Ceccarelli *et al.*, 1992 ; Fellah *et al.*, 2002). Il existe chez les plantes trois formes distinctes de résistance :

-La première se manifeste sous la forme d'un ensemble de mécanismes qui induisent chez la plante la capacité à accepter la contrainte mais sans subir les effets, c'est la résistance génétique. Elle permet à la plante de résister à la déformation mécanique, à la dégradation membranaire et de maintenir ses activités métaboliques même sous des niveaux assez élevés de la contrainte.

-La deuxième est la situation où la plante fait appel à différents mécanismes tels que le développement du système racinaire en profondeur, accumulation d'osmoticum (proline), glaucescence, ...etc. Pour se maintenir à un niveau de contrainte nettement inférieur à celui exercé par le milieu extérieur.

- La troisième forme est la capacité de la plante à terminer l'essentiel de son cycle en dehors de la période de contrainte intense. Exprimée en terme de rendement en grains, Rosseille et Hamblin (1981), définissent l'adaptation comme la capacité d'un génotype à donner des rendements en grains élevés aussi bien en présence qu'en absence de stress.

9.3-phénologie :

La phénologie rythme le développement de la plante et ajuste le cycle végétatif de manière à l'assortir aux conditions optimales de croissance de l'environnement de production. La stratégie appliquée en amélioration variétale, pour réduire les effets des stress, consiste à raccourcir la durée du cycle de la variété.

On parle alors de précocité qui est un mécanisme qu'utilise la plante pour s'échapper à la sécheresse, elle correspond à la capacité de la plante à achever son cycle pendant la période où l'eau est disponible.

La précocité à l'épiaison et la maturité est un mécanisme important d'esquive à la sécheresse tardive (Hadjichristodoulou, 1987). Chaque jour gagnée en précocité génère un gain de rendement variant entre 30kg /ha d'après Fisfer et Maurer (1978). La précocité joue un rôle très important dans la stabilité des rendements des céréales.

La précocité à l'épiaison peut donc être utilisée comme critère de sélection pour améliorer les productions dans les zones sèches (Benlaribi, 1990; Bensalem *et al.*, 1990).

En milieu où le gel tardif est une contrainte à la production des céréales, une précocité excessive n'est d'aucune utilité, au contraire elle risque d'être une source d'instabilité des rendements en grains. Une précocité modérée peut cependant constituer un avantage lors de la reprise de la croissance après un bref stress.

Selon Ali Dib *et al.* (1992), la sélection de génotypes précoces permet d'éviter la coïncidence des stades critiques de développement (floraison-maturation) et les stades d'occurrences maximales de certains accidents climatiques (gel, température élevée).

Hadjichristodoulou(1987), note que les variétés très précoces arrivent à maturité assez tôt avant d'avoir utilisé l'eau des derniers organes du printemps, leur rendement en grain est alors plus faible relativement à celui enregistré par les variétés tardives.

Wong et Berker(1986) in Bouzerzour *et al.* (1998), observent des corrélations positives et significatives entre la précocité à l'épiaison, le nombre de feuilles portées par le maître-brin et le nombre d'épillets par épi ; les variétés qui tallent plus sont donc plus précoces et plus fertiles.

9.4-Morphologie de la plante et adaptation au milieu :

9.4.1-La pigmentation anthocyanique :

Les anthocyanes sont des pigments. Ce sont des composés phénoliques intra vacuolaires qui donnent une coloration rouge –brun ou violacée aux différents organes de la plante notamment aux feuilles

La pigmentation anthocyanique prédomine le plus souvent sur l'apex où la coloration peut être très marquée. Celle-ci est bien sûr très dépendante de l'insolation et du temps froid, lorsque les feuilles cessent de produire de la chlorophylle (Hopkins, 2003).

Les anthocyanes sont des indicateurs de sénescence (couleur rouge des feuilles en hiver avant leur chute) mais aussi de stress ; une plante peut lorsqu'elle est agressée augmenter sa production anthocyanes foliaire selon Coulomb *et al.* (2004).

9.4.2- La pilosité :

Le terme pilosité désigne la présence de poils. La pilosité des feuilles et des tiges, est considérée comme un facteur d'adaptation à la sécheresse.

9.4.3 -La cire :

La production de cire est liée a plusieurs facteurs de l'environnement ; faible humidité, forte radiation lumineuse, et réduction de la disponibilité de l'eau du sol (Johanson *et al.*, 1973).

9.4.4- La glaucescence :

La glaucescence se caractérise par une pellicule poudreuse-cireuse donnant un aspect blanc-bleuté, elle permet à la plante de se protéger contre la sècheresse en diminuant la transpiration qui s'accroît par un temps sec (UPOV, 2013).

9.4.5- - La hauteur de la plante :

La hauteur de la plante apparait comme un critère de sélection importante. Meklich (1983), trouve une liaison positive significative entre le rendement et la hauteur de la paille. Ceci s'expliquerait par le fait qu'une paille haute s'accompagne souvent d'un système racinaire profond ce qui conférerait à la plante une capacité d'extraction de l'eau supérieure (Bagga *et al.*,1970).

Fisher et Maurer(1978), mentionnent que les blés hauts ont un indice de sensibilité à la contrainte hydrique plus faible comparativement aux blés nains et semi-nains.

9.4.6- Le col de l'épi :

La longueur du col de l'épi a souvent été proposée comme critère de sélection de génotypes tolérants au déficit hydrique (Fisher et Maurer1978). Ce caractère a toutefois un déterminisme génétique plus complexe que celui de la hauteur de la plante (El-Hakimi, 1992).Le rôle de ce caractère s'expliquerait par les quantités d'assimilats stockés dans cette partie de la plante qui sont susceptibles d'être transportés vers le grain en conditions de déficit hydrique terminal (Gate *et al.*, 1992).

Un col de l'épi long constitue une protection contre la contamination de l'épi par les spores de la *septoria ssp* à partir des dernières feuilles Wardlaw (1967) in Auriau (1978).

9.4.7- Les barbe

Les caractéristiques de l'épi (épi court à barbes peu développées) contribuent également à une limitation des pertes en eau(Febrero *et al.*,1990) l'épi assure une activité photosynthétique importante au cours du remplissage du grain et sa contribution à la photosynthèse de la plante serait comprise entre 13 et 76% selon Biscope *et al.* (1975).En cas de déficit hydrique, la photosynthèse de l'épi participe relativement plus au remplissage que la feuille étendard (Bammoun,1997).

(Nemmar, 1980) mentionne que la présence des barbes chez les céréales augmentent la possibilité d'utilisation de l'eau et l'élaboration de la matière sèche lors de la phase de maturation.

Lors de la phase de remplissage du grain, la photosynthèse est moins sensible à l'action inhibitrice des hautes températures chez les génotypes barbus comparativement aux génotypes glabres Fokar *et al.* (1998). La longueur des barbes est un paramètre morphologique qui semble également étroitement lié à la tolérance au déficit hydrique terminal tout au moins chez le blé dur Hadjichristodoulou(1985). Les barbes, par leur port dressé et leur position au voisinage immédiat de la graine, conditionnent sa formation (Gate *et al.*, 1992).

9.4.8- L'enroulement foliaire :

L'autre type d'adaptation foliaire développé par les plantes face a un manque d'eau est l'enroulement des feuilles.

Chez le blé, l'enroulement foliaire chez certaine variétés résistantes peut être considéré comme un indicateur de perte de turgescence en même temps qu'un caractère d'évitement de la déshydratation (Amokrane *et al.*,2002).

O'tool *et al.* (1980) montrent que l'enroulement des feuilles entraines une diminution de 40 a 60% de la transpiration.

La couleur claires des feuilles induit une diminution de la température par augmentation de l'émission de la lumière reçue ce qui conduit à une réduction des pertes en eau Clarke *et al.* (1989).

9.4.9- Le système racinaire :

Le développement de l'appareil racinaire, joue un rôle essentiel dans l'alimentation hydrique et minérale de la plante. Ben Salem *et al.* (1991) notent qu'un appareil racinaire extensif permet au blé de mieux résister à une contrainte hydrique. Baldy(1973),Benlaribi *et al.*(1990) et Ali Dib *et al.*(1992), soulignent la relation positive entre le rapport de la matière sèche racinaire / matière sèche aérienne et la sensibilité à la sécheresse. Hurd(1974), Sullivan(1983) et El Hakimi (1992) notent l'existence d'une corrélation positive, en conditions sèches, entre le rendement et le développement racinaire chez les céréales à paille.

10- Création de la variabilité et amélioration des plantes :

La variabilité disponible dans les populations naturelles ou sélectionnées est souvent insuffisante pour opérer une sélection efficace.

La création d'une nouvelle variabilité orientée vers les objectifs recherchés s'effectue selon Grignac (1986) par :

- Croisements inter variétaux (intra-spécifique) ;
- Croisements interspécifiques ;
- Changement de dosage chromosomique (polyploïdie) ;
- Mutagénèse ;
- Manipulations génétiques.

Selon Doré et Varoquaux (2006), l'amélioration des plantes peut être globalement définie comme l'ensemble des activités tendant à l'ajustement génétique des plantes au service de l'homme et comme la réalisation de multiples adaptations aux milieux physique, biologique et économique, et également l'amélioration de la production en quantité et qualité.

Cette amélioration répond à plusieurs exigences:

- La nécessité de satisfaire les besoins alimentaires croissants créés par l'augmentation démographique ;
- La recherche permanente d'une amélioration de la production agricole et de sa qualité ;
- La modification incessante des objectifs de sélection due à l'évolution des exigences des transformateurs ;
- La nécessité d'adapter les variétés aux conditions environnementales et de production, variables dans le temps et dans l'espace.

10.1-Notion d'amélioration et son objectif :

L'amélioration des plantes a pour mission de rechercher et d'appliquer à des fins utilitaires, les méthodes susceptibles de transformer un matériel végétal de caractéristiques données en un matériel présentant un ensemble de caractères plus favorables pour la production dans un environnement déterminé et pour l'utilisation à laquelle on le destine (Grignac,1986).

C'est un objectif ambitieux. Car il s'agit de mettre à la disposition de l'agriculteur de nouvelles variétés plus productives, mieux adaptées au milieu agronomique (milieu physique, biologique, économique et humain) et de meilleure qualité que les variétés actuellement disponibles.

La démarche de l'amélioration des plantes consiste à :

1- définir les méthodes permettant de diriger l'évolution des espèces dans un sens favorable. Ces méthodes vont dépendre de la biologie de l'espèce, surtout de la biologie florale ;

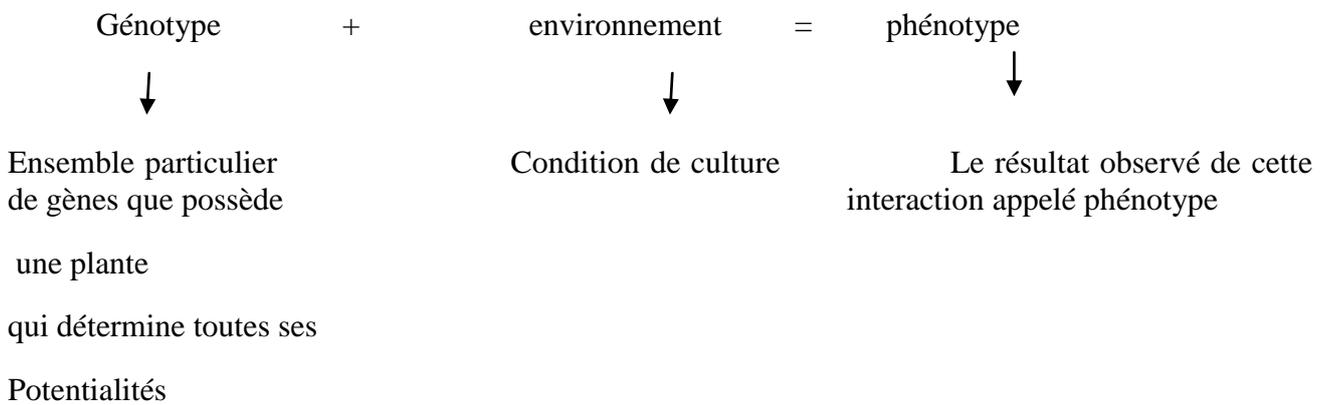
2- Déterminer les caractères à rechercher lesquels sont nombreux, complexes, différents d'un milieu à l'autre et variables dans le temps ;

3- Appliquer les méthodes mises au point à un matériel végétal déterminé pour obtenir de nouvelles variétés ayant les caractéristiques recherchées (Grignac ,1986).

10.2-Origin de l'amélioration des plantes :

Les premières études systématiques de l'hérédité ont été réalisées par Gregor Mendel en 1860 et redécouvertes après 40 ans d'ignorance, au 20ème siècle.

L'amélioration des plantes c'est de la génétique appliquée :



On peut exprimer ça par :

Variété + Conditions de culture = rendement agricole.

Le but de l'amélioration des plantes est de créer de nouvelles combinaisons de gènes qui apportent les avantages recherchés. Elle se réalise en deux parties :

1-Dans un premier temps, on réalise des croisements entre les matériels disponibles porteurs de caractéristiques intéressantes afin de générer une population de nouveaux génotypes ;

2-Dans un deuxième temps, on pratique une sélection au sein des descendance de ces croisements pendant plusieurs générations (en pratique environ huit) afin d'identifier les meilleures lignées répondant aux objectifs fixés (Turner, 2014).

10.3-Amélioration des plantes allogames :

La fécondation est croisée, c'est-à-dire que le pollen et l'ovule proviennent de plantes différentes ; les génotypes des descendance sont hétérozygotes pour la plupart des caractères.

Les plantes allogames sont difficiles à définir aux niveaux génétiques car le taux d'hétérozygoties étant très variable, les génotypes sont nombreux. Dans la nature, les espèces allogames se trouvent sous forme de populations (Prévost et Philippe, 2006) figure 182.

Selon Zahour (1992), les caractéristiques des plantes allogames sont :

10.3.1- Hétérozygotie :

Les populations des plantes allogames sont généralement hétérozygotes .cette hétérozygotie est du au mode de reproduction (allogamie) de ces plantes. la nature hétérozygote des plantes allogames permet de maintenir une certaine variabilité potentielle cachée sous forme de génotypes hétérozygotes .

10.3.2- Hétérogénéité :

La structure génétique de plantes allogames (mélange de génotypes) donne l'impression que leurs populations sont hautement hétérogènes en comparaison avec des populations des plantes autogames qui sont généralement constituées d'un seul ou d'un nombre faible de génotypes. Contrairement à ces privations, les variétés des plantes allogames présentent souvent une certaine homogénéité dans les Conditions de culture seulement lorsque les plantes sont espacées, l'hétérogénéité est apparente.

10.3.3- Effet d'inbreeding (consanguinité) :

Les effets de l'inbreeding chez les plantes allogames se traduisent par une diminution de vigueur de l'autofécondation, résultent des génotypes homozygotes récessifs avec parfois des effets néfastes (mortal) sur le développement des plantes.

10.4- Amélioration des plantes autogames :

Chez les espèces autogames strictes, les fleurs ne s'ouvrent qu'après fécondation .ces espèces sont appelées espèces cléistogames.

La dépression de consanguinité (Effet d'inbreeding) est très peu marquée chez les plantes autogames, et de ce fait, des lignée homozygotes peuvent être utilisées comme variétés agricoles sans craindre la perte de vigueur généralement observée chez les plantes allogames. D'ailleurs, le mode de reproduction autofécondation de ces espèces est la forme d'inbreeding qui permet d'évoluer rapidement vers l'homozygotie totale.

Selon Prévost (2006), l'autogamie permet l'obtention après quelque génération d'individus homozygotes capables de se reproduire identiques à eux-mêmes. Ils constituent une lignée pure dont l'intérêt réside dans la présence d'une homogénéité et d'une stabilité ; la majorité des variétés des plantes autogames sont ainsi commercialisées sous forme de lignée pure figure 181.

L'amélioration des plantes autogames peut se faire soit :

- Par l'exploitation de la variabilité existante en choisissant les meilleurs génotypes ;
- Par augmentation de la variabilité génétique.

L'autofécondation

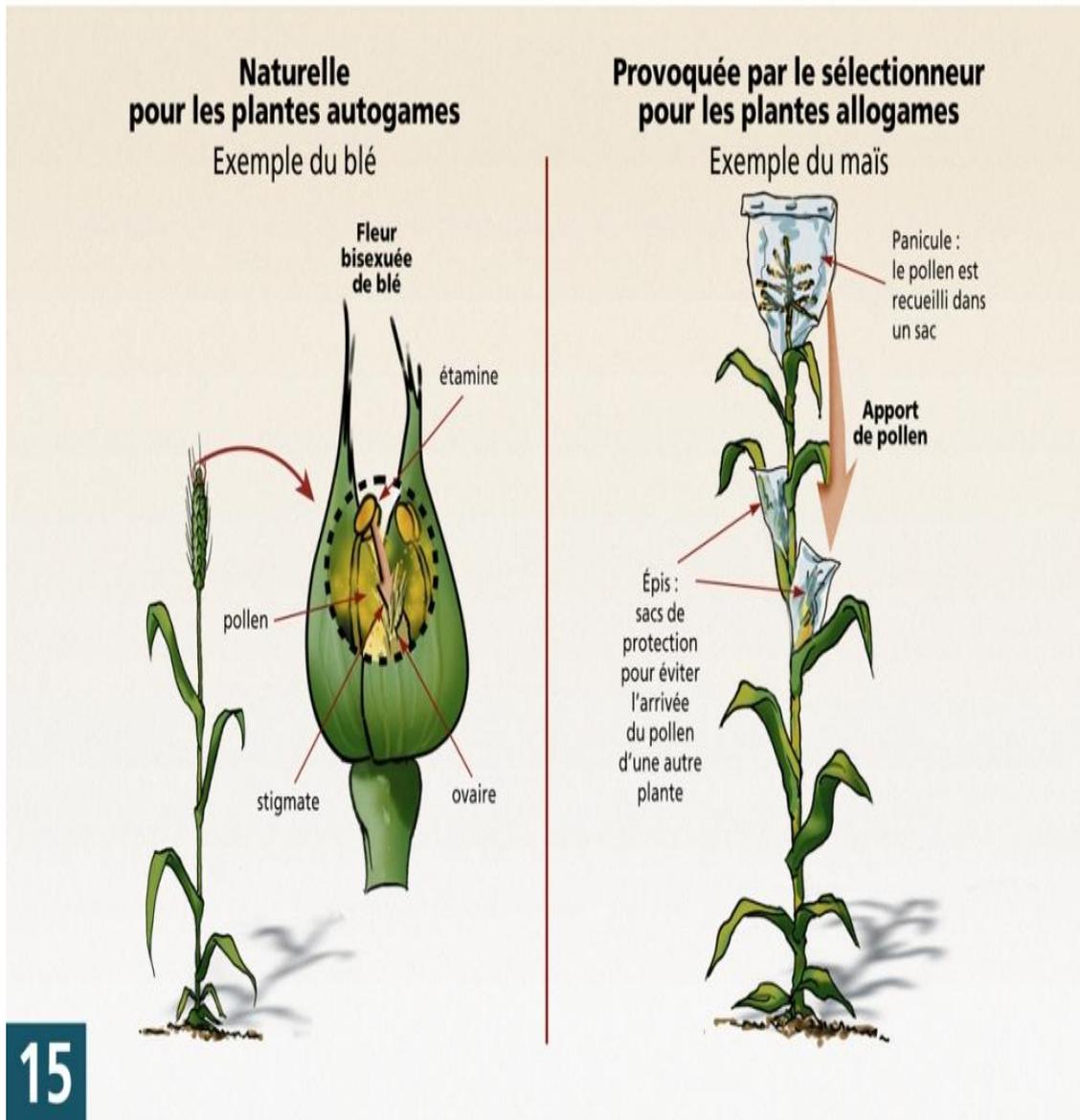


Figure 18₁ :L'autofécondation chez les plantes autogames

L'hybridation

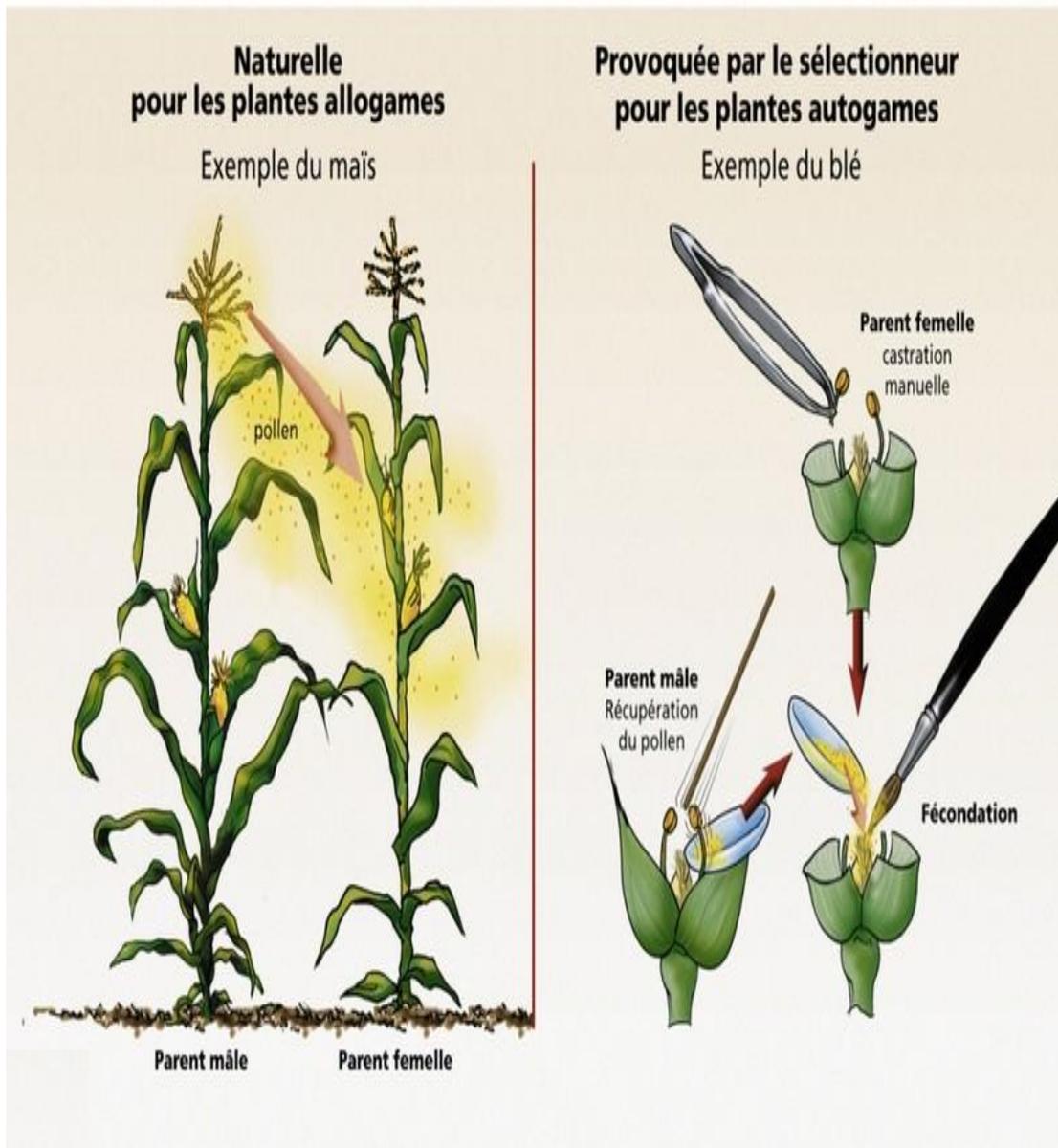


Figure 18₂ : La fécondation croisée chez les plantes allogames et autogames

10.5-La stratégie d'amélioration des plantes :

Le sélectionneur qui vise à améliorer une variété pour un caractère donné (résistance à un facteur pathogène par exemple ou tout autre caractère qualitatif) va tout d'abord rechercher une plante de la même espèce, cultivée ou sauvage, possédant ce caractère puis l'introduire par croisement dans la variété cultivée.

A partir de l'hybride obtenu, il entreprend ensuite une série de croisement avec la variété cultivée et sélectionnée dans les descendances successives les plantes qui possèdent à la fois les qualités de la variété de départ et de caractère nouveau (INRA,2010).

La stratégie de l'amélioration des plantes doit passer par plusieurs étapes, comme il est schématisé dans la figure suivante empruntée à Grignac, (1986) ou l'on remarque les différentes étapes de l'amélioration Figure 18₃.

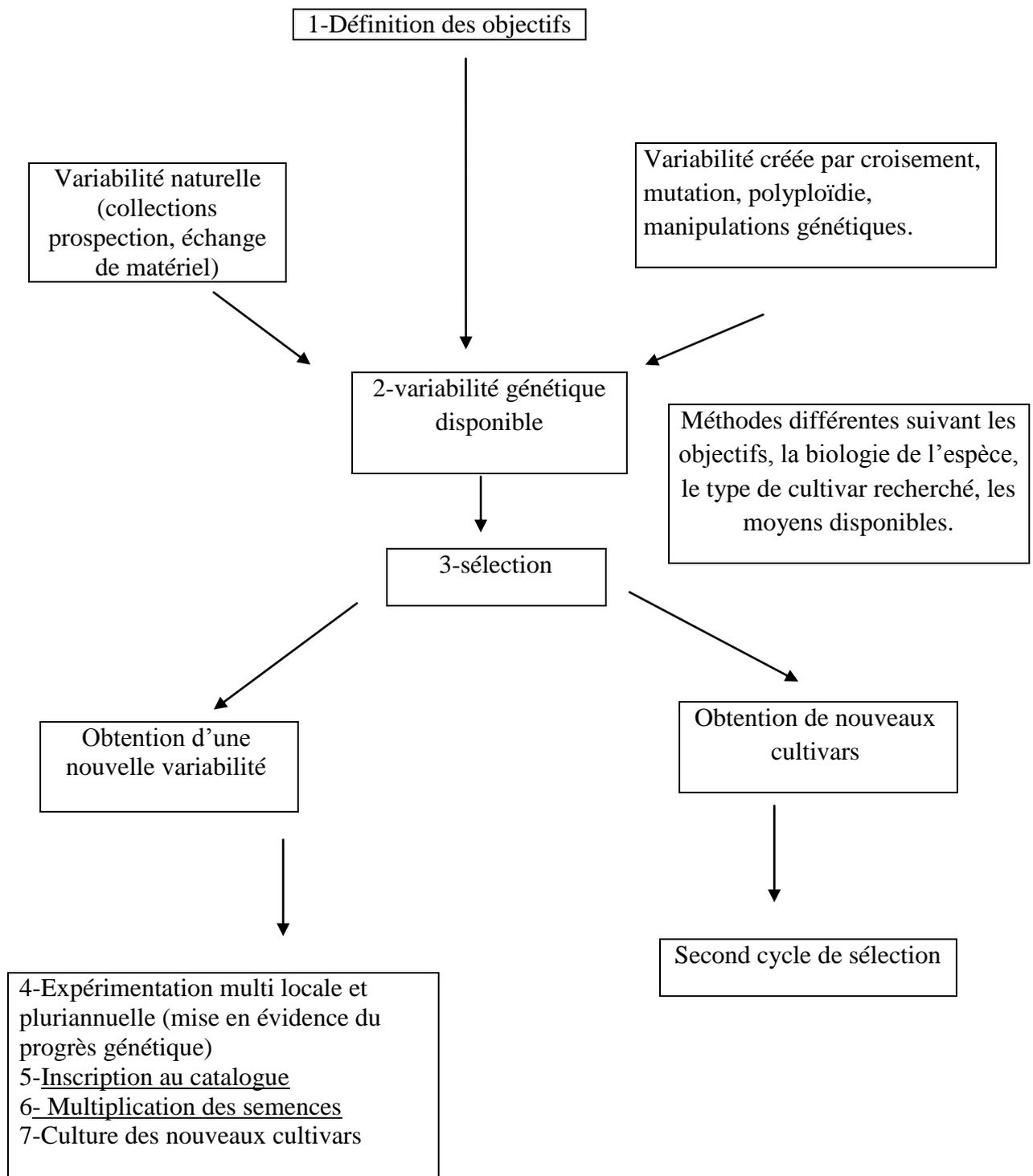


Figure 18₃: Stratégie de l'amélioration des plantes (Grignac, 1986)

10.6-Amélioration des plantes par croisement :

Bouharmont (1994) a rapporté que l'objectif des croisements impliquant une forme cultivée, est toujours le transfert d'un nombre limité de gènes de celle –ci vers les variétés cultivées.

L'introduction de la variation génétique étrangère dans le blé vise d'une manière générale à élargir le fond génétique de blé. Différents chromosomes étrangers peuvent être ajoutés au complément de blé ou être substitués à une paire de chromosomes de blé (de Buser *et al.* 1987).

Pour la production des lignées d'addition, Bouharmont (1994) a mentionné qu'à la suite du back-cross d'une sélection pour un caractère porté par un chromosome non homologue (semblable), on obtient parfois des lignées de types cultivés possédant ce caractère .

Si ces lignées ont récupéré tous les chromosomes du parent récurrent, elles vont s'acquérir en plus d'une paire supplémentaire.

D'après le même auteur, certaines variétés de blé obtenues après re-croisements et sélection ont le nombre chromosomique du parent cultivé récurrent avec une paire de chromosome remplacée par une paire de l'espèce spontanée. Cette substitution n'est possible que si les chromosomes échangés sont homologues et s'ils possèdent des gènes capables d'assurer les mêmes fonctions vitales.

10.7- l'hybridation :

Les céréales à paille, sauf le seigle, sont autogames de manière très prépondérante (Gallais, 1990).L'appareil reproducteur des Poacées est aussi spécifique, il est constitué par des fleurs nombreuses, petites qui ont au lieu des pétales, des enveloppes membranaires non colorées.

Une condition essentielle de la réussite d'un programme hybrides, est l'obtention d'une semence de qualité à un coût aussi bas que possible. On entend par qualité, à la fois de bonnes caractéristiques de germination : faculté et énergie germinatives et une pureté variétale de haut niveau. Ces caractéristiques ne sont atteintes que si les impératifs suivants sont remplis :

- stérilité mâle parfaite ;
- Fertilité femelle totalement préservée ;
- Concordance des floraisons mâle et femelle ;
- Masse pollinique libérée par le parent mâle importante ;
- Conditions climatiques (température, humidité, turbulence de l'air...) favorable à la fécondation croisée.

10.7.1-Type d'hybridation :

1- l'hybridation interspécifique :

C'est une opération qui consiste à croiser deux variétés appartenant à des espèces différentes .Plus la relation entre les deux espèces est éloignée plus il est difficile de produire un hybride interspécifique (Caudron ,1994). L'absence ou la faible fréquence d'appariement entre les

chromosomes conduit le plus souvent à des formes stériles à la première génération. les difficultés de croisement résident dans la complexité des biologies, l'incompatibilité, ... etc. (Demarly, 1977).

2-l'hybridation intra spécifique :

Appelé aussi hybridation inter-variétale ou croisement inter-variétale est un croisement artificiel de deux variétés de façon qu'il ait les qualités choisies chez les deux parents d'après Flandrin (1949) selon Benhacine (2002). Bœuf (1927), mentionne qu'il ya deux règles de base à observer pour le choix des géniteurs :

* Posséder des lignées pures, stables dont les différents caractères sont connus et performants.

* Choisir l'un des géniteurs parmi les populations locales plus adaptés aux conditions du milieu.

10.7.2- types d'émascation (castration) :

L'épi de la variété choisie comme femelle est émasculé : On garde les deux fleurs les plus développées par épillets on coupe à mi-hauteur les glumes et on arrache les trois étamines de chaque fleur avant leur maturité. L'épi est ensuite placé dans un sachet (www.dijon.inra.fr) les améliorateurs disposent de trois méthodes d'émascation :

1- Émascation (castration) manuelle :

On enlève les anthères des fleurs de l'épi femelle et on le recouvre d'un sachet. Le pollen est ensuite collecté sur les épis mâles pour effectuer la pollinisation avec un matériel spécial et à la main (Gallais, 1990).

2-Émascation (castration) chimique :

Cette castration chimique nécessite l'utilisation de gamétocyte ou de certains régulateurs de croissance, appliqués à un stade donné de développement. Ces produits génèrent une stérilité mâle sans endommager les organes femelles (Bonjean et Picard, 1990).

3-Émascation (castration) génétique :

Cette voie utilise la stérilité mâle engendrée soit par des gènes soit par des cytoplasmes (Bonjean et Picard, 1990). Cette stérilité mâle se traduit par l'absence d'anthère ou par la stérilité du pollen (Ferrière, 1981) in Benhacine (2002).

10.7.3- La pollinisation :

Il est possible dans quelques espèces de polliniser sans placer le pollen à la main sur le stigmate de chaque fleur. L'application indirecte de pollen comporte la diffusion d'assez de pollen près de la fleur femelle dont une partie arrive sur le stigmate. La pollinisation directe des espèces dioïques exige que les fleurs femelles reçoivent le pollen qui est répandu sur les stigmates. Un procédé plus commode de pollinisation indirecte implique d'insérer une seringue hypodermique dans le sac et d'injecter le pollen. Le trou est couvert de bande ou de colle, et le sac est agité pour disperser le pollen (Walter et Henry, 1980).

D'après le même auteur, il ya deux méthodes de pollinisation :

➤ **La méthode de remous:**

Également désignée sous le nom de la méthode d'aller-aller ou de pirouette, est employée pour le blé, le triticale et les espèces semblables quand la source de pollen est abondante.

Pour cette technique, une inflorescence masculine qui libère le pollen est choisie, et un tiers supérieur du fleuron est éliminé pour faciliter la dispersion du pollen. Le dessus du sachet protégeant la fleur émasculée est découpé, l'inflorescence masculine est insérée et tournée vigoureusement jusqu'à déhiscence d'anthère puis le sachet est refermé.

Quelques sélectionneurs préfèrent enlever le sac protégeant la femelle et utilisent une main pour enfermer l'inflorescence femelle et masculine, et puis roulent le mâle autour de la femelle.

D'autres sélectionneurs préfèrent enlever le sachet protégeant la femelle, insèrent la «femelle» dans un cône de papier et secouent le mâle à l'intérieur de lui.

➤ **La méthode d'approche**

La méthode d'approche est une forme d'application indirecte de pollen utilisée dans le cas d'espèces d'herbe où les inflorescences femelles sont préparées de la même manière. Quant à l'application directe du pollen une ou plusieurs inflorescences masculines qui ont juste commencé à libérer le pollen sont choisies et une partie de chaque fleuron peut être enlevée pour exposer les anthères. Une ou plusieurs «femelles» sont placées légèrement en dessous d'une inflorescence masculine et tout les deux sont enfermés dans un sachet. Le pollen du mâle se laisse tomber sur la femelle ci-dessous pour effectuer la pollinisation.

Quelques sélectionneurs heurtent le sachet brusquement chaque jour pour permettre la pollinisation.

La méthode d'approche a l'avantage de fournir le pollen sur une période prolongée et a habituellement comme conséquence un pourcentage plus élevé de fleurs fécondées que l'application directe de pollen. Cette méthode est considérée plus rapide que la pollinisation directe, mais plus lente que la méthode de remous.

11- La variabilité :

11.1- Définition de la variabilité :

Selon Zahour (1992), dans une population de blé par exemple, toutes les plantes ne sont pas identiques sur le plan phénotypique. Elles peuvent être différentes par la hauteur, la date d'épiaison, le poids, le nombre d'épis, on dit que la population est variable.

Pour Prévost et Philippe (2006), la variabilité génétique est un élément essentiel dans l'amélioration d'une espèce car plus elle possède des génotypes différents, plus les possibilités de croisements sont grandes et plus l'amélioration semble possible.

11.2-Origine de la variabilité : Cette variabilité a deux origines :

1- La variabilité environnementale :

Tous les facteurs autres que génétiques constituent l'environnement. La température, l'eau, les insectes, les agents pathogènes, le photopériodisme, la fertilisation, la lumière, le type de sol, la direction et la vitesse du vent, etc...font tous partie intégrante de l'environnement dont les

effets peuvent être évalués sur une population génétiquement uniforme. La variation environnementale n'est pas transmise à la génération suivante et par conséquent ne peut être isolé par sélection. C'est ce qu'on appelle l'effet du milieu.

2- La variabilité héréditaire ou génétique :

La variabilité génétique est essentielle pour le sélectionneur. Sans elle, aucun progrès n'est possible car toute la variabilité qui sera observée dans la population est d'origine environnementale et par conséquent aucune fraction de cette variabilité ne peut être fixée par sélection (Zahour,1992).

La variabilité génétique reste un facteur limitant pour la sélection variétale.

Alors qu'une grande variabilité existe au sein des collections et des espèces apparentées. Son utilisation optimale requiert d'exploiter des génotypes différents et d'optimiser les croisements et les recombinaisons afin de contrôler l'introduction des caractères d'intérêt (INRA , 2013) .

11.3-Création variétale :

Le processus de création d'une nouvelle variabilité commence par la production d'hybrides F1 par croisement de deux parents ou plus. Les sélectionneurs doivent veiller à ce que tous les parents servant au croisement possèdent collectivement la majorité des caractères recherchés pour la nouvelle variété.

Chapitre II

Matériels et méthodes

Matériels et méthodes

1- Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est composé de trois espèces de céréales à paille d'origine locale et d'introduction comportant :

- 10 génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) ;
- 6 génotypes de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) ;
- 6 génotypes d'orge (*Hordeum vulgare* L.).

Ces derniers, présentés dans le tableau III ont fait l'objet de deux essais :

1-1-Phénologie et fiches descriptives :

Le 1^{er} essai est entrepris sur les trois espèces en vue de les caractériser phénologiquement suivant le modèle Soltner (1982 et 2005) et établir des fiches descriptives selon les recommandations de l'UPOV en 1994, 2012 et 2013 dans le cadre de la Distinction, l'Homogénéité et la Stabilité (D. H .S).

Les dispositifs expérimentaux dans ce cas sont présentés dans les figures (19₁, 19₂,19₃).

1.2- Croisements et descendance :

Le second essai est réalisé dans le but d'entreprendre des croisements et de procéder à des comparaisons entre parents et descendants afin d'évaluer la variabilité génétique acquise.

Il a porté sur deux espèces à savoir *Triticum durum* Desf. et *Triticum aestivum* L. et également sur *Hordeum vulgare* L. Pour seulement les croisements. Les dispositifs expérimentaux sont portés dans les figures (20₁ et 20₂).

Cependant, avant d'engager les croisements un essai sous déficit hydrique a été entrepris sur des variétés de blé tendre concernant l'accumulation de la proline.

1.3- Accumulation de la proline sous déficit hydrique :

La dynamique d'accumulation de la proline dans les feuilles d'une série de génotype de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) portés dans le tableau IV en fonction du gradient d'installation du déficit hydrique concerne quatre niveaux d'humidité par rapport à la capacité au champ à savoir : 50%, 25%, 12.5%, et 8.33%.

2- L'expérimentation :

Le semis est réalisé dans des pots rectangulaires ayant les dimensions suivantes : 27 cm de longueur, 20 cm de largeur et 20 cm de profondeur.

Ces pots sont remplis d'un sol agricole de texture argilo-limoneuse récupéré sur le terrain de l'ex-Département d'Apiculture à Chaab – Erassas.

Ils sont installés dans la serre du biopôle à chaab-Erassas à l'Université, Mentouri Constantine 1, selon les dispositifs expérimentaux présentés dans les figures 191, 192, 193 et 201, 202

Le semis est réalisé au début des saisons de culture de chaque année d'essai comme suit :

25 / 12 / 2007	année	2007 / 2008	}	Pour la caractérisation phénologique et les fiches descriptives
14 / 12 / 2008	année	2008 / 2009		
14 / 12 / 2009	année	2009 / 2010		
19 / 12 / 2010	année	2010 / 2011		
23 / 12 / 2010	année	2010 / 2011	}	Essai de proline et début de croisements
15 / 12 / 2012	année	2012 / 2013	}	Suite des croisements
20 / 12 / 2013	année	2013 / 2014		
10 / 12 / 2014	année	2014 / 2015	}	Comparaison entre parents et descendants
18 / 12 / 2015	année	2015 / 2016		

Tableau III : Géotypes étudiés et leurs origines

N° variétés	<i>Triticum durum</i> Desf.		<i>Triticum aestivum</i> L.		<i>Hordeum vulgare</i> L.	
	Espèces	Origine	Espèces	Origine	Espèces	Origine
1-	Bidi 17	Algérie	Ain Abid	Algérie-Espagne	Akhrash	Syrie
2-	Capéti8	Italie	Florence aurore	Algérie-Tunisie	Beecher 10	Syrie
3-	(Djeneh –Khataifa)DK	Tunisie	Mahon Demias	Algérie-Iles Baléares	Jaidor	France
4-	(Guemgoum Rkham)GGR	Algérie	Mexipak	Mexique	Manal	France
5-	GTA dur	France	TSI/VEE...	Mexique	Rihane	Algérie-Syrie
6-	Haurani	Liban-Syrie	Wibilli	Mexique	Saida 183	Algérie
7-	Hedba 3	Algérie				
8-	INRAT 69	Tunisie				
9-	MRB	Syrie				
10-	Waha	Algérie- Mexique				

N°	Génotypes de blé dur	Répétitions				
G1	Bidi 17	R1	R2	R3	R4	R5
G2	Capéti	R1	R2	R3	R4	R5
G3	Djenah khataifa	R1	R2	R3	R4	R5
G4	GGR	R1	R2	R3	R4	R5
G5	GTA dur	R1	R2	R3	R4	R5
G6	Haurani	R1	R2	R3	R4	R5
G7	Hedba3	R1	R2	R3	R4	R5
G8	INRAT69	R1	R2	R3	R4	R5
G9	MRB	R1	R2	R3	R4	R5
G10	Waha	R1	R2	R3	R4	R5

Figure 19₁ : Dispositif d'essai de blé dur (*Triticum durum* Desf.)

N°	Génotypes de blé tendre	Répétitions				
G1	Ain Abid	R1	R2	R3	R4	R5
G2	Florence aurore	R1	R2	R3	R4	R5
G3	Mahon Demias	R1	R2	R3	R4	R5
G4	Mexipak	R1	R2	R3	R4	R5
G5	TSI/VEE	R1	R2	R3	R4	R5
G6	Weebilli	R1	R2	R3	R4	R5

Figure 19₂ : Dispositif d'essai de blé tendre (*Triticum aestivum* L.)

N°	Génotypes d'orge	Répétitions				
G1	Akhrash	R1	R2	R3	R4	R5
G2	Beecher10	R1	R2	R3	R4	R5
G3	Jaidor	R1	R2	R3	R4	R5
G4	Manal	R1	R2	R3	R4	R5
G5	Rihane	R1	R2	R3	R4	R5
G6	Saida183	R1	R2	R3	R4	R5

Figure 19₃ : Dispositif d'essai d'orge (*Hordeum vulgare* L.)

La densité de semis est déterminée par un simple calcul en fonction de la surface du pot (figure19).

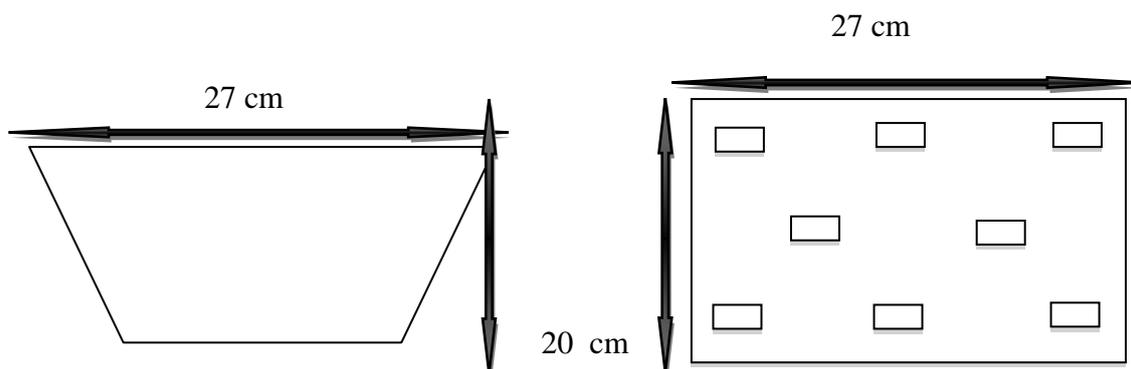


Figure 19: Dimensions et section (surface) du pot

Surface du pot : $27 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 540 \text{ cm}^2$

Le semis étant réalisé à 200 ou 250 grains / m^2 en plein champ

Nombre de grains par surface du pot :

200 grains \longrightarrow 10000 cm^2

x \longrightarrow 540 cm^2

$$x = \frac{450 \text{ cm}^2 \times 200 \text{ grains}}{10.000 \text{ cm}^2} = 10.8 \text{ grains}$$

Vu le volume réduit du sol dans les pots, il a été retenu 8 grains par pot répartis comme indiqué dans la figure précédente.

Pendant les premiers stades de développement des plantules, les pots sont maintenus dans la serre où règne une température relativement plus élevée jusqu'à 3 feuilles.

Après, ils sont disposés hors de la serre pendant environ un mois afin de permettre la vernalisation et enclencher le tallage.

L'arrosage des plantules est assuré régulièrement à la dose de 250 ml par pot à raison de deux fois par semaine.

La dose apportée est augmentée à 500 ml et la fréquence ramenée à 3 fois par semaine lorsque les plantes ont formé une biomasse importante (à partir de la montaison).

Tableau IV : Composition et origine du matériel végétal étudié (Accumulation de la proline sous déficit hydrique)

N°	Nom du géotype	Son origine
1	Florence x Aurore	(Tunisie, 1930) → Algérie
2	Mahon Demias	(Illes Baléares) → Algérie
3	H D 1220	Algérie
4	Ain Abid (AS 811 89 AB)	Espagne
5	Arz	CIMMYT
6	DGA //BJY //FA2	CIMMYT
7	Anza	Mexique
8	V1	Oasis (sud algérien)
9	V2	Oasis (sud algérien)
10	V3	Oasis (sud algérien)
11	V5	Oasis (sud algérien)
12	V8	Oasis (sud algérien)
13	V10	Oasis (sud algérien)
14	V11	Oasis (sud algérien)
15	V13	Oasis (sud algérien)
16	V14	Oasis (sud algérien)
17	V17	Oasis (sud algérien)

Les essais sont entretenus régulièrement par des désherbages manuels. Un apport de fumure organique bien décomposée est pratiqué à la surface des pots au stade plein tallage.

Capéti ♀	HD1	Waha ♂
Capéti ♀	HD1	Waha ♂
GTA dur ♀	HD2	Waha ♂
GTA dur ♀	HD2	Waha ♂
Waha ♀	HD3	GTA dur ♂
Waha ♀	HD3	GTA dur ♂
Haurani ♀	HD4	Capéti ♂
Haurani ♀	HD4	Capéti ♂
Haurani ♀	HD5	Hedba 3 ♂
Haurani ♀	HD5	Hedba 3 ♂
GGR ♀	HD6	Hedba 3 ♂
GGR ♀	HD6	Hedba 3 ♂
DK ♀	HD7	GGR ♂
DK ♀	HD7	GGR ♂

Figure 20₁ : Dispositif d'essai des Parents et hybrides de blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Webilli ♀	HT1	Mexipak ♂
Webilli ♀	HT1	Mexipak ♂
Webilli ♀	HT2	F. aurore ♂
Webilli ♀	HT2	F. aurore ♂
TSI/VEE ♀	HT3	F. aurore ♂
TSI/VEE ♀	HT3	F. aurore ♂
MD ♀	HT4	Ain Abid ♂
MD ♀	HT4	Ain Abid ♂

Figure 20₂: Dispositif d'essai des Parents et hybrides de blé tendre (*Triticum aestivum* L.)

3-Paramètres mesurés :

3.1- la phénologie :

La phénologie étant l'expression des différents stades biologiques de la plante sous l'effet des facteurs climatiques notamment la somme des températures (Geslin, 1944), nous Avons essayé d'établir la durée de chaque phase de développement durant le cycle de vie de la plante selon le modèle de Soltner en 1982 et 2005. Ces phases sont :

- Semis –Levée,
- Semis- Tallage,
- Semis- Gonflement,
- Semis- Epiaison,
- Semis- Floraison,
- Semis- Maturation.

Ainsi pour déterminer l'époque d'épiaison, il faut mentionner la date du premier épillet visible sur 50% des plantes au stade dégagement du $\frac{1}{4}$ de l'inflorescence.

3.2- Caractères de production :

3.2.1-Tallage herbacé :

Il est déterminé par comptage direct du nombre de talles herbacées (à l'exception du maître brin) de toutes les plantes /génotypes /répétition /espèce, à partir du stade 4 feuilles jusqu'à la fin tallage. On déduit ensuite la moyenne des talles herbacées / plante.

3.2.2-Tallage épi :

Il est déterminé par comptage direct du nombre d'épis formés (à l'exception du maître brin) de toutes les plantes /génotype / répétition /espèce, au stade maturité. On déduit en suite la moyenne des talles épis / plante.

3.2.3- Nombre d'épis/m² :

Il est obtenu par comptage direct de tous les épis formés /génotype/ répétition /espèce, On déduit ensuite la moyenne des épis / m². Partant de la surface des pots.

3.2.4- Nombre de grain / épi :

Il est obtenu par comptage direct d'un échantillon d'épis / génotype /espèce pour 5 répétitions.

3.2.5- Fertilité de l'épi :

Elle est déterminée selon Gallai et Bannerot (1992) par la formule suivante :

$$\text{Fertilité de l'épi} = \frac{\text{Nombre de grain /épi}}{\text{Nombre de fleur /épi}}$$

3.2.6-Poids de 1000 grains :

Le poids est obtenu par pesée direct sur balance de précision (Mettler-P.C 400), de 1000 grains /génotype /espèce. Il est exprimé en gramme.

3.2.7- Compacité de l'épi :

La compacité de l'épi d'orge est mesurée directement par la longueur des espacements des articles au tiers moyen du rachis (UPOV, 1994). Elle est exprimée en mm.

La compacité de l'épi de blé tendre et blé dur est déterminée par l'importance des espacements existants entre les épillets et par la longueur des articles du rachis, (UPOV, 2012) blé dur,(UPOV,2013) blé tendre. Selon Erroux (1958), d'après la formule suivante :

$$D = N \times 10 / L$$

D : densité

N : Nombre d'épillets

L : Longueur du rachis en cm

3.2.8- Estimation du rendement :

L'estimation est obtenue en fonction des composantes du rendement par la formule suivante :

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Nombre d'épis /m}^2 \times \text{nombre de grain / épi} \times \text{PMG}}{1000}$$

Le rendement est exprimé en g /m² puis en qx /ha.

3.3- Caractères d'adaptation :

3.3.1- Hauteur des plantes :

On mesure un échantillon de sept plantes / génotypes /espèce, au stade maturité à partir du ras du sol jusqu'au sommet des barbes de l'épi. Elle est exprimée en cm.

3.3.2- Longueur du col de l'épi :

On mesure un échantillon de sept plantes / génotype /espèce au stade maturité à partir de la base de la dernière feuille jusqu'à la base de l'épi (1^{er} article stérile du rachis). Elle est exprimée en cm

3.3.3- Nombre de nœuds :

IL est obtenue au stade maturité par comptage direct du nombre de nœuds d'un échantillon de sept plantes / génotypes /espèce. On déduit ensuite la moyenne du nombre de nœuds / plante

3.3.4-La glaucescence :

La glaucescence est considérée comme un paramètre morphologique d'adaptation au déficit hydrique. Elle est estimée à vue d'œil.

3.3.5-La pilosité :

La pilosité est un caractère très important dans l'adaptation au déficit hydrique. Elle est estimée à vue d'œil.

3.3.-6-La pigmentation anthocyanique :

La Pigmentation anthocyanique est considérée comme un caractère d'adaptation au froid (estimation visuelle).

3.4- Fiches descriptives des variétés :

Le but de l'analyse de ces paramètres est d'identifier et caractériser les génotypes étudiés sur la base des recommandations de l'UPOV, pour chaque espèce :

- 1- Code UPOV (DSH) 1994 pour l'orge (Tableau V₁) ;
- 2 - Code UPOV (DSH) 2012 pour le blé dur (TableauV₂) ;
- 3 - Code UPOV (DSH) 2013 pour le blé tendre (TableauV₃).

Tableau V₁: Fiche descriptive code UPOV (D.H.S) de l'orge 1994 (*Hordeum vulgare* L.)

Code UPOV	Désignation du caractère et stade d'observation	note	Niveau d'expression
1*	Plante : port au tallage (tallage)	1 3 5 7 9	-Dressé - Demi-dresse - Demi-dresse a demi étalé - Demi étalé -Etalé
2*	Feuille de base : pilosité de la gaine (tallage)	1 3 5 7 9	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte -Très forte
3	Dernier feuille : porte (gonflement jusqu'au 1 ^e barbes visibles)	1 3 5 7 9	-Toutes les plantes ont la dernière feuille dressée -1/4des plantes ont la dernière feuille retombante. -1/2 des plantes ont la dernière feuille retombante. -3/4 des plantes ont la dernière feuille retombante. - Toutes les plante sont la dernière feuille retombante.
4*	Dernier feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes (gonflement jusqu'au 1 ^e barbes visibles)	1 9	-Absente -présente
5*	Dernier feuille : intensité de la pigmentation anthocyanique des oreillettes (gonflement jusqu'au 1 ^e barbes visibles)	1 3 5 7 9	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte -Très forte
6	Dernier feuille : glaucescence de la gaine (épiaison a début de l'anthèse)	1 3 5 7 9	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte -Très forte
7*	Epoque d'épiaison (début épiaison : 1 ^{er} épillet visible sur 50% des plants)	1 3 5 7 9	-Très précoce -Précoce -Moyenne -Tardive -Très tardive
8*	Barbe : pigmentation anthocyanique des pointes (début de l'anthèse au mi anthèse)	1 9	-Absente -présente
9*	Barbe : intensité de la pigmentation anthocyanique des pointes (début de l'anthèse au mi anthèse)	1 3 5 7 9	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte -Très forte
10*	Epi : glaucescence (mi anthèse a mi laiteux)	1 3 5 7 9	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte -Très forte
11	Epi : port (21 jours après l'épiaison)	1 3 5 7 9	-Droit -L'égerment recurvé - Demi-recurvé -Fortement recurvé -Très fortement recurvé

12*	Plante : hauteur (tige, épi, barbes et arrêtes)(maturation)	1 3 5 7 9	-T courte<74cm -Courte de74 a 87 cm -Moyenne de 88 a 100cm -Longue de 101 a 113 cm -Très longue> 113cm
13*	Epi : nombre de rangs (maturation)	1 2	-A 2 rangs -plus de2 rangs
14	Epi : forme (maturation)	1 2 3	-Pyramidal -Abords parallèles -Fusiforme
15*	Epi : compacité (maturation)	1 2 3 4 5	-Très lâche : >3.1mm Lâche : de208a 3.1mm Moyenne : de 2.5a 2.8 mm Compact : de 2.2 a 2.5 Très compact : <2.2mm
16*	Barbes : longueur par rapport a l'épi (maturation)	1 2 3	-plus courte -De même longueur -plus longue
17*	Barbes : denticulation marginale (maturation)	1 9	-Absence d'épines tout le longue de nervure médiane -présence d'épines
18	Rachis : longueur du premier article (maturation)	1 3 5 7 9	- Très courte -Courte -Moyenne -Longue -Très longue
19	Rachis : incurvation du premier article (maturation)	1 3 5 7 9	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte -Très forte
20	Rachis : bosse des articles (au tiers moyen de l'épi)** (maturation)	1 9	-Droit a légèrement bossu -Très bossu
21	Rachis : importance du zigzag (alignement des articles au tiers moyen de l'épi) ** (maturation)	1 3 5 7 9	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte -Très forte
22*	Epillet stérile : disposition ** (maturation)	1 2 3	-Non divergent - N divergent a faiblement divergent - Divergent
23	Epillet stérile : longueur de la glumelle inférieure** (maturation)	1 2 3	- Plus courte -Egale -plus longue
24	Epillet stérile : forme de l'extrémité** (maturation)	1 2 3	-pointue -Arrondie -Droite
25	Epillet médian : longueur de la glume ou de la l'arête par rapport au grain (maturation)	1 2 3	- plus courte -Egale -plus longue
26*	Grain : type de pilosité de la baguette (maturation)	1 2	-Courte -Longue
27*	Grain : glumelles (maturation)	1 9	-Absente -Présente

28*	Grain : pigmentation anthocyanique des nervures de la glumelle inferieure (maturation)	1 3 5 7 9	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Foncée -Très foncée
29*	Grain :denticulation des nervures dorsales internes de la glumelle inférieure (maturation)	1 3 5 7 9	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte -Très forte
30*	Grain : pilosité sillon (maturation)	1 2	-Absente -présente
31	Grain : position des lodicules (maturation)	1 2	-Frontal -Latérale
32	Grain nu : couleur de l'aleurone (maturation)	1 2 3	-Blanchâtre -Faiblement colorée -Fortement colorée
33*	Type de développement (gonflement, mi laiteux jusqu'à la maturation et maturation)	1 2 3	-Type hiver -Type alternatif -Type printemps
34	Réaction au DDT	-	-

(*) : Caractère obligatoire

(**) : Valable uniquement pour les orges a 2 rangs

-les caractères numéros 1 jusqu'à 12 et 33 et 34 sont observés aux champs.

-les caractères numéros 13 jusqu'à 32 sont observés au laboratoire.

Tableau V₂: Fiche descriptive code UPOV (D.H.S) 2012 blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Caractère code UPOV	Désignation du caractère	Niveau d'expression	Note
1	Coléoptile : pigmentation anthocyanique.	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte -Très forte	1 3 5 7 9
2*	Plante : port	-Dresse -Demi-dresse -Demi dresse a demi-étalé -Demi-étalé -Etalé	1 3 5 7 9
3	Fréquence des plantes avec la dernier feuille retombante	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Elevée -Très élevée	1 3 5 7 9
4*	Epoque d'épiaison	-Précoce -Moyenne -Tardive	3 5 7
5	Dernière feuille : pigmentation anthocyaniques des oreillettes	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte -Très forte	1 2 3 4 5
6*	Dernière feuille : glaucescence de la gaine	-Nulle ou très faible - Faible - Moyenne -Forte -Très forte	1 3 5 7 9
7*	Dernière feuille : glaucescence de la face inferieure du limbe	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte	1 3 5 7
8	Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud	-Nulle ou très faible - Faible - Moyenne -Forte	1 3 5 7
9*	Tige : glaucescence du col de l'épi	-Nulle ou très faible - Faible - Moyenne -Forte -Très forte	1 3 5 7 9
10*	Epi : Glaucescence	--Nulle ou très faible - Faible - Moyenne -Forte	1 3 5 7
11*	Plante : longueur	-Très courte -Courte -Moyenne -Longue	1 3 5 7
12	Epi : répartition des bordes	-Sans barbe -Extrémité barbue -Demi-barbue -Sur tonte la longueur	1 2 3 4

13*	Epi : longueur des barbes a l'extrémité par rapport a la longueur de l'épi	-plus courte -Egales -Plus longues	1 2 3
14	Glume inferieure : forme	-Ovoïde -Moyennement oblongue -Oblongue étroite	1 2 3
15	Glume inferieure :forme de la troncature	-Inclinée -Arrondie -Droite -Echancrée -Echancrée avec présence d'un 2 ^e bec	1 2 3 4 5
16	Glume inferieure : largeur de la troncature	-Très étroite -Étroite -Moyenne -Large	1 3 5 7
17	Glume inferieure : longueur du bec	-Nulle -Faible -Moyen -Long	1 3 5 7
18	Glume inferieure : courbure du bec	-Nulle -Faible -Moyen -Forte	1 3 5 7
19*	Glume inferieure : pilosité de la face externe	-Absente -Présente	1 9
20*	Paille : moelle en section transversal	-Peu épaisse -Moyenne -Epoisses	1 3 5
21*	Barbes : couleur	-Blanc -Brun clair -Pourpre -Pourpre foncé	1 2 3 4
22*	Epi : longueur (a l'exclusion des barbes)	-Court -Moyen -Long	3 5 7
23*	Epi : coloration	-Blanc -Faiblement colore -Fortement colore	1 2 3
24*	Epi : compacité	-Lâche - Demi-lâche a demi compact - Compact	3 5 7
25*	Grain : longueur des poils de la brosse.	-Courts -Moyens -longs	1 3 5
26*	Grain : forme	-Légèrement allongé -Moyennement allonge -Fortement allonge	1 2 3
27*	Grain : coloration au phénol	-Nulle ou très faible -Faible -Moyenne -Forte	1 3 5 7
28*	Plante : type de développement	-Type hiver -Type alternatif -Type printemps	1 2 3

*Caractère obligatoire

Tableau V₃: Fiche descriptive code UPOV (D.H.S) 2013 blé tendre (*Triticum aestivum* L.)

Caractère code UPOV	Désignation du caractère	Niveau d'expression	note
1	Graine : couleur	-Blanc	1
		-Rouge claire ou faiblement colore	2
		-Rouge foncé ou fortement colore	3
2	Semence : coloration au phénol	-Absent ou très faible	1
		-Faible	3
		-Moyenne	5
		-Forte	7
		-Très foncé	9
3	Coléoptile : pigmentation anthocyanique	-Absente ou très faible	1
		-Faible	3
		- moyenne	5
		-Forte	7
		-Très forte	9
4*	Plante : port au tallage	-Dresse	1
		-Demi-dresse	3
		-Intermédiaire	5
		-Demi- étalé	7
		-Etalé	9
5	Plante : fréquence de plantes avec la dernière feuille retombante	-Nulle ou très faible	1
		-Faible	3
		-Moyenne	5
		-Forte	7
		-Très forte	9
6	Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	-Nulle ou très faible	1
		-Faible	3
		-Moyenne	5
		-Forte	7
		-Très forte	9
7*	Epoque d'épiaison	-Très précoce	1
		-Précoce	3
		-Moyenne	5
		-Tardive	7
		-Très tardive	9
8*	Dernière feuille : glaucescence de la gaine	-Absente au très faible	1
		-Faible	3
		-Moyenne	5
		-Forte	7
		-Très forte	9
9	Dernière feuille : glaucescence du limbe (face inférieure)	-Absente au très faible	1
		-Faible	3
		-Moyenne	5
		-Forte	7
		-Très forte	9

10	Pilosité du dernier nœud	-Très faible -Faible -Moyenne -Forte -Très forte	1 3 5 7 9
11*	Epi : glaucescence	-Absente ou très faible - Faible -Moyenne -Forte -Très forte	1 3 5 7 9
12	Tige : glaucescence du col de l'épi	- Absente ou très faible - Faible -Moyenne -Forte -Très forte	1 3 5 7 9
13*	Plante : longueur	- Très courte -Courte -Moyenne -Longue -Très longue	1 3 5 7 9
14	Paille : moelle en section transversale	-Absent ou mince -Moyenne -Epaisses ou pleine	1 2 3
15	Epi : forme en vue de profil	-Pyramide -Fusifforme -Abords parallèles -En demi-massue -En masse	1 2 3 4 5
16	Epi : compacité	-Très lâche - Lâche -Moyenne -Compact -Très compact	1 3 5 7 9
17	Epi : longueur	- Très courte -Courte -Moyenne -Longue -Très longue	1 3 5 7 9
18*	Barbes ou arêtes : présence	-Toutes les deux absentes -Arêtes présentes -Barbes présentes	1 2 3
19*	Barbe son arêtes a l'extrémité de l'épi : longueur	- Très courte -Courte -Moyenne -Longue -Très longue	1 3 5 7 9

20*	Epi : couleur	-Blanc -Coloré	1 2
21	Article terminal du rachis étendu de la face externe	-Nulle ou très faible - Petite -Moyenne -Grande -Très grande	1 3 5 7 9
22	Glume inférieure : largeur de la troncature	-Nulle ou très faible - Etroite -Moyenne -Large -Très large	1 3 5 7 9
23	Glume inférieure : forme de la troncature	-Fortement inclinée -Légèrement inclinée -Droite -Légèrement échancrée -Fortement échancrée avec présence d'un 2 ^{eme} bec	1 3 5 7 9
24	Glume inférieure : Longueur du bec	- Très courte -Courte -Moyenne -Longue -Très longue	1 3 5 7 9
25*	Glume inférieure : forme du bec	-Droit -Légèrement coudé -Demi –coudé -Fortement coudé -Genouillé	1 3 5 7 9
26*	Glume inférieure : étendue de la pilosité de la face interne	-Petite -Moyenne -Grande	1 3 5
27	Glume inférieure : pilosité de face externes	-Absente -Présente	1 9
28*	Type de développement	-Type hiver -Type alternatif -Type printemps	1 2 3

*Caractère obligatoire.

A cet effet, nous avons suivi les caractères morpho-physiologiques et phénologiques et procédé à des croisements entre génotypes dans l'objectif de créer une nouvelle variabilité génétique.

Les caractères suivis se rapportent aussi bien à l'appareil végétatif, à l'appareil reproducteur qu'au grain. Dans ce cadre les plantes sont suivies durant tout le long de leurs cycles biologiques c'est-à-dire durant toute la saison de culture.

3.4.1- La coloration au phénol :

La méthode admise de détermination de la réaction au phénol dans notre essai est celle qui est illustré dans le protocole de l'UPOV (2012) comme suit :

1 - Préparation des grains :

Faire tremper les grains dans l'eau de robinet pendant 16h à 20h, les faire égoutter, les essuyer et les répartir dans des boîtes de Pétri le sillon vers le bas. Enfin fermer les boîtes et relever l'intensité de la coloration.

2-Concentration de la solution :

Les grains doivent être recouverts aux $\frac{3}{4}$ avec une solution de phénol à 1% et exposé à une lumière du jour à l'abri d'un ensoleillement direct à une température de 18 à 20 °C.

3- Moment d'observation :

L'observation est réalisée 4 heures après le début du trempage dans la solution.

3.5- croisement- Hybridation :

Les croisements sont entrepris à la fin du stade gonflement à début épiaison de chaque saison de culture aux dates suivantes :

Avril 2011 blé tendre ;

Avril 2013 blé dur ;

Avril 2014 blé tendre et blé dur pour les manques.

Le matériel utilisé pour la réalisation des croisements est composé d'une pince, d'une paire de ciseaux, de trombones, de sachets en papier spécial pour le croisement, d'un crayon gras, et d'étiquettes (figure 21₁).



Figure 21₁: matériels utilisé dans les croisements

3.5.1 – La reproduction sexuée :

Les plantes descendantes par croisement ne sont pas identiques à leurs parents. Cette différence est une conséquence de la reproduction sexuée qui est caractérisée par deux phénomènes :

- La méiose qui produit les cellules reproductrices, les gamètes :

Le pollen est le gamète mâle.

L'ovule est le gamète femelle.

- La fécondation qui représente l'union de ces gamètes. Et réunit les deux noyaux haploïdes et donne naissance à un œuf diploïde qui peut évoluer en une nouvelle plante

Le blé et l'orge sont des plantes autogames hermaphrodites, c'est-à-dire qu'ils possèdent des organes mâles et femelles dans la même fleur. Ils sont donc astreints à l'autofécondation dont le pollen féconde l'ovule de la même plante.

« L'hybridation est la fécondation croisée de l'ovule d'une plante par du pollen d'une autre plante de la même espèce » (G N I S, 2006).

Cette opération est naturelle pour les plantes allogames, alors qu'elle est provoquée pour les plantes autogames comme c'est le cas dans notre étude. Ceci a été développé dans le chapitre revue bibliographique.

Après le choix des parents (géniteurs), l'on doit émasculer manuellement les fleurs d'un épi, c'est-à-dire retirer toutes les étamines contenant le pollen. Cette plante constituera la plante femelle. On récupère ensuite le pollen de l'autre parent qu'on dépose sur son stigmate.

3.5.2- choix des parents :

Les variétés à croiser sont choisies en fonction de leurs caractéristiques. Elles sont bien typées afin de faciliter l'observation des caractères hérités par les descendants. Ces parents sont présentés dans le tableau V₄.

Tableau V₄: choix des parents

Blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.)		Blé tendre (<i>Triticum aestivum</i> L.)		L'orge (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	
♀	♂	♀	♂	♀	♂
Capéti	Waha	Webilli	Méxipak	Jaidor	Rihane
GTA dur	Waha	Webilli	Florence aurore	Beecher10	Akrash
Waha	GTA dur	TSI/VEE...	Florence aurore	Beecher10	Saida183
Haurani	Capéti	Mahon Demias	Ain Abid	Manal	Saida183
Haurani	Hedba3				
GGR	Hedba3				
DK	GGR				

3.5.3- Différentes étapes du croisement :

3.5.3.1- Préparation de l'épi « femelle » :

Sur le jeune épi qui deviendra femelle, on réalise les opérations suivantes :

- 1- Eliminer à l'aide d'une pince les épillets du bas et du sommet de l'épi qui sont souvent stériles ;
- 2- Supprimer à l'aide d'une pince les fleurs médianes de chaque épillet (éclaircissement) pour faciliter l'émasculatation ;
- 3- Couper 1/3 des enveloppes (glume et glumelles) de chaque fleur à l'aide d'une paire de ciseaux pointue ;
- 4- Eliminer les trois anthères encore verts de chaque fleur en agissant sur les filets des étamines à l'aide d'une pince fine ;
- 5- Ensacher l'épi devenu femelle pour éviter toute contamination par du pollen étranger et le maintenir avec un trombone ;
- 6- Fixer l'étiquette avec les informations nécessaires (date et variété) sur le col de l'épi.

Figure (21₂ à 21₅).



Figure21₂:Eclaircissement des épis (élimination des fleurs stériles)

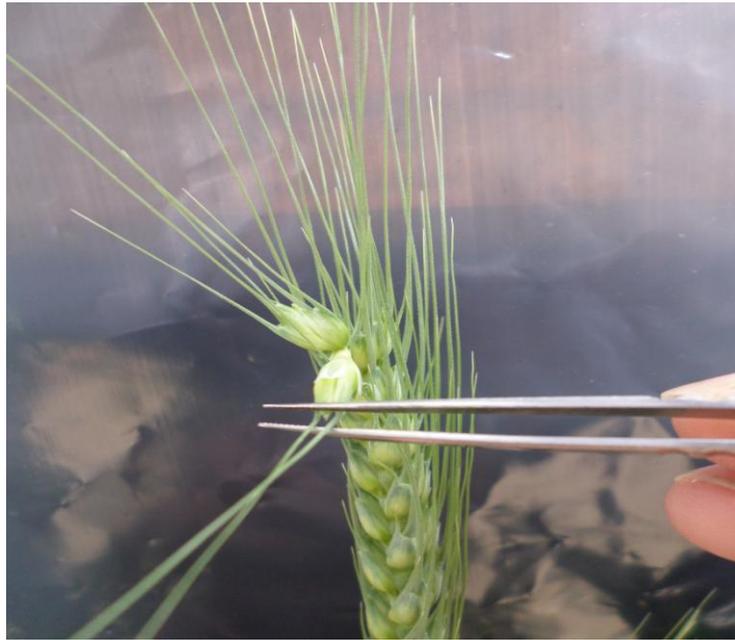


Figure 21₃: Diminution de la densité des fleurs



Figure21₄: La coupe du 1/3 des épillets de l'épi(femelle)



Figure 21₅: Elimination des étamines (émascultation)

3.5.3.2- Pollinisation :

Deux à cinq jours après l'émascultation de l'épi femelle (croissance de l'ovaire) ou un peu plus suivant la température ambiante, on procède à la pollinisation :

- 1- l'épi « mâle » est préparé. On coupe 1 /3 des enveloppes des épillets : glumes, glumelles et par la même les barbes ;
- 2- l'épi femelle est découvert ;
- 3- les deux épis mâle et femelle sont placés côte à côté, l'épi femelle un peu plus bas.

Ils sont placés dans un petit sachet portant les informations suivantes :

- date de l'opération pollinisation ;
- noms des parents.

Le sachet est maintenu ainsi par un trombone durant une dizaine de jours au maximum pour la fécondation. Par la suite les deux épis sont découverts.

A ce moment, l'on peut déjà observer le degré de réussite de l'opération (figure 21_{6,217}).



Figure 21₆: La coupe du 1/3 des épillets de l'épi mâle

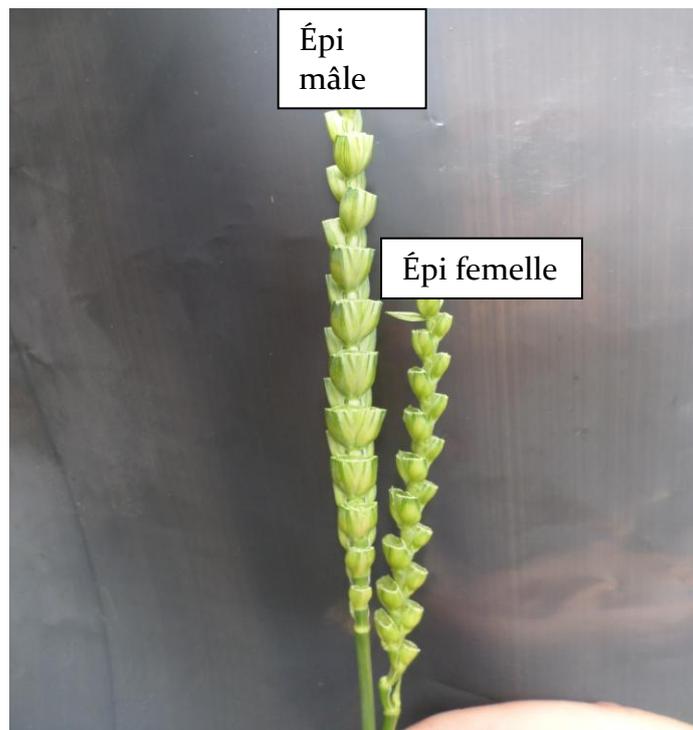


Figure 21₇: position des deux épis (mâle et femelle) dans la pollinisation par approche

Chapitre III

Résultats et discussion

L'influence des conditions d'essai sur l'expression des trois périodes de vie des poacées étudiées et par la même des différentes phases de développement des divers génotypes ou phénologie est suivie tout au long du cycle biologique de ces derniers : du semis jusqu'à la maturité des caryopses. Certains caractères de production et d'adaptation sont également relevés. Il est alors déterminé la durée en jours de chaque étape de ce cycle selon le prototype ou exemple établi par Soltner en 1982 et 2005. Ceci permet de dégager et de réparer les intervalles du cycle sur lesquels peut porter l'amélioration et la sélection variétale en tant qu'objectifs visés.

Au même moment, il est noté, à travers des observations, les caractères retenus par l'U.P.O.V. dans le cadre de la Distinction, Homogénéité et Stabilité (DHS) en 1994 pour l'orge, 2012 pour le blé dur et 2013 pour le blé tendre.

Ainsi, les nombreux résultats auxquels nous sommes parvenus sont :

- 1- Regroupés dans les tableaux VI₁, VI₂, VI₃ pour le cycle biologique ;
- 2- Présentés dans les tableaux VI₄, VI₅, VI₆ respectivement pour l'orge, le blé dur et le blé tendre pour les fiches descriptives ;
- 3- Synthétisés dans les tableaux VII_{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10} et les figures 22_{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8} pour ce qui est des caractères de production et d'adaptation ;
- 4- Consignés dans les tableaux IX_{1, IX₂, IX₃, IX₄} en ce qui concerne les différents croisements et tableaux X_{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11} et figures 24_{1, 2, 3, 4, 5, 6} pour le blé dur et les tableaux X_{12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19} et figures 25_{1, 2, 3, 4, 5, 6} pour le blé tendre en ce qui concerne les descendants des différents croisements et par conséquent la création d'une variabilité génétique qui constitue le point central de notre thèse.

Tableau VI₁: cycle biologique et stades de développement des génotypes étudiés d'orge

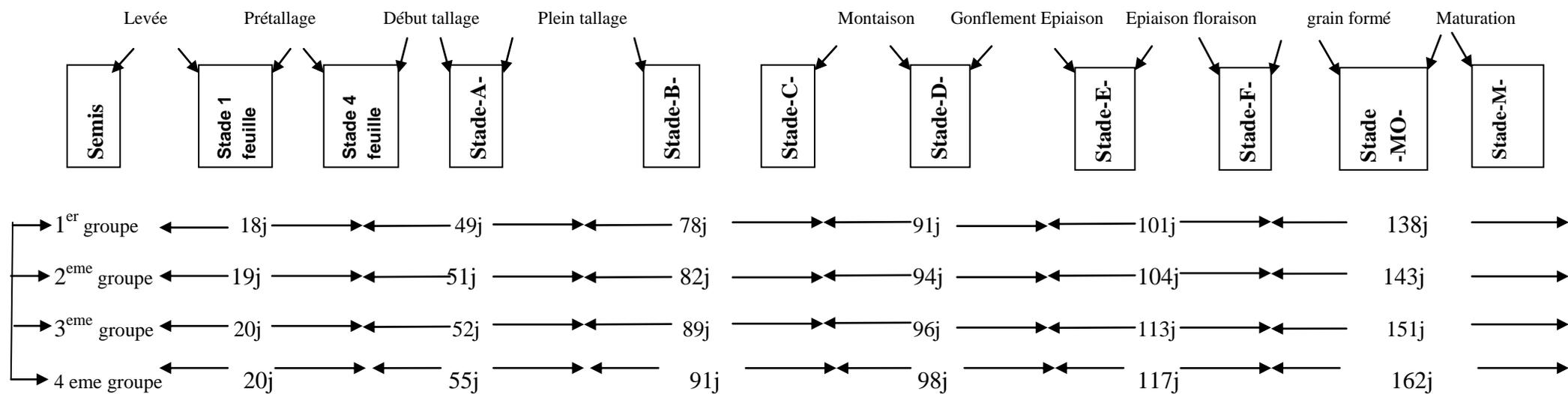


Tableau VI₂: cycle biologique et stades de développement des génotypes étudiés de blé dur

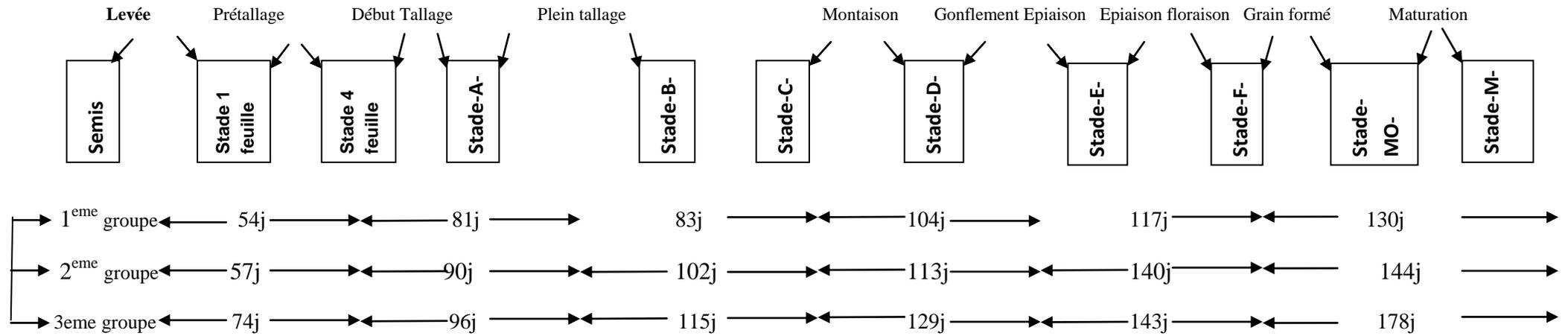


Tableau VI₃: cycle biologique et stades de développement des géotypes étudiés de blé tendre

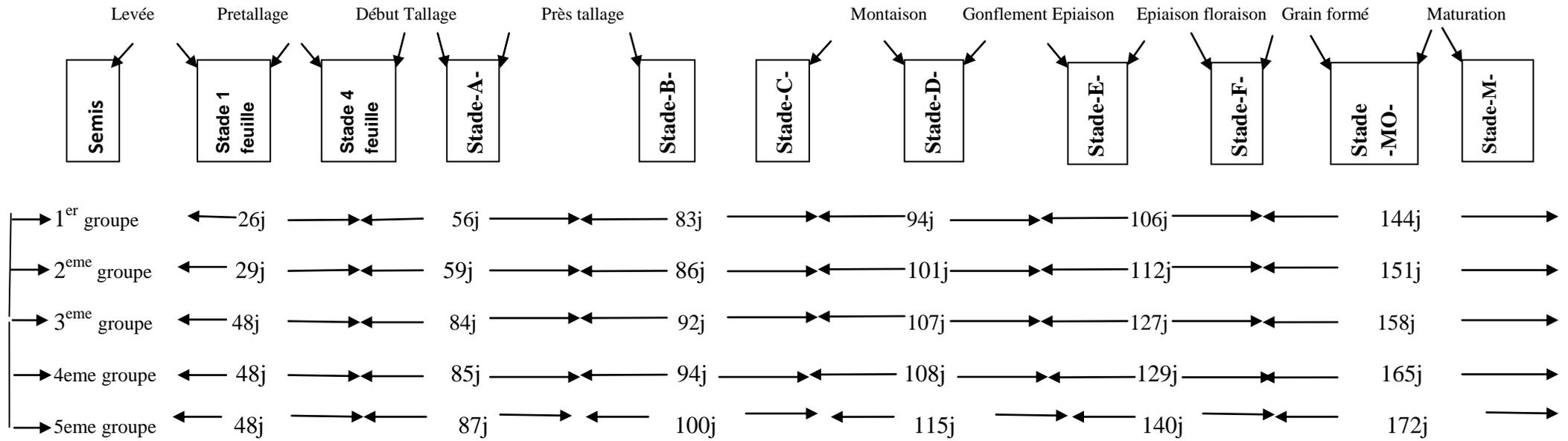


Tableau VI4 : Fiches descriptives des variétés d'orge :

Désignation du caractère	Akrash	Beecher	Jaidor	Manal	Rihane	Saida 183
Plante : port au tallage (tallage)	5	7	3	5	3	3
Feuille de base : pilosité de la gaine (tallage)	7	1	9	1	1	9
Dernier feuille : porte (gonflement jusqu'au 1 ^e barbes visibles)	1	9	1	9	9	1
Dernier feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes (gonflement jusqu'au 1 ^e barbes visibles)	1	1	3	1	3	3
Dernier feuille : intensité de la pigmentation anthocyanique des oreillettes (gonflement jusqu'au 1 ^e barbes visibles)	1	3	1	3	3	1
Dernier feuille : glaucescence de la gaine (épiaison a début de l'anthèse)	5	7	5	9	7	5
Epoque d'épiaison (début épiaison : 1 ^{er} épillet visible sur 50% des plants)	1	3	7	3	5	7
Barbe : pigmentation anthocyanique des pointes (début de l'anthèse au mi anthèse)	1	1	9	1	9	9
Barbe : intensité de la pigmentation anthocyanique des pointes (début de l'anthèse au mi anthèse)	1	1	3	1	3	3
Epi : glaucescence (mi anthèse ami laiteux)	1	3	1	3	5	1
Epi : port (21 jours après l'épiaison)	3	9	3	3	1	1
Plante : hauteur (tige, épi, barbes et arrêtes)(maturation)	3	5	7	5	9	7
Epi : nombre de rangs (maturation)	6	6	6	6	6	6
Epi : forme (maturation)	2	1	1	1	1	1
Epi : compacité (maturation)	5	5	5	5	5	5
Barbes : longueur par rapport a l'épi (maturation)	3	3	3	3	3	3
Barbes : denticulation marginale (maturation)	9	9	9	9	9	9
Rachis : longueur du premier article (maturation)	5	5	7	7	3	7
Rachis : incurvation du premier article (maturation)	3	3	1	3	1	3
Rachis : bosse des articles (au tiers moyen de l'épi)** (maturation)	-	-	-	-	-	-
Rachis : importance du zigzag (alignement des articles au tiers moyen de l'épi) ** (maturation)	-	-	-	-	-	-
Ebillet stérile : disposition ** (maturation)	-	-	-	-	-	-
Epillet stérile : longueur de la glumelle inférieure** (maturation)	-	-	-	-	-	-
Epillet stérile : forme de l'extrémité** (maturation)	-	-	-	-	-	-
Epillet médian : longueur de la glume ou de la l'arête par rapport au grain (maturation)	3	3	1	3	1	1
Grain : type de pilosité de la baguette (maturation)	2	2	1	1	1	1

Grain : type de pilosité de la baguette (maturation)	2	2	1	1	1	1
Grain : glumelles (maturation)	2	2	2	2	2	2
Grain : pigmentation anthocyanique des nervures de la glumelle inférieure (maturation)	1	1	1	1	1	1
Grain : denticulation des nervures dorsales internes de la glumelle inférieure (maturation)	9	9	7	5	7	7
Grain : pilosité du sillon (maturation)	1	1	1	1	1	1
Grain : position des lodicules (maturation)	2	1	2	2	2	2
Grain nu : couleur de l'aleurone (maturation)	3	2	3	3	2	3
Type de développement (gonflement, mi laiteux jusqu'à la maturation et maturation)	2	2	1	2	2	2

Tableau VI: Fiches descriptives des variétés de blé dur

Désignation du caractère	Bidi 17	Capiti	D.K	GGR	GTA Dure	Haurani	Hedba 3	INRAT 69	MRB	Waha
Coléoptile : pigmentation anthocyanique.	-	1	5	3	5	3	3	5	-	9
Plante : port	1	3	1	1	3	5	3	3	1	5
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	1	5	5	5	7	1	3	5	3	1
Epoque d'épiaison	5	5	7	7	5	5	7	5	5	3
Dernière feuille : pigmentation anthocyaniques des oreillettes	-	1	3	1	1	1	4	3	-	1
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	7	1	3	3	7	9	7	3	5	7
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe	5	1	5	3	3	5	5	1	3	3
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud	5	1	7	7	1	3	1	7	7	3
Tige : glaucescence du col de l'épi	5	1	9	9	5	7	3	9	9	5
Epi : glaucescence	5	1	5	3	3	5	5	5	7	3
Plante : longueur	7	5	5	5	3	5	7	5	7	3
Epi : répartition des barbes	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
Epi : longueur des barbes à l'extrémité par rapport à la longueur de l'épi	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Glume inférieure : forme	3	3	2	3	3	2	3	1	3	3
Glume inférieure : forme de la tronçature	5	1	3	1	4	2	1	5	5	1
Glume inférieure : largeur de la tronçature	7	1	3	5	3	3	5	3	5	3
Glume inférieure : longueur du bec	1	1	7	5	7	1	5	3	1	5
Glume inférieure : courbure du bec	5	5	1	1	1	3	1	5	1	5
Glume inférieure : pilosité de la face externe	9	1	9	1	9	1	1	9	1	9
Paille : moelle en section transversal	5	1	1	1	1	1	1	5	5	1
Barbes : couleur	4	1	3	3	2	2	3	2	2	2
Epi : longueur (à l'exclusion des barbes)	5	3	7	5	7	3	5	3	5	7
Epi : coloration	1	1	3	2	2	1	2	2	2	2
Epi : compacité	7	7	7	7	7	3	5	7	7	7
Grain : longueur des poils de la brosse.	5	3	5	3	3	5	3	5	5	5
Grain : forme	3	2	1	2	2	1	2	3	3	1

Grain : coloration au phénol	3	1	5	3	1	1	1	5	5	1
Plante : type de développement	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tableau VI6: Fiches descriptives des variétés de blé tendre :

Désignation du caractère	Ain Abid	Florence Aurore	Mahon Démias	Méxipak	TSI/VEE ...	Webilli
Graine : couleur	3	2	1	2	1	1
Semence : coloration au phénol	7	5	7	5	3	7
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	7	1	1	1	1	1
Plante : port au tallage	5	3	1	3	3	3
Plante : fréquence de plantes avec la dernière feuille retombante	3	5	7	1	7	3
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	1	1	1	1	1	1
Epoque d'épiaison	3	1	9	7	5	3
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	3	9	7	7	9	7
Dernière feuille : glaucescence du limbe (face inférieure)	5	9	5	5	5	5
pilosité du dernier nœud	3	5	1	9	5	1
Epi : glaucescence	3	7	7	5	5	7
Tige : glaucescence du col de l'épi	5	9	5	7	7	9
Plante : longueur	5	9	7	5	3	5
Paille : moelle en section transversale	1	2	1	3	1	1
Epi : forme en vue de profil	2	5	2	3	5	2
Epi : compacité	1	1	3	3	3	3
Epi : longueur	7	9	7	3	5	5
Barbes ou arêtes : présence	1	2	1	5	3	3
Barbe sans arêtes à l'extrémité de l'épi : longueur	7	9	7	5	5	3
Epi : couleur	1	1	1	2	1	2
Article terminal du rachis étendu de la face externe	9	7	9	7	7	9
Glume inférieure : largeur de la troncation	1	7	5	3	5	3
Glume inférieure : forme de la troncation	3	5	3	3	5	5
Glume inférieure : Longueur du bec	7	3	9	7	9	9
Glume inférieure : forme du bec	1	1	1	1	1	1
Glume inférieure : étendue de la pilosité de la face interne	1	1	1	1	1	3
Glume inférieure : pilosité de face externes	1	1	1	1	1	1
Type de développement	2	2	2	2	2	2

1- phénologie et durée des phases biologiques :

Dans nos essais, le semis est pratiqué à la même date pour ces caractères et réalisé en deux dates différentes dans le but de synchroniser les stades d'épiaison des variétés précoces et tardives afin de pouvoir les croiser dans le 2^{ème} essai.

La durée totale des cycles de développement tableaux VI₁, VI₂, VI₃ qui va de 130j à 178j des variétés étudiées dans les trois espèces et particulièrement l'époque d'entrée en épiaison renseigne de manière relativement précise sur la précocité et le décalage à la maturité en jours des unes des variétés par rapport aux autres, les génotypes des trois espèces étudiées peuvent être réparties en:

➤ Concernant l'espèce *Hordeum vulgare* L.

On distingue dans cette espèce (04) groupes :

Le 1^{er} groupe :

Est représenté par la variété précoce Akrash avec un cycle de 138 jours soit 4 mois et 18j.

Le 2^{ème} groupe :

Regroupe les variétés moyennes précocité Beecher10 et Manal avec un cycle de 143 j soit 4 mois et 23j.

Le 3^{ème} groupe :

Comprend la variété tardive Rihane dont la durée du cycle est de 151j soit 5 mois et 1 j.

Le 4^{ème} groupe :

Rassemble les variétés très tardives Saida183 et jaidor dont la durée du cycle est de 162j soit 5 mois et 12 j. ce qui va dans le même sens des résultats de Bouzerzour (1998), ceux de Monneveux (1990) et de Soltner (2005). tableau VI₁

➤ Concernant l'espèce *Triticum durum* Desf.

On peut distinguer dans cette espèce (03) groupes :

Le 1^{er} groupe :

En effet, la variété Waha se dégage de toutes les autres variétés de blé dur par sa précocité très marquée. Elle constitue donc à elle seule le premier groupe avec 130 j de cycle soit 4 mois et 10 jours ; elle est donc précoce.

Le 2^{ème} groupe :

Caractérisé par les variétés moyennement précoce est représenté par les variétés GTA dur, Hauani, MRB, Bidi17, Capéti et INRAT69 avec une durée de cycle de 144j soit 4 mois et 24 j.

Le 3^{ème} groupe :

Est composé par les variétés tardive GGR, DK et Hedbe3 avec une durée de cycle de 155j, soit 5 mois et 5j tableau VI₂.

➤ Concernant l'espèce *Triticum aestivum* L.

On distingue dans cette espèce Cinq (05) groupes également :

Le 1^{er} groupe :

Est représenté par les variétés très précoces Florence aurore avec une durée de cycle de 144j, soit 4 mois et 24j.

A noter que warland *et al.*,(1994) ont rapporté que la précocité à l'épiaison et par conséquent à la maturité sont déterminés par un ensemble complexe de gènes ; par ailleurs, Fisher et Maurer (1978) ont conclu dans leurs travaux qu'un gain d'un jour dans la précocité peut induire un gain de rendement de 30kg/ha.

Le 2^{ème} groupe :

Est caractérisé par les variétés précoce Ain Abid et Wibilli avec une durée du cycle de 151j soit 5 mois et 1j.

Le 3^{ème} groupe :

Est constitué par les variétés Moyennement précoce TSI/VEE avec une durée de cycle de 158j soit 5 mois et 8j.

Le 4^{ème} groupe :

Représenté par la variété tardive Mexipak avec une durée du cycle de 165j, soit 5mois et 15j.

Le 5^{ème} groupe :

Comprend la variété très tardive Mahon Demias avec une durée du cycle de 172j, soit 5mois et 22j tableau VI₃.

La durée totale des cycles de développement tableaux VI₁, VI₂ et VI₃ des variétés étudiées dans les trois espèces et particulièrement l'époque d'entrée en épiaison renseignent de manière relativement précise sur la précocité et le décalage à la maturité en jours des unes des variétés par rapport aux autres.

En effet, nous constatons que le genre *Hordeum* recouvre des variétés plus précoces que le genre *Triticum* et ,à l'intérieur de ce dernier, l'espèce *Triticum aestivum* L. abrite des variétés plus précoce que l'espèce *Triticum durum* Desf. La variété Waha et la variété Mahon Demias constituent des exceptions de part et d'autre.

Cette réalité est connue empiriquement des agriculteurs algériens qui installent les cultures d'orge dans les régions les plus reculées du semi-aride, c'est-à-dire à faible pluviosité et où la saison de sécheresse s'annonce plutôt. Ils savent bien donc que les génotypes de cette espèce arrivent à esquiver ce paramètre climatique.

Cette remarquable diversité intra-spécifique et inter-spécifique offre de larges possibilités dans le choix de variétés en fonction des zones de culture pour lesquelles elles sont destinées.

Ceci rejoint les conclusions de Ceccarelli et Grando (1992), Monneveux et This (1996) et Richard *et al.* (1997).

Cependant, cela expose cette catégorie de variétés aux gelées tardives de printemps pendant certaines années, particulièrement pendant la phase épiaison- floraison.

On peut suggérer alors que les génotypes très précoces (aux cycles courts) soient réservés aux zones à hiver doux et à été sec à chaleur précoce comme il a été observé Tirichine *et al.* (2015) sur les génotypes autochtones de blé dur cultivés dans le Sud-Est Algérien.

Par contre, les variétés tardives à phase d'épiaison-floraison longue soient cultivées dans les régions où les gelées printanières sont tardives.

A noter que Warland *et al.* (1994) ont rapporté que la précocité à l'épiaison et par conséquent à la maturité sont déterminées par un ensemble complexe de gènes.

EN outre, nous remarquons que la précocité est un caractère distinctif très important pour l'UPOV (tableaux VI₄, VI₅, VI₆ des fiches descriptives).

2- caractères de production :

Les caractères de production sont ceux qui déterminent potentiellement le rendement. Les valeurs des résultats relatifs à ces caractères sont consignées dans l'annexe A

2.1-Tallage herbacé, tallage épi et pourcentage de transformation :

Nos résultats montrent une importante diversité aussi bien entre variétés qu'entre espèces concernant le nombre de talles herbacées et talles épis. (Figure 22₁, 22₂, 22₃) et (Tableau VII₁, VII₂, VII₃) de blé dur, de blé tendre et orge respectivement.

► Blé dur (*Triticum durum* Desf.) :

Nos résultats dégagent une variabilité pour le nombre de talles épis et herbacées. On observe que le nombre moyen de talles herbacées s'étale de 2.37 talles par plante chez MRB à 3.42 talles chez DK. Les valeurs sont bien détaillées dans l'annexe A Tableau XI

Ces résultats confirment ceux présentés par Benlaribi (1984), chez les variétés Capéti(3.02) ;Haurani(3.15) ;INRAT69(2.85) et Bidi17 (2.80) ,mais s'opposent à ceux de Hazmoune (1994), chez la variété Hedba3 (5.20) où l'essai est mené en plein champ.

Alors que le nombre moyen de talles épis varie de 0.97 épi par plante chez DK et Hedba3 à 1.19 épi par plante chez Capéti. Ces résultats sont inférieurs à ceux présentés par Hazzmoune (2006) chez les variétés Hedba3 (2.00) ; et Bidi17 (2.8). Cette différence est due au fait que les essais sont menés en plein champ.

Ce pendant le pourcentage de transformation le plus élevé 40.80% est rencontré chez GGR et le plus faible 28.36% chez DK. Les autres variétés présentent des pourcentages de transformation intermédiaires avec des valeurs relativement élevées chez GTA dur, Hedba3 et Capéti tableau VII₁.

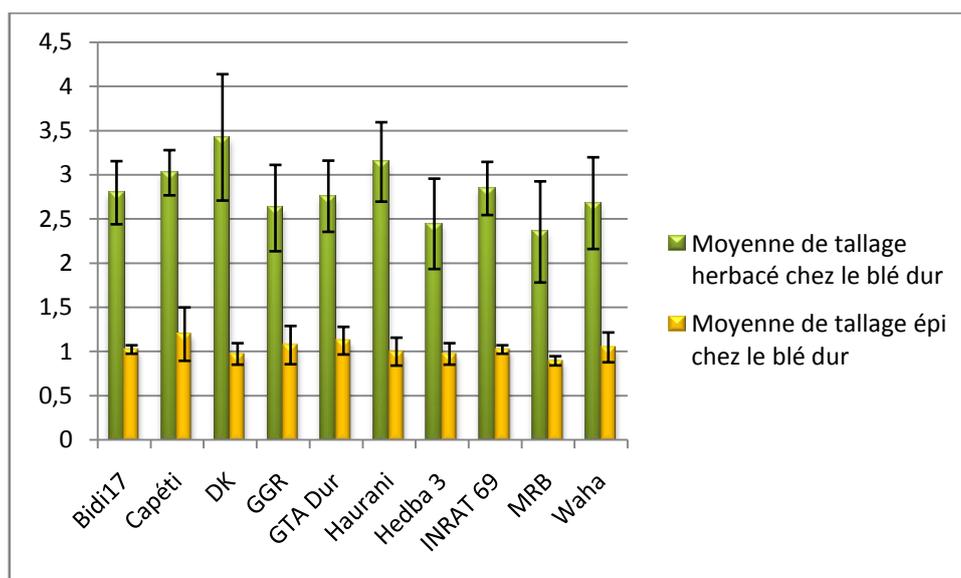


Figure22₁ : Tallage herbacé et tallage épi chez le blé dur

Tableau VII₁: Tallage et pourcentage de transformation blé dur

Génotypes	Tallage herbacé	Tallage épi	% de transformation
Bidi17	2.80 ± 0.35	1.02 ± 0.05	36.42
Capéti	3.02 ± 0.25	1.19 ± 0.30	39.40
DK	3.42 ± 0.71	0.97 ± 0.12	28.36
GGR	2.62 ± 0.48	1.07 ± 0.21	40.80
GTA Dur	2.75 ± 0.40	1.12 ± 0.15	40.72
Haurani	3.15 ± 0.45	1.00 ± 0.15	31.74
Hedba 3	2.45 ± 0.51	0.97 ± 0.12	39.6
INRAT 69	2.85 ± 0.30	1.02 ± 0.15	35.78
MRB	2.37 ± 0.58	0.98 ± 0.05	37.55
Waha	2.68 ± 0.51	1.04 ± 0.16	38.80

► **Blé tendre *Triticum aestivum* L.**

Le nombre moyen de talles herbacées s'étale de 1.42 chez TSI/VEE... à 2.60 chez Mahon Démias . La majorité des génotypes étudiée présente un tallage herbacé moins élevé que chez le blé dur. Les valeurs sont bien détaillées dans l'annexe A.

Ces résultats sont voisins à ceux présentés par Boufenar-Zaghouan et Zaghouan(2006).

Le nombre moyen de talles épis varie de 0.85 chez TSI/VEE... et webilli à 1.20 chez Mexipac. Les valeurs sont consignées dans l'annexe A.

Ce pendant, le pourcentage de transformation le plus élevé est de 59.86% chez TSI/VEE... et le plus faible de 38.46% chez Mahon Démias.

Par contre, le pourcentage de transformation des talles herbacées en talles épis est de loin plus élevé que chez le blé dur excepté chez Mahon Démias. Il varie donc de 38.46 à 59.86 c'est l'une des caractéristiques qui confère au blé tendre un potentiel de production plus élevé que le blé dur tableau VII₂.

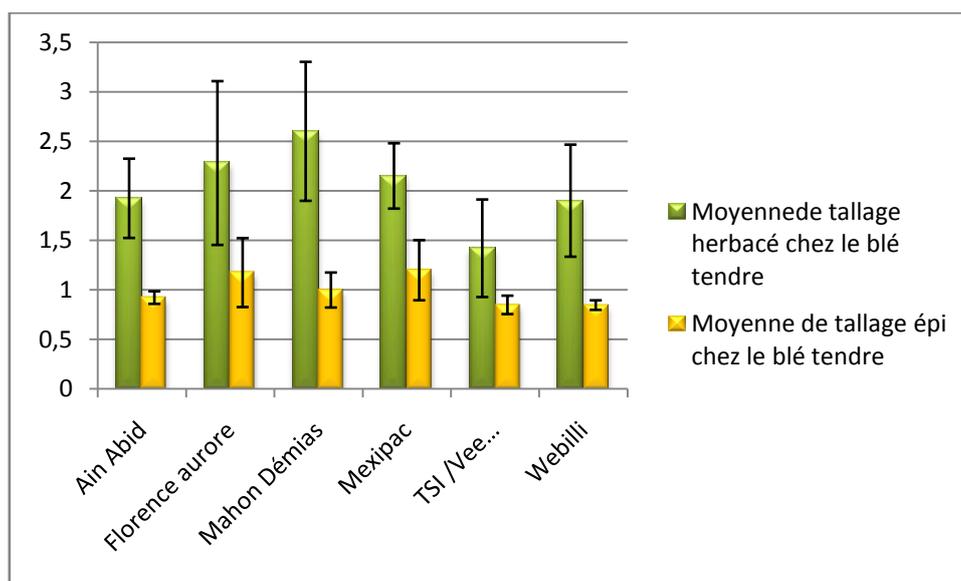


Figure 22: Tallage herbacé et tallage épi chez le blé tendre

Tableau VII₂: Tallage et pourcentage de transformation blé tendre

Génotypes	Tallage herbacé	Tallage épi	% de transformation
Ain Abid	1.92 ± 0.40	0.92 ± 0.06	47.91
Florence aurore	2.28 ± 0.28	1.17 ± 0.34	51.31
Mahon Démias	2.60 ± 0.70	1.00 ± 0.17	38.46
Mexipac	2.15 ± 0.32	1.20 ± 0.30	55.81
TSI /Vee...	1.42 ± 0.49	0.85 ± 0.10	59.86
Webilli	1.90 ± 0.56	0.85 ± 0.05	44.73

► **L'orge *Hordeum vulgare* L.**

Concernant l'orge, on note que le nombre moyen de talles herbacées varie de 1.37 chez Akrash à 3.61chez Jaidor. Les valeurs sont portées dans l'annexe A.

Le nombre moyen de talles épis est de 0.95chez Akrash et de 2.09 chez Jaidor . Les détails sont dans l'annexe A.

Le pourcentage de transformation chez cette espèce s'étale de 40.17% chez Rehane à 74.53% Beecher10. Il est encore plus élevé chez certains génotypes (Beecher10,Akrash et Jaidor) qui exprime leurs potentiel de production. tableau VII₃

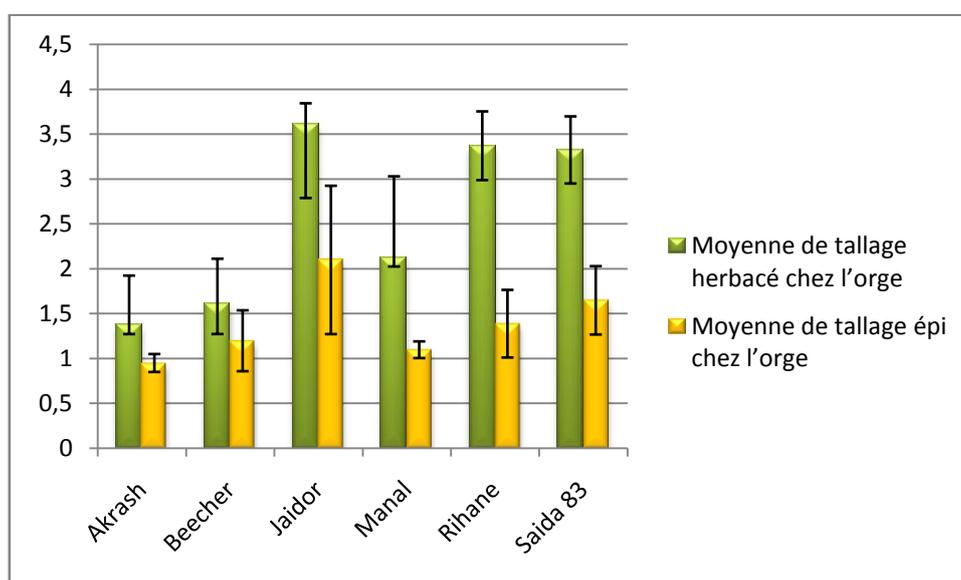


Figure 223 : Tallage herbacé et Tallage épi chez l'orge

Tableau VII₃: Tallage et pourcentage de transformation d'orge

Génotypes	Tallage herbacé	Tallage épi	% de transformation
Akrash	1.37 ± 0.55	0.95 ± 0.1	69.34
Beecher	1.61 ± 0.49	1.20 ± 0.33	74.53
Jaidor	3.61 ± 0.22	2.09 ± 0.82	66.13
Manal	2.11 ± 0.91	1.10 ± 0.1	52.13
Rihane	3.36 ± 0.38	1.35 ± 0.37	40.17
Saida 83	3.33 ± 0.36	1.65 ± 0.38	49.54

Ce caractère permet d'observer de grandes différences à l'intérieure de chaque espèce où une grande diversité est manifesté et permet de classer les génotypes de blé tendre en première position, suivis par les génotypes d'orge, arrivent en fin les génotypes de blé dur qui se distinguent d'après Hamadache (2013) par un appareil racinaire plus profond et plus puissant, mais par un tallage épi plus faible que le blé tendre.

2.2- Le rendement et ses composantes :

Les résultats du rendement et ses composantes de blé dur, blé tendre et orge sont portés dans les tableaux (VII4, VII5, VII6) suivant respectivement.

Tableau VII4: Le rendement des géotypes de blé dur

Géotypes	PMG(g)	Nombre d'épi/m ²	Nombre de grains /épi	Rendement (qx/ha)
Bidi17	43.32	151.85	24.5	16.11
Capéti	56.04	155.55	43.5	37.91
DK	40.88	144.44	29.66	17.51
GGR	36.2	159.25	31.16	17.96
GTA Dur	43.24	133.33	53.83	31.02
Haurani	39.6	148.18	41.33	24.25
Hedba 3	31.8	144.44	36.16	16.60
INRAT 69	38.84	151.85	28.83	17.00
MRB	59.08	166.65	31.33	30.84
Waha	43.2	177.77	42.33	32.50

TableauVII5: Le rendement des géotypes de blé tendre

Géotypes	PMG(g)	Nombre d'épi/m ²	Nombre de grains /épi	Rendement (qx/ha)
Ain Abid	58.68	137.03	57	45.83
Florence aurore	62.4	174.07	32	34.75
Mahon Démias	61.6	48.14	38	11.2
Mexipac	52	177.77	47	43.44
TSI /Vee...	58	125.92	50	36.51
Webilli	61.4	125.92	38	29.37

TableauVII6: Le rendement des géotypes d'orge

Géotypes	PMG(g)	Nombre d'épi/m ²	Nombre de grains /épi	Rendement (qx/ha)
Akrash	58.68	140.74	44.4	36.66
Beecher	62.4	177.77	39.75	44.09
Jaidor	61.6	322.22	41.75	82.86
Manal	52	162.96	38.25	32.41
Rihane	58	200.00	44	51.04
Saida 83	61.4	244.44	44.5	66.78

Pour le blé dur le rendement varie entre une valeur maximale de 37.91qx/ha chez Capéti et une valeur minimale de 16.11 qx/ha chez Bidi17

Pour le blé tendre le rendement varie entre une valeur maximale de 45.83qx/ha enregistrés chez Ain Abid de 11.2qx/ha est observés chez Mahon Démias.

Le rendement d'orge varie entre 82.86qx/ha produits par Jaidor et 32.41qx/ha est observés chez Manal ces différentes valeurs représentent dans leurs ensemble les rendements obtenus en plein champs d'année en année avec des pics pour certains génotypes et des minimas pour d'autres

Nos résultats montrent que pour un meilleur rendement, il suffit que deux des trois composants soient élevés.

2.3- La fertilité de l'épi :

La fertilité qui exprime le nombre de grains par épi par rapport au nombre de fleurs par épis présente les résultats cités dans les tableaux VII₇, VII₈, VII₉) de blé dur, de blé tendre et d'orge respectivement

Tableau VII₇: fertilité de l'épi de blé dur

Génotypes	Nombre de grains	Nombre de fleurs	Fertilité
Bidi17	24.5	41.5	0.59
Capéti	43.5	55.33	0.79
DK	29.66	45.83	0.65
GGR	21.16	37	0.57
GTA Dur	53.83	69.33	0.78
Haurani	41.33	58.66	0.70
Hedba 3	36.16	54	0.67
INRAT 69	28.83	45.16	0.64
MRB	31.33	49.16	0.64
Waha	42.33	53.83	0.79

TableauVII₈ : fertilité de l'épi blé tendre

Génotypes	Nombre de grains	Nombre de Fleurs	Fertilité
Ain Abid	57	62	0.91
Florence aurore	32	43	0.74
Mahon Démias	38	50	0.76
Mexipac	47	61	0.77
TSI /Vee...	50	76	0.65
Webilli	38	62	0.61

Tableau VII₉: fertilité de l'épi d'orge

Génotypes	Nombre de grains	Nombre de fleurs	Fertilité
Akrash	44.4	55.4	0.80
Beecher	39.75	45	0.88
Jaidor	41.75	53.5	0.78
Manal	38.25	47	0.81
Rihane	44	56	0.78
Saida 83	44.5	45	0.98

Pour le blé dur, le taux de fertilité le plus élevée est de 0.79 chez Capéti et Waha et le plus bas est de 0.57 chez GGR. Notons que la majorité des variétés étudiées enregistre un taux supérieur à 0.64.

Pour le blé tendre, la variété Ain Abid est la plus fertile avec un taux de 0.91 alors que webilli est la moins fertile avec un taux de 0.61. La majorité des variétés étudiées enregistre une fertilité qui dépasse 0.75.

Concernant l'orge le taux de fertilité enregistré s'étale de 0.78 à 0.98 chez Rihane et Saida 183 respectivement. , Les valeurs sont bien détaillées dans l'annexe A.

3- Caractères d'adaptation :

Les caractères d'adaptation contenus dans les fiches descriptives représentent des traits morphologiques constitutifs car, les traits inductifs sont plutôt fonctionnels comme l'accumulation de certains osmoticum (proline, sucres solubles...) qui ont été étudiés par Benlaribi et Monneveux (1988), Monneveux (1991) et Benlaribi *et al.* (2014) sous déficit hydrique.

Sachant que le facteur écologique le plus limitant de la production en Algérie est particulièrement le déficit hydrique de fin de cycle pour les céréales à paille.

Il s'agit, en somme, de la pilosité, La glaucescence et la longueur de la plante.

3.1-La pilosité :

Si la longueur de la plante peut facilement être mesurée, la pilosité et la glaucescence sont des caractères difficiles à quantifier figure 24₄.

La présence de poils sur la gaine foliaire et surtout les nœuds limite la perte d'eau par transpiration de la plante. Les variétés qui semblent présenter une forte pilosité sont GGR, Haurani et DK. Pour le blé dur et Beecher 10 Jaidor et Manal pour l'orge. Le blé tendre ne semble pas présenter ce caractère de la même intensité chez tous les génotypes.

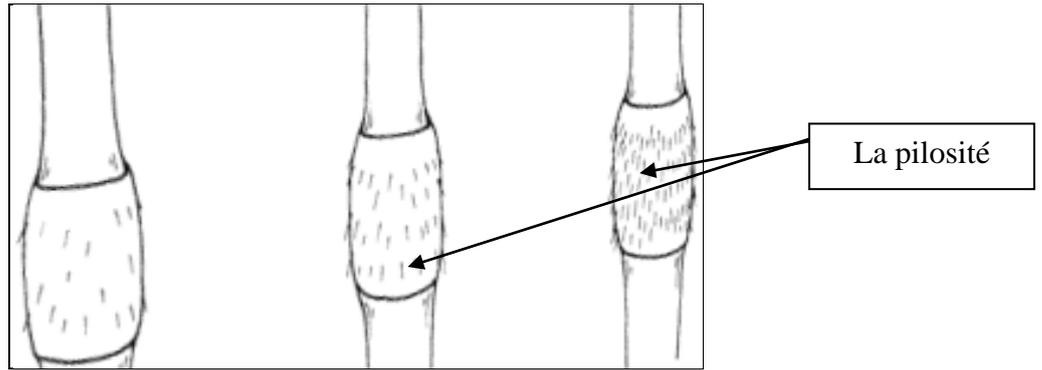


Figure 224: La pilosité

3.2- Glaucescence et hauteur de la plante :

Selon Hakimi (1992), la glaucescence est considéré comme un paramètre morphologique d'adaptation au déficit hydrique figure 225.

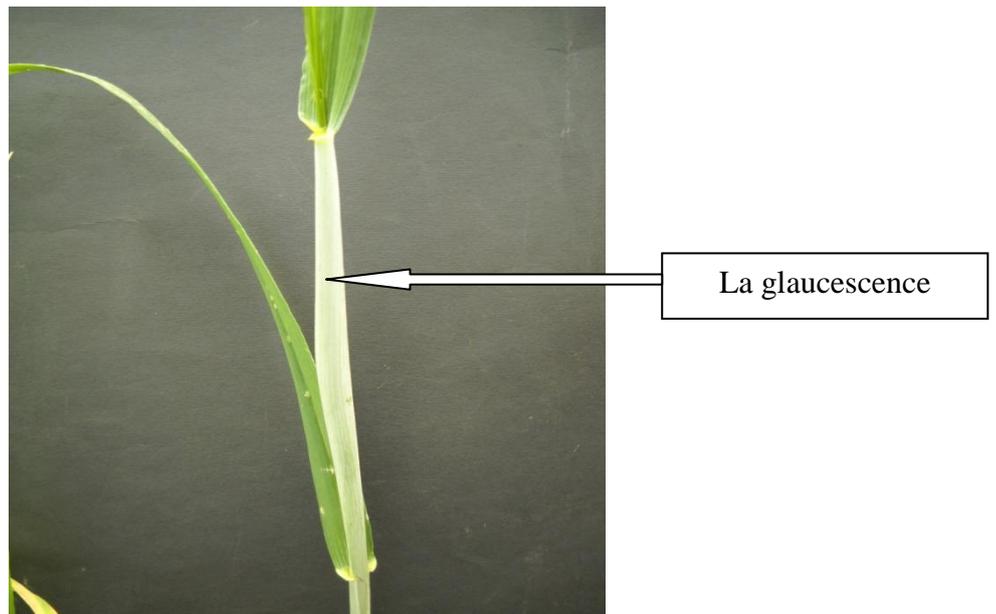


Figure 225 : La glaucescence

Pour ce qui est de la glaucescence et la longueur de la plante, nous présentons un tableau récapitulant ces deux caractères pour trois idéo types de chaque espèce végétale étudiées tableau VII₁₀.

Tableau VII₁₀ : Longueur de la plante et glaucescence

Espèce	Variétés	Longueur de la plante	Glaucescence de la gaine	Glaucescence du col de l'épi	Glaucescence de la face inférieure de la feuille	Glaucescence de l'épi
<i>Triticum durum</i> Desf.	-Waha -Haurani -Hedba3	3 : courte 5 : moyenne 7 : longue	7 : forte 7 : forte 7 : forte	5 : moyenne 7 : forte 3 : faible	3 : faible 5 : moyenne 5 : moyenne	3 : faible 5 : moyenne 5 : moyenne
<i>Triticum aestivum</i> L.	-Florence aurore -Ain Abid -Mahon Demias	9 : très longue 5 : moyenne 9 : très longue	9 : très forte 5 : moyenne 7 : forte	9 : très forte 5 : moyenne 5 : moyenne	9 : très forte 5 : moyenne 7 : forte	7 : forte 5 : moyenne 7 : forte
<i>Hordeum vulgare</i> L.	-Beecher10 -Akrash -Saida183	7 : longue 5 : moyenne 7 : longue	7 : forte 5 : moyenne 7 : forte	- - -	- - -	7 : forte 5 : moyenne 1: nulle

Concernant la hauteur de la plante, on observe une grande variabilité aussi bien à l'intérieur de chaque espèce qu'entre espèce.

En effet, dans le blé dur, la longueur des plantes varie 64cm jusqu'à 158 cm entre Waha et Hedba3 figure 22₆.

La hauteur chez le blé tendre s'étend de 53cm chez TSI/VEE à 137cm pour Mahon Demias, au moment où les hauteurs des plantes s'étalent de 60 cm chez Akrash à 115cm chez Rihane. Les autres génotypes se situent à l'intérieur de cette fourchette figure 22₇ et figure 22₈.

Dans de nombreuses études, la hauteur de la plante est considérée comme un critère important de sélection pour les régions semi-arides. Aussi, nous considérons les variétés de blé dur DK, GGR, et Hedba3, les variétés de blé tendre Florence aurore et Mahon Demias et les variétés d'orge Jaidor, Rihane et Saida 183 comme les plus tolérantes au déficit hydrique pour les deux raisons suivantes :

- La grande taille du chaume qui est liée génétiquement à un appareil racinaire profond (Baga *et al.*, 1970 ; Benlaribi *et al.*, 1990).
- Le remplissage du grain est réalisé entre autres par la translocation des réserves stockées au niveau longues tiges (Gate *et al.*, 1992)

Quant à la glaucescence qui est matérialisée par un enduit cireux plus ou moins bleuté sur certains organes de la plante et qui réduit ou limite la transpiration cuticulaire, elle divise les génotypes étudiés en trois groupes :

- 1- Génotypes à très forte glaucescence sur tous les organes concernés comme le cas de Florence aurore ;
- 2- Génotypes à forte glaucescence particulièrement sur la gaine et l'épi : Haurani, Hedba3, Mahon Demias, Beecher10 et Saida 183 ;
- 3- Génotypes à glaucescence moyenne ou faible : Ain Abid, Akhrash et Waha .

Il faut remarquer que la face inférieure de la feuille étendard et l'épi sont les moins glaucescents.

Ces résultats suggèrent que la variété Florence aurore est la mieux adaptée au déficit hydrique, suivie par les génotypes du deuxième groupe.

Les résultats relatifs aux écartypes sont portés dans l'annexe D.

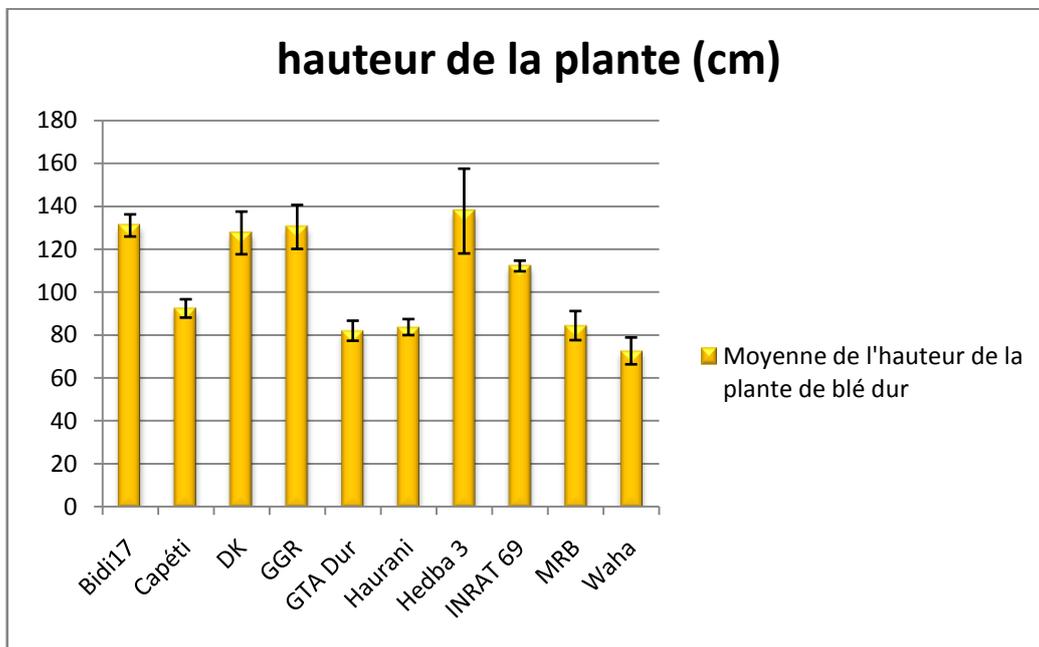


Figure 22₆ : hauteur de la plante blé dur

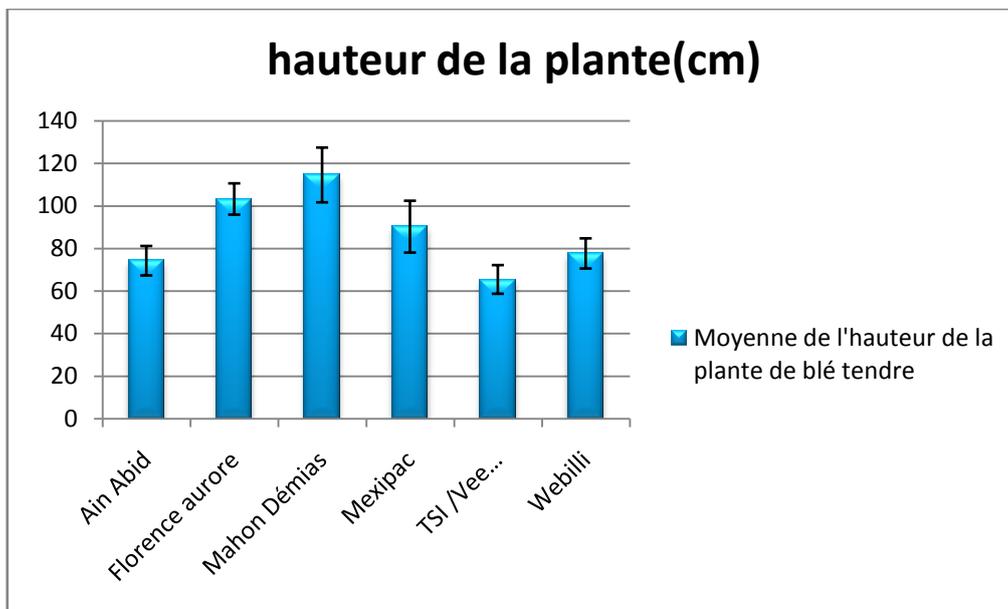


Figure 22₇ : hauteur de la plante blé tendre

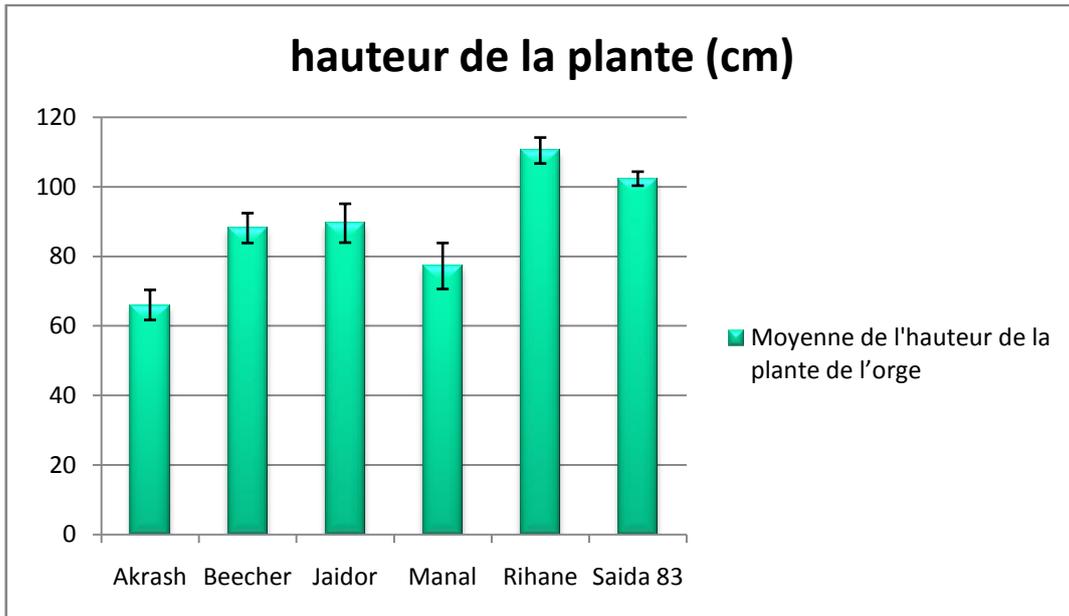


Figure 22₈ : hauteur de la plante d'orge

3.3-L'accumulation de la proline sous déficit hydrique :

La mise en évidence de la diversité par la réaction au manque d'eau dans le milieu de culture n'a porté que sur une série de génotypes de blé tendre. En effet 17 génotypes ont été soumis à une alimentation hydrique progressivement régressive par rapport à la capacité au champ (CC). Ainsi, les différentes variétés ont subi un déficit hydrique de 50, 25, 12.5 et 8.33% de la CC. Les valeurs obtenues sont portées dans le tableau IIX₁ suivant :

Tableau VIII₁: synthèse des résultats de la teneur en proline en fonction de la dégradation du déficit hydrique

	50%	25%	12.5%	8.33%
1	0.525	11.776	14.987	50.642
2	0.505	14.245	18.213	46.97
3	0.344	8.401	18.558	48.567
4	0.244	8.809	14.098	52.836
5	0.625	13.658	29.222	50.692
6	0.275	6.73	9.27	55.81
7	0.359	6.277	11.639	52.878
8	0.668	6.105	7.573	48.417
9	0.206	8.654	17.856	29.141
10	—	—	—	—
11	—	—	—	—
12	0.349	7.361	20.118	150.96
13	0.164	7.519	23.845	33.174
14	0.971	7.604	20.736	60.563
15	0.796	8.238	36.263	59.834
16	0.079	14.923	17.228	44.804
17	0.168	8.654	21.124	31.15
moyenne	0.419	9.263	18.719	52.429

Remarque : les génotypes 10 et 11 sont éliminés pour une raison d'arrosage.

➤ Au traitement 50% de la capacité au champ :

Les plantes se comportent naturellement et ne sentent pas encore le manque d'eau pour déclencher le processus de production de la proline, elles disposent donc d'assez d'eau pour couvrir leurs besoins.

Les valeurs extrêmes de proline enregistrées à ce niveau d'humidité du sol sont 0.079 µmol/mg de ms. Chez V16 et 0.971 µmol/mg ms chez V14.

Ces valeurs restent en dessous de 2 µmol/mg ms, valeur avancée par certains auteurs comme valeur indicatrice. des conditions d'alimentation hydrique non limitantes (Chu *et al.* 1978 ; Monneveux et Nemmar, 1986 ; Benlaribi et Monneveux, 1988)

➤ **Au traitement 25% de la capacité au champ :**

Les valeurs enregistrées à ce niveau d'humidité oscillent entre 6.105 chez v8 et 14.923 $\mu\text{mol}/\text{mg ms}$ chez v16. En effet, il convient de remarquer la formation de deux grands groupes. Le premier est composé des génotypes 1, 2,5 et 16 qui accumulent beaucoup de proline ; le deuxième groupe est formé par les génotypes restants avec une accumulation moins importante.

L'accentuation du déficit hydrique s'accompagne donc de l'augmentation de la teneur en proline dans les tissus du blé tendre. Il convient de remarquer quand même à ce niveau que certains génotypes comme V3, V 6 et V 12 ont vu leur teneur diminuer légèrement.

Ceci a déjà été signalé par Monneveux et Nemmar (1986), Benlaribi et Monneveux (1988).

Une nette augmentation a été enregistrée chez les autres génotypes notamment V14 et V15, signe d'une bonne réponse des différents génotypes au dessèchement du sol.

➤ **Au traitement 12.5% de la capacité au champ :**

Ce traitement a provoqué la 2^{ème} rupture entre les différents génotypes, après celle provoquée par le traitement 25% de la cc.

Ainsi il se forme trois groupes de génotypes ceux qui accumulent beaucoup de proline (n° 5 et 15), ceux qui accumulent peu V8, V6, V7 et V 4 et un groupe intermédiaire entre les deux, composé des génotypes restants, ce qui confirme les résultats de Benlaribi *et al.*, (2014).

➤ **Au traitement 8.33% de la capacité au champ :**

Ce traitement a provoqué un saut considérable dans la quantité de proline accumulée par chaque génotype. Ainsi la moyenne générale est de 52.429 $\mu\text{mol}/\text{mg ms}$. C'est une réponse forte à un stress hydrique sévère.

La différence d'accumulation se creuse d'avantage entre génotypes. Mis à part le V12 dont l'écart d'accumulation avec le génotype le moins accumulateur dépasse 100 $\mu\text{mol}/\text{mg}$ de ms, il se forme à ce niveau de stress poussé deux catégories de génotypes.

- La catégorie des moins accumulateurs (- de 45 $\mu\text{mol}/\text{mg}$ de ms V 9, V13 et V17
- La catégorie des génotypes plus accumulateurs (+ de 45 $\mu\text{mol}/\text{mg ms}$).

A l'intérieur de chaque catégorie, on remarque une variabilité globale qui témoigne d'une diversité spécifique observée depuis fort longtemps déjà par Singh *et al.* (1973) sur l'espèce *Hordeum*, Monneveux et Nemmar (1986) au sein des deux espèces de *Triticum*, Benlaribi et Chaib (1995), Terbea *et al.* (1995) sur le maïs et Malki (2002) au sein de l'espèce *T.durum*.

Ainsi l'intensité de la réponse diffère d'un génotype à l'autre, il se trouve alors que la réplique de la plante est corrélée négativement avec le contenu en eau du sol et par conséquent la richesse en eau des tissus.

Il faut noter que certaines variétés se distinguent assez tôt dans l'accumulation de la proline, c'est le cas des variétés 5 et 15.

Ce pendant, lorsque le stress hydrique s'accroît on remarque une nouvelle redistribution dans la réaction des différents génotypes. C'est le cas du stress le plus sévère (8.33% de la cc) il se pose alors le problème de l'intensité du déficit hydrique qui pourrait éventuellement être prise comme base ou (barre) de référence dans les comparaisons entre génotypes.

Les accumulations de métabolite dans les cellules conduisent à une augmentation du potentiel osmotique et ont finalement abouti à une plus grande capacité d'absorption d'eau par les racines et l'économie d'eau dans les cellules (Seyed *et al.*2012).

A la fin on observe une variabilité génétique dans le déclenchement et l'intensité d'accumulation de ce composé aminé qui renseigne donc sur la diversité biologique existante au sein des génotypes de blé tendre étudiés (Bhouri KHilas, *et al.*2015). Figure 23₁

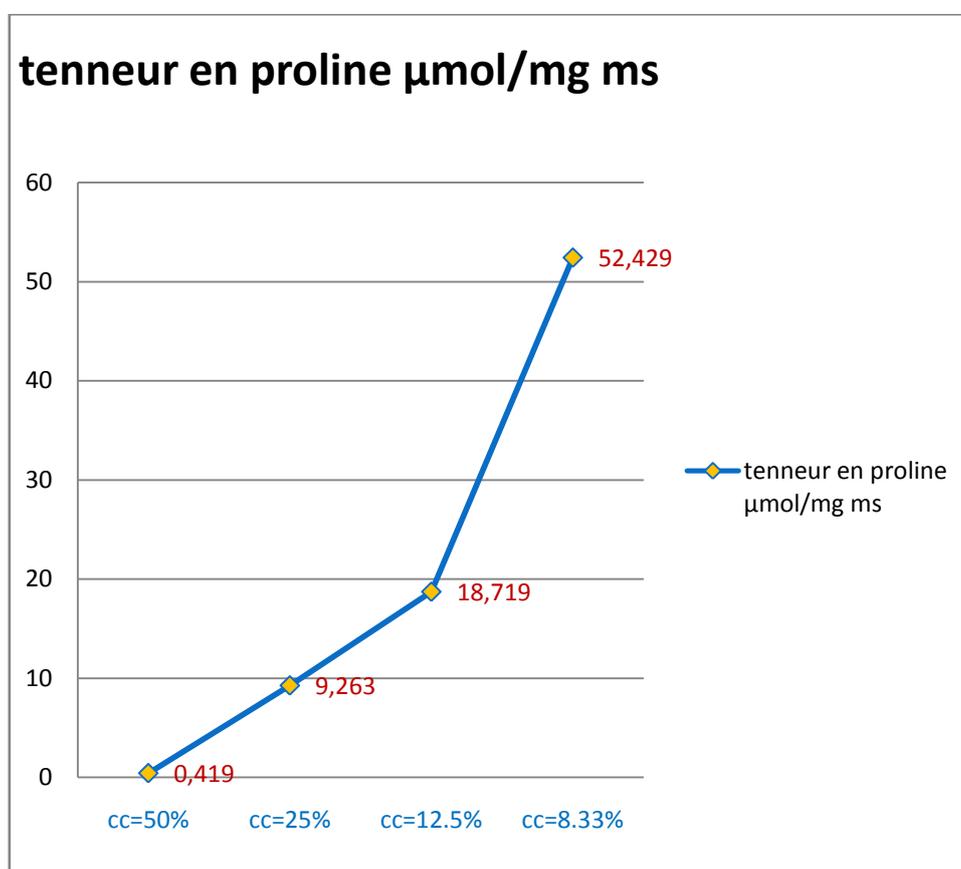


Figure 23₁ : synthèse des résultats de la teneur en proline en fonction du pourcentage de la capacité en champs (cc)

Tous ces caractères d'adaptation constituent des itinéraires à approfondir dont le but d'être exploités dans la création de la variabilité génétique et sélectionnés dans le cadre de l'amélioration des plantes pour l'adaptation.

4-Résultats et discussions des valeurs des croisements:

4.1-Résultats :

Les valeurs dégagées des différents croisements réalisés sont consignés dans les tableaux IX₁, IX₂, IX₃, IX₄ dans l'ordre suivant blé tendre, orge, blé dur et l'essai interspécifique.

Tableau IX₁: Résultats des croisements de blé tendre

Les croisements		Date des croisements	Nombre d'épis fécondés	Nombre de grains obtenus par épi	Nombre total par croisement
Parent femelle(♀)	Parent mâle (♂)				
webilli	Méxipak	19/04/2011	15	17	137
				07	
				01	
				10	
				12	
				02	
				00	
				13	
				14	
				19	
				13	
				17	
				02	
webilli	Florence aurore	22/04/2011	05	14	46
				19	
				02	
				03	
TSI/VEE...	Florence aurore	22/04/2011	07	08	60
				12	
				04	
				09	
				08	
				19	
Mahon Démias	Ain Abid	29/04/2011	09	02	83
				07	
				21	
				19	
				05	
				03	
				16	
				08	
02					

Tableau IX2: Résultats des croisements de l'orge

Les croisements		Date des croisements	Nombre d'épis fécondés	Nombre de grains obtenus par épi	Nombre total par croisement
Parent femelle(♀)	Parent mâle (♂)				
jaidor	Rihane	20/04/2013	12	17	134
				12	
				11	
				17	
				12	
				08	
				12	
				00	
				00	
				16	
				15	
14					
Beecher	Akrash	19/04/2013	10	07	45
				06	
				00	
				08	
				02	
				01	
				04	
				03	
				03	
				11	
Beecher	Saida 183	22/04/2013	04	14	20
				03	
				03	
				00	
Manal	Saida 183	22/04/2013	08	00	22
				08	
				00	
				00	
				00	
				14	
				00	
00					

Tableau IX3 : Résultats des croisements de blé dur

Le croisement		Date de croisement	Nombre d'épi fécondé	Nombre de grains obtenus par épi	Nombre total par croisement
Plante femelle(♀)	Plante mâle (♂)				
Capéti	waha	23/04/2014	5	22	74
				06	
				20	
				03	
				23	
GTA Dur	Waha	27/04/2014	7	00	56
				01	
				04	
				17	
				17	
				08	
				09	
Waha	GTA Dur	27/04/2014	2	26	38
				12	
Haurani	Capéti	30/04/2014	5	07	100
				33	
				25	
				15	
				20	
Haurani	Hedba3	04/05/2014	4	18	63
		07/05/2014		15	
				30	
				00	
GGR	Hedba3	07/05/2014	6	30	86
				13	
				19	
				02	
				09	
				13	
DK	GGR	12/05/2014	4	00	07
				04	
				00	
				03	

Tableau IX4: Résultats des croisements interspécifiques

Le croisement		Dates des croisements	Nombre d'épis fécondés	Nombre de grains obtenus par épi	Nombre total par croisement
Parent femelle(♀)	Parent mâle (♂)				
Ain Abid	DK	16/05/2013	01	00	00
Ain Abid	GGR	16/05/2013	01	00	00
Florence aurore	jaidor	16/05/2013	05	00	14
				04	
				10	
				00	
				00	
jaidor	Florence aurore	16/05/2013	01	05	05

➤ **4.2- discussion des Résultats des Croisements (création de la variabilité) :**

D'après les résultats obtenus dans nos essais, on peut remarquer la faisabilité de la méthode de croisement par approche chez les trois espèces.

Le degré de réussite maximal en grains est représenté par un nombre de 33 grains résultats de croisement entre Haurani (♀) et capéti (♂) en blé dur, un nombre maximal de 21 grains chez le blé tendre, résultat de croisement entre Mahon démiias (♀) et Ain Abid (♂) et 17 grains comme résultat maximal du croisement entre jaidor (♀) et Rihane (♂) pour l'orge.

Nous avons obtenu un nombre total de grains issus des différents croisements de :

- 424 grains pour le blé dur,
- 326 grains pour le blé tendre,
- 221 grains pour l'orge.

Nous faisons remarquer que les croisements dans l'espèce *Hordeum* sont plus difficiles que dans l'espèce *Triticum* pour deux raisons :

- Les phases gonflement-épiaison floraison son courtes ;
- Les fleurs de l'orge sont difficiles à manipuler.

Les croisements inter-spécifiques posent le problème de la synchronisation des cycles de vie (phase floraison surtout)

Les valeurs nulles portées sur les tableaux correspondent soit à la non synchronisation de la floraison (période de réceptivité), soit à la destruction des organes femelles lors de l'émasculatoin soit encore par oubli d'étamines ce qui annule le résultat.

5- Comparaisons hybrides –parents et variabilité acquise :

Dans nos comparaisons, nous nous sommes appuyés surtout sur les caractères du code de l'UPOV (D.H.S) les plus apparents et donc faciles à repérer qui sont :

- L'époque d'épiaison ;
- La glaucescence de manière générale ;
- La longueur de la plante ;
- La couleur des barbes ;
- La coloration de l'épi ;
- La compacité.

Par ailleurs, nous avons eu certaines difficultés à prendre des photos de certains croisements à cause des moineaux.

Sachant que d'après la première loi de Mendel, les hybrides de 1^{ère} génération sont identiques entre eux, l'on obtient des plantes semblables après semis des grains de la F1.

Ces plantes peuvent manifester soit les caractères du parent mâle, soit les caractères du parent femelle soit encore présenter de nouveaux caractères.

C'est ce que nous avons observé dans nos essais bien chez les hybrides de blé dur que pour ceux de blé tendre.

Sur cette base nous pouvons présenter les tendances suivantes :

5.1- le blé dur :

Tableau X₁: les caractéristiques de l'hybride HD1 et les parents Capéti ♀ et Waha ♂ selon U.P.O.V(2012).

Désignation du caractère	Capéti ♀	HD1	Waha ♂
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	1	1	9
Plante : port au tallage	3	3	5
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	5	5	1
Epoque d'épiaison	5	5	3
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	1	1	1
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	1	1	7
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe.	1	1	3
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud.	1	1	3
Tige : glaucescence du col de l'épi	1	1	3
Epi : glaucescence	1	1	3
Plante : longueur	5	5	3
Barbe : couleur	1	1	2
Epi : réparation des barbes	4	4	4
Epi : longueur des barbes a l'extrémité par rapport a la longueur de l'épi	3	3	3
Epi coloration	1	1	2
Epi : compacité	3	7	7
Type de développement	2	2	2

L'hybride (HD1) présente les caractères du parent femelle Capéti à l'exception de la compacité qui est en faveur du parent mâle Waha, figure 24₁.



Figure24₁ : l'hybride HD1 entre les parents Capéti ♀ et Waha ♂



Figure24₂: comparaison entre l'épi de l'hybride HD1 et celle des parents

Tableau X₂: les caractéristiques de l'hybride HD2 et les parents GTA Dur ♀ et waha ♂ selon U.P.O.V (2012).

Désignation du caractère	GTA Dur ♀	HD2	Waha ♂
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	5	5	9
Plante : port au tallage	3	3	5
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	7	1	1
Epoque d'épiaison	5	3	3
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	1	1	1
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	7	7	7
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe.	3	3	3
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud.	1	3	3
Tige : glaucescence du col de l'épi	5	5	5
Epi : glaucescence	3	3	3
Plante : longueur	3	3	3
Barbe : couleur	2	2	2
Epi : réparation des barbes	4	4	4
Epi : longueur des barbes a l'extrémité par rapport a la longueur de l'épi	3	3	3
Epi coloration	2	2	2
Epi : compacité	7	7	7
Type de développement	2	2	2

L'hybride (HD2) se distingue par deux caractères du parent femelle GTA dur qui sont pigmentation anthocyanique et port au tallage et trois caractères du parent mâle dernière feuille retombante pilosité et surtout la précocité ou époque d'épiaison (figure 24₃).



Figure24₃: l'hybride HD2 entre les parents GTA dur ♀ et waha ♂

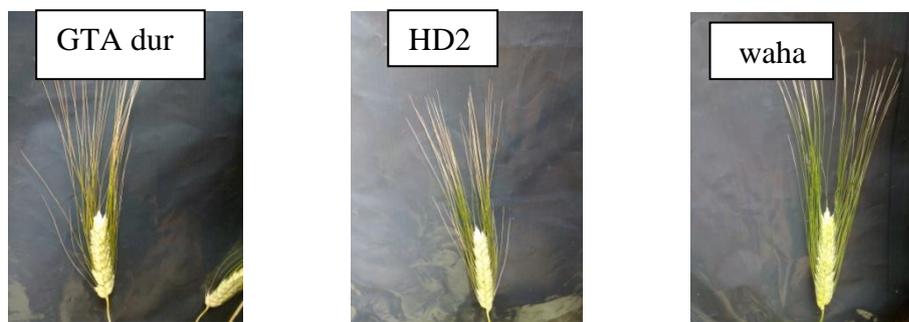


Figure24₄: comparaison entre l'épi de l'hybride HD2 et celle des parents

Tableau X₃: les caractéristiques de l'hybride HD3 et les parents waha ♀ et GTA Dur ♂ selon U.P.O.V(2012).

Désignation du caractère	Waha ♀	HD3	GTA Dur ♂
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	9	5	5
Plante : port au tallage	5	3	3
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	1	5	7
Epoque d'épiaison	3	3	5
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	1	1	1
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	7	7	7
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe.	3	3	3
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud.	3	5	1
Tige : glaucescence du col de l'épi	5	5	5
Epi : glaucescence	3	3	3
Plante : longueur	3	3	3
Barbe : couleur	2	2	2
Epi : réparation des barbes	4	4	4
Epi : longueur des barbes a l'extrémité par rapport a la longueur de l'épi	3	3	3
Epi coloration	2	2	2
Epi : compacité	7	7	7
Type de développement	2	2	2

L'hybride (HD3) n'hérite du parent femelle que l'époque d'épiaison ou précocité. Il présente deux caractères nouveaux à savoir la dernière feuille retombante et une grande pilosité du dernier nœud par rapport aux deux parents.

Tableau X4: les caractéristiques de l'hybride HD4 et les parents Haurani ♀ et Capéti ♂ selon U.P.O.V(2012).

Désignation du caractère	Haurani ♀	HD4	Capéti ♂
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	3	1	1
Plante : port au tallage	5	3	3
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	1	1	5
Epoque d'épiaison	5	5	5
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	1	1	1
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	9	1	1
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe.	5	3	1
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud.	3	1	1
Tige : glaucescence du col de l'épi	7	1	1
Epi : glaucescence	5	1	1
Plante : longueur	5	3	5
Barbe : couleur	2	1	1
Epi : réparation des barbes	4	4	4
Epi : longueur des barbes a l'extrémité par rapport a la longueur de l'épi	3	3	3
Epi coloration	1	1	1
Epi : compacité	7	3	3
Type de développement	2	2	2

L'hybride (HD4) : Le seul caractère qui le rapproche du parent femelle est la dernière feuille retombante. Le reste ressemble au parent mâle. Cependant il présente une longueur plus courte et une glaucescence de la face inférieure de la dernière feuille moins importante que les deux parents.

Tableau X₅ : les caractéristiques de l'hybride HD5 et les parents Haurani ♀ et Hedba3 ♂ selon U.P.O.V(2012).

Désignation du caractère	Haurani ♀	HD5	Hedba3 ♂
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	3	3	3
Plante : port au tallage	3	5	5
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	3	3	1
Epoque d'épiaison	7	5	5
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	4	1	1
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	7	9	9
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe.	5	9	5
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud.	1	3	3
Tige : glaucescence du col de l'épi	3	9	7
Epi : glaucescence	5	7	5
Plante : longueur	7	7	7
Barbe : couleur	2	2	1
Epi : réparation des barbes	4	4	4
Epi : longueur des barbes a l'extrémité par rapport a la longueur de l'épi	3	3	3
Epi coloration	2	2	1
Epi : compacité	5	5	7
Type de développement	2	2	2

L'hybride (HD5) : La majorité des caractères sont ceux du parent mâle notamment le port au tallage, l'époque d'épiaison et la compacité. Haurani par Hedba3 présente des caractères du parent femelle comme la dernière feuille retombante et la coloration de l'épi. Cependant cet hybride présente une glaucescence maximale au niveau de la face inférieure du limbe de la dernière feuille et du col de l'épi. La glaucescence de l'épi est également supérieure à celle des deux parents(figure24₅).

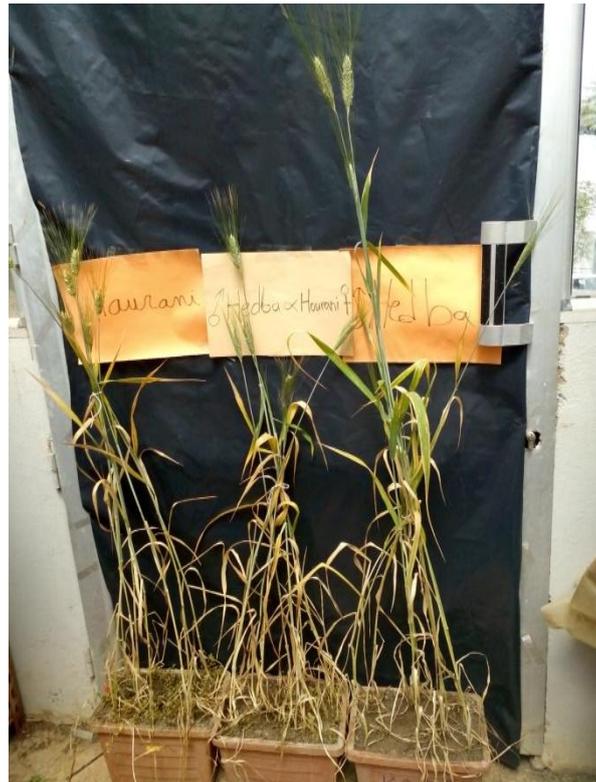


Figure 24₅ : l'hybride HD5 entre les parents Haurani ♀ et Hedba ♂:



Figure 24₆ : comparaison entre l'épi de l'hybride HD5 et celle des parents

Tableau X₆ : les caractéristiques de l'hybride HD6 et les parents GGR ♀ et Hedba3 ♂ selon U.P.O.V(2012).

Désignation du caractère	GGR ♀	HD6	Hedba3 ♂
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	9	3	3
Plante : port au tallage	1	5	5
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	3	3	1
Epoque d'épiaison	5	7	7
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	2	1	1
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	5	3	9
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe.	5	7	5
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud.	3	3	3
Tige : glaucescence du col de l'épi	7	5	7
Epi : glaucescence	7	7	5
Plante : longueur	7	7	7
Barbe : couleur	2	2	1
Epi : réparation des barbes	4	4	4
Epi : longueur des barbes a l'extrémité par rapport a la longueur de l'épi	3	3	3
Epi : coloration	2	2	1
Epi : compacité	5	5	7
Type de développement	2	2	2

L'hybride (HD6) : Les caractères qui le rapproche de ses parents sont bien la hauteur de la plante, la coloration de l'épi. L'époque d'épiaison ressemble a celle du parent mâle. Le reste des caractères le rapproche plus du parent femelle GGR.

Tableau X₇ : les caractéristiques de l'hybride HD7 et les parents DK ♀ et GGR ♂ selon U.P.O.V(2012).

Désignation du caractère	DK ♀	HD7	GGR ♂
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	7	3	9
Plante : port au tallage	1	5	1
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	5	3	3
Epoque d'épiaison	7	5	5
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	1	1	2
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	5	3	5
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe.	5	7	5
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud.	3	3	3
Tige : glaucescence du col de l'épi	3	5	7
Epi : glaucescence	7	7	7
Plante : longueur	7	7	7
Barbe : couleur	2	2	2
Epi : réparation des barbes	4	4	4
Epi : longueur des barbes a l'extrémité par rapport a la longueur de l'épi	3	3	3
Epi coloration	2	2	2
Epi : compacité	5	5	5
Type de développement	2	2	2

L'hybride (HD7) : Les caractères d'adaptations sont commun aux deux parents .Par contre l'époque d'épiaison est celle du parent mâle .Au moment où l'hybride présente certains caractères nouveaux.

Concernant les caractères de tallage herbacé et le tallage épi, nombre de nœuds, la hauteur de la plante et longueur du col de l'épi des parents et hybrides sont illustrées en chiffres dans les tableaux X₈, X₉, X₁₀ et X₁₁ respectivement.

Tableau X₈: Moyenne de tallage herbacé et tallage épi des parents et hybrides (blé dur)

Parents et hybrides	Tallage herbacé	Tallage épi
Capéti ♀	1.55	0.50
HD 1	2.01	1.20
waha ♂	1.98	0.80
GTA dur ♀	1.55	0.50
HD2	1.40	1.01
Waha ♂	1.98	0.80
Waha ♀	2.98	0.30
HD3	2.95	1.78
Gta dur ♂	3.10	1.50
Haurani ♀	2.88	1.20
HD 4	2.99	1.45
Capéti ♂	1.98	0.80
Haurani ♀	2.95	0.30
HD 5	3.20	0.10
Hedba 3 ♂	1.75	0.50
GGR ♀	1.58	0.51
HD6	1.54	0.50
Hedba3 ♂	1.85	0.56
DK ♀	2.12	1.18
HD7	1.98	0.80
GGR ♂	1.58	0.51

Tableau X₉ : Moyenne de nombre de nœuds des parents et hybrides (blé dur)

Parents et hybrides	moyenne
Capéti ♀	6.20
HD 1	5
waha ♂	6
GTA dur ♀	6.20
HD2	5.30
Waha ♂	6
Waha ♀	4.78
HD3	5.5
Gta dur ♂	6
Haurani ♀	6.13
HD 4	5.5
Capéti ♂	6
Haurani ♀	4.78
HD 5	4.20
Hedba 3 ♂	5.68
GGR ♀	6
HD6	5.25
Hedba3 ♂	6.20
DK ♀	5.25
HD7	5.40
GGR ♂	6

Tableau X₁₀ : Moyenne de la hauteur de la plante des parents et hybrides (blé dur)

Parents et hybrides	Moyenne
Capéti ♀	92.33
HD 1	69.22
waha ♂	70.80
GTA dur ♀	80.16
HD2	68.80
Waha ♂	70.80
Waha ♀	70.80
HD3	72.2
Gta dur ♂	80.16
Haurani ♀	84.20
HD 4	87.20
Capéti ♂	92.33
Haurani ♀	84.20
HD 5	92.5
Hedba 3 ♂	140.32
GGR ♀	120.12
HD6	115.10
Hedba3 ♂	122.10
DK ♀	95.45
HD7	110
GGR ♂	120.13

Tableau X₁₁: Moyenne de longueur du col de l'épi parents et hybrides (blé dur)

Parents et hybrides	moyenne
Capéti♀	17.55
HD 1	17.40
waha♂	16.40
GTA dur♀	17.55
HD2	15
Waha♂	16.40
Waha♀	25.20
HD3	24.30
Gta dur♂	28.38
Haurani♀	28.38
HD 4	21.13
Capéti♂	16.40
Haurani♀	22.20
HD 5	26.18
Hedba 3♂	25.25
GGR♀	25.10
HD6	24.12
Hedba3♂	25
DK♀	17.45
HD7	17.12
GGR♂	25.10

5.2-le blé tendre :

TableauX12: les caractéristique de l'hybride HT1 et les parents Webilli♀ et mexipak ♂

Selon U.P.O.V(2013)

Désignation du caractère	Webilli ♀	HT 1	Mexipak ♂
Grain : couleur	1	2	2
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	1	1	1
Plante : port au tallage	3	3	3
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	3	5	1
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	1	1	1
Epoque d'épiaison	3	1	7
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	7	9	7
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe	5	7	5
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud.	1	5	9
Epi : glaucescence du col de l'épi	9	7	7
Epi : glaucescence	7	7	5
Plante : longueur	5	7	5
Barbes ou arêtes : présence	3	3	3
Barbes ou arêtes a l'extrémité de l'épi :longueur	5	5	5
Epi : longueur	5	9	5
Epi : couleur	2	2	2
Epi : forme en vue de profil	2	2	3
compacité	3	3	3
Type de développement	2	2	2

L'hybride (HT1) webilli par mexipak présentent deux caractères du parent femelle, la forme et la glaucescence de l'épi et deux caractères du parent mâle la couleur du grain et la glaucescence du col de l'épi. Tous les autres caractères sont nouveaux notamment l'époque d'épiaison et la longueur de l'épi(figure 25₁).



Figure 25₁: de l'hybride HT1 entre les parents webelli ♀ et Méxipak ♂



Figure 25₂: comparaison entre l'épi de l'hybride HT1 et ceux des parents

Tableau X₁₃: les caractéristique de l'hybride HT2 et les parents Webilli♀ et Florance aurore♂ selon U.P.O.V(2013)

Désignation du caractère	Webilli ♀	HT 2	Florance aurore ♂
Grain : couleur	1	1	2
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	1	1	1
Plante : port au tallage	3	3	3
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	3	3	5
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	1	1	1
Epoque d'épiaison	3	1	1
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	7	9	9
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe	5	9	9
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud.	1	1	5
Epi : glaucescence du col de l'épi	9	9	9
Epi : glaucescence	7	7	7
Plante : longueur	5	7	9
Barbes ou arêtes : présence	3	2	2
Barbes ou arêtes a l'extrémité de l'épi : longueur	3	3	9
Epi : longueur	5	7	9
Epi : couleur	2	1	1
Epi : forme en vue de profil	2	5	5
compacité	3	1	1
Type de développement	2	2	2

L'hybride (HT2) webilli par Florence aurore regroupe la majorité des caractères du parent mâle à l'exception de la pilosité du dernier nœud et des arrêts à l'extrémité de l'épi. Par ailleurs, il présente une hauteur et une longueur de l'épi intermédiaire entre celles des deux parents (figure25₃).



Figure 25₃: de l'hybride HT2 entre les parents webill ♀ et Florence Aurore ♂



Figure 25₄: comparaison entre l'épi de l'hybride HT2 et ceux des parents

**Tableau X₁₄: les caractéristique de l'hybride HT3 et les parents TSI/ VEE♀ et Florance
Selon U.P.O.V(2013).**

Désignation du caractère	TSI/ VEE ♀	HT 3	Florance aurore ♂
Grain : couleur	1	2	2
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	1	1	1
Plante : port au tallage	3	3	3
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	7	7	5
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	1	1	1
Epoque d'épiaison	5	1	1
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	9	9	9
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe	5	9	9
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud.	5	3	5
Epi : glaucescence du col de l'épi	7	9	9
Epi : glaucescence	5	9	7
Plante : longueur	3	7	9
Barbes ou arêtes : présence	3	2	2
Barbes ou arêtes a l'extrémité de l'épi :longueur	5	3	3
Epi : longueur	5	9	9
Epi : couleur	1	1	1
Epi : forme en vue de profil	5	1	1
compacité	3	1	1
Type de développement	2	2	2

L'hybride (HT3) TSI/VEE par Florence aurore a hérité de la majorité des caractères du parent mâle notamment de l'époque d'épiaison et de la compacité de l'épi. Cependant il présente trois caractères intermédiaires entre ceux des parents, la pilosité du dernier nœud, la glaucescence de l'épi et la longueur de la plante (figure 25₅).



Figure 25₅: de l'hybride HT3 entre les parents TSI/VEE... ♀ et Florence Aurore ♂



Figure 25₆: comparaison entre l'épi de l'hybride HT3 et ceux des parents

Tableau X₁₅: les caractéristique de l'hybride HT4 et les parents Mahon Demias ♀ et Ain Abid Selon U.P.O.V(2013)

Désignation du caractère	Mahon Demias ♀	HT 4	Ain Abid ♂
Grain : couleur	1	2	3
Coléoptile : pigmentation anthocyanique	1	1	7
Plante : port au tallage	1	3	5
Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante	7	5	3
Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes	1	1	1
Epoque d'épiaison	9	3	3
Dernière feuille : glaucescence de la gaine	7	3	3
Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe	5	5	5
Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud.	1	3	3
Epi : glaucescence du col de l'épi	7	9	9
Epi : glaucescence	7	5	3
Plante : longueur	7	7	5
Barbes ou arêtes : présence	1	1	1
Barbes ou arêtes a l'extrémité de l'épi : longueur	7	3	7
Epi : longueur	7	9	7
Epi : couleur	1	1	1
Epi : forme en vue de profil	2	1	2
compacité	3	1	1
Type de développement	2	2	2

L'hybride (HT4) : Mahon Demias par Ain Abid a hérité de la majorité des caractères du parent mâle notamment l'époque d'épiaison, la glaucescence du col de l'épi et la compacité de l'épi. Cependant il présente de nouveaux caractères.

Concernant les caractères de tallage herbacé et le tallage épi, longueur du col de l'épi, nombre de nœuds et la hauteur de la plante des parents et hybrides sont illustrées en chiffres dans les tableaux X16, X17, X18 et X19 respectivement.

Tableau X16: Moyenne de tallage herbacé et tallage épi des parents et hybrides (blé tendre)

Parents et hybrides	Tallage herbacé	Tallage épi
weebilli ♀	1.80	0.88
HT1	1.80	0.55
méxipak ♂	2.16	1.20
weebilli ♀	1.80	0.88
HT 2	1.66	0.20
Florence aurore ♂	2.20	1.10
TSI/VEE ...♀	1.39	0.75
HT 3	1.75	0.78
Florence aurore ♂	2.16	1.60
Mahone Demias ♀	1.38	0.85
HT4	1.66	0.87
Ain Abid♂	2.20	1.70

Tableau X17 : Moyenne de longueur du col de l'épi parents et hybrides (blé tendre)

Parents et hybrides	moyenne
weebilli ♀	18.5
HT1	19.25
Méxipak ♂	15.33
weebilli ♀	18.5
HT2	16
Florence aurore ♂	26
TSI/VEE ...♀	12.13
HT 3	19.1
Florence aurore ♂	26
Mahone demias♀	16.12
HT4	20.22
Ain Abid♂	18.33

Tableau X18 : Moyenne de nombre de nœuds des parents et hybrides (blé tendre)

Parents et hybrides	moyenne
weebilli ♀	3.76
HT1	3.85
Méxipak ♂	4.24
weebilli ♀	3.76
HT 2	4
Florence aurore ♂	4.5
TSI/VEE ... ♀	3.20
HT 3	4
Florence aurore ♂	4.5
Mahone demias ♀	4.12
HT4	3.89
Ain Abid ♂	3.20

Tableau X19: Moyenne de la hauteur de la plante de des parents et hybrides (blé tendre)

Parents et hybrides	moyenne
weebilli ♀	79.20
HT1	89
Méxipak ♂	83.20
weebilli ♀	79.20
HT 2	85
Florence aurore ♂	103.20
TSI/VEE ... ♀	64
HT 3	95
Florence aurore ♂	103.20
Mahone Demias ♀	96
HT4	102.33
Ain Abid ♂	94

6-Analyse statistique :

6.1-Analyse de la variance ANOVA :

Notre analyse de la variance ANOVA a porté sur les caractères de production suivant : Tallage épi, longueur du col de l'épi et nombre d'épi par pot et ce la pour le blé dur, blé tendre et orge respectivement.

Par ailleurs notre analyse de la variance a été portée sur les mêmes caractères de production concernant les parents et hybrides de blé dur et les parents et hybrides de blé tendre.

6.1.1-Tallage épi :

L'analyse de la variance de blé dur et blé tendre révèle un effet non significatif (Annexe B) a : $\alpha=0.373$ et $F=1.118$, chez le blé dur et $\alpha=0.080$ et $F=2.264$ chez le blé tendre.

Le test de NEW MAN-KEULS au seuil 5% classe les Génotypes de blé dur dans un seul groupe homogène ainsi que pour les génotypes de blé tendre.

Par contre l'analyse de la variance d'orge a révélé un effet significatif (Annexe B) a : $\alpha=0.011$ et $F=3.844$.

En effet le test de NEW MAN-KEULS au seuil 5% classe les Génotypes d'orge en(2) groupes A et B. On peut remarquer une variabilité intra spécifique chez l'orge. La possibilité de la transformation de talles herbacée en talles épis dépend du potentiel génétique Benlaribi (1984).

6.1. 2-Longueur du col de l'épi :

L'analyse de la variance de blé dur et blé tendre révèle un effet très hautement significatif (Annexe B) a : $\alpha=0.0001$ et $F=17.856$ chez le blé dur et a : $\alpha=0.0001$ et $F=10.281$ chez le blé tendre.

Le test de NEW MAN-KEULS au seuil 5% classe les Génotypes de blé dur en (4) groupes A,B,C,D au même temps le test de NEW MAN-KEULS au seuil 5% classe les Génotypes de blé tendre en (3) groupes A,B,C. On peut remarquer une variabilité intra spécifique chez le blé dur et le blé tendre.

Contrairement chez l'orge l'analyse de la variance a révélé un effet non significatif (Annexe B) a : $\alpha=0.074$ et $F=2.330$.Et le test de NEW MAN-KEULS au seuil 5% classe les Génotypes d'orge dans un seul groupe homogène.

Selon Gate *et al.* (1992), la longueur du col de l'épi joue un rôle important concernant la quantité des réserves capable de migrer vers la graine en cas de déficit hydrique.

6.1. 3- Nombre d'épi par pot :

L'analyse de la variance de blé dur et blé tendre a révélé un effet non significatif (Annexe B) a : $\alpha=0.455$ et $F=1.001$ chez le blé dur et $\alpha=0.083$ et $F=2.238$ chez le blé tendre. Le test de NEW MAN-KEULS au seuil 5% classe les Génotypes de blé dur et blé tendre dans un seul groupe homogène pour chaque espèce.

Par contre l'analyse de la variance d'orge a révélé un effet significatif (Annexe B) a : $\alpha=0.003$ et $F=5.010$. Le test de NEW MAN-KEULS au seuil 5% classe les Génotypes d'orge en (2) groupes A et B. Ce qui montre une variabilité intra spécifique.

6.2-Analyse de la variance ANOVA parents et hybrides :

6.2.1-Tallage épi :

L'analyse de la variance révèle un effet très hautement significatif (Annexe C) concernant le tallage épi a : $\alpha=0.0001$ et $F=37.092$ chez le blé dur, et a $\alpha=0.0001$ et $F=4739.200$ chez le blé tendre. Le test de NEW MAN-KEULS au seuil 5% classe les Génotypes de parents et hybrides (descendants) de blé dur en(6) groupes A,B,C,D,E,F. Par ailleurs, le test de NEW MAN-KEULS au seuil 5% classe les Génotypes parents et hybrides (descendants) de blé tendre en (9) groupes A,B,C,D,E,F,G,H,I. ce qui révèle l'immense variabilité entre les parents et hybrides (descendants) de blé tendre.

6.2.2-Longueur du col de l'épi :

L'analyse de la variance révèle un effet très hautement significatif concernant la longueur du col de l'épi a : $\alpha=0.0001$ et $F=71.8759.575$ chez le blé dur (Annexe C) a : $\alpha=0.0001$ et $F= 34.062$ chez le blé tendre (Annexe C). Le test de NEW MAN-KEULS au seuil 5% classe les Génotypes de blé dur en (4) groupes A, B, C, D. Et classe les génotypes de blé tendre en (4) groupes A, B, C, D. ce qui révèle une grande variabilité au sein des génotypes étudiés.

6.2.3-Nombre de nœuds :

L'analyse de la variance révèle un effet non significatif concernant le nombre de nœuds a : $\alpha=0.664$ et $F=0.790$ chez le blé dur. Et a $\alpha=0.851$ et $F=0.508$ chez le blé tendre.

. Le test de NEW MAN-KEULS au seuil 5% classe les Génotypes étudiés dans un seul groupe homogène.

Conclusion :

Depuis la domestication des plantes, l'homme a toujours cherché à améliorer les performances du matériel végétal dont il dispose dans le but d'arriver à de meilleurs rendements.

Dans ce cadre la démarche préconisée, après avoir caractérisé son matériel végétal, reste la sélection qui représente le dernier pas de l'opération.

Cependant, ce choix se réalise sur la base de critères bien déterminés en partant de la variabilité génétique disponible représentée par la diversité du matériel végétal d'étude.

Cette dernière observée au sein des variétés des deux genres *Triticum* et *Hordeum* étudiées est une réalité génétiquement sous-tendue qu'il convient d'exploiter dans le but de l'enrichir par la création d'une nouvelle variabilité.

En effet, cette agro-diversité répartit les différents génotypes des trois espèces expérimentées en plusieurs groupes sur la base de la durée du cycle biologique.

Ainsi :

- les génotypes d'orge se répartissent en quatre groupes :
 - Précoce (Akhrash) ;
 - Moyennement précoce (Beecher 10 et Manal) ;
 - Tardifs (Rihane) ;
 - Très tardifs (Jaidor et Saida 183).
 -
- Les génotypes de blé dur se divisent en trois groupes :
 - Précoce (Waha) ;
 - Moyennement précoce (Bidi 17, Capéti, GTAdur, Haurani, INRAT 69, MRB) ;
 - Tardifs (GGR, DK et Hedba 3).
- Les génotypes de blé tendre se constituent en cinq groupes :
 - Très précoces (F.aurore) ;
 - Précoce ((Ain Abid et wibilli) ;
 - Moyennement précoce (TSI/VEE) ;
 - Tardive (Mexipak) ;
 - Très tardifs (Mahon Demias).

Il faut indiquer que du point de vue phénologique ou expression des différentes phases de développement, l'ensemble des cultivars accomplissent leur cycle dans une large période allant de 130 jours (soit 4 mois et 18 jours) chez la variété très précoce d'orge (Akhrash) à 178 jours (soit près de 6 mois) chez la variété tardive de blé dur (Hedba 3).

Il se dégage de notre étude la réalité connue depuis fort longtemps que le genre *Hordeum* recouvre des variétés plus précoces que le genre *Triticum* et à l'intérieur de ce dernier, l'espèce *Triticum aestivum* L. comprend des variétés plus précoces que l'espèce

Triticum durum Desf. Cette échelonnement dans la réalisation du cycle biologique ou diversité intra et inter-spécifique se répercutant sur la précocité de maturation offre un éventail de choix dans les variétés en fonction des zones de culture par rapport aux facteurs climatiques limitants.

Par ailleurs, la préoccupation principale des pays semi-arides dont fait partie l'Algérie pour la céréaliculture est l'amélioration de la production et de l'adaptation surtout au déficit hydrique.

Pour cette raison, le suivi du tallage (pourcentage de transformation) a constitué le point central de la production avec la fertilité de l'épi.

Ces deux paramètres de production classent globalement l'orge en première position, suivi du blé tendre, enfin arrive le blé dur. Cependant, une grande diversité intra spécifique est relevée.

Pour ce qui est des caractères d'adaptation et outre l'accumulation de la proline sous des teneurs régressives de la capacité au champ où l'on voit un comportement divers des différents génotypes étudiés, la pilosité, la glaucescence et la hauteur de la plante dégagent également des différences remarquables qui divisent les génotypes aussi bien au sein de l'espèce qu'entre espèces.

Dans de nombreuses études, la hauteur de la plante est considérée comme un critère important de sélection pour les régions arides et semi-arides. Ainsi nous considérons que les variétés de blé dur Hedba 3, GGR et Djenah khateifa, de blé tendre Florence aurore et Mahon Démiás et dans une moindre mesure d'orge Beecher 10 et Saida 138 sont plus tolérants au déficit hydrique.

L'évaluation de la pilosité et de la glaucescence étant subjectives, ces deux caractères sont difficiles à interpréter.

Cependant, le génotype de blé tendre Florence aurore semble le plus glaucescent sur tous ses organes et donc le plus adapté au stress hydrique.

Concernant les hybridations réalisées dans le cadre de la création de la variabilité, nous constatons tout d'abord la faisabilité de la méthode de croisement par approche chez les trois espèces expérimentées. Ensuite, les produits obtenus une fois semés ont affiché trois tendances phénotypiques, sous-tendues par des structures génétiques différentes.

Les hybrides qui en sont issus présentent soit des caractères du parent femelle, soit du parent mâle soit encore des caractères nouveaux. Il s'agit donc de nouvelles structures génétiques induisant une nouvelle variabilité génétique.

Comme perspectives, nous espérons approfondir l'aspect génétique et moléculaire des descendants par rapport aux parents afin de mieux comprendre les voies de l'hérédité.

Références
Bibliographiques

- Abassenne F. , Bouzerzour H. et Hachemi L. ,1998** - Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride d'altitude. Annales agronomiques INA , 18 :24-36.
- Ali Dib T. , Monneveux Ph. et Araus J.L. , 1992**-Adaptation à la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.).Caractères physiologiques d'adaptation. Agronomie, 12:381-393.
- Austin R.B. and Johnes H.G. , 1975** - The physiology of wheat. Annual Report. Plant breeds inst. Cambridge inst. England. 327-355.
- Amokrane A. , Bouzerzour H. , Benmahammed A. et Djekoun A., 2002**-Caractérisation des variétés locales, syriennes et européennes de blé dur évaluées. Constantine, numero special D, 33-38.
- Auriau P. , 1978** - sélection pour le rendement en fonction du climat chez le blé dur .Ann Argon. d'El- Harrach, vol. 8 n°2, 1-14.
- Bœuf F. , 1927**- Le blé en Tunisie.Tome1.Annales du service botanique de Tunis ,450p.
- Bachelet G. , Neilson R.P. et Hikler T. , 2003** - Simulating past and futur dynamics of natural ecosystems in the United States, Global, 11:14-21.
- Baga A.K . , Ruwali K.N. et Asana R.D. , 1970** - comparaison of responses of some Indian and semi dwarf mexican wheat to irrigated cultivation. Indian J, Agri, Sci, 40:421-427.
- Bahlouli F. , Bouzerzour H . et Benmahammed A. , 2005**-Sélection of stable and high yielding cultivar of durum wheat under semi-arid conditions. Pakistan Journal of agronomy 360-365.
- Baldy C. , 1984** - Utilisation efficace de l'eau par la végétation en climats méditerranéens. Bull.Soc.Boton.fr 131(2, 3,4) (Actuel Boton) ,499p.
- Baldy C. , 1973** - sur l'énergie active en photosynthèse. Son utilisation par les graminées au cours de leur développement .Ann.Agron.24 (1) :1-13.
- Bammoun A. ,1997**- Contribution à l'étude de quelques caractères morpho-physiologiques, biochimiques et moléculaires chez les variétés de blé dur (*Triticum turgidum ssp durum.*) pour l'étude de la tolérance à la sécheresse dans la région des hauts plateaux de l'Ouest algérien. Thèse de Magister, 1-33.
- Borlaug N.E . et Doswell C.R., 1977** - The acid lands: on of agriculture's last frontiers.In: plant soil interactions at low pH.Moniz A.C. *et al.*Ed. Brasilien Soil Science Society, Brasil,5-15.
- Belaid D. , 1986** -Aspects de la céréaliculture algérienne. Ed. OPU,Alger ,207 p.

Benhacine N. , 2002 - Comparaison de la descendance issue D4 un back cross de la deuxième génération et de ces géniteurs de blé dur (*Triticum durum* Desf.) .Mémoire d'Ingénieur d'Etat en amélioration des plantes, Université de Constantine.33p.

Belattar H. , 2007-Diversité dans la végétation cultivée de la région de Mila : inventaire et caractéristiques biologiques. Mémoire de Magister, I.S.N.Université de Constantine.118p.

Benlaribi . , 1984 -Facteurs de productivité chez six variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivées en Algérie. Thèse de Magister, I.S.B.-Université de Constantine,111p.

Benlaribi M . et Monneveux P. , 1988 - Etude comparée du comportement, en situation de déficit hydrique de deux variétés algériennes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) adaptées à la sécheresse.C.R.Acad.Agric.fr. 74(5) ,73-83.

Benlaribi M. , 1990 - Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) : Etude des caractères morphologiques et physiologiques. Thèse de Doctorat d'Etat, I.S.N., Université de Constantine, 164p.

Benlaribi M. , Monneveux Ph . et Grignac P. , 1990 - Etude des caractères d'enracinement et leur rôle dans l'adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Agronomie, 10 :305-322.

Benlaribi M. and Chaib G. ,1995 - Is proline accumulation a character of tolerance to drought? International of higher plants. Inter -drought 95, August31- September 2,proceedings.Montpellier, France, session x, x5.

Benlaribi M. et Chaib G. , 1997- La proline un indicateur de tolerance du déficit hydrique : discrimination entre génotypes de blé dur d'origines différentes. II-Ecophysiologie végétale .Second colloque magribin sur la biologie végétal et l'environnement,28-29 Octobre 1997-Annaba,1p.

Benlaribi M. , 1998 - premier séminaire national sur la connaissance et l'utilisation durable de la diversité biologique.13-14 Décembre 1998,ISGP(Borj El Kifane,Alger).

Benlaribi M. , 2000 - Séminaire International sur la stratégie algérienne de développement durable de la diversité biologique.13-14 Juin 2000.Ministère de l'Aménagement du territoire, Alger.

Benlaribi M. , Merghem R. , Zerafa Ch. Et Chaib G. , 2014 - Une molécule , un métabolite primaire de contraintes mésologiques : la proline. Revue des régions Arides – Numéro spéciale.n° 35 ,1129 -1134.

Bouharmont J. , 1994 - Création variétale et amélioration des plantes in ed . agronomie moderne, bases physiologiques et agronomiques de production végétales, Hatier, AUPELF UREF, 312-338.

Bonjean A. et Picard E. , 1990- les céréales à paille origine, historique, économie et sélection. Ed. Nathan, 235p.

Bensalem M. et Vierra Da Silva J.B. , 1991- Mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse et création variétal. Rapport d'activité numero1, Ma/DGFRA/INRAT, Tunisie, 23 pages.

Benmahammed A. , Djekoune A. et Hassous L.K. , 2005 - Génotyp x year interaction of barley grain yield dits relationship with plant height, earliness and climatic factors under semi-arid growth conditions. Dirasat , agricultural sciences ,32.239-247.

Bhourri Khilas S. , Douh B. , Mguidich A. et Boudjelben A. ,2015 -Effets de la contrainte hydrique et des changements climatiques sur la productivité du blé dur en conditions climatiques semi-aride de Tunisie .Département du génie Rural. Institut Supérieur Agronomique de chott Meriem. Université de Sousse, Sousse, Tunisie ,85p.

Biscope P.V. , Gallagher J. , Littleton E.J. , Monteinth K .L . et Scott R.K. , 1975 - Barley and its environment source of assimilates .J.Apple.Eco,12:395.

Blum A. , 1996- Crop responses to drought and interpretation .Plant growth regulation, 20:135-148.

Bonjean A. , 2001- Histoire de la culture des céréales et en particulier celle du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) . Dossier de l'environnement de l'INRA,N°21 :29-37.

Boufenar-Zaghouane F. et Zaghouane O. , 2006 - Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine) . ITGC ,El-Harrach,Alger, 1ère Ed. 152p.

Bouthiba A.A. , Débaeké P. et Hamoudi S.A. , 2010 - Varietal Differences in the response of durum wheat (*Triticum turgidum* L.var .*durum*) to irrigation strategie in a semi-arid region of Algeria.Irrigation .Science, 26:239-251.

Bouzerzour H. , Djekoune A. ,Benmahammed A. et Hassous L.K. ,1998 - Contribution de la biomasse aérienne, de l'indice de récolte et de la précocité à l'épiaison au rendement grain de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride d'altitude. Cahiers d'agricultures. 8, 133-137.

Braclay I.R. , 1975 - High frequencies of haploid production in wheat (*Triticum aestivum* L.) by chromosome elimination.Nature, 256:410-441.

Cattivelli L .P. , Baldi N. , Difozo M. et Stanca. , 2002-chromosomes regions and stress related sequences involved in résistance to abiotic stress in Triticeae plant molecular. Biology 48-649-665.

Cauderon Y. et Cauderon A. , 1956 -Etude des hybrides F1 entre *Hordeum bulbosum* x *Hordeum sclinum*. Annist Rech. Agron. Paris , série B6,307-317.

Caudron Y. , 1994 - Cytogénétique et amélioration des plantes :L'exemple des hybrides entre *Triticum* et *Elytrga*.C.R. Soc.Biol ,188 ,93-107.

Ceccarelli S .et Grandos S. , 1992 - Sélection environnement and environnemental sensivity in barley.Euphytica ; 57 :157-167.

Chadefaut M . et Emberger L. , 1960-Traité de Botanique systématique , 382p.

Chut T.M. , Jusaitis M. , Aspinall D. et Paleg L .G. ,1978 - accumulation of free proline at low températures.Physiol.plant.43, 254-260.

Clarck J.M. ,Romagosa I. ,Jana S. ,Strivastava J.P et Mvaid T.N. ,1989-Relation of excised leaf water lose rate and yield of durum wheat in diverse environment.Can.J.plant.Sci. 69. 1059-1081.

Coulomb Ph. J. , Abert M. , Coulomb Ph-O. et Gallet S. ,2004 -Le 1^{er} guide du vin dédié a votre santé. Crop Science Society of America, 295p.

Demarly Y. , 1977- Génétique et amélioration des plantes Ed. Masson,273p.

de Buser J. ,Lonnet P. et Hespel A. ,1987-A doubled haploïd wheat variety developed by the author culture method. Plant Breeding, 98:53-56.

Doré C. et varoquaux F. , 2006- Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées .INRA.812p.

Demol J. , Baudoin J.P. , Maréchal R. , Mergeai G. Et Otoul E. , 2002 – Amélioration des plantes.Application aux principales espèces cultivées en régions tropicales.les presses agronomiques de Gembloux.583p.

Donini P. Law J.R. , Koebner R. M .D. , Reves J.C. et Cook R.J. , 2000 - Temporal trends in diversity of UK wheat.theorapple.Genet,100,912-917.

de Buser J. , Lonnet p. et Hespel A. , 1987 -A double haploïde wheat variety developed by the anther culture method .plant Breeding 98:53-56.

Davis J., 1998 - Marninng monitoring hand book Joint nature conservation cosmettee.UK.Marine Sac projet: 405p.

El- hakimi A. , 1992- Evaluation de la variabilité génétique des caractères d'adaptation à la sécheresse chez les espèces tétraploïdes sauvages et cultivées du blé. Thèse de Doctorat Montpellier,220p.

Ellstrand N. C. , Prentice H. C. et Hancock J. F. , 1999 - Gene flow and introgression of crop gene pools. In Cooperman H.D.C.Spillane ,Thodking.Ed.Broadening the genetic.plants.Taxon ,20:509-517.

Ellstrand N. C. , 2003 - Dangerous liaisons? When cultivated plants mate with their wild relatives. Baltimore, 22p.

Erroux J. , 1958 - Introduction au catalogue des blés durs cultivés en Algérie. Bulletin de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord . Tome 49 N° 3-4 Mars-Avril 1958 ,124-142.

FAO, 1989-(Organisation des Nations Unis pour l'alimentation et l'agriculture).org /www/a-i 4738F.pdf.

FAO, : 2015-perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO.(www.ocde.org/editions),122-146.

Febrero A. ,Brot J. , Brow R.H. et Araus J.L . ,1990- The role of durum wheat ear as photosynthetic, Mallorca, Spain (unpublished).

Feldman M. , 1976- Taxonomique classification and names of wild, primitive cultivated , and modern cultivated wheat . In simmonds N.W. Ed, Evolution of crop plant Longman, London, 120 -128.

Feldman M. , 2001 - Origin of cultivated wheat. Dans Bonjean A.P. et Angus W.J. Ed. The world wheat Book: a history of wheat breeding. Intercept limited, Andover, Angle Terre,3-58.

Fellah A. , Bemahammed A. , Djekoune A et Bouzerzour H. , 2002 -Sélection pour améliorer la tolérance au stress abiotique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) .Actes de l'IAV Hassan II,(Maroc) 22,161-170.

Feillet P. , 2000 -Le grain de blé. Composition et utilisation. Mieux comprendre. INRA .ISSN : 1144-7605.ISBN :2-738060896-8.308p.

Fisher R.A. et Maurer R. , 1978- Drought resistance in spring resistance wheat cultivar.In grain yield responses.Aust. J. Agric.Res, 29:105-912.

Fokar M. ,Nguyen H.T. et Blum A. ,1998 - Heat tolérence in spring wheat .II-Grain filling.Euphytica, 104,9-15.

Geslin H . , 1944 - Bioclimatologie et recherches agronomiques.Contribution à l'étude du climat du blé.La meteorologie, 25-41.

GNIS, 2006 - Création- réalisation. Semences et biodiversité. Préservation et enrichissement de la biodiversité par la filière semences. E.P.C- Février 2006- Réf: D0615.

Gallais A. , 1990 -Théories de la sélection en amélioration des plantes. Collection des sciences agronomique .Ed .Masson, 558p.

Gallais A. et Bannerot H. , 1992 -Amélioration des espèces végétales cultivées .Objectifs et critères de sélection .Ed.INRA ,768p.

Gate P. , 1995 - Ecophysiologie du blé .Paris , Ed .Tec et Doc-Lavoisier,250p.

Gate p. , Bouthier A. , Casablanca H.et Deleens E. , 1992 - Caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivées en France .Interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains .In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. INRA Montpellier (France). Les colloques n° :64.

Gettouche R. , 1990 - Contribution a l'identification des caractères morpho-physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Diplôme d'agronomie approfondie.

Glowka L. , Burhenne -Guilmin F. , Synge H. , Jeffrey A. , Neely M.C. et Gundling L. , 1996 - Guide de la convention sur la diversité biologique environnementale. Policy an law paper N°30, (union mondial pour la nature).centre UCIN de l'environnement. Programme UCIN pour la diversité biologique.205p.

Gonde P. , Ratomahenima R. , Arnaut A. et Galzy P. ,1986 - Purification and properties of the exocellular β glucosidase of candida molischianan (Zikes) Mayer and Yarrow capable of hydrolyzing soluble cellodextrins.Can ,J.Bioche.Cell.Biol.363:1160-1166.

Grignac P. , 1965 – Contribution à l'étude du(*Triticum durum* Desf.).Thèse de Doctorat, Université de Toulouse, 246p.

Grignac P. , 1977 -Le blé dur .Morphologie succincte. Annales de l'INA ,vol. II ,83-97.

Grignac P. , 1978 -Amélioration variétale du blé dur (*Triticum durum* Desf.) .Annales de l'INA, El- Harrach,83-110.

Grignac P. , 1986 - Amélioration des plantes, cours polycopié pour les Ingénieurs Agronomes.ENSA/INRA-Montpellier,France,70p.

Hamed M. , 1979-Plantes et cultures céréalières et des légumineuses. Syrie,300p.

Hadjichristodoulou A. , 1985 -The stability of the number of tiller of barley varieties and its relation with consistency performance under semi-arid conditions.Euphytica, 34,641-649.

Hadjichristodoulou A. ,1987 - The effects of optimum heading date an its stability on yield and consistency of performance of barley and durum wheat in dry areas.J.Agric;Sci.Camb,108,599-608.

Hakimi M. , 1992- Les systèmes traditionnels basés sur la culture de l'orge .Porc.Symp.on the agronometeorology of rainfed barley and durum wheat in dry areas.J.Agri.Sci.Camb.103,35-42.

Harlan J.R . et Zohary D. , 1966 -Distribution of wild wheat and barley. Science,153:1074-1080.

Harlan J. R. ET De Wet . J. M. J. , 1971 - Toward a rational classification of cultivated Plants. Taxon 20:509-517.

Harlan J.R. , 1975-Our vanishing genetics resources.Science, 188:618-621.

Harlan J. R. , 1992 - Crops and man. 2nd. Ed. Madison. American Society of Agronomy.

Hamadache A. , 2013- Eléments de phytotechnie générale. Grandes cultures. Principaux itinéraires techniques des principales espèces pluviales cultivées en Algérie et en Afrique du Nord (agriculture conventionnelle).Tome I. Le blé ,256 p.

Harrath N. , 2003 -Analyse génétique de l'intégrité cellulaire et de la vitesse de dessèchement foliaire chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.).Thèse de Magister .Institut des Sciences de la Nature, Centre Universitaire Larbi Ben Mhidi,O. E. B ,50 pages.

Hazmoune T. , 1994 -Contribution à la caractérisation de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en relation avec les composantes du rendement. Mémoire de Magister. Institut d'Agronomie, Université de Batna, 94p.

Hazmoune T. , 2006- Le semis profond comme palliatif à la sécheresse. Rôle du coléoptile dans la levée et conséquences sur les composantes du rendement. Thèse de Docteur d'Etat. Université de Constantine, 168p.

Herve Y. , 1979 - Introduction à l'amélioration des plantes. Cours, Ecole nationale Supérieure agronomique de Rennes,120p.

Hopkins W.G. , 2003-physiologie végétale.Ed. ,536p.

Hurd E.A. , 1974 - Phénotype and drought tolerance in wheat .Agricultural Meteor. 14,19-55.

Hoyt H. , 1992-conservation des plantes sauvages apparentées aux plantes cultivées .Ed .BRG, Paris, 46p.

Jonnard P. , 1951-Les blés tendres cultivés en France. INRA, Paris, 491p.

Jemmali A. et Ben Brahim N. , 1999- Expérience tunisienne en biodiversité, biotechnologie et biotechnique.In Biotechnologies amélioration des plantes et sécurité alimentaire. Ed .Estem (AS),Paris,176p.

Johanson D.A. , Richard R. A et Turner N.C. , 1973 - yield water relation gas exchange and surface reflectance on near-isogonics wheat lines differing in glaucousness. Crop Sci, 23:318-325.

Kaloo G. et Chowdhury J. B. , 1992 - Distant hybridization of crop plants. Berlin. Springer. Verlag, 271p.

Karou M. , Haffd R. ,Smith D.N. et Samir K. , - 1988- Roots and shoot growth water use and water use efficiency of spring durum wheat under early –season drought .Agronomie 18,28:186.

Kellil H. , 2010- contribution à l'étude du complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l'Est algérien : Thèse de Magister, Université EL Hadj LAKDAR-Batna, 200p.

Khirkam M.B. et Kanemasu E.T. ,1983- Crop after relation wheat .Ed. TEAR.DPEET.MM.john wiley and Sons: 428-519.

Kupzow A.J. , 1974 -Rôle de l'Ethiopie ancienne dans l'histoire de l'agriculture africaine et mondiale. In Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée. Vol.XXI, 44-45 .

Laala Z. ,2010- Analyse en chemin des relations entre le rendement en grains et les composantes chez les populations (F3) de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi-Arides .Mémoire de Magister. Faculté des Sciences,Département d'Agronomie,Université Ferhet Abbas,Sétif.97p.

Ladizinsky H. , 1998 - Plants evolution under domestication. Cordrecht. Kluwer.254p.

Lévêque Ch. et Monolou J.C. , 2008-Biodiversité dynamique, biologique et conservation 2eme Ed.Dunod.259p.

Mackey J. , 1966 - Species relationship in *Triticum* .Proc .2nd Int. Wheat Genet.Symp.Lun 1965.Hereditas,suppl. 2:273-276.

Malet J.c. et Gunarde P.H. ,1981-Macrophysiologie de la maturation du blé d'hiver en conditions naturelles. Notion de représentativité chronologique et normes d'échantillonnage. Agronomie. N°(3) ,235-242.

Malki S. ,2002-Accumulation de la proline chez une série de génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en condition de déficit hydrique et biodiversité. Mémoire de Magister, U.de Constantine. Département de biologie.106p.

Massele M.J. , 1981- relation entre croissance et développement pendant la montaison d'un peuplement de blé d'hiver. Influence des conditions de nutrition. Agronomie, 13 :365-370.

Mazouz L. , 2006- Etude de la contribution des paramètres phénomorphologiques dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) Dans l'étage bioclimatique semi-aride. Mémoire de Magister. Depart.Agronomie.Université Hadj lakhdar, Batna,121p.

Mekliche H.L. , 1983- Etude agronomique, analyse diallèle et cytogénétique de quatre variétés de blé tendre cultivées en Algérie. Thèses de Magistere .INA El Harrach ,150p.

Monneveux Ph. , et Nemmar M. , 1986- Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. Agronomie, 6,583-590.

Maurer D. , 1978 - Phytoplankton et pollution. Lagune Ebrié (Abidjan). Secteur de Cortiou (Marseille). Thèse Doc. 3ème cycle, Aix-Marseille II: 121 p.

Monneveux Ph. , 1991- quelle stratégie pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. In :Chalbi et Demarey Y.Ed.L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides Ed.AUPELF-UREF-Jhon.Libbly.INSA-INRA,165-186.

- Monneveux Ph. et This D. , 1996** -Intégration des approches physiologiques , génétiques et moléculaires pour l'amélioration de la tolérance à la sécheresse chez les céréales.In quel avenir pour l'amélioration des plantes? Dubois et Demarly I. Ed. AUPELF-UREF.Sécheresse:81-91.
- Mossad M.A . , Brown J.H. , and Furguson H. , 1995-** Leaf water.potential, relative water content and diffustif resistance as screening techniques for drought resistance in barley.Agro.J.81, 100-105.
- Mouellef A. , 2010-** Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au stress hydrique. Mémoire de Magister, Université de Constantine, 82p.
- Moule C. , 1980** -Céréales.Techniques d'avenir (agriculture).Ed .la maison rustique, 318p.
- Nemmer M. , 1980-** contribution à létude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) : Etudes de l'accumulation de la proline sous l'effet du stress hydrique. Thèse de Docteur –Ingénieur.ENSA ,Montpellier,65p.
- Nachit J.M. , Picard E . ,Monneveux . , Labhilili M .et Rivoal R. , 1998-** Présentation d'un Programme Interntionale d'amélioration du blé dur pour le bassin méditerranéen.Cahier d'agriculture, 7 :510-515.
- O'toole.J.C et Cruz R.C. ,1980-** Response of leaf water potential, stomatal resistance, and leaf rolling to water stress.Plant physiology ,51,993-997.
- Oudjani W. ,2009-** Diversité de 25 génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) :Etude des caractères de production et d'adaptation .Mémoire de Magister ,I.S.N.Université de Constantine.113p.
- Papadakis J.S. , 1938-** Ecologie agricole.Ed. JULES Ducolot.Gembloux.303p.
- Pfeiffer W.H. , Sayre K.D. and Reynolds M.P. ,2000-** Enhancing genetic grain yield potential and yield stability in durum wheat. Symposium OAIC - blé 2000-Alger,83-93.
- Prévost P. , 2006-**Les bases de l'agriculture.3^{eme} Ed.290p.
- Picard E. , Monneveux Ph. ,Labhilili M. ,Nachit J.M. ,Baum M .et Rivoal R. ,1998-** Présentation d'un programme internationle du blé dur pour le bassin méditerranéen,cahier d'agricultures 7 :510-515.
- PNU. , 1996** – convention sur la biodiversité, textes et annexes .Ed : CCI, Canada, 34p. Publishing. 25-70.
- Rasmusson D.C. , 1987-** Barley crop .ANSSA/ASA monography series number 56.Madison, Ed. ASA.250p.

- Rusell P.J. , 1992** - Genetics. 3rd ed. Harper Collins publishers, New York, USA.
- Rosseille A.A . et Hamblin J. 1981**-Théoretical aspect of selection for yield in stress and no stress environment. Crop Sci.21, 923-932.
- Richard R.A. , Rebtzke G.Y. , Van Hervaardlen A.F. ,Duggamb B.L. et Gondon A. ,1997** - Improving yield in arid environments through physiological plant breeding dry land. Agriculture; 36:254-432.
- Seyed Y.S.L. ,Rouhollah M. ,Mosharraf M.H. ,Ismail M.M.R. ,2012**-Water stress in plants :cause,effects and responses,water stress,prof.Ismail MD.Mofizur Rahman Ed .345p.
- Simmond F. , 1974**-Selection for local adaptation in plant breeding program.App.Gen , 8:363-367.
- Singh T.N., Paleg T, et Gaspinall D., 1973**-Stress metabolism .III-Variation in response to water deficit in the barley plant.Aust.J.Biol.Sci. 26, 65-75.
- Smartt J. et Simmonds N. W. , 1995** - Evolution of crop plants. 2nd. Harlan. Hongman Systematics. 30: 539 – 563.
- Soltner D., 1987** – Les grandes productions végétales «céréales-plantes-prairies».15^{ème} Edition. Collection sciences et techniques agricoles : 461p.
- Soltner D. , 2005**- les grandes productions végétales 20^{ème} Edition. collection sciences et techniques agricoles, 472p.
- Souilah N. , 2009**-Diversité de 13 génotypes d'orge (*Hordeum vulgare* L.) et 13 génotypes de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) : étude des caractères de production et d'adaptation. Thèse de_Magister, Université constantine, 165p.
- Spillane C.M. Gepts P. , 2001** - Evolutionary and genetic perspectives on the dynamics of crop gene pools In. Cooper H. D., C. Spillane, T. Hodgkin. Eds. Broadening the genetic Resources Institut. Food and Agriculture organisation of the united nations and CABI publishing. 25-70.
- Sullivan C.V. et Ross W.M. , 1983**- Selecting for drought arid heat resistance in grain sorghum .In stress physiology in crop plant. Mussel, Hnd staples R.C.Eds A John Willey and sons publication,263-281.
- Terbea M. ,Cosmin O. ,Micut G.H. and Petcu E. ,1995**-Cell membrane stability, excised leaf water loss and free proline content as physiological traits for screening for drought resistance in Maize.International congress integrated studies on drought tolerance of higher plants.Inter- drought 95,August 31-september 2.Proceedings.Montpellier-France,session VI, VI18.
- Tirichine A. , Madani H. , Benlamoudi W. , Attali Y. et Allam A. , 2015**- Evaluation agromorphologique des cultivars locaux de blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivés dans les

palmeraies de la vallée d'Oued Righ (Sud- Est algérien). Revue des bio ressources .Vol.5 issue 2 ,67-76.

Tourtes Y. , 2000-Génie génétique et biotechnologie concepts, méthodes et application agronomique.2^{ème}Ed . Dunod,241p.

Turner M. , 2014-Les semences.Agricultures tropicales en poche .Ed.quac cta.22p.

UPOV, 1994 -Principes directeurs pour la conduite de l'examen des caractères Distinctifs, de l'Homogénéité et de la Stabilité. Orge (*Hordeum vulgare* L.), 33p

UPOV, 2012 -Principes directeurs pour la conduite de l'examen des caractères Distinctifs, de l'Homogénéité et de la Stabilité. Blé dur (*Triticum durum* Desf.), 34p.

UPOV, 2013 -Principes directeurs pour la conduite de l'examen des caractères Distinctifs, de l'Homogénéité et de la Stabilité. Blé tendre (*Triticum aestivum* L.) ,34p.

Van Kooten G.C. , 1998- Economics of conservation biology: an article review, environmental science and policy 1, p13-25.

Vavilov N.I. , 1926- Studies on the origine of cultivated plants .Leningrad, state press.

Vavilov N.L., 1934-The effect of water stress on translocation in relation to photosynthesis and growth.I. effect during grain development in wheat.Aust J.Biol.Sci; 20:25-39.

Walter R.F. Henry H.H. , 1980-Hybridation of crop plants: book, American society of agronomy and crop science society of America ,publishers madisson,Wisconsin,USA,189-201pp and 709-719.

Warland A.J. ,Apendina M. And Sayers E.J. , 1994-The distribution in European winter wheat of genes that influence ecoclimatic adaptability while determining photoperiod intensity in barley.Crop.Sci.12:283-268.

Wardlaw I.F. et Moncur L. , 1995- The response of wheat to high temperature following anthesis. The rate and duration of kernel filling. Aust J. Plant. Physiol; 22: 391-397.

Wardlaw I.F. , 2002- Interction between drought and chronic high temperature during Kernel Filling in wheat in a controlled environment.Annals of botany: 90,469-476.

Wilson H. Et Mankart J. , 1993 - Crop/ weed gene flow chenopodium quinoa willd.

Zagloul S. , 2003 - Intérêt des réserves dans la conservation de la biodiversité. In la Biodiversité, Tome Sciences et Technologie, 97 : 4- 9 (en arabe).

Zahour. , 1992-Element d'amélioration génétiquedes plantes :actes Ed :230p

Zerafa c. , 2005 –L'accumulation de la proline en tant que test précoce d'adaptation au déficit hydrique et indicateur moléculaire de diversité chez *Triticum aestivum* L .(blé tendre).Mémoire de Magister ,I.S.N.- , Université de Constantine, 125p.

Zerafa c. , Ghenai A. et Benlaribi M. , 2017 –Comportement Phénologique et Morphologique de quelques génotypes d’orge et de blé.URL : <http://dx.org/10.19044/esj.2017.v13n6p287>.

Zohary D. , 1966- The progenitors of wheat and barley in relation to domestication and agriculture dispersal in the Old World. In Ucko p.j.and dimbledy G.W. (Eds).The domestication and exploitation of plants and animals, Dukworth, London,UK,213-214.

Zohary D. , 1973- Geobotanical foundation of the middle East: vol.1, custav fisher verlag, stuttgart,Germany.

Webographie

WWW. good planet Info/.../2016.

WWW.research gate.net/publication/262420526.

WWW.ecophytopic.fr.

WWW.universalis .fr/.../1,Aout 2015.

[htt://quadrini:revue.org/525](http://quadrini:revue.org/525) ,2010.

WWW.terre-net.fr>actualité> Eco/social,2010.

WWW.dijon.inra.fr

www.museum.agropolis.fr

SVT.ac-besancon.fr (2016)

Jibam.free.fr

Jardinos.Wordpress.com

wikimédia.org

Annexes

Annexe A

Tableau XI₁ : Tallage herbacé chez le blé dur

Génotypes	R1	R2	R3	R4	R5	moyenne
Bidi17	3.00	3.12	2.25	2.50	3.12	2.79± 0.35
Capéti	3.00	3.5	2.75	2.87	3.00	3.02± 0.25
DK	2.50	4.25	2.87	3.25	4.25	3.42 ± 0.71
GGR	3.25	2.75	3.00	2.12	2.00	2.62 ± 0.48
GTA Dur	2.85	2.57	2.37	2.50	3.50	2.75 ± 0.40
Haurani	3.87	2.75	3.37	3.12	2.62	3.15 ± 0.45
Hedba 3	3.12	2.12	1.87	2.12	3.00	2.45 ± 0.51
INRAT 69	3.12	2.62	2.37	3.12	3.00	2.85 ± 0.30
MRB	3.25	1.87	2.12	1.75	2.78	2.37 ± 0.58
Waha	3.25	3.00	1.87	3.00	2.28	2.68 ± 0.51

Tableau XI₂ : Tallage épi chez le blé dur

Génotypes	R1	R2	R3	R4	R5	moyenne
Bidi17	1.00	1.00	1.12	1.00	1.00	1.02 ± 0.04
Capéti	1.00	1.50	1.62	1.00	0.87	1.19 ± 0.30
DK	1.12	1.00	1.00	1.00	0.75	0.97 ± 0.12
GGR	1.37	0.75	1.00	1.25	1.00	1.07 ± 0.21
GTA Dur	1.25	1.37	1.00	1.00	1.00	1.12 ± 0.15
Haurani	1.00	1.00	1.00	1.25	0.75	1.00 ± 0.15
Hedba 3	1.12	1.00	1.00	0.75	1.00	0.97 ± 0.12
INRAT 69	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02 ± 0.04
MRB	0.87	0.87	0.87	1.00	0.87	0.98 ± 0.05
Waha	1.00	0.87	1.00	1.00	1.37	1.04 ± 0.16

Tableau XI₃ : Tallage herbacé chez le blé tendre

Génotypes	R1	R2	R3	R4	R5	moyenne
Ain Abid	1.50	2.25	2.50	1.87	1.50	1.92 ± 0.40
Florence aurore	3.37	1.25	3.12	2.00	1.66	2.28 ± 0.82
Mahon Démias	2.62	3.25	2.00	1.65	3.48	2.60 ± 0.70
Mexipac	1.87	2.37	1.65	2.50	2.36	2.15 ± 0.32
TSI/Vee...	1.25	2.12	1.87	1.00	0.86	1.42 ± 0.49
Webilli	2.37	1.87	1.50	2.66	1.10	1.90 ± 0.56

Tableau XI₄: Tallage épi chez le blé tendre

Génotypes	R1	R2	R3	R4	R5	moyenne
Ain Abid	0.87	1.00	0.87	0.87	1.00	0.92 ± 0.06
Florence aurore	1.00	1.00	1.00	1.00	1.87	1.17± 0.34
Mahon Démias	0.87	1.12	0.75	1.25	1.00	0.99 ± 0.17
Mexipac	0.87	1.25	1.12	1.75	1.00	1.19 ± 0.30
TSI/Vee...	0.87	0.75	0.75	0.87	1.00	0.84 ± 0.10
Webilli	0.75	0.87	0.87	0.87	0.87	0.84±0.05

Tableau XI₅: Tallage herbacé chez l'orge

Génotypes	R1	R2	R3	R4	R5	moyenne
Akrash	0.62	0.78	1.77	1.82	1.87	1.37 ± 0.55
Beecher	1.05	1.01	1.74	2.04	2.22	1.61 ± 0.49
Jaidor	3.97	3.77	3.49	3.52	3.32	3.61 ± 0.22
Manal	1	1.08	2.43	3.16	2.92	2.11 ± 0.91
Rihane	4.1	3.4	3.2	3.06	3.06	3.36 ± 0.38
Saida 83	4.05	3.27	3.17	3.10	3.06	3.33 ± 0.36

Tableau XI₆ : Tallage épi chez l'orge

Génotypes	R1	R2	R3	R4	R5	moyenne
Akrash	1.00	1.00	1.00	0.75	1.00	0.95± 0.1
Beecher	1.87	1.00	1.00	1.12	1.00	1.19 ± 0.33
Jaidor	3.12	1.00	3.00	1.62	1.75	2.09± 0.82
Manal	1.12	1.12	1.00	1.25	1.00	1.09 ± 0.1
Rihane	1.57	2.00	1.00	1.37	1.00	1.38 ± 0.37
Saida 83	1.75	2.12	1.50	1.00	1.87	1.64 ± 0.38

Tableau XI₇: Hauteur de la plante de blé dur

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	moyenne
Bidi17	134.5	121	132	135	133	131.1± 5.16
Capéti	93	95	95	84	95	92.4 ± 4.27
DK	143.5	133.5	118	126	117	127.6 ± 9.94
GGR	129	120	150	127	126	130.4± 10.24
GTA Dur	84.5	86	84.5	73	82	82 ± 4.67
Haurani	81	82.5	79	89	87	83.7 ± 3.73
Hedba 3	126	154	146	158	105	137.8±19.76
INRAT 69	110	115	112	109	115	112.2 ± 2.48
MRB	73.5	93	90	82.5	83	84.4 ± 6.77
Waha	77.5	78.50	64	77	66	72.6 ± 6.25

Tableau XI₈: Hauteur de la plante de blé tendre

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	moyenne
Ain Abid	76	74.5	75	62	83.5	74.2 ± 6.91
Florence aurore	112	106	109	94	95	103.2 ± 7.35
Mahon Démias	120	137	109.5	102	104	114.5±12.86
Mexipac	69	99	95	103	85	90.2 ± 12.17
TSI /Vee...	53	64	72	70	68	65.4 ± 6.74
Webilli	69	83.10	88	76.5	71.5	77.62 ± 7.08

Tableau XI₉ : Hauteur de la plante de l'orge

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	moyenne
Akrash	70	71	62	67	60	66 ± 4.33
Beecher	86.5	81	90	89	94	88.1 ± 4.29
Jaidor	93	92.5	85	96	81	89.5 ± 5.58
Manal	74	88	69	81	74	77.2 ± 6.61
Rihane	109.5	115	113	110.5	104	110.4 ± 3.73
Saida 83	102.5	103	99.5	105.5	101	102.3 ± 2.01

Tableau XI₁₀: Nombre de nœuds de blé dur

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	moyenne
Bidi17	6	6	6	5	6	6	5.83 ± 0.37
Capéti	5	5	5	5	5	5	5
DK	6	6	6	6	6	6	6
GGR	7	7	8	8	6	7	7.16 ± 0.68
GTA Dur	5	5	6	5	5	5	5.16 ± 0.37
Haurani	4	5	5	5	5	5	4.83 ± 0.37
Hedba 3	6	6	6	6	6	5	5.83 ± 0.37
INRAT 69	6	7	7	5	7	7	6.50 ± 0.76
MRB	7	7	7	7	6	7	6.83 ± 0.37
Waha	5	5	5	5	5	5	5

Tableau XI₁₁: Nombre de nœuds de blé tendre

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	moyenne
Ain Abid	5	5	4	5	4	4	4.50 ± 0.50
Florence aurore	5	5	5	4	5	5	4.83 ± 0.37
Mahon Démias	5	5	5	5	5	4	4.83 ± 0.37
Mexipac	5	5	4	5	3	5	4.50 ± 0.76
TSI/Vee...	5	5	5	5	4	5	4.83 ± 0.37
Webilli	3	5	3	4	4	4	3.83 ± 0.68

Tableau XI₁₂ : Nombre de nœuds de l'orge

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Moyenne
Akrash	5	5	6	6	5	6	5.50 ± 0.5
Beecher	5	5	6	6	6	5	5.50 ± 0.5
Jaidor	5	5	6	6	5	6	5.50 ± 0.5
Manal	5	5	5	6	6	5	5.33 ± 0.47
Rihane	6	6	6	6	5	6	5.83 ± 0.37
Saida 83	7	7	7	6	7	6	6.66 ± 0.47

Tableau XI₁₃ : Nombre d'épi par pot et par m² de blé dur

Géotypes	R1	R2	R3	R4	R5	moyenne	Moyenne d'épi/m ²
Bidi17	8	8	9	8	8	8.20 ± 0.44	151.85 ± 51.25
Capéti	8	7	8	8	11	8.40 ± 1.3	155.55 ± 52.45
DK	9	8	8	8	6	7.80 ± 0.97	144.44 ± 48.71
GGR	11	06	08	10	8	8.60 ± 1.74	159.25 ± 53.68
GTA Dur	7	7	7	8	7	7.20 ± 0.44	133.33 ± 45
Haurani	8	8	8	10	6	8.00 ± 1.26	148.18 ± 50.06
Hedba 3	9	8	8	6	8	7.80 ± 0.97	144.44 ± 48.71
INRAT 69	9	8	8	8	8	8.20 ± 0.44	151.85 ± 51.25
MRB	10	11	8	8	8	9 ± 1.26	166.65 ± 56.20
Waha	8	12	13	8	7	9.60 ± 2.41	177.77 ± 59.90

Tableau XI₁₄ : Nombre d'épi par pot et par m² de blé tendre

Géotypes	R1	R2	R3	R4	R5	moyenne	Moyenne d'épi/m ²
Ain Abid	7	8	7	7	8	7.40 ± 0.48	137.03 ± 46.24
Florence aurore	8	8	8	15	8	9.40 ± 2.8	174.07 ± 58.64
Mahon Démias	7	9	6	10	8	8.00 ± 1.41	48.14 ± 49.94
Mexipac	7	10	9	14	8	9.60 ± 2.41	177.77 ± 59.90
TSI/Vee...	7	6	6	7	8	6.80 ± 0.74	125.92 ± 42.47
Webilli	6	7	7	7	7	6.80 ± 0.4	125.92 ± 42.49

Tableau XI₁₅: Nombre d'épi par pot et par m² de l'orge

Géotypes	R1	R2	R3	R4	R5	moyenne	Moyenne d'épi/m ²
Akrash	8	8	8	6	8	7.60 ± 0.8	140.74 ± 47.48
Beecher	15	8	8	9	8	9.60 ± 2.72	177.77 ± 59.89
Jaidor	25	11	24	13	14	17.40 ± 5.88	322.22 ± 108.54
Manal	9	9	8	10	8	8.80 ± 0.74	162.96 ± 54.98
Rihane	11	16	8	11	8	10.80 ± 2.92	200.00 ± 67.39
Saida 83	14	17	12	8	15	13.20 ± 3.05	244.44 ± 82.38

Tableau XI 16: Poids de mille grains de blé dur

Géotypes	Poids de 250 grains(g)	Poids de 1000 grains(g)
Bidi17	10.83	43.32
Capéti	14.01	56.04
DK	10.22	40.88
GGR	9.05	36.2
GTA Dur	10.81	43.24
Haurani	09.90	39.6
Hedba 3	7.95	31.8
INRAT 69	9.71	38.84
MRB	14.77	59.08
Waha	10.80	43.2

Tableau XI17: Poids de mille grains de blé tendre

Géotypes	Poids de 250 grains(g)	Poids de 1000 grains(g)
Ain Abid	9.91	39.64
Florence aurore	12.87	51.48
Mahon Démias	11.81	47.24
Mexipac	9.88	39.52
TSI /Vee...	10.19	40.76
Webilli	15.82	63.28

Tableau XI 18: Poids de mille grains de l'orge

Géotypes	Poids de 250 grains(g)	Poids de 1000 grains(g)
Akrash	14.67	58.68
Beecher	15.6	62.4
Jaidor	15.4	61.6
Manal	13	52
Rihane	14.5	58
Saida 83	15.35	61.4

Tableau XI₁₉ : longueur du col de l'épi de blé dur

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	moyenne
Bidi17	27.5	25	18.5	17.5	21.5	20.30	21.71 ± 3.52
Capéti	28	27	33	33.70	27.20	27	29.31 ± 2.87
DK	21	22.20	30	28	26.5	29	26.11 ± 3.38
GGR	16.50	13.50	16.50	17.50	15	18	16.13 ± 1.49
GTA Dur	17.5	17	19	20.5	19.5	18.5	18.66 ± 1.17
Haurani	24.80	26.50	31	30.50	21	24.50	26.38 ± 3.42
Hedba 3	28	28.30	28.50	29	21.50	29.50	27.46 ± 2.71
INRAT 69	18.5	15	15.5	18.5	15	17.5	16.66 ± 1.54
MRB	31.5	29	32	31.5	27	27.5	29.75 ± 2.01
Waha	18.50	15.10	19	18.70	18	17.70	17.83 ± 1.29

Tableau XI₂₀: longueur du col de l'épi de blé tendre

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	moyenne
Ain Abid	17.5	16.5	17.5	22.60	11	17	17.01 ± 3.36
Florence aurore	32	31	16.5	16	26.5	30	25.33 ± 6.64
Mahon Démias	32.30	24.5	33	22	29.5	26	27.88 ± 4.03
Mexipac	15.5	18	17	18.5	16	15	16.66 ± 1.28
TSI /Vee...	11.5	9.5	10.5	14	11	13	11.58 ± 1.51
Webilli	20	19.5	17.5	18	18.5	20.5	19 ± 1.08

Tableau XI₂₁ : longueur du col de l'épi de l'orge

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	moyenne
Akrash	10	10.5	10	12	7	8.5	9.66 ± 1.57
Beecher	7.5	6.5	4	5	9	12.5	7.41 ± 2.79
Jaidor	10	11	12	13.5	5.5	7	9.83 ± 2.77
Manal	6	8	8.5	7	8	9	7.75 ± 0.98
Rihane	6	3	5.5	8	11	7	6.75 ± 2.44
Saida 83	4	5	4	7	13	14	7.83 ± 4.13

Annexe B

Tallage épi blé dur :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	9	0,376	0,042	1,118	0,373
Erreur	40	1,493	0,037		
Total corrigé	49	1,869			

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
Capéti	1,198	A
Hedba	1,174	A
GTAdur	1,124	A
GGR	1,074	A
Bidi	1,024	A
INRAT	1,024	A
Haurani	1,000	A
DK	0,974	A
Waha	0,974	A
MRB	0,922	A

Longueur du col de l'épi blé dur:

Analyse de la variance

:

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	9	1374,384	152,709	17,856	< 0,0001
Erreur	40	342,096	8,552		
Total corrigé	49	1716,480			

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
MRB	30,200	A			
Capéti	29,780	A			
Hedba	27,060	A			
Haurani	26,760	A			
DK	25,540	A	B		
Bidi	22,000		B	C	
GTAdur	18,700			C	D
Waha	17,860			C	D
INRAT	16,500				D
GGR	15,800				D

Nombre d'épi/pot blé dur :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	9	19,280	2,142	1,001	0,455
Erreur	40	85,600	2,140		
Total corrigé	49	104,880			

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
Waha	9,600	A
MRB	9,000	A
GGR	8,600	A
Capéti	8,400	A
Bidi	8,200	A
Hedba	8,200	A
INRAT	8,200	A
Haurani	8,000	A
DK	7,800	A
GTAdur	7,200	A

Tallage épi blé tendre :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	0,612	0,122	2,264	0,080
Erreur	24	1,297	0,054		
Total corrigé	29	1,909			

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
Mexipac	1,198	A
Florence aurore	1,174	A
Mahon		
Demias	0,998	A
Ain Abid	0,922	A
TSI/VEE	0,848	A
Webilli	0,846	A

Longueur du col de l'épi blé tendre :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	905,055	181,011	10,281	< 0,0001
Erreur	24	422,560	17,607		
Total corrigé	29	1327,615			

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
Mahon			
Demias	28,260	A	
Florence			
aurora	24,400	A	
Webilli	18,700		B
Ain Abid	17,020		B
Mexipac	17,000		B
TSI/VEE	11,300		C

Nombre d'épi par pot blé tendre :

Analyse de la variance

:

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	38,800	7,760	2,238	0,083
Erreur	24	83,200	3,467		
Total corrigé	29	122,000			

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
Mexipac Florence	9,600	A
aurore Mahon	9,400	A
Demias	8,000	A
Ain Abid	7,400	A
TSI/VEE	6,800	A
Webilli	6,800	A

Tallage épi d'orge :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	4,416	0,883	3,844	0,011
Erreur	24	5,515	0,230		
Total corrigé	29	9,932			

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
Jaidor	2,098	A	
Saida	1,648	A	B
Rihane	1,388	A	B
Beecher	1,198		B
Manal	1,098		B
Akrash	0,950		B

Longueur du col de l'épi d'orge :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	78,942	15,788	2,330	0,074
Erreur	24	162,600	6,775		
Total corrigé	29	241,542			

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

..

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
Jaidor	10,400	A
Akrash	9,900	A
Manal	7,500	A
Rihane	6,700	A
Saida	6,600	A
Beecher	6,400	A

Nombre d'épi par pot d'orge :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	319,367	63,873	5,010	0,003
Erreur	24	306,000	12,750		
Total corrigé	29	625,367			

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
Jaidor	17,400	A
Saida	13,200	A B
Rihane	10,800	B
Beecher	9,600	B
Manal	8,800	B
Akrash	7,600	B

Annexe C

Parents et hybrides

Tallage épi parent et hybrides blé dur :

Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	13	7.302	0.562	37.092	< 0.0001
Erreur	28	0.424	0.015		
Total corrigé	41	7.726			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
HD3	1.780	A			
HD4	1.450		B		
HD1	1.200		B	C	
Haurani	1.200		B	C	
DK	1.180		B	C	
HD2	1.010			C	D
HD7	0.800				D
Waha	0.800				D
GGR	0.510				E
Capéti	0.500				E
HD6	0.500				E
Hedba	0.500				E
GTA dur	0.500				E
HD5	0.370				F

Longueur du col de l'épi parents et hybrides blé dur :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	13	786.929	60.533	59.575	< 0.0001
Erreur	28	28.450	1.016		
Total corrigé	41	815.380			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
Haurani	28.383	A	
HD5	26.173		B
GGR	25.373		B
Hedba	25.250		B
HD3	24.300		B
HD6	24.130		B
HD4	21.133		C
GTA dur	17.550		D
Capéti	17.457		D
DK	17.450		D
HD1	17.340		D
HD7	17.130		D
Waha	16.333		D
HD2	15.000		D

Nombre des nœuds parents et hybrides blé dur :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	13	11.651	0.896	0.790	0.664
Erreur	28	31.767	1.135		
Total corrigé	41	43.417			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
GTA dur	6.333	A
HD6	6.250	A
Capéti	6.200	A
GGR	6.000	A
Waha	6.000	A
Haurani	5.797	A
Hedba	5.680	A
HD3	5.500	A
HD4	5.500	A
HD7	5.400	A
HD2	5.367	A
DK	5.250	A
HD1	5.000	A
HD5	4.333	A

Tallage épi parent et hybrides blé tendre :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	9	4.265	0.474	4739.200	< 0.0001
Erreur	20	0.002	0.000		
Total corrigé	29	4.267			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes						
AIN Abid	1.700	A						
Méxipak	1.200		B					
Florence								
aurore	1.100			C				
Weebilli	0.880				D			
HT4	0.870				D			
Mahon								
Demias	0.850				E			
HT3	0.780				F			
TSI/VEE	0.750					G		
HT1	0.550						H	
HT2	0.200							I

Longueur du col de l'épi parents et hybrides blé tendre :

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	9	347.743	38.638	34.062	< 0.0001
Erreur	20	22.687	1.134		
Total corrigé	29	370.430			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
Florence			
aurore	25.667	A	
HT4	20.220		B
HT1	19.250		B
HT3	19.100		B
Weebilli	18.500		B
AIN Abid	18.327		B
Mahon			
Demias	16.120		C
HT2	16.000		C
Méxipak	15.330		C
TSI/VEE	12.130		D

Nombre des nœuds parents et hybrides blé tendre:

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	9	4.613	0.513	0.508	0.851
Erreur	20	20.161	1.008		
Total corrigé	29	24.774			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Génotypes / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
Florence		
aurore	4.500	A
Méxipak	4.240	A
Mahon		
Demias	4.123	A
HT2	4.000	A
HT3	4.000	A
HT4	3.890	A
HT1	3.850	A
Weebilli	3.760	A
AIN Abid	3.203	A
TSI/VEE	3.200	A

Annexe D

Tallage herbacé chez le blé dur

Géotypes	R1	R2	R3	R4	R5	Moyenne de tallage herbacé chez le blé dur	Ecart type
Bidi17	3	3.12	2.25	2.5	3.12	2.798	0.3570098
Capéti	3	3.5	2.75	2.87	3	3.024	0.25554647
DK	2.5	4.25	2.87	3.25	4.25	3.424	0.71491538
GGR	3.25	2.75	3	2.12	2	2.624	0.48836871
GTA Dur	2.85	2.57	2.37	2.5	3.5	2.758	0.40285978
Haurani	3.87	2.75	3.37	3.12	2.62	3.146	0.44911468
Hedba 3	3.12	2.12	1.87	2.12	3	2.446	0.51098337
INRAT 69	3.12	2.62	2.37	3.12	3	2.846	0.30050624
MRB	3.25	1.87	2.12	1.75	2.78	2.354	0.57238449
Waha	3.25	3	1.87	3	2.28	2.68	0.51880632

Tallage épi chez le blé dur

Géotypes	R1	R2	R3	R4	R5	Moyenne de tallage épi chez le blé dur	Ecart type
Bidi17	1	1	1.12	1	1	1.024	0.048
Capéti	1	1.5	1.62	1	0.87	1.198	0.30175487
DK	1.12	1	1	1	0.75	0.974	0.12126005
GGR	1.37	0.75	1	1.25	1	1.074	0.21657331
GTA Dur	1.25	1.37	1	1	1	1.124	0.15653754
Haurani	1	1	1	1.25	0.75	1	0.15811388
Hedba 3	1.12	1	1	0.75	1	0.974	0.12126005
INRAT 69	1.12	1	1	1	1	1.024	0.048
MRB	0.87	0.87	0.87	1	0.87	0.896	0.052
Waha	1	0.87	1	1	1.37	1.048	0.16868906

**Tallage
herbacé chez
le blé tendre**

Génotypes	R1	R2	R3	R4	R5	Moyenne de tallage herbacé chez le blé tendre	Ecart type
Ain Abid	1.5	2.25	2.5	1.87	1.5	1.924	0.40012998
Florence aurore	3.37	1.25	3.12	2	1.66	2.28	0.82672849
Mahon Démias	2.62	3.25	2	1.65	3.48	2.6	0.7013986
Mexipac	1.87	2.37	1.65	2.5	2.36	2.15	0.3296665
TSI /Vee...	1.25	2.12	1.87	1	0.86	1.42	0.49221946
Webilli	2.37	1.87	1.5	2.66	1.1	1.9	0.56557935

**Tallage
épi chez le
blé tendre**

Génotypes	R1	R2	R3	R4	R5	Moyenne de tallage épi chez le blé tendre	Ecart type
Ain Abid	0.87	1	0.87	0.87	1	0.922	0.06368673
Florence aurore	1	1	1	1	1.87	1.174	0.348
Mahon Démias	0.87	1.12	0.75	1.25	1	0.998	0.17679367
Mexipac	0.87	1.25	1.12	1.75	1	1.198	0.30340732
TSI /Vee...	0.87	0.75	0.75	0.87	1	0.848	0.09303763
Webilli	0.75	0.87	0.87	0.87	0.87	0.846	0.048

**Tallage
herbacé chez
l'orge**

Génotypes	R1	R2	R3	R4	R5	Moyenne de tallage herbacé chez l'orge	Ecart type
Akrash	0.62	0.78	1.77	1.82	1.87	1.372	0.55192028
Beecher	1.05	1.01	1.74	2.04	2.22	1.612	0.49949575
Jaidor	3.97	3.77	3.49	3.52	3.32	3.614	0.22878811
Manal	1	1.08	2.43	3.16	2.92	2.118	0.9114472
Rihane	4.1	3.4	3.2	3.06	3.06	3.364	0.38851512
Saida 83	4.05	3.27	3.17	3.1	3.06	3.33	0.36698774

**Tallage
épi chez
l'orge**

Génotypes	R1	R2	R3	R4	R5	Moyenne de tallage épi chez l'orge	Ecart type
Akrash	1	1	1	0.75	1	0.95	0.1
Beecher	1.87	1	1	1.12	1	1.198	0.33919906
Jaidor	3.12	1	3	1.62	1.75	2.098	0.82622999
Manal	1.12	1.12	1	1.25	1	1.098	0.09303763
Rihane	1.57	2	1	1.37	1	1.388	0.37658465
Saida 83	1.75	2.12	1.5	1	1.87	1.648	0.38059953

**Hauteur de la
plante de blé
dur**

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	Moyenne de l'hauteur de la plante de blé dur	Ecart type
Bidi17	134.5	121	132	135	133	131.1	5.16139516
Capéti	93	95	95	84	95	92.4	4.2708313
DK	143.5	133.5	118	126	117	127.6	9.9468588
GGR	129	120	150	127	126	130.4	10.2489024
GTA Dur	84.5	86	84.5	73	82	82	4.67974358
Haurani	81	82.5	79	89	87	83.7	3.73630834
Hedba 3	126	154	146	158	105	137.8	19.7625909
INRAT 69	110	115	112	109	115	112.2	2.48193473
MRB	73.5	93	90	82.5	83	84.4	6.77790528
Waha	77.5	78.5	64	77	66	72.6	6.25619693

**Hauteur de la
plante de blé
tendre**

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	Moyenne de l'hauteur de la plante de blé tendre	Ecart type
Ain Abid	76	74.5	75	62	83.5	74.2	6.91809222
Florence aurore	112	106	109	94	95	103.2	7.3593478
Mahon Démias	120	137	109.5	102	104	114.5	12.8685664
Mexipac	69	99	95	103	85	90.2	12.1720992
TSI/Vee...	53	64	72	70	68	65.4	6.74091982
Webilli	69	83.1	88	76.5	71.5	77.62	7.08220305

**Hauteur de la
plante de
l'orge**

Génotypes	E1	E2	E3	E4	E5	Moyenne de l'hauteur de la plante de l'orge	Ecart type
Akrash	70	71	62	67	60	66	4.33589668
Beecher	86.5	81	90	89	94	88.1	4.29418211
Jaidor	93	92.5	85	96	81	89.5	5.58569602
Manal	74	88	69	81	74	77.2	6.61513416
Rihane	109.5	115	113	110.5	104	110.4	3.73363094
Saida 83	102.5	103	99.5	105.5	101	102.3	2.01494417

Résumé :

La présente étude vise à caractériser et exprimer dans un premier temps la diversité biologique d'un certain nombre des génotypes des genres *Triticum* et *Hordeum* dans le but de connaître les traits de base pouvant être exploités en amélioration de ces céréales.

Dans ce cadre 10 cultivars de blé dur *Triticum durum* Desf., 6 de blé tendre *Triticum aestivum* L. et 6 autres d'orge *Hordeum vulgare* L. sont expérimentés pendant plusieurs années successives.

La culture est pratiquée en pots sur sol agricole et les essais sont menés dans la serre vitrée du biopôle à l'Université Mentouri Constantine 1 dans des conditions semi-contrôlées.

Ainsi, un certain nombre de caractères relatifs aussi bien à l'appareil végétatif, l'appareil reproducteur qu'au grain sont suivis tout au long du cycle de vie de la plante, c'est-à-dire du semis jusqu'à la maturation du caryopse.

La caractérisation a concerné, outre les aspects phénologiques adoptés par l'UPOV dans le cadre de la DSH et exprimés par le modèle de Soltner(1982 et 2005) afin d'arrêter de manière relative précise la durée d'expression de chaque phase de développement, aussi bien certains caractères de production que certains traits d'adaptation.

Un essai de croisement entre variétés de chaque espèce est entre pris dans un deuxième temps dans l'objectif de la création de la variabilité.

Les résultats dégagés suggèrent une grande diversité biologique intra et interspécifique représentée particulièrement par certains caractères de base telle que la précocité la glaucescence et d'autre relatif à la production.

Ils révèlent en outre une large variabilité dans le patrimoine des ressources génétiques céréalières disponibles qui peut être aisément exploitée dans la création 'une nouvelle variété dans les blés et l'orge.

Ceci est mis en évidence à travers notre essai où des hybrides sont obtenus par la méthode de pollinisation par approche.

Mots clés:Diversité biologique, *Triticum* , *Hordeum* ,UPOV, Ressource génétique ,variabilité.

الملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى وصف التنوع البيولوجي في عدد من الانماط الوراثية لجنس الحنطة *Triticum* والشعير *Hordeum* لمعرفة السمات الأساسية التي يمكن استغلالها في تحسين هذه الحبوب.

في هذا السياق 10 أصناف القمح الصلب *Triticum durum* Desf. ، و 6 اصناف من القمح اللين *Triticum aestivum* L. و 6 آخرين من الشعير *Hordeum vulgare* L. لسنوات متتالية.

تمت الزراعة في تربة زراعية داخل اصص في البيت الزجاجي في القطب الحيوي جامعة منتوري قسنطينة 1 في ظروف شبه مراقبة.

وهكذا، قد تم تتبع عدد من الخصائص المرتبطة بالجهاز الخضري و الجهاز التكاثري والحبوب طوال دورة حياة النبات، وهذا من الزراعة حتى نضوج البذرة.

و قد شمل التوصيف بالاضافة الى الجانب الفينولوجي المعتمد من طرف UPOV (الاتحاد العالمي لحماية الاستنباطات النباتية) و الموضح حسب نموذج سولنتار(1982 و2005) ، وهذا بهدف تحديد فترات النمو بالاضافة الى بعض خصائص الانتاج والتاقل.

في نفس الوقت تم انجاز التصالب بين الاصناف لمختلف الانواع وهذا بهدف خلق التنوعية. توضح النتائج وجود تنوع بيولوجي كبير داخل وبين الانواع يظهر خاصة في بعض الخصائص الأساسية كالتكبير والغبار الموجود علي بعض اجزاء النبات واخرى لها علاقة بالانتاج.

كما أنها تكشف عن وجود تفاوت كبير في الموارد الوراثية للحبوب المتاحة التي يمكن استغلالها بسهولة في استنباط تنوعية جديدة في القمح والشعير.

ويتجلى هذا من خلال تجربتنا اين تم الحصول علي الهجن بطريقة التلقيح بالتقريب.

الكلمات المفتاحية: التنوع البيولوجي ، *Hordeum* ، *Triticum* الاتحاد العالمي لحماية الاستنباطات النباتية ، الموارد الوراثية، التنوعية.

Abstract:

The aim of this study is to characterize and first express the biological diversity of a number of the genotypes of the *Triticum* and *Hordeum* genus in order to know the basic traits that can be exploited in the improvement of these cereals.

In this context 10 cultivars of hard wheat *Triticum durum* Desf., 6 of wheat *Triticum aestivum* L. and 6 others of barley *Hordeum vulgare* L. have been experimented for several successive years.

The cultivation is carried out in pots on agricultural soil and the tests are carried out in the glasshouse of the biopole at Mentouri University under semi-controlled conditions.

Thus, a number of characteristics related to the vegetative apparatus, the reproductive system and the grain are monitored throughout the life cycle of the plant that is to say from seeding to Maturation of the caryopses.

In addition to the phenological aspects adopted by UPOV in the framework of the DSH and expressed by the Soltner (1982 and 2005) model, the characterization concerned, in order to determine relative precisely the duration of expression of each development phase, some adaptation traits

A cross-breeding trial between varieties of each species is then taken in the second step with the aim of creating variability.

The findings suggest a great intra and inter-specific biological diversity represented particularly by certain basic characteristics such as precocity glaucescence and others relative to the production.

They also reveal a wide variability in the heritage of available cereal genetic resources that can be easily exploited in the creation of a new variety in wheat and barley.

This is demonstrated through our trial or hybrids are obtained by the approach pollinating method.

Key words: Biological diversity, *Triticum*, *Hordeum*, UPOV, Genetic resource, variability.

Nom : Zerafa Prénom : Chafia	Date de soutenance : 28 Juin 2017		
Thème Diversité biologique dans les <i>Triticum</i> et <i>Hordeum</i>, Possibilités de création d'une nouvelle variabilité génétique			
Diplôme : DOCTORAT EN SCIENCES			
<p>Résumé</p> <p>La présente étude vise à caractériser et exprimer dans un premier temps la diversité biologique d'un certain nombre des génotypes des genres <i>Triticum</i> et <i>Hordeum</i> dans le but de connaître les traits de base pouvant être exploités en Amélioration de ces céréales.</p> <p>Dans ce cadre 10 cultivars de blé dur <i>Triticum durum</i> Desf., 6 de blé tendre <i>Triticum aestivum</i> L. et 6 autres d'orge <i>Hordeum vulgare</i> L. sont expérimentés pendant plusieurs années successives.</p> <p>La culture est pratiquée en pots sur sol agricole et les essais sont menés dans la serre vitrée du biopôle à l'Université Mentouri dans des conditions semi-contrôlées.</p> <p>Ainsi, un certain nombre de caractères relatifs aussi bien à l'appareil végétatif, l'appareil reproducteur qu'au grain sont suivis tout au long du cycle de vie de la plante, c'est-à-dire du semis jusqu'à la maturation du caryopse.</p> <p>La caractérisation a concerné, outre les aspects phénologiques adoptés par l'UPOV dans le cadre de la DSH et exprimés par le modèle de Soltner (1982 et 2005) afin d'arrêter de manière relative précise la durée d'expression de chaque phase de développement, aussi bien certains caractères de production que certains traits d'adaptation.</p> <p>Un essai de croisement entre variétés de chaque espèce est entre pris dans un deuxième temps dans l'objectif de la création de la variabilité.</p> <p>Les résultats dégagés suggèrent une grande diversité biologique intra et inter-spécifique représentée particulièrement par certains caractères de base telle que la précocité la glaucescence et d'autre relatif à la production.</p> <p>Ils révèlent en outre une large variabilité dans le patrimoine des ressources génétiques céréalières disponibles qui peut être aisément exploitée dans la création 'une nouvelle variété dans les blés et d'orge.</p> <p>Ceci est mis en évidence à travers notre essai ou des hybrides sont obtenus par la méthode de pollinisation par approche.</p>			
Mots clés: Mots clés: Diversité biologique, <i>Triticum</i> , <i>Hordeum</i> , UPOV, Ressource génétique, variabilité.			
Laboratoire de recherche: DVRP			
<p>Devant le jury :</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Président : M.MERGHEM R. Rapporteur : M.BENLARIBI M.. Examineurs : Mme BOUDOUR L. M.OUDJEH B. M.HAFSI M. M.HAZMOUN T. </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Professeur, Université Mentouri Constantine1 Professeur, Université Mentouri Constantine1 Professeur, Université Mentouri Constantine1 Professeur, Université de Batna (Dpt.Agronomie) Professeur, Université de Sétif1 MCA, Université de Skikda </td> </tr> </table>		Président : M.MERGHEM R. Rapporteur : M.BENLARIBI M.. Examineurs : Mme BOUDOUR L. M.OUDJEH B. M.HAFSI M. M.HAZMOUN T.	Professeur, Université Mentouri Constantine1 Professeur, Université Mentouri Constantine1 Professeur, Université Mentouri Constantine1 Professeur, Université de Batna (Dpt.Agronomie) Professeur, Université de Sétif1 MCA, Université de Skikda
Président : M.MERGHEM R. Rapporteur : M.BENLARIBI M.. Examineurs : Mme BOUDOUR L. M.OUDJEH B. M.HAFSI M. M.HAZMOUN T.	Professeur, Université Mentouri Constantine1 Professeur, Université Mentouri Constantine1 Professeur, Université Mentouri Constantine1 Professeur, Université de Batna (Dpt.Agronomie) Professeur, Université de Sétif1 MCA, Université de Skikda		

