

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DEL'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ 08 MAI 1945 GUELMA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire

Thème

**La recherche de la stabilité spatiale des paramètres de qualité
au niveau de trois stations «le cas de *Blé dur*»**

***Présenté par** : Amira Assia

Bouafia Salma

Derabla Soumya

*** Devant le jury composé de :**

Président : Mr. MEZROUA L (M.A.B)

Examineur : Mr. ZITOUNI A (M.A.A)

Encadreur : M^{me}. DERBAL N (M.A.A)

JUIN 2013



Dédicace



À cœur vaillant rien d'impossible,

À conscience tranquille tout est accessible

Quand il y a la soif d'apprendre, Tout vient à point à qui sait attendre

Quand il y a le souci de réaliser un dessein, Tout devient facile pour arriver à nos fins

Malgré les obstacles qui s'opposent, En dépit des difficultés qui s'interposent

Les études sont avant tout, Notre unique et seul atout

Espérant des lendemains épiques, Un avenir glorieux et magique

Aujourd'hui, ici rassemblés auprès des jurys, Nous prions dieu que cette soutenance

Fera signe de persévérance, Et que nous serions enchantés Par notre travail honoré.

On dédie ce travail de fin d'étude à :

*Nos mères, Nos pères, Nos frères, Nos sœurs et à Tous les membres
de nos familles petits et grand qui vous avez toujours présents pour les bons conseils et votre
affection et votre soutien ont été d'un grand secours a long nos vie personnelles et
professionnelles*

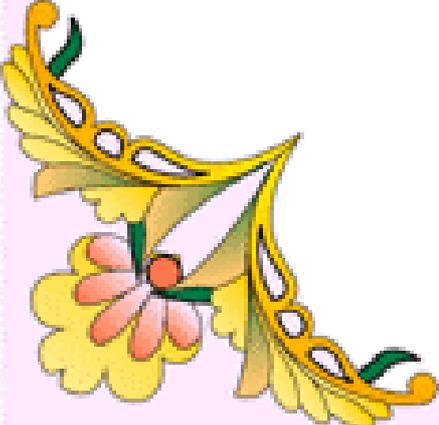
À Nos voisines et Toutes mes amies.

*À Tout le membre de département
de Biologie de L'université de 08 mai 45.*

*À Tous nos chère amis de promotion qui nous souhaitons un avenir plein de joie
de bonheur et de réussite.*

Merci à vous pour votre soutien...

Assia, Salma & Soumya.



Remerciement

Tout d'abord, louange à « ALLAH » qui nos a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et qui m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes, sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas aboutit

Nous sommes honorées à notre encadreur:

Mlle Derbel N, qui ont fait preuve d'une grande patience et qui a été d'une grande aide dans la réalisation de ce travail, ses conseils, ses orientations ainsi que son soutien moral et scientifique, m'ont permis de mener à terme ce projet

Nous remercions également Mr Mezroua professeur à l'université 8 mai 45 de Guelma de bien vouloir accepter de présider le jury.

Nos vifs remerciements sont adressés : Mr Zitouni ; professeur à l'université 8 mai 45 de Guelma de bien vouloir juger ce travail.

Nous tenons à remercier, tout le corps enseignant du département de Biologie de L'université 08 Mai 1945 Guelma pour la qualité de leur enseignement, et surtout à ceux qui nous enseignées.

Nos vifs remerciement et reconnaissance sont adressées ç tout le groupe des moulins AMOR BENAMOR El Fedjoudj-Guelma : A Mme Kalarasse A. Chef de laboratoire et toute l'équipe du laboratoire Mlle Rima ; Mr Cherif et Mr Raouf.

Qui ont fourni gracieusement du matériel d'analyse et qui m'ont orienté et qui m'ont aidé pour mener à bien nous expérimentations.

Nous remercions aussi à nos familles qui durant nos études ont toujours donné la possibilité de faire ce que nous voulions et ont toujours croie à nous.

Tous nos ami(e)s et tous qui nous ont aidés de près ou loin pour réaliser ce modeste travail.

Liste des Tableaux

Numéros	Titre	Pages
1	consommation par tête de blé dans quelque pays, 1961-2003	3
2	la composition biochimique de grain de blé	6
3	Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100 g	9
4	les variétés ainsi que leurs caractéristiques.	14
5	Résultats de quelques paramètres de qualité recueillis à Sétif (2007/2008).	40
6	Classification des variétés selon le taux d'humidité des graines récoltées à Sétif	41
7	Analyse de variance pour le taux de Mitadinage sur le site de sétif (2007/2008)	42
8	Analyse de variance pour l'indice de jaune sur le site de Sétif (2007/2008)	42
9	Analyse groupage des génotypes selon l'indice de brun (SET/2007/R1/IB).	43
10	Description des données ($x \pm s$) pour le Site de OUED SMAR/2007/R1	44
11	groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95,0% pour l'indice de brun à Oued Smar (2007/2008)	45
12	groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95,0% pour l'indice de jaune à Oued Smar (2007/2008)	46
13	Analyse des données sur le taux de mitadinage regroupées avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95,0%	46
14	Test de tuket et groupement des variétés par le taux d'humidité des grains à Oued Smar (2007/2008)	47
15	Analyse des moyennes par le test de Tukey et classement en groupes homogènes pour le test de sédimentation SDS pour le site de Oued Smar (2007/2008)	48
18	Description des données ($x \pm s$) pour le Site de TIARET/2007/R1	50
19	Analyse des moyennes pour l'indice de jaune des génotypes testés Tiaret	51

20	Groupement des géotypes selon l'indice de brun à Tiaret (2007/2008)	51
21	Groupement des géotypes selon le taux d'humidité à Tiaret (2007/2008)	52
22	Groupement des géotypes selon le test de sédimentation SDS à Tiaret (2007/2008)	53
23	Groupement des géotypes selon le taux de mitadinage relevé à Tiaret (2007/2008)	54
24	Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Waha	55
25	Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Hoggar	56
26	Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Bouselem.	57
27	Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Adnan-1	59
28	Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Ter1//mrf1/stj2	60
29	Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb	62
30	Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Mgn13/agharrass-2/IJ	62
31	Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Miki-3	64

Liste des figures

Numéros	Titre	Pages
1	La production mondiale de blé repose sur 5 zones de récolte majeures.	1
2	évolution de prix du prix du blé de 1960 à 2011	2
3	Evolution de la production des céréales (blés et orge) en Algérie par période quinquennale (U=1000 Tonne).	3
4	Coupe d'un grain de blé.	5
5	Coupe d'un grain de blé	6
6	La pyramide des aliments.	8
7	Grains de blé sains et fusariés.	11
8	Mode opératoire pour la détermination du poids de mille grains par le comptage manuel des grains.	16
9	Mode opératoire pour déterminer le taux de mitadinage avec le farinotome de Pohl	18
10	Mode opératoire pour déterminer la teneur en protéines avec l'INFRADEC™ 1241.	20
11	Mode opératoire pour déterminer le taux de cendre de la semoule avec le four à moufle selon la méthode de référence	24
12	Le réseau gluténique	25
13	Le système Glutomatic.	28
14	principe de la méthode gluten index	29
15	Mode opératoire pour déterminer le Gluten Index avec le système Glutomatic	31
16	Principe de la mesure de l'indice de Zélény	32
17	Mode opératoire pour déterminer la couleur de la semoule avec le colorimètre CR410 Konica Minolta.	35
18	comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Waha.	55
19	comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb	56
20	comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variétéGTA-dur	58

21	comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Adnan-1.	59
22	comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Ter1//mrf1/stj2.	61
23	comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb	63
24	comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Miki-3.	64
25	comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété GTA-dur.	65

Liste des abréviations

CIB :	le conseil international du blé
P :	la masse en gramme de 1000 grains entier (g).
H :	la teneur en eau des grains (%)
%	pour cent
USA	Etat-Unis
UE	union européenne
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation
Qx/ha	quintaux par hectare
U	unité
ISO	International organization for standardization
ITGC	Institute Technologies de Grande Culture
Kg/ha	kilo-gramme par hectare
u/ha	unite par hectare
PMG	poids de mille grains
g	gramme

MITA	mitadinage
MOUCH	Moucheture
GH	Gluten humide
GS	gluten sec
SDS	test de sédimentation
IJ	indice jaune
IB	indice brun
S	écart type
T	Student
ppds	plus petite différence significative
H	heure
Min	minute
H	humidité
CEND	les cendres
K1.K2	degré de liberté
F1-α/2	valeur théorique de Fisher
F	Fisher
CMr	carré moyen
OS	Oued Smar
SCE	Somme carrée des écarts

Introduction



Introduction

Le blé constitue une céréale d'importance primordiale à travers le monde, d'un point de vue économique et en tant que denrées alimentaires pour l'homme (Boutigny, 2007).

Le blé dur est destiné exclusivement à l'alimentation humaine, essentiellement sous la forme de semoule de couscous et de pâtes (Anonyme 2013).

Les principales régions productrices de blé dur dans le monde, sont le moyen orient, l'Amérique du sud (argentine) et surtout l'Amérique du nord (près de 2 millions d'hectares et près de 3 400 000 t en 1969 dont 1 400 000 ha et 2 600 000 t aux USA. En Europe les deux principaux producteurs sont l'Italie et la France. [1]

L'ensemble de la zone méditerranéenne consomme 62% du blé dur mondial. C'est la principale zone importatrice de la planète. Le Canada est le premier exportateur mondial de blé dur et l'Algérie le premier importateur [2]. Si l'on se réfère aux études et aux projections publiées par la FAO qui prennent en compte le développement démographique mondial, les besoins devraient encore s'accroître dans les années à venir, pour atteindre sans doute 1000 millions de tonnes de blé en 2020 [3]. Boutigny, 2007 signale que Le cours du blé a augmenté en 2007, la consommation dépassant la production. Une accumulation de facteurs, tels les facteurs climatiques, la diminution des stocks, les mauvaises productions, ..., sont à l'origine de cette "flambée" des prix du blé sur le marché mondial actuellement.

Selon Djermoune 2000 en Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière.

Le blé dur algérien pourrait se hisser aux normes de qualité des pays producteurs tels que la France, le Canada, le Mexique ou encore les Etats-Unis. C'est du moins ce qu'a révélé le rapport du réseau pour l'amélioration de la qualité du blé dur publié à l'occasion de son dernier séminaire à Guelma. Les résultats de certains travaux ont révélé que les caractéristiques du blé dur algérien peuvent se situer au même niveau, «pour peu que les actions menées s'améliorent et soient mieux encadrées». [4]

La semence est un facteur essentiel pour l'agriculture, car elle constitue l'élément fondamental qui conditionne la concrétisation des plans de production. Toutefois, l'utilisation de semence de qualité dans une agriculture moderne et performante est devenue primordiale, leur amélioration tant sur le plan quantitatif que qualitatif demeure impérative pour répondre à

la demande des utilisateurs et cela exige une planification rigoureuse, efficace et dynamique des différentes composante constituant le plan de production. (Zaghoune., *et al...*2008)

Au niveau diététique le blé dur est la plus équilibrée des céréales et la plus riche en gluten, riche en protéines, il renferme tous les acides aminés nécessaires. Il est très nourrissant et fortifie les tissus. Cette céréale présente un bon équilibre minéral magnésium, phosphore, cuivre, fer et calcium. Le blé contient des vitamines A, B1, B6, E, K, D, PP (Anonyme 2011).

En raison de sa dureté, le blé dur n'est pas consommé en l'état. Il doit être transformé en semoules qui servent principalement à la production de pâtes alimentaires et à la production de couscous. Les semoules sont essentiellement utilisées dans d'autres plats orientaux comme le taboulé. Le blé dur peut aussi être concassé et consommé ensuite sous forme de boulgour, plat de base dans l'alimentation traditionnelle turque. Enfin, il peut aussi être transformé en farine pour entrer, sous forme de complément, dans la fabrication du pain. [5]

Le mot « qualité » appliqué à la description du grain de blé prend des acceptions plus ou moins variables. Le meunier qui veut produire une semoule de qualité supérieure pour la fabrication de pâtes alimentaires a besoin d'un blé riche en gluten, alors que celui qui veut produire de la farine pour des gâteaux ou des produits friables a besoin d'un blé pauvre en protéines mais riche en amidon. Dans les deux cas, le meunier parle de « grande qualité » qui satisfait le mieux à ses besoins de production particuliers. [6]

Ce travail a pour l'objectif d'évaluer les différents paramètres de la qualité du blé dur cultivé en Algérie et pour estimer la variabilité existante au niveau des sites étudiés en rapport avec les géotypes testés en 2007/2008

A cet effet, pour notre travail nous avons adoptés le plan suivant qui comprend :

- ✓ Une première partie relative à l'étude bibliographique : l'économie de blé dur, de son utilisation, et son critère de qualité.
- ✓ Une deuxième partie pratique : qui en globale, le le matériel végétal utilisé, les méthodes d'analyses et la collecte des données.
- ✓ Une troisième partie concernant les résultats statistique obtenus et leur discussion.

Et enfin partie concernant une conclusion générale et perspective, permettant de tirer, synthétiser et expliquer les divers tests statistiques en fonction des données quantitatives des différentes caractéristiques technologiques étudiées.

Contexte bibliographique



Généralité



1.1 Economie de production et secteur d'utilisation :

1.1.1 L'importance économique dans le monde :

Les céréales, le blé en particulier occupe une place importante dans la production agricole et constitue la nourriture de base pour 35% de la production mondiale (Mebarkia, 2005 cité in Hamel). Avec une production moyenne annuelle de 27 millions de tonnes, le blé dur est une céréale secondaire à l'échelle mondiale. Cette production est surtout localisée dans le bassin méditerranéen d'une part (Europe du Sud, Moyen orient, Afrique du Nord), et en Amérique du Nord d'autre part (Canada central et Nord des USA). [1]

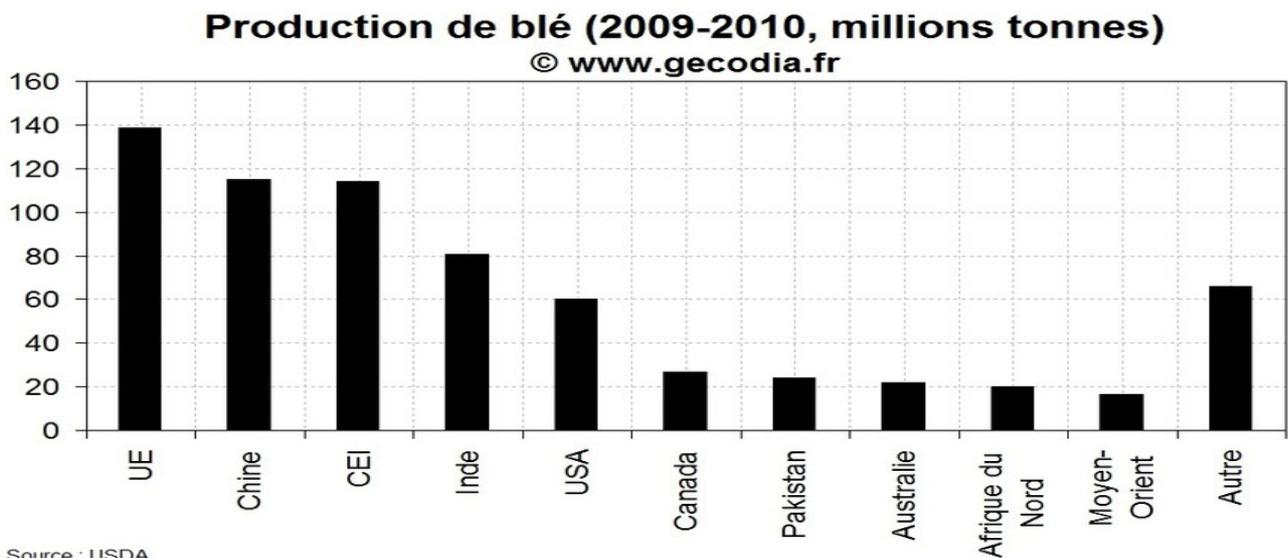


Figure1 : La production mondiale de blé repose sur 5 zones de récolte majeures.

début juillet 2007, les prévisions de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) établissaient la production mondiale de blé en 2007 à 619 millions de tonnes. [2]

Comme on peut le constater la production des différents pays n'est pas stable, ceci en raison du fait que cette céréale est produite dans des zones et climats très variables, comme le bassin méditerranéen. (Morancho, 2000)

* La consommation des céréales est très élevée dans le monde .Ce sont des produits énergétiques, stockés à long terme et qui présentent une certaine facilité de transport.(Morancho, 2000)

Ces dernières années, le prix du blé a fortement fluctué. Les raisons de cette fluctuation sont multiples (mauvaises récolte, inondation, sécheresses, incendies, décision politiques protectionnistes, récession, fragilité des marché financiers, spéculation financière sur les matières premières, agro-carburant,...) mais les principales causes de cette variation sont le niveau des stocks mondiaux et leur localisation dans le monde ainsi que la situation du marché des autres céréales le riz et le maïs) (figure 2) (TerronesGavira et Burny, 2012).

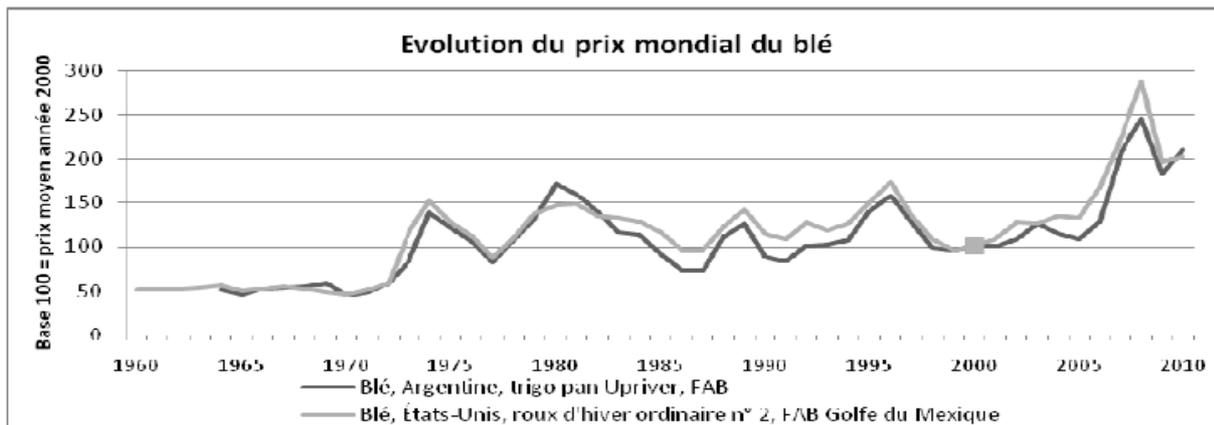


Figure 2 : évolution de prix du prix du blé de 1960 à 2011(TerronesGavira et Burny, 2012).

1.1.2 L'importance économique dans l'Algérie :

L'Algérie, pays exportateur de blé durant l'ère romaine et française, est devenue l'un des plus gros importateurs au monde de cette céréale. Les habitudes alimentaires de l'Algérien (couscous, pâtes, pain et frik) font de lui un grand consommateur de cette denrée. (Benbelkacem A., 1995)

L'Algérie est devenue depuis une vingtaine d'année un gros acheteur de céréales sur le marché international. D'après le classement effectué conjointement par le conseil international du blé (CIB) et la FAO, elle occupait la huitième position mondiale entre 1990 et 1991, loin derrière l'ex-URSS mais juste derrière le Brésil. Mais elle occupait surtout la deuxième position en région méditerranéenne avec 10 % des importations méditerranéenne. (Bencharif et *al...* 1996).

Les céréales jouent un rôle important dans l'agriculture nationale puisque' elle occupe plus de 90% des terres cultivées. Dans l'alimentation humaine et animale, elles occupent une grande place. La productivité nationale est assez faible de 8 à 10 qx/ha.

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. (Djermoune, 2000)

Le graphique suivant retrace l'évolution quinquennale de la production des céréales ; il en résulte une augmentation de la production des blés de 77,8 % en moyenne entre 1961-65 et 2001-2005, passant de 1,257 à 2,687 million de tonnes. Cette augmentation est imputable surtout à l'amélioration des rendements. Cependant la superficie réservée aux blés a connu une chute de l'ordre de -9,64% en passant de 1,969 à 1,779 millions d'ha en moyenne durant la même période.

Chapitre1 : Généralité

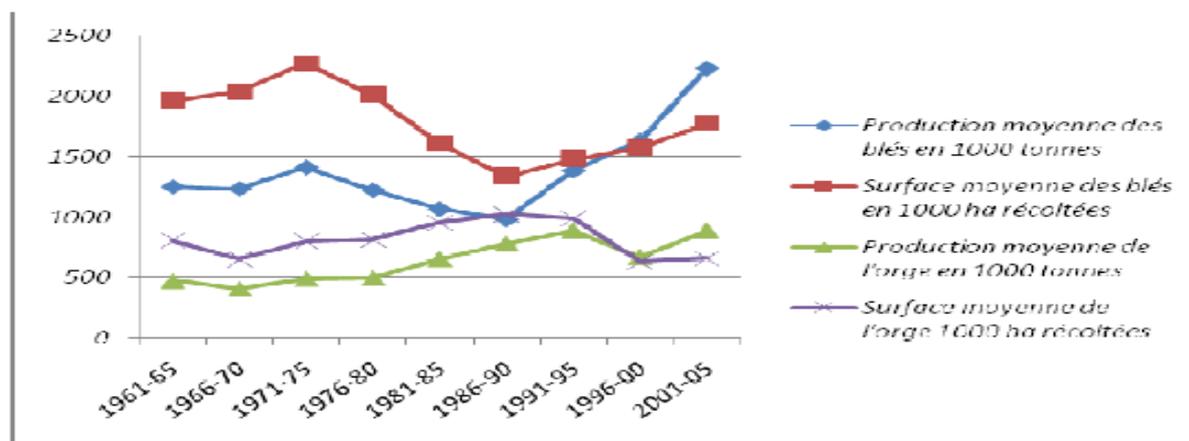


Figure 3 : Evolution de la production des céréales (blés et orge) en Algérie par période quinquennale (U=1000 Tonne) (Djermoune, 2000).

Selon les chiffres officiels, la facture céréalière aurait subi une hausse de 102,6%, soit 4,03 milliards de dollars en 2011 contre 1,98 milliard de dollars en 2010 [3]. L'Algérie se situe ainsi au premier rang mondial pour la consommation de blé avec plus de 200 kg en 2003, l'Egypte se situant à 131 kg et la France à 98. (Bencherif et Rastoin, 2007)

Tableau 01 : consommation par tête de blé dans quelque pays, 1961-2003(Kellow ,2008)

U : KG

	1961	1970	1980	1990	2000	2003	Var. 1961-2003
Algérie	110	120	182	193	190	201	82%
Tunisie	146	153	195	205	202	194	33%
Maroc	130	129	153	180	172	179	38%
Italie	162	176	173	149	150	152	-6%
Égypte	79	87	125	148	136	131	65%
France	126	97	96	92	97	98	-22%
Monde	55	57	65	70	68	67	22%

Source : FAOSTAT 2005

1.2. Secteur d'utilisation :

Le blé est la première céréale consommée au monde. Ses deux principales formes d'utilisation consistent la fabrication du pain et des pâtes. Toutefois, même si cela reste marginal, le blé possède d'autres applications (Produits de pâtisserie, Boissons).[4]

Le blé dur est la matière première idéale pour la fabrication des pâtes alimentaires et du couscous. (Anonyme ,2012)

C'est à partir de ces deux dérivés et de leurs processus de fabrication (la mouture) que peuvent être obtenus tous les autres produits finaux qui sont principalement le pain et les pâtes, mais

Chapitre1 : Généralité

également tous les produits de la pâtisserie, de la viennoiserie et plus généralement de l'industrie agro-alimentaire qui emploie comme intrants, les farines ou les semoules (Kellow ,2008).

1.2.1 Les utilisations dans l'alimentation humaine :

- **Semoules** : la semoule de blé dur et la farine de blé dur sont les produits obtenus à partir des grains de blé dur par procédés de mouture de broyage au cours desquels le son et le germe sont essentiellement éliminés. La consommation moyenne de semoule est de 52.5 kg par habitant et par an. Les semoules de qualité inférieure sont destinées à la fabrication de galettes (pain traditionnel algérien). (Encarta, 2006 cités in Kellow ,2008)

- **Pain** : La composition de la pâte à pain peut varier autour de la recette standard, en y ajoutant du sucre, du beurre et de la poudre de lait pour le pain viennois et le pain de mie ou des œufs pour le pain au lait ou le pain brioché.

- **Pâtes** : préparées à partir de semoule ou de farine mélangée à de l'eau et travaillée, les pâtes peuvent prendre diverses formes : couscous, pâtes longues, pâtes courtes et pâtes à soupe. [4]

1.2.2 Autres exemples d'utilisation du blé :

Indépendamment de l'alimentation humaine, le blé est également employé dans l'alimentation animale et trouve aussi des débouchés dans des industries tels que les cosmétiques ou la diététique ainsi que l'amidonnerie qui fournit des applications aussi variées que le liant pour la fabrication d'engrais, l'enrobage des semences, les papiers peints, les rubans adhésifs, etc. [4]

1.3 Généralité sur le blé :

Le blé est une plante herbacée, monocotylédone qui appartient au genre *triticum* de la famille des graminées. Les deux espèces qui dominent aujourd'hui la production sont : le blé tendre et le blé dur. Plusieurs autres espèces existent, toutefois elles ne sont cultivées qu'en faibles quantités.

La couleur des grains de blé varie généralement du roux au blanc et pourpre à l'occasion, la longueur de 0.48 à 0.95 centimètre et le poids est d'environ 35 milligramme selon les variétés et le degré de maturité. (Armandet *al ...* 1992).

Deux composantes déterminent le rendement grain chez les céréales : le nombre de grain par unité de surface et le poids du grain. L'élaboration de ces deux composantes se déroule en des périodes et phases dont l'étude se révèle d'importance capitale. (Benbella *et al ...* 2000).

Le blé dur est caractérisé par une haute teneur en gluten, protéine qui le rend particulièrement apte à la fabrication de pâtes. Mais ce gluten ne contient pas de gluténines de grande taille, nécessaires à une bonne levée du pain, Du fait de sa texture vitreuse, le blé dur est difficile à moulinier en farine fine. Il est le plus souvent concassé en semoule, qui est constituée de fragments de grains de taille variable [5].

Chapitre1 : Généralité

❖ Céréale appartenant à la famille des graminacées ils sont cultivés:

- A l'automne ce sont les blés d'hiver.
- En février ce sont les blés alternatifs.
- En mars avril ce sont les blés de printemps.[6]

1.4 Description et caractéristiques techniques de grain de blé :

Le blé est une plante herbacée annuelle, à feuilles alternes, formée d'un chaume creux portant un épi constitué de deux rangées d'épillets sessiles et aplatis [7].

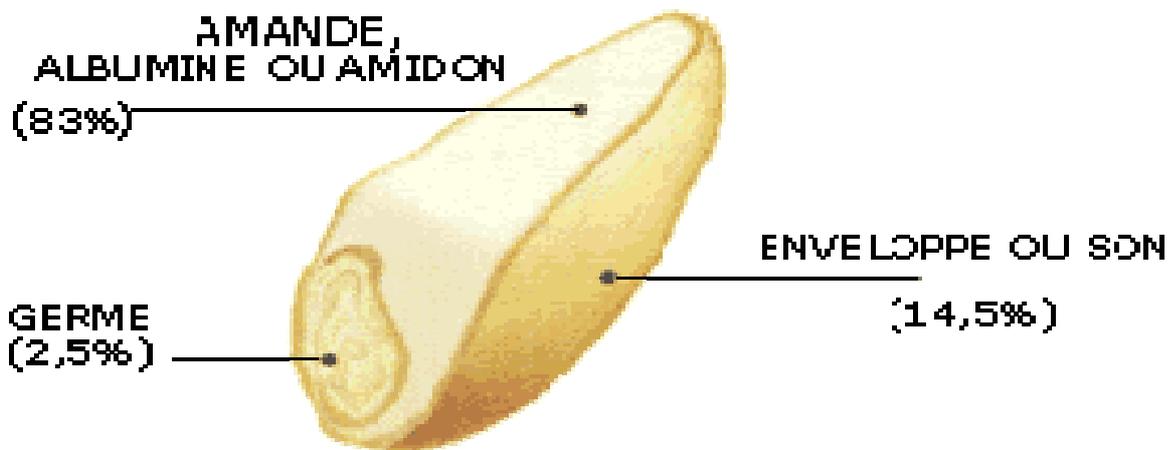


Figure 04 : Coupe d'un grain de blé [7].

Le grain de blé comporte trois parties distinctes :

- **Le germe** riche en lipides, protéines, vitamines et éléments minéraux représente environ **3%** du grain. Il est éliminé à la mouture pour éviter le rancissement et augmenter la durée de conservation.
- **Les enveloppes** divisées en trois parties : le péricarpe, le tégument séminal et l'assise protéique, représentent **13 à 15%** du grain. Le péricarpe et le tégument séminal sont essentiellement composés de cellulose et de matières minérales. L'assise protéique est riche en lipides, protéines, matières minérales et vitamines. Les enveloppes sont éliminées pendant la mouture et deviennent les sons.
- **L'amande farineuse** ou albumen amylicé (**82 à 85%** du grain) est composée essentiellement d'amidon (70 à 75%) et de protéines (10 à 12%). Une faible proportion de matières minérales et de vitamines est également présente (0,3 à 0,6%). C'est l'amande qui donnera la farine[8].

Chapitre1 : Généralité

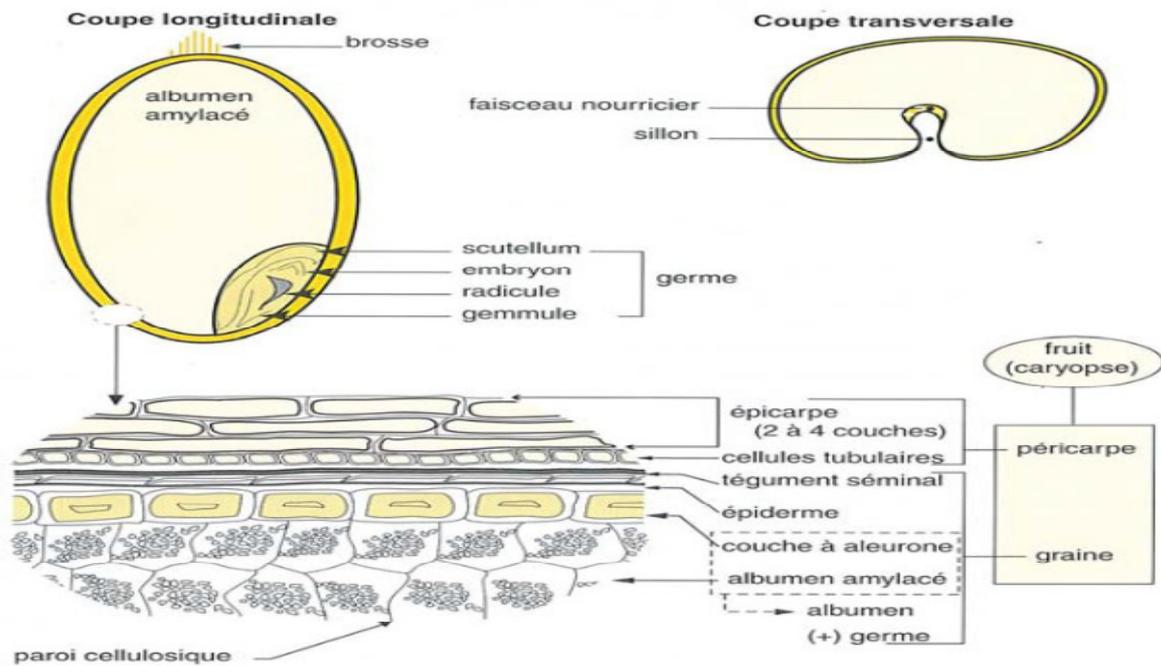


Figure 5 : Coupe d'un grain de blé (Feillet, 2000).

1.5 Composition biochimique du blé :

Comme le montre le tableau ci-contre, le blé contient des glucides, des protéines, des lipides et des vitamines,

Tableau02 : la composition biochimique de grain de blé[7].

Constituant (% de la masse du grain)	Protéines	Matière Minérale	Lipides	Matière Cellulosique	Pentosanes	Amidon
Péricarpe (4%)	7-8	3-5	1	25-30	35-43	0
Téguments (1%)	15-20	10-15	3-5	30-35	25-30	0
Reste du nucelle	30-35	6-15	7-8	6	30-35	10
Assise protéique	30-35	6-15	7-8	6	30-35	10
Germe	35-40	5-6	15	1	20	20
Albumen (82- 85%)		8-13	0.35-060	1	0.5-3	70-85

- **Les glucides (sucres)** : Ces substances énergétiques majoritaires dans le grain sont constituées de 80% d'amidon, polymère de glucose et un ensemble de composés glucidiques se structure comme la cellulose. (Godon, 1991)

Chapitre1 : Généralité

- **Les protéines** :Le grain de blé dur est constitué d'environ 12% de protéines, qui sont essentiellement localisées dans l'albumen et la couche à aleurone. (Liu *et al...* 1996).

Les protéines sont des macromolécules naturelles formées par un enchaînement ordonné d'acides α -aminés défini à la différence des polymères. (Bottier, 2007). Les protéines des céréales sont déficitaires en certaines acides aminés, en particulier les acides aminés essentiels comme **lysine**. (Alais et Linden, 1997)

-**Les lipides** : ils représentent, en moyenne, 2-3% du grain sec de blé et sont en majorité associés aux protéines et à l'amylose. Ils comportent les acides gras insaturés (acide oléique et acide linoléique) ainsi que les acides gras saturés (acide palmitique, acide stéarique) et enfin les lipides libres (qui sont eux extraits par de l'éther)

-**Les matières minérales** : sont présentes dans 2 à 3% de la substance humide du grain. Le potassium (K) et le phosphore (P) constituent 50% des matières minérales. On y trouve également du soufre, du magnésium, du chlore et du calcium.

-les vitamines : La teneur du grain de blé en vitamines est très faible; elle s'exprime en milligrammes pour 100 grains. Cependant, son intérêt nutritionnel est important. Il est à noter que le grain de blé est surtout riche en vitamine B1 (thiamine), vitamine B2 (riboflavine) et enfin en vitamine PP (niacine) [7].

1.6 Types de blé

Le blé est la céréale la plus produite et la plus consommée à travers le monde ; C'est aussi la plus cultivée puisqu'elle s'adapte à tous les types de terrains et de climats et qu'elle est la plus complète en principe nutritif. En ce qui concerne la production, les espèces les plus connues sont :

1.6.1 Les blés tendres : les blés tendres appartiennent à une espèce unique : (*Triticum aestivum*) il froments relèvent du groupe des blés *hexaploïdes*. [8]

Les grains des blés sont arrondis, les enveloppes sont épaisses, sans transparence. Libérant l'amande et donnant une très forte proportion de son. Les blés tendres permettent d'obtenir une farine de bonne qualité, contenant environ 8 à 10 % de gluten. (Feuillet, 2000)

1.6.2 Les blés durs : Les blés durs (*durum wheat*) appartiennent au groupe des blés tétraploïdes. Adaptés aux climats semi-arides. [8].

Les grains de blés durs sont allongés, souvent même pointus, les enveloppes sont assez minces. Il contenant plus de gluten (12 à 14 %). C'est un blé utilisé essentiellement en semoulerie, on utilise pour la fabrication des pâtes. (Adrian *et al...* 1995).

1.6.3 Les blés mitadins : il est des caractéristiques et des qualités intermédiaires entre les blés tendres et les blés durs. Les grains sont plus plats que les grains de blé tendre et moins longs que ceux du blé dur. Les enveloppes assez résistantes sont d'une épaisseur moyenne. Contenant du gluten de très bonne qualité. [9]

1.7 Intérêt nutritionnel et diététique :

- La place des produits céréaliers dans la nutrition humaine :

L'accroissement de la consommation de produits céréaliers (pain, pâtes alimentaires, biscuits, couscous, riz, polenta, boulgour et, plus récemment, le blé légume), permettrait de satisfaire en partie cette demande et de répondre aux recommandations des nutritionnistes qui considèrent que les produits céréaliers doivent constituer la base de la pyramide des aliments. (feillet ; 2000).Figure

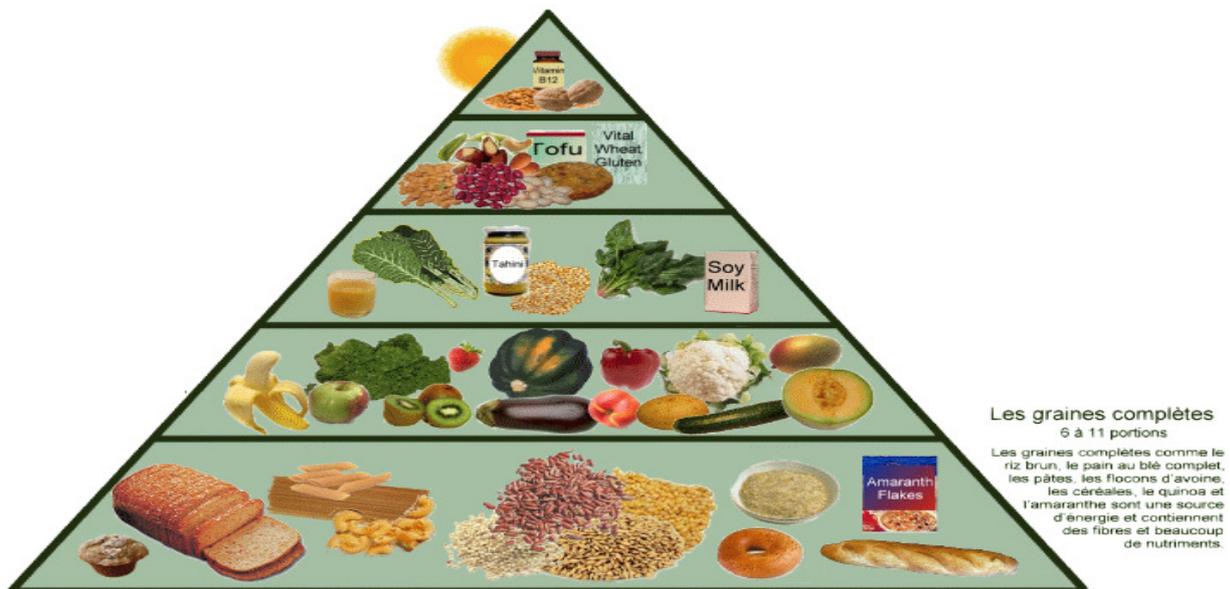


Figure 06 : La pyramide des aliments. [10]

Le tableau ci-dessus représente l'intérêt nutritionnel du blé dur réside en son apport énergétique sous forme d'amidon, complété par des composés protecteurs : fibres, magnésium, vitamines du groupe B... [11].

Tableau 03: Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100 g[11].

Valeur énergétique	340 kcal/1450 kJ
Protéines	11,31 g
Glucides	63,7 g
-dont sucres	0,41 g
Lipides	1,71 g
- dont acides gras saturés	0,28 g
Fibres	12,2 g
Sel	0,01 g
Magnésium	93,00 mg
Vitamine B1	0,39 mg

1.8 Etude comparative sur la qualité de blé de quelque pays:

1.8.1 Le blé dur français :

Selon [12] Les caractéristiques du blé dur français lui permettent de rivaliser sereinement avec ses concurrents, couleur jaune dorée, forte vitrosité, très bon rendement semoulier, bon poids spécifique, teneurs en protéines élevées et bonne qualité des protéines sont autant d'atouts valorisables pour la plupart des débouchés dans de nombreux pays :

- Fabrication de pâtes alimentaires grâce à la teneur en protéine, à la qualité des protéines, (en particulier du gluten) et au poids spécifique.
- Fabrication de couscous particulièrement dans les pays du Maghreb qui exigent une couleur jaune dorée, une régularité de granulométrie de la semoule, une absence de piqure et un bon PS. le blé français possède un très bon indice de jaune, une bonne vitrosité (supérieure à 80%) un poids spécifique voisin de 80 kg /hl.
- Fabrication de pains et pâtisserie dans les pays du Maghreb en utilisant la semoule de blé dur seule ou en mélange avec de la farine (baghir, harcha, batbout....)

1.8.2 Qualité de blé dur français face à ses concurrents :

Selon les résultats des analyses comparatives réalisées par Arvalis-Institut du végétal sur la qualité du blé dur : le blé dur français est de taille face à ses concurrents canadiens et américains. Le blé dur canadien devance d'une légère tête le blé français sur les aspects de couleur (indice de jaune et indice de brun). « *La couleur, c'est clairement la 1ère chose que vont regarder les utilisateurs. Le blé américain est significativement en retrait sur ces aspects de couleur* » explique Catherine des champs d'Arvalis. La vitrosité et les critères physiques du blé dur français sont satisfaisants. « *Les*

blés américains sont de loin les plus protéinés » remarque Catherine Des champs. « Il y a moins de gluten dans les blés français mais c'est un gluten de qualité. Nous avons le gluten index les plus élevés. » [13]

1.8.3 Comparaison entre le blé local et le blé importé :

L'analyse globale des résultats relatifs à la qualité des grains de blés durs ainsi que des semoules, a montré que les blés importés présentent une qualité supérieure par rapport à celle du blé locale ; le blé français occupe la première position, suivi par le blé canadien puis le blé locale en troisième classe ; la semoule de blé dur obéit la même classification et ce aussi bien pour les grains que pour les semoules (Belaid, 2012).

1.9 Les caractéristiques et stratégie du choix de la variété

1.9.1 Choix de la variété :

Le succès de la production de céréales dépend en grande partie du choix de la variété appropriée. C'est-à-dire résistante aux maladies, bien adaptées au sol et au climat, ayant un rendement élevé et une qualité du grain appréciable.

1.9.2 Les semences certifiées de blé dur, plus sûres et plus pratiques :

Les semences certifiées de blé dur sont plus sûres car produites dans des conditions strictes et rigoureusement contrôlées. De plus, elles sont pratiques et efficaces pour l'agriculteur car elles lui font gagner du temps.

1.9.3 Evaluation la Qualité sanitaire et germinative des semences de blé dur :

Malgré son nom, le blé dur est une plante plus sensible que le blé tendre.

- Une semence sensible aux chocs :

La semence de blé dur est une semence fragile et les chocs lors de la récolte et des diverses manipulations du grain ont des conséquences sévères sur la germination. Ainsi, une récolte avec une moissonneuse mal réglée peut faire chuter la faculté germinative de 20%.

- Une semence sensible aux maladies :

Les fusarioses ont, chez le blé dur, des conséquences beaucoup plus graves que chez le blé tendre (fig.7). Elle dégrade fortement la qualité germinative des graines. Seul le triage sur une table densimétrique réalisé par une station de semences permet d'aboutir à l'absence de grains fusariés, complété si nécessaire par le trieur optique. [14]



Figure 07 : Grains de blé sains et fusariés (BoutignyA.I., 2007).

1.9.4 Semences de blé dur : assurer la levée

- Une semence sensible aux surdosages :

Le blé dur est plus sensible que d'autres plantes aux effets d'un surdosage de produits de traitement du fait de la position de son embryon plus apparent.

- Pas de chocs :

Les productions de semences certifiées sont récoltées par les agriculteurs-multiplicateurs avec le plus grand soin en termes de stade de récolte et de réglages de vitesse du batteur et d'écartement batteur/contre-batteur.

- Des semences saines :

- Des programmes anti-fusarioses renforcés sont appliqués dans les parcelles de multiplication de semences de blé dur.
- Les tables densimétriques des stations de semences éliminent les grains cassés, échaudés, fusariés.
- Les traitements de semences sont appliqués à la bonne dose et sur toute la surface des grains. [14]

1.9.5 Valorisation la collecte de blé dur avec les semences certifiées :

Les semences certifiées de blé dur ne sont pas seulement sûres et pratiques. Elles apportent aussi des avantages en assurant de meilleurs débouchés à la récolte.

- ❖ -Une utilisation alimentaire à 100 % :

L'unique destination du blé dur, c'est une semoule destinée à la fabrication de pain, de galettes, de couscous et surtout de pâtes alimentaires. La qualité de ces produits dépend donc directement de celle du blé dur. Cette utilisation "100 % alimentaire" implique une qualité rigoureuse et constante.

-Des exigences variétales

Les transformateurs comme les semouliers sont exigeants sur des critères variétaux comme le taux de mitadinage, la moucheture, l'indice de jaune, l'indice de brun, la qualité des protéines.

- ❖ -Des cultures et des récoltes homogènes :

Pour les transformateurs industriels, les variétés récoltées doivent avoir des qualités technologiques constantes et physiques : poids spécifique, humidité... La conduite culturale des cultures est essentielle pour obtenir un bon taux de protéines et éviter les fusarioses.

Chapitre1 : Généralité

❖ -Des semences de qualité

Pour les semouliers, l'origine "semences certifiées" des lots est importante car elle garantit l'identité et la pureté variétales. La qualité des semences certifiées est également une sécurité pour avoir une culture homogène (bonne faculté germinative, pureté spécifique, calibrage du grain) et saine (élimination des grains fusariés par la table densimétrique - protection sanitaire optimale des semences). [14]

1.10 Les critères de qualité pour meilleur choix des blés durs :

Selon la norme internationale ISO 8402, la qualité comprend « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ». Derrière cette définition lapidaire, la complexité de la notion de qualité se dessine rapidement. (feillet ; 2000)

Trentesaux E ;1995 signale que, Par conséquent un "bon" blé dur est celui qui satisfera le consommateur final, tandis que le vendeur aussi fabricant de pain, de couscous ou de pâte recherchera une matière première, la semoule, qui lui permettra de transformer convenablement une "bonne" semoule en un "bon" produit fini, et ainsi de suite en remontant toute la filière jusqu'au créateur de variété. Une qualité constante – élément clé pour la confiance du client. [15]

Dans le cas des blés, on peut distinguer :

1– la qualité commerciale, Le blé doit être vraiment un blé dur appartenant à l'espèce « *triticum durum* », doit avoir un pourcentage élevé de grains vitreux, Le blé doit être de couleur ambrée et claire La couleur du grain est un facteur très important par son incidence sur l'aspect des semoules et des pâtes, Le blé doit être d'un poids à l'hectolitre élevé, une teneur en protéine élevée, La teneur en protéine influe directement :

- sur le mitadinage (présence de nodules farineux à l'intérieur de l'amande cornée).
- sur la qualité des semoules : la teneur en matière azotée influe sur la qualité du gluten et son élasticité;
- sur la qualité des pâtes : des pâtes contenant peu de protéines, 8% par exemple, se défont à la cuisson. (Anonyme ; 1965)

2– la qualité réglementaire, définie de manière administrative, qui englobe l'ensemble des éléments qualitatifs qui font que le lot est « sain, loyal et marchand », et qui permettent d'éviter la mise sur le marché de produits inaptes à la consommation humaine ou animale ;

3– la qualité industrielle, seule à prendre en compte l'ensemble des éléments objectifs dont dépend le comportement des blés et des farines tout au long des processus de transformation et de

Chapitre1 : Généralité

consommation, de l'agriculteur au consommateur : valeur meunière, semoulière ou amidonnière ; valeur boulangère, biscuitière ou pastière; qualité du pain, des biscuits et des pâtes alimentaires. C'est une notion relative, sans référence absolue, dont le contenu dépend des modes de fabrication : suivant les procédés de transformation utilisée (on parle d'itinéraire technologique), des qualités différentes de blé ou de farine pourront être recherchées pour la fabrication du même produit fini ;

4– la qualité intrinsèque d'une variété qui exprime le potentiel qualitatif des variétés et qui se réfère directement au patrimoine héréditaire (composition génomique) de chacune d'entre elles. Ce concept se révèle particulièrement fluctueux pour le généticien et les créateurs de nouvelles variétés : la qualité intrinsèque est une qualité héritable ;

5– la qualité hygiénique ou sanitaire, qui garantit l'absence de produits pathogènes dans les grains et dérivés (micro-organismes, toxines, résidus de traitement des récoltes...) ;

6– la qualité nutritionnelle, il est nécessaire de favoriser la consommation de pain de forte densité nutritionnelle pour ses effets bénéfiques sur la santé. De plus, la consommation de pain plus complet a fait l'objet d'une recommandation dans le Programme National Nutrition Santé. [15]

Expérimentation pratique



MATERIEL ET METHODES



2.1 Matériel :

a) Matériel biologique (végétal) :

L'étude a été effectuée sur le blé dur (*Triticum durum Desf*) et a concerné 9 variétés de blé dur sélectionnées et produites dans les zones de production céréalière en Algérie.

Le tableau suivant présente les listes des variétés en question ainsi que leurs caractéristiques :

Tableau 4 : présente les variétés ainsi que leurs caractéristiques.

Génotypes	Caractéristiques
Adnan-1	Variété semi précoce, à gros grain, tolérante à la sécheresse.
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	Lignées à bonne adaptation surtout en zone des hauts plateau
Bousselem	Variété assez performante dans les hauts plateaux sétifiens, semi tardive et moyennement résistante aux maladies.
Gta/ dur69	Variété à fort potentiel de rendement, MR aux maladies, gros grains, bonne qualité
Hoggar	Variété semi précoce, semi naine, large adaptation.
Mgln3/agharrass-2	Lignée à hautes valeurs, bon rendement, stable et résistante à plusieurs maladies.
Miki-3	Bonne performance, qualité moyenne, résistante aux maladies.
Ter1//mrf1/stj2	Lignée tolérante à la sécheresse, bon potentiel de rendement et Moyennement résistante aux maladies
Waha	Variété assez précoce, tolère la sécheresse et résiste aux maladies, qualité moyenne.

b) Matériel d'analyse :

Les équipements (appareils) utilisés dans l'analyse au laboratoire sont figurés dans chaque test réalisé ainsi que les détails du mode opératoire avec ces appareils.

2.2 Site de l'expérimentation :

L'analyse des différents paramètres étudiés a été réalisée en partie au niveau du moulin AMOR BEN AMOR implantés à la zone industrielle d'El-Fedjoudj installé à la wilaya de Guelma (nord-est Algérien).pour les paramètres :taux de mitadinage, taux de protéine, humidité, PMG,moucheture, indice de couleur, taux de cendres, et indice de gluten.Et au niveau de l'I.T.G.C d'El-Harrach dans la wilaya d'Alger pour les paramètres : SDS, et le taux d'extraction.

2.3 Méthode :

Deux séries de paramètres ont été estimés :

a) Paramètres relatifs aux caractéristiques des grains de blé dur

Pour : poids de mille grains ; taux de mitadinage ; taux de protéines ; moucheture, sont des tests appliquée sur les grains de blé dur.

b) Paramètres relatifs aux caractéristiques de la semoule de blé dur

Pour : humidité de la semoule ; taux de cendres ; coloration de la semoule ; indice de gluten ; taux d'extraction et le test de sédimentation, sont des tests appliquée sur la semoule de blé dur.

2.4 Paramètres étudiées :

2.4.1 Paramètres relatifs aux caractéristiques des grains de blé dur

2.4.1.1 La masse de mille grains (PMG) :

➤ Définition :

C'est la masse de mille grains entiers (découvre de grains cassés et d'impuretés) déterminée par la formule suivante : (Godon et Loisel, 1984)

$$\text{PMG (g/ml)} = P \times [(100-H)]/100$$

Avec :P : la masse en gramme de 1000 grains entier (g).

H : le teneur en eau des grains(%)

➤ Principe :

Le principe de la méthode repose sur le comptage automatique ou manuel de nombre de grains entiers contenus dans une prise d'essai de masse connue (Godon et Loisel, 1984) (fig08).

➤ Mode opératoire :

* Relever au hasard une quantité approximativement égale à la masse de 500g.

* Sélectionner les grains entiers et peser le reste .et en déduire par la différence la masse des grains entiers.

* Puis compter ces derniers manuellement

* Déterminer sur un échantillon séparé la teneur en eau. (Belkhiri et Yalaoui ; 2011)

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

➤ Expression des résultats :

*la masse m_h en gramme de 1000 grains tels quels est donnée par la formule :

$$m_h = m_0 \times 1000 / N$$

M_0 : masse des grains entiers (en gramme)

N : nombre de grains contenus dans m_0 .

* la masse m_s en gramme de 1000 grains sur sec est par la formule :

$$M_s = m_h \times (100 - H) / 100$$

Avec : M_h : mase de mille grains tels quels en gramme

H : teneur en eau des grains (en %).(Belkhiri et Yalaoui ; 2011)



Figure08 :Mode opératoire pour la détermination du poids de mille grains par le comptage manuel des grains

2.4.1.2 Taux de mitadinage :

Le mitadinage est accident physiologique fréquent sur les grains de blé, il provoque un changement de texture de l'albumen qui normalement translucide et vitesse devient, en partie ou en totalité opaque et farineuse (ITCF, 2001)

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

➤ Principe :

La détermination des grains mitadinés ne se fait pas par l'observation des plages blanchâtre visible par transparence sur les grains, ni en coupants les grains avec un scalpel et en comptant le nombre des grains présentent des points blanc dans l'amande.)

Pour la détermination du taux mitaine de blé dur, le règlement n°824/2000, impose l'utilisation du farinotome de POHL (ITCF, 2001).

➤ Mode opératoire :

La recherche s'effectue sur un échantillon de 100grammes environ (Fig. 09), sur un échantillon débarrassé de l'ensemble des impuretés, et bien homogénéisé

* Après avoir introduit une plaque dans farinotome une poignée de grains est répandue sur le grille

* Tapoter vivement de façon à ce qu'il n'y ait qu'un grain par alvéole

* Rabattre la partie mobile pour maintenir les grains les couper en introduisant la lame du farinotome

* Retirer la plaque et compter le nombre de grains mitadinés, même pareillement.

Une plaque de farinotome permet de couper 50 grains une bonne détermination du taux de mitaine se fait sur un minimum de 600 grains, c.-à-d. 12 plaques (ITCF ,2001).

➤ Expression des résultats :

On calcule le pourcentage de grains mitadinés qui est le rapport entre le nombre de grains mitadinés comptabilisés et les 600 grains coupés.

Mitadins même partiels en pourcentage de la prise d'essai :

$$M \times (100-I)/100.$$

Avec :M : % des grains mitadins même pareils dans les grains propre examinés.

I : masse des éléments qui ne sont pas des céréales de base de qualité irréprochable. (Belaid, 2012)

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

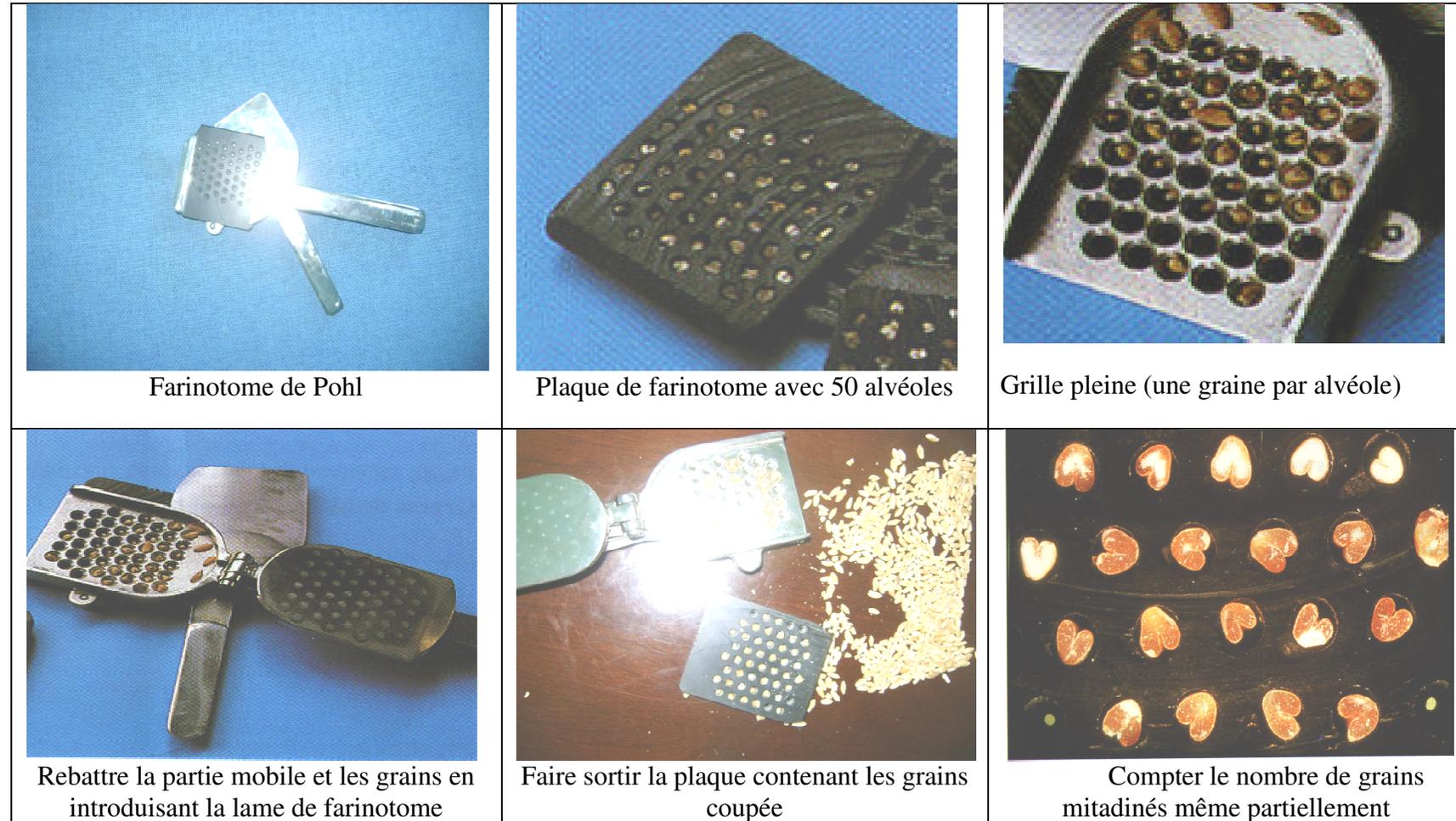


Figure09 : Mode opératoire pour déterminer le taux de mitadinage avec le farinotome de POHL.

2.4.1.3 Détermination de taux de protéines :

➤ **Définition :**

La teneur en protéines est un critère important d'appréciation de la qualité des semoules (Boulfedjghale et *al.* ; 2007).

➤ **Principe :**

La détermination de la teneur en protéines totales a été à l'aide d'un appareil (INFRA TEC™1241) la spectroscopie dans la proche infrarouge est une technique analytique de plus en plus répandue pour le contrôle rapide de qualité des matières. (fig.10)

➤ **Mode opératoire :**

* Placer un échantillon de la cellule de mesure.

* Comprimer l'échantillon dans le compartiment ; en utilisant le dispositif de tassement pour lancer l'analyse ; appuyer sur la touche Entrée.

➤ **Expression des résultats :**

* Lorsque les résultats apparaissent à l'écran et sont imprimés l'infra tec™ 1241 est prêt pour une nouvelle analyse (Kalarasseet Zouaimaia ; 2010).

Chapitre2 : Matériels et Méthodes



Placer le blé dur dans la cellule de la mesure de L'INFRATEC™1241



Appuyer sur la touche « ENTER »



Les résultats apparaissent à l'écran



Résultats de protéines & humidité

Figure10 :Mode opératoire pour déterminer la teneur en protéines avec l'INFRATEC™ 1241.

2.4.1.4 La moucheture :

➤ Définition :

La moucheture entraîne en effet une dépréciation de la valeur marchande du blé via la présence de grains noirs dans la semoule et/ou la présence de piqûres sur les produits finis (pâtes ou couscous). [16]

Les grains mouchetés présentent des colorations situées entre brun et le noir. (ITCF.2001)

➤ Principe :

La détermination se fait selon la méthode de BIPEA, norme ISO 7970. Elle s'effectue sur 20g de blé propre par appréciation visuelle. (derbal.2009)

- Si le grain présente une simple point noir ou brun ; il est considéré comme sains
- Par contre ; il est considéré comme moucheté s'il présente une tache à un endroit quelconque de l'enveloppe (ITCF ; 2001).

➤ Appareillage :

- Balance de précision 0.01g prés.
- Pince.

➤ Expression des résultats :

Les résultats sont la moyenne de trois répétitions et sont exprimés en pourcentage, selon la formule (derbel.2009) :

$$M (\%) = (M_1/M_2) \times 100$$

Avec :

M_1 : masse en grammes de grains entiers mouchetés présents dans 20g de l'échantillon.

M_2 : masse en grammes de prélèvement de 20g.

2.4.2 Paramètres relatifs aux caractéristiques des grains de blé dur

2.4.2.1 Taux de cendres:

Définition : résidu obtenu après incinération à 900°C dans les conditions décrites dans la présente méthode et exprimée en % en masse par rapport à la matière sèche. [18]

➤ Principe :

Le principe repose sur l'incinération du produit dans une atmosphère oxydante à une température de 900°C jusqu'à combustion complète de la matière organique. La teneur en cendres est déterminée par la pesée du résidu (ITCF ; 2001).

➤ Intérêt :

La mesure de la teneur en cendres a un intérêt essentiellement réglementaire.(ITCF ; 2001).

Elle permet de classer les farines et les semoules

* Classement des farines selon les types définis par la réglementation.

* Classement des semoules les de blé dur pour la fabrication des pâtes alimentaires.

➤ Appareillage :

- Four électrique à moufle.
- Balance analytique.
- Nacelles à refroidissement (dessiccateur)
- Pince en acier inoxydable.
- Pipete graduée.
- Réactifs ; éthanol à 95%

➤ Mode opératoire :

La mode opératoire à suivre est la méthode de référence pour déterminer la teneur en cendre selon la norme ISO 2171 :180-céréales, légumes secs et produits dérivés

- détermination de la teneur en cendres (ITCF ; 2001).

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

- chauffer durant environ 15 min les nacelles dans le four réglé à 900°C +25°C
- laisser ensuite refroidir à la température ambiante dans l'appareil de refroidissement pendant une heure environ.
- Passer à 0.1 mg près les nacelles.
- passer à 0.1 mg près 5 grammes de l'échantillon, et répartir la matière en une couche d'épaisseur uniforme sans tasser.
- Humecter la prise d'essai dans la nacelle immédiatement avant le pré incinération au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol.
- placer la nacelle et son contenu à l'entrée du four ouvert préalablement chauffé à 900°C+25°C jusqu'à ce que la matière s'enflamme.
- aussitôt que la flamme est éteinte, placer avec précaution la nacelle dans le four pour suivre l'incinération pendant 1h30min à 2h.
- retirer progressivement la nacelle du four, et la mettre à refroidir sur la plaque thermorésistante pendant une minute puis dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante (une heure environ).
- peser les nacelles (Kalarasse, 2011 in Belaid .2012). (fig 11)

➤ **Expression des résultats :**

Les résultats sont exprimés à 0.01 % près et rapportés à la matière sèche.

Teneur en cendres = $m_1 \times (100/m_0) \times (100/100-H)$.

M₀=masse de la prise d'essai (en gramme)

M₁=masse du résidu (en gramme)

H=teneur en eau de l'échantillon (en %).

La mesure s'effectue en double, sa répétabilité est de :

0.2 En valeur absolue pour des en cendres inférieure à 1%

2% de la valeur moyenne pour des en cendres supérieurs à 1% (ITCF ; 2001).

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

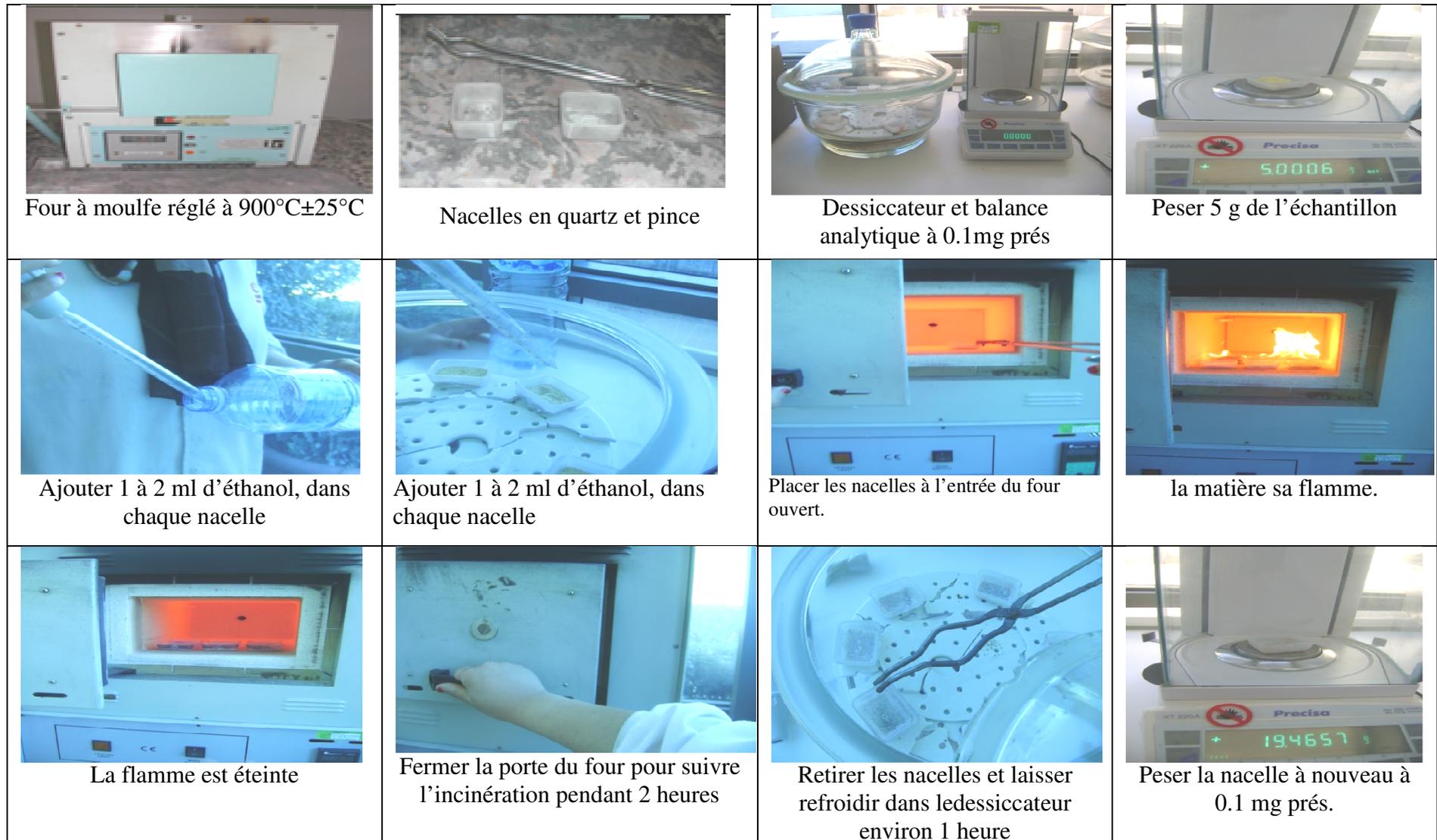


Figure 11 : Mode opératoire pour déterminer le taux de cendre de la semoule avec le four à moufle selon la méthode de référence

2.4.2.2 Indice de gluten :

➤ Définition :

Le gluten est le composant fonctionnel des protéines et il détermine les caractéristiques du procédé et de la pâte pour le blé et la farine de blé. [19]

Le réseau gluténique est composé de **protéines insolubles** : **gliadines** et **gluténines**. La qualité des gliadines influence l'**extensibilité** de la pâte, les gluténines lui donnent **élasticité** et **ténacité**. [20].(fig12)

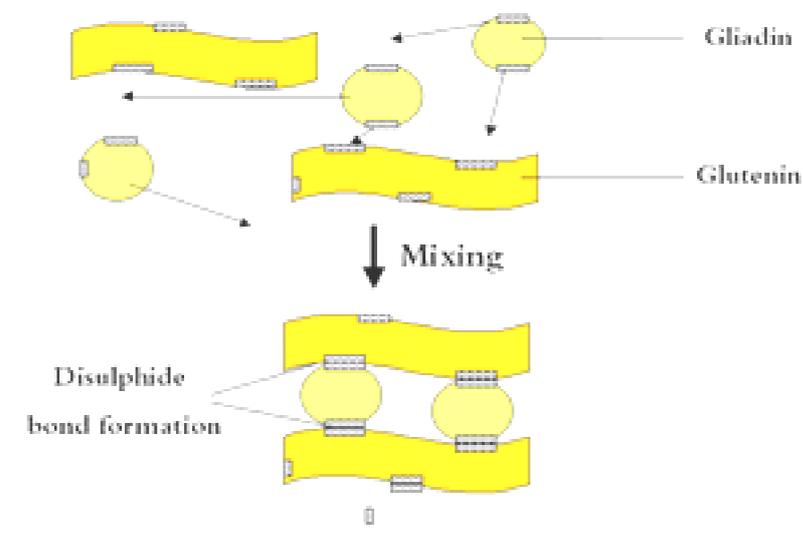


Figure 12 : Le réseau gluténique [20].

Le gluten humide est préparé à partir de farines ou farines complètes avec l'extracteur de gluten Glutomatic 2200. Le Gluten Index Centrifuge 2015 est utilisé afin de faire passer le gluten humide à travers un tamis spécialement conçu à cet effet. La quantité relative du gluten tamisé indique les caractéristiques du gluten. Le séchage du gluten se poursuit dans le Glutork 2020 qui calcule la teneur en gluten sec et la capacité de fixation de l'eau du gluten humide. [21]

➤ Intérêt :

Les propriétés d'élasticité, de ténacité et d'extensibilité du gluten sont utilisées pour renforcer les farines dans des utilisations spécifiques.

* Il augmente l'hydratation de la pâte car il est capable de fixer environ deux fois son poids d'eau.

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

* Il augmente la tenue au pétrissage à la boulange et au façonnage.

* Il permet une meilleure rétention gazeuse au cours de la fermentation, en particulier l'apprêt.
[22]

➤ **Position réglementaire :**

Le gluten n'est pas un additif mais un composant de base constituant naturel des farines. Il peut être utilisé sans limitation de dose, en boulangerie (y compris dans le pain de tradition française), en viennoiserie et en pâtisserie.

Le meunier peut ajouter du gluten à ses farines (Arrêté du 18.06.1969)

Remarque : Il existe un gluten solubilisé par voie enzymatique utilisé pour ses propriétés d'extensibilité sur les pâtes, dans la panification spéciale et fine [23].

➤ **Principe :**

Le gluten est obtenu par une **lixiviation**, afin de se débarrasser de l'amidon (et du son pour une mouture complète).

La totalité du gluten obtenu est le **gluten humide**, le gluten index correspond au rapport entre le gluten n'ayant pas traversé la grille et celui qui l'a traversé. Le **gluten sec** est obtenu après élimination de l'eau à l'aide du « **glutork** »[24].

- appréciation de la quantité de gluten

Les protéines qui compose le gluten ne sont pas soluble de l'eau salée. Pour obtenir le gluten ; il suffit de pétrir et de rincer une quantité déterminé de farine avec de l'eau salée et de peser la quantité de gluten humide obtenu. Cette mesure se fait à l'aide du Glutomatic.[25]

Extraction du gluten par malaxage mécanique et lavage d'un mélange de mouture avec solution d'eau salée à 2% (ITCF ;2001)

- appréciation de la qualité du gluten

Mesure de caractéristiques viscoélastiques du gluten par centrifugation à travers une grille performée et mesure du pourcentage restant sur tamis à la fin de l'opération.

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

Cette quantité est en fonction des caractéristiques du gluten (ITCF ; 2001).

Plus le gluten est tenace et élastique plus la quantité de gluten passant à travers du tamis lors de la centrifugation est faible et plus le gluten est élevé.

Ces deux opérations sont réalisées automatiquement et de façon répétable avec l'appareil Glutomatic. (ITCF ; 2001)

➤ **Appareillage :**

L'ensemble d'appareillage utilisé est montré dans la figure (Fig13)

- Glutomatic
- Bécher de récupération de l'eau de lavage 600ml.
- Chambre de lavage 88 μ m pour la farine lisse.
- Cassette tamis gluten indice 88 μ m
- Circle plexiglass pour chambre de lavage séparée.
- Balance de précision à 0.01
- Centrifugeuse à vitesse de rotation fixée avec précision (gluten index centrifuge 2015)
- Réservoir avec couvercle contenant 10 litres.
- Distributeur réglable (utilisé à 4.8ml)
- Pince à épiler ou brucelles
- Spatule inoxydable
- Glutork 2020. [26].



Le Glutomatic 2200
2020



La Centrifugeuse Gluten Index 2015



Le Glutork

Figure 13: Le système Glutomatic.[25]

➤ Mode opératoire :

Le principe de la méthode gluten index est montré dans la figure (fig14)

Le mode opératoire se réalise en plusieurs étapes (fig15)

Le gluten humide est préparé à partir de farines ou farines complètes avec l'extracteur de gluten Glutomatic 2200. Le Gluten Index Centrifuge 2015 est utilisé afin de faire passer le gluten humide à travers un tamis spécialement conçu à cet effet. La quantité relative du gluten tamisé indique les caractéristiques du gluten. Le séchage du gluten se poursuit dans le Glutork 2020 qui calcule la teneur en gluten sec et la capacité de fixation de l'eau du gluten humide.

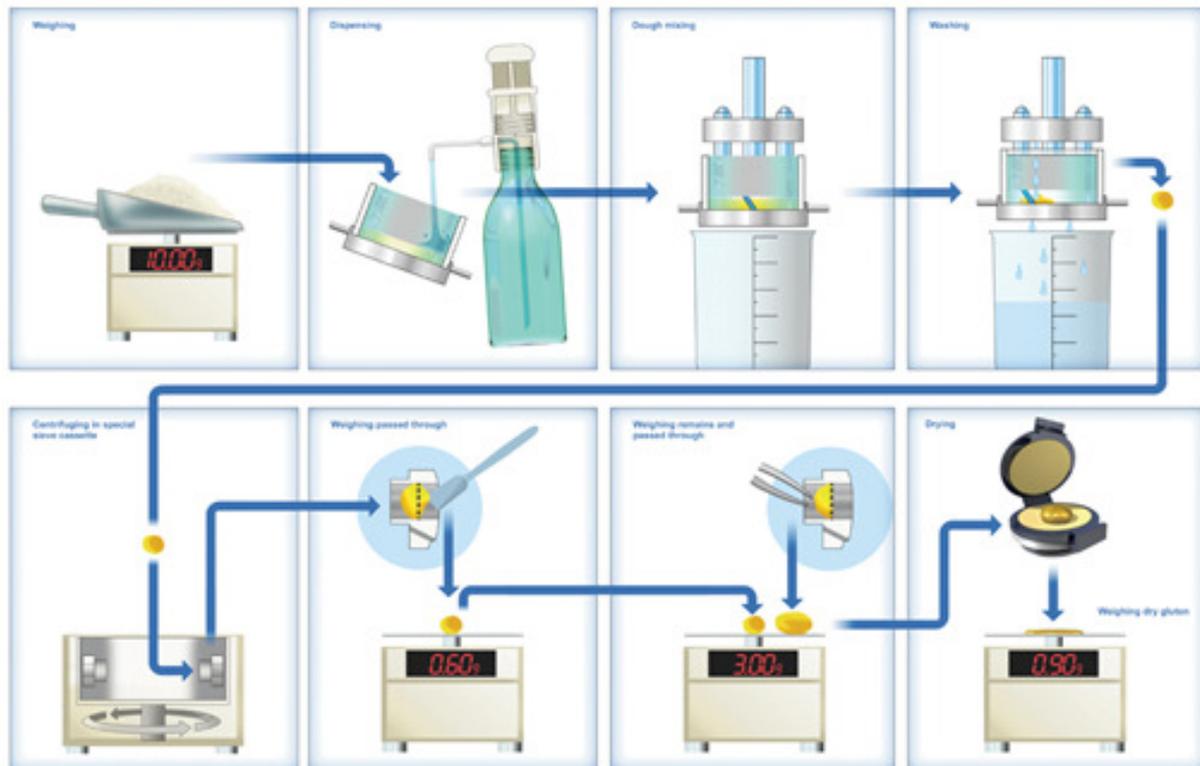


Figure 14 : principe de la méthode gluten index [27].

- La pesée

10.0 g \pm 0.01 g des farines est pesée et placés dans la chambre de lavage du Glutomatic doté d'un tamis en polyester de 88 microns. Lorsque le gluten vital est mesuré, 1.5 \pm 0.01 g est pesé.

- La distribution

4.8 ml d'une solution salée sont ajoutés aux échantillons de farines. Aucune solution salée n'est ajoutée aux échantillons de gluten vital.

- Le mélange

Les farines et la solution salée sont mélangés pendant 20 secondes de manière à former une pâte.

- Le lavage

Après la phase de mélange, le lavage débute automatiquement et se poursuit pendant 5 minutes. L'échantillon de farine de blé est transféré vers la chambre équipée d'un tamis grossier de 840 microns permettant aux particules de son d'être lavées.

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

- La centrifugation

30 secondes précisément après la fin du lavage, le morceau entier de gluten humide est transféré vers le tamis spécial et centrifugé pendant une minute dans le Centrifuge 2015 à 6000 ± 5 ppm.

- La pesée

La fraction qui est passée à travers le tamis est grattée avec une spatule puis pesée. La fraction restée dans le tamis est recueillie et ajoutée à la balance. On obtient le poids total du gluten humide.

- Le séchage

La totalité du gluten humide est séché à 150°C minimum pendant 4 minutes dans le Glutork 2020. Après le séchage, on pèse le gluten.

- Le calcul

Le Gluten Index est la quantité de gluten qui reste dans le tamis de la centrifugeuse par rapport au poids total du gluten humide.[27]

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

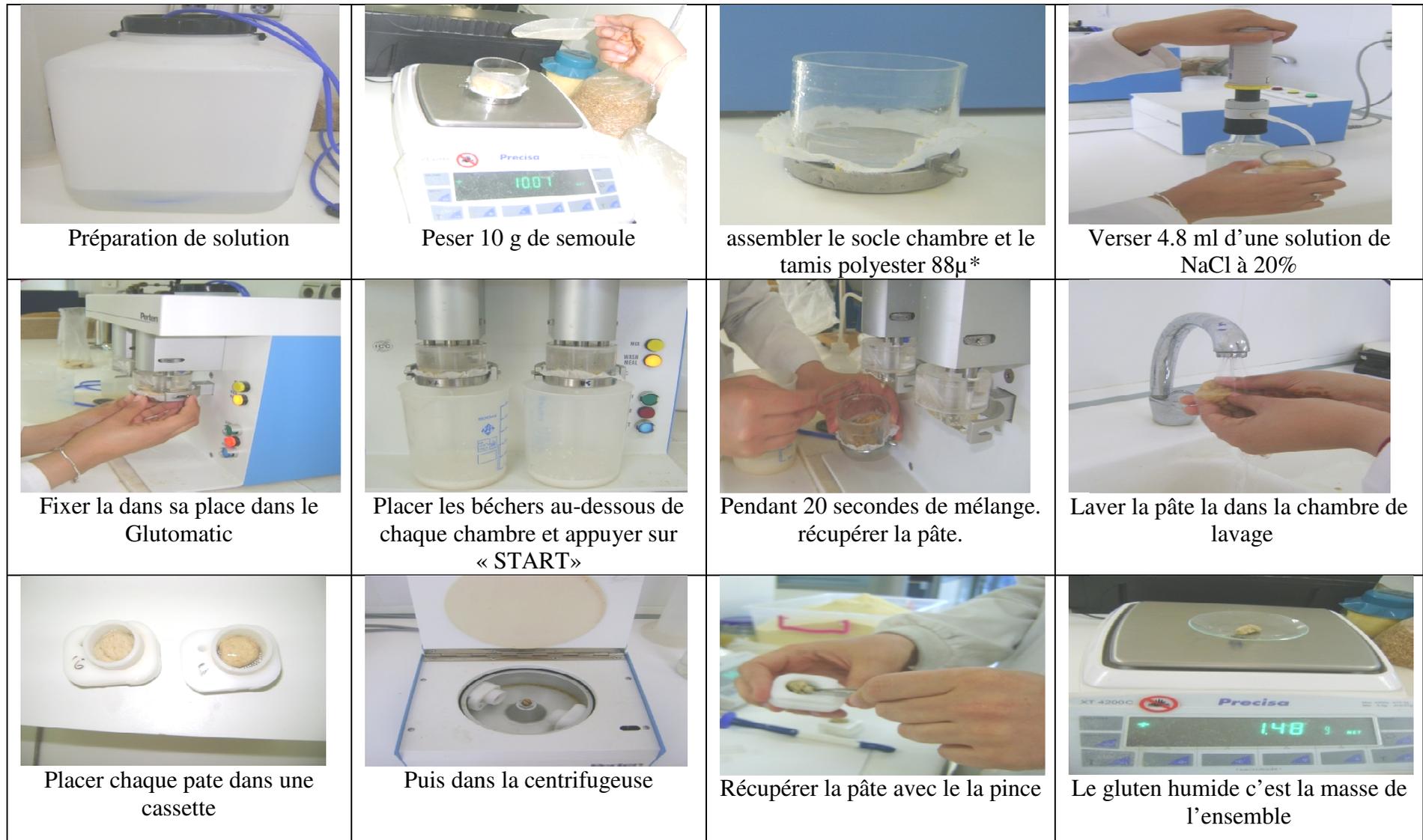


Figure 15 : Mode opératoire pour déterminer le Gluten Index avec le système Glutomatic.

2.4.2.3 L'indice de sédimentation (test de Zélény)

➤ Définition :

Cet indice synthétise à la fois la quantité de protéines présentes dans l'échantillon et leur qualité. On utilise la propriété qu'ont les protéines de gonfler dans un milieu faiblement acide. Plus le poids moléculaire est élevé (protéines de bonne qualité), plus le gonflement est important. Ainsi, le volume d'une suspension de farine dans cette solution acide, au bout d'un temps déterminé de sédimentation, augmentera en conséquence. [28]

➤ Principe :

Le principe de la mesure de l'indice de sédimentation repose sur l'aptitude des protéines de la farine à gonfler en milieu acide. L'indice de Zélény correspond à la hauteur du dépôt obtenu après agitation et sédimentation d'une préparation de farine en suspension dans un réactif (acide lactique, isopropanol et colorant).(fig. 16).

La mouture est réalisée sur un moulin spécifique, qui fait partie intégrante de la méthode

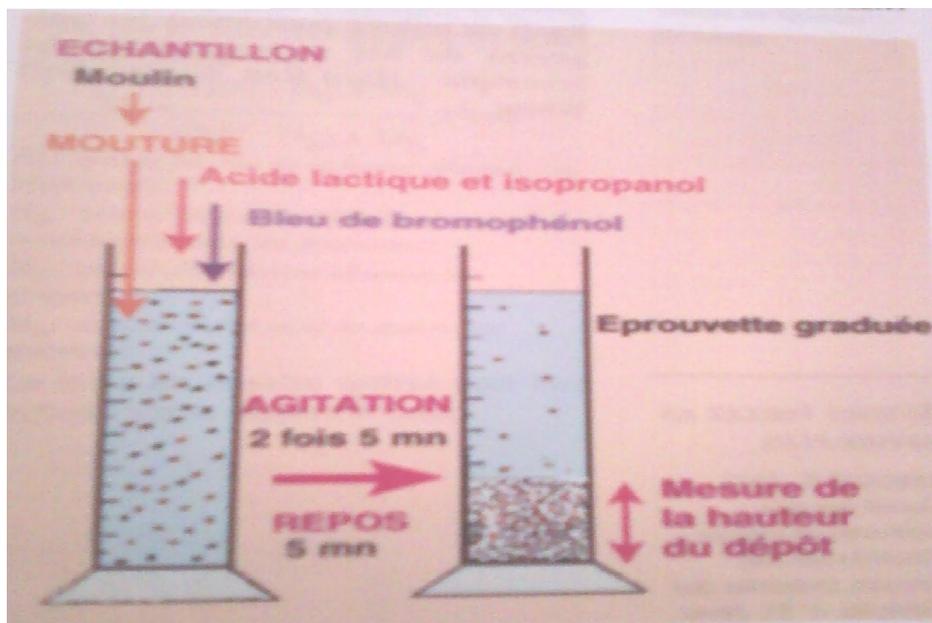


Figure 16: Principe de la mesure de l'indice de Zélény (ITCF ,2001)

➤ Intérêt :

L'indice de sédimentation à deux principaux intérêts :

* Un intérêt réglementaire : il est retenu comme critère dans la définition des conditions minimales à l'intervention.

* Un intérêt technique : bien qu'ayant une faible valeur prédictive en panification française, il permet de classer les blés suivant leur qualité.

➤ Expression des résultats :

L'indice de sédimentation s'exprime en millilitre avec un nombre entier.

La différence entre les résultats de deux essais (répétabilité) ne doit pas excéder 2 millilitres

La différence entre les résultats de deux essais dans des laboratoires différents (reproductibilité) ne doit pas excéder 10 % de la valeur moyenne des résultats pour un indice de sédimentation supérieur à 20 ou 2(en valeur absolu) pour un indice de sédimentation inférieur à 20.

2.4.2.4 Couleur de la semoule (indice de jaune-indice de brun)

➤ Définition :

La couleur se caractérise par des composantes : l'indice de jaune et l'indice de brun, dans tous les cas, plus l'indice de jaune est élevé et l'indice de brun est faible, meilleur est le résultat (ITCF ; 2001)

➤ Intérêt :

Le consommateur cherche des pâtes claires de belle couleur jaune ambrée qui ne présente pas des piqures. (ITCF ; 2001)

➤ Principe :

Les indices de couleur donnent une valeur chiffrée pour caractériser le jaune et la clarté des pâtes fabriquées à partir du blé. La mesure se fait avec un chroma mètre qui fournit 3 paramètres :

- la clarté ou L^* : cet indice varie de 0 (noir parfait) à 100 (blanc parfait). L'indice de brun IB est égal à $100 - L$

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

- l'indice de rouge ou **a*** : la valeur 0 correspond à une couleur neutre entre le rouge et le vert. Les valeurs positives correspondent à du rouge et les valeurs négatives à du vert. Cet indice n'est généralement pas exploité sur blé dur
- l'indice de jaune ou **b*** : la valeur 0 correspond à une couleur neutre entre le jaune et le bleu. Les valeurs positives correspondent à du jaune et les valeurs négatives à du bleu. Plus l'indice est élevé en valeur absolue, plus la couleur est intense. L'indice de jaune **IJ** est égal à **b**. [28].

➤ **Appareillage :**

- Colorimètre CR-410 avec calculateur DP-400.
- tube de projection lumineuse CR-A33e.
- baguette en plastique.
- Verre en verre.

➤ **Mode opératoire :**

Le mode opératoire avec l'appareil est montré dans la figure (fig17)

- poser l'échantillon dans les coupelles De chroma -mètre.
- appuyer sur la touche « mesurer »
- noté les indices : l : clarté, a : brun, b : jaune.
- Noté la valeur des indices : l : clarté, a : brun, b : jaune.

Chapitre2 : Matériels et Méthodes



le colorimètre CR410 Konica Minolta .



poser l'échantillon dans les coupelles De chroma -mètre.



poser l'échantillon dans les coupelles De chroma -mètre.



appuyer sur la touche « mesurer »

Figure17 : Mode opératoire pour déterminer la couleur de la semoule avec le colorimètre CR410 Konica Minolta.

2.4.2.5 Humidité de la semoule (selon la méthode de la référence) :

➤ **Définition :**

Étalonnée par rapport à la méthode fondamentale, la méthode de référence pratique consiste en un étuvage à pression atmosphérique, à une température de 130-133°C, dans des conditions opératoires définies. La perte de la masse observée est équivalente à la quantité d'eau présente dans le produit (ITCF, 2001)

➤ **Intérêt :**

La mesure de la teneur en eau des céréales et des produits est une opération capitale présente trois intérêts principaux :

- **Intérêt technologique**

Pour la détermination de la conduite rationnelle des opérations de récolte, de séchage, de stockage ou de transformation industrielle (I.T.F.C ;2001).

- **Intérêt analytique**

Pour rapporter les résultats des analyses de toute nature à une base fixe (matière sèche ou teneur en eau standard) (I.T.F.C.2001).

- **Intérêt commerciale et réglementaire**

Les contrats commerciaux et les normes réglementaires fixent des seuils de teneur en eau à partir desquels sont appliquées des bonifications et des réfections.

L'intérêt des humidimètres est de contrôler rapidement la teneur en eau des produits (I.T.F.C, 2001).

➤ **Appareillage :**

- Balance analytique.
- Capsules métalliques non attaquable dans les conditions de l'essai.
- Etuve isotherme à chauffage électrique, réglée de façon que la température de l'air et des plateaux porte échantillon, au voisinage des prises d'essai sont comprise entre 130-133°C.
- Dessiccateur à plaque en métal ou en porcelaine, contenant un produit déshydratant efficace (Kalarasse, 2001 in Belaid, 2012).

➤ **Mode opératoire :**

- nettoyée les coupelles(les nacelles) avec le pince avant utilisé.
- mettez les coupelles(les nacelles) dans l'étuve 15mn.
- mettez les coupelles dans le dessiccateur 45mn.
- ajouté 5g de la semoule dans chaque nacelle.
- mettez les coupelles dans l'étuve 01h30mn.
- posé les coupelles dans le dessiccateur 45mn pour le refroidissement.

➤ **Expression des résultats :**

La teneur en eau exprimée en pourcentage (%) en masse du produit tel quel (Belaid, 2012).

Humidité (%)= (poids humide –poids sec de l'échantillon(g) ×100)/poids humide de l'échantillon

2.5 Méthodes statistique :

2.5.1 Description des données :

Pour mieux décrire les différentes variables morpho-métriques, physiologiques et biochimiques qui caractérisent chacune des deux variétés de blé dur étudiées, nous avons calculé certains paramètres statistiques de base tels que la moyenne arithmétique (\bar{x}), qui est un paramètre de position et de tendance centrale, l'écart-type (s) qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne, les valeurs minimales (x_{\min}) et maximales (x_{\max}) qui donnent toutes les deux une idée sur l'étendue des données, et enfin, l'effectif (n) qui nous renseigne sur l'importance des données traitées. Tous ces paramètres ont été calculés à l'aide du logiciel d'analyse et de traitement statistique des données MINITAB.16 pour chacune des caractéristiques par variété.

2.5.2 Le test t de STUDENT pour échantillons indépendants :

Le test t de STUDENT consiste à comparer les moyennes des deux populations à l'aide des données de deux échantillons indépendants (Dagnelie, 2006).

Ce test a été utilisé pour comparer les moyennes entre les deux variétés de blé dur pour les caractéristiques morpho-métriques suivantes :

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

La réalisation du test t de STUDENT a été faite soit en comparant la valeur de (tobs) observée avec la valeur théorique $t_{1-\alpha/2}$ triée à partir de la table t de STUDENT pour un niveau de signification $\alpha=0,05$ et pour un certain nombre de degrés de liberté (ddl), soit en comparant la valeur de la probabilité P avec le niveau $\alpha=0,05$. Dans le premier cas on a considéré qu'il existe des différences significatives entre les deux moyennes si la quantité tobs était supérieure ou égale à la valeur $t_{1-\alpha/2}$ et dans le deuxième cas on a considéré qu'il existait des différences significatives si la valeur de P était inférieure ou égale à la valeur $\alpha=0,05$.

2.5.3 Le test de l'analyse de la variance (ANOVA) :

Le test d'analyse de la variance à un critère ou à un facteur de classification consiste à comparer plus de deux moyennes de plusieurs populations à partir des données d'échantillons aléatoires simples et indépendants (Dagnelie, 2006).

La réalisation du test se fait soit en comparant la valeur de Fobs avec une valeur théorique $F_{1-\alpha}$ extraite à partir de la table F de FISHER pour un niveau de signification $\alpha=0,05$ ou $0,001$ et pour K_1 et K_2 degrés de liberté, soit en comparant la valeur de la probabilité P avec toujours les différentes valeurs de $\alpha=5\%$ ou $0,1\%$. Selon que cette hypothèse d'égalité des moyennes est rejetée au niveau $\alpha=0,05$; $0,01$ ou $0,001$, on dit conventionnellement que l'écart observé est significatif, hautement significatif ou très hautement significatif. On marque généralement ces écarts d'un, deux ou trois astérisques (Dagnelie, 2006).

2.5.4 Recherche de groupes homogènes : méthode de la plus petite différence significative (p.p.d.s.) :

Lorsqu'à l'issue d'un test d'analyse de la variance et pour des facteurs fixes, on est amené à rejeter l'hypothèse d'égalité de plusieurs moyennes, alors la question se pose de rechercher et de localiser les inégalités, ou en d'autres termes de rechercher quels sont les groupes de stations homogènes, pour telle ou telle caractéristiques mesurée.

De nombreuses solutions ont été proposées pour répondre ou tenter de répondre à cette question (Dagnélie, 2003 et 2006).

Ces solutions sont groupées sous l'appellation générale de méthodes de comparaisons particulières et multiples de moyennes. Le choix entre les différentes approches est très largement fonction de la nature quantitative ou qualitative, des facteurs considérés, et de l'objectif qui a été fixé, ou qui aurait dû être fixé, au moment où la collecte des données a été décidée.

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

Parmi ces méthodes figure celle appelée la méthode de la plus petite différence significative ou p.p.d.s. qui s'applique en une seule étape et qui est, de ce fait, d'une utilisation très facile.

Dans le cas le plus simple, son principe est de calculer la quantité :

$$t1 - \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{2C_{Mr}}}{n}$$

Appelée p.p.d.s. On considère tous les couples de moyennes (x_i, x_i'), et on conclue que les moyennes dont les différences (x_i, x_i'), atteignent ou dépassent cette limite, en valeur absolue, sont significativement inégales.

La valeur $t_{1-\alpha/2}$ est relative à la distribution t de STUDENT pour un niveau de signification $\alpha=0,05$, et dont le nombre de degrés de liberté k est celui du carré moyen résiduel (CMr) qui a servi de base de comparaison lors de l'analyse de la variance, et (n) représente le nombre de données ayant permis de calculer chacune des moyennes (Dagnélie, 2003 et 2006).

Les résultats obtenus sont généralement présentés sous forme des alphabets, les alphabets correspondant à des moyennes ou des groupes de moyennes qui ne sont pas significativement différentes les unes des autres.

En ce qui nous concerne, et ceci dans le cas uniquement de la matrice de données globale des 2 années, chaque fois que l'égalité de plusieurs moyennes a été rejetée par l'analyse de la variance pour un facteur fixe, nous avons utilisé la méthode de la p.p.d.s. pour tenter de déterminer les groupes de moyennes qui sont identiques ou en d'autres termes les groupes de variétés, qui sont aussi homogènes que possibles (Dagnélie, 2003 , 2006).

Résultats et discussions



Chapitre 3 : Résultats et Discussions

3.1. Résultats obtenus sur les données au niveau de la station de Sétif

➤ **Description des données :**

Le tableau 5 présente la moyenne plus ou moins l'écart-type calculés pour chacune des variables mesurées sur les 9 variétés de blé dur. Ces résultats permettent d'observer la variation de la moyenne de chacune des 4 variables pour les différentes variétés étudiées. Les moyennes par variable sont comparées entre elles, d'une part, pour les 5 variétés à l'aide du test d'analyse de la variance suivi par la comparaison multiple des moyennes (Tukey). Ce tableau qui synthétise les résultats de la description en présentant uniquement les moyennes et l'écart-type par caractère mesurée. Ces deux valeurs donnent une idée sur la distribution des données autour de la moyenne par variable étudiée sur les 9 variétés de blé dur.

Les résultats globaux des données recueillies sur le site de Sétif indiquent des valeurs intéressantes pour les paramètres mesurés. L'indice de brun et L'indice de jaune jouent un rôle très important dans la coloration de la semoule et donc des pâtes, à cet effet on note qu'à l'exception d'une variété (7.27%) toutes les autres variétés présentent des valeurs un peu élevées et variant de 17.9 à 21.26%. L'Indice de jaune présente des valeurs intéressantes et ne variant pas de beaucoup (91.6 à 97.9%). Pour le taux d'humidité, on note un taux élevé chez six variétés sur neuf variant de 20.59% à 26.04 %; et un taux très faible chez les trois autres génotypes avec 8.7% ; quant au taux de mitadinage qu'est un paramètre d'une grande importance pour la vitrosité du blé dur et pour la qualité de la semoule on note des taux faibles à moyens pour la plupart des variétés analysées (2.25% à 16.7%).

Tableau 05 : Résultats de quelques paramètres de qualité recueillis à Sétif (2007/2008).

Variété \ Paramètre	I/B	I/J	H%	MITA
Adnan-1	21.116±0.423	94,740 ± 0,302	22,13±3.82	16,37± *
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	20.684±0.660	91,702 ±2,066	22,585±0.960	5,667±2.223
Bousselem	21.262±0.616	95,215±0,117	26,04±4.47	2.25± *
Gta dur	20.752±0.262	91,654±0,534	22,05±3.84	4,750±1,255
Hoggar	20.269±0.402	94,699 ±0,133	20,59±4.21	8,542±1,327
Mgln3/agharrass-2	17,890±0,248	96,005±0,246	8,7± *	16,7± *
Miki-3	18,739±0,292	96,005±0,246	8,7± *	5,083±1,686
Ter1//mrf1/stj2	18,842±0,836	93,626±0,161	22,55±1.47	12,91± *
Waha	*	*	8,7± *	3,792±1,418

\bar{x} : moyenne

s : écart-type

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Comparaison entre variétés par caractéristique de site de Sétif/R1/2007:

- **Le taux d'humidité :**

L'analyse de la variance appliquée pour comparer entre les variétés cultivées au niveau de la station de Sétif a montré des différences non significatives ($p=0,729$) entre les variétés étudiées pour le taux d'humidité ; l'analyse des moyennes a servi à classer les génotypes en groupes homogènes.

Tableau 06 : Classification des variétés selon le taux d'humidité des graines récoltées à Sétif (2007/2008)

VARI2	Moyenne	Groupement
Bousselem	26.0	A
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	22,6	A
Hoggar	22,6	A
Miki-3	22,1	A
Ter//mrfl/stj2	22,0	A
waha	20,6	A

**Les génotypes Mgl3/agherass-2, Adnan-1, et Gta/Dur69 n'ont pas fait l'objet d'analyse vue qu'ils ont présentés des données manquantes.*

- **Taux de mitadinage:**

L'analyse de la variance appliquée pour certaines variétés cultivées au niveau de la station de Sétif à montrer que la différence est très hautement significative ($p=0$) pour le taux de mitadinage, la comparaison multiple des moyennes (Tukey) montre l'existence de classes homogènes. Le génotype Ter//mrfl/stj2 qui a le plus fort taux avec 9.8% se distingue en un premier groupe (A) avec un taux de qui ne se différencie pas de la variété Hoggar (AB) qui a un taux de 8.5%, la troisième classe (BC) rassemblant Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb et Miki-3 avec respectivement 5.7 et 5.1% ; par contre Gta/Dur69 et Waha forment le dernier groupe avec des taux de 4.7 et 3.8% indiquant une bonne vitrosité des grains.

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Tableau 07 : Analyse de variance pour le taux de Mitadinage sur le site de sétif (2007/2008)

Var	N	Moyenne	Groupement
Ter//mrfl/stj2	6	9,8	A
Hoggar	6	8,5	A B
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	6	5,7	B C
Miki-3	6	5,1	B C
Gta dur	6	4,7	C
Waha	6	3,8	C

- **Indice de jaune :**

Pour ce paramètre, les différences inter génotypiques sont aussi très hautement significatives ($p=0$). Les variétés ou lignées Miki-3, Mgl3/agh2 et Bousselem ont les valeurs les plus importantes (96,0, 95,6 et 95,2%) qui diffèrent significativement avec les autres groupes BC formés par les deux variétés Adnan-1 et Hoggar dont les valeurs sont identiques (94,7%) qui diffèrent significativement avec les autres groupes C et D dont les valeurs sont de 93.6 (Ter//mrfl/stj2) et 91.7% (Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb et Gta/Dur69).

Tableau 08 : Analyse de variance pour l'indice de jaune sur le site de Sétif (2007/2008)

Variétés	N	Moyenne	Groupement
Miki-3	10	96,0	A
Mgl3/agh2	10	95,6	A B
Bousselem	10	95.2	A B
Adnan-1	10	94.7	B C
Hoggar	10	94.7	B C
Ter//mrfl/stj2	10	93.6	C
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	10	91.7	D
Gta/ dur69	10	91.7	D

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

- **Indice de brun :**

L'analyse de la variance appliquée pour comparer entre les variétés cultivées au niveau de la station de Sétif à montrer que la différence est très hautement significative ($p=0$) entre les variétés étudiées pour le taux de l'Indice de brun. Quatre classes homogènes se sont séparées.

Quatre variétés et lignées avancées Bousselem, Adnan-1, Gta/ dur69 et Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb ont les valeurs dominantes 21,3, 21,1, 20,8 et 20,7 qui diffèrent significativement avec les autres groupes B, C et D. Il est à noter que les variétés commercialisées comme Bousselem et Gta/Dur69 se trouvent dans le lot de tête et donc répandent une couleur non appréciée pour la qualité.

Tableau 09 : Analyse groupage des génotypes selon l'indice de brun (SET/2007/R1/IB).

Des moyennes et g	N	Moyenne	Groupement
Bousselem	10	21.3	A
Adnan-1	10	21.1	A
Gta dur	10	20.8	A B
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	10	20.7	A B
Hoggar	10	20.3	B
Ter1//mrf1/stj2	10	18.8	C
Miki-3	10	18.7	C
Mgnl3/agharrass-2	10	17.9	D

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

3.2. Résultats obtenus sur les données de la station d'Oued Smar

➤ **Description des données :**

Les résultats obtenus après analyse indiquent que pour les mêmes paramètres étudiés, on a une variabilité importante à l'exception de l'indice de jaune qui est très élevé et ne variant que de très peu (90.3% à 93%). L'indice de brun n'a varié que de 16.1% à 21.4% (Tableau10). Le taux d'humidité est dans la moyenne requise et n'a pas beaucoup varié (12.4% à 14.7%). Les taux de mitadinage présentés sont bons (0.4 à 6.5%) indiquant ainsi une bonne qualité du grain

Tableau 10 : Description des données ($x \pm s$) pour le Site de OUED SMAR/2007/R1

Paramètre Variété	I/J	I/B	H%	MITA	SDS	G H	G S
Adnan-1	92.4±0.38	17,1±0,19	14,7±0,03	5.6±2.2	15.5 ± 0.7	1.4 ±0.2	0.46 ±0.04
Bousselem	90,8±0,34	18,3±0,33	13,1±0,02	0,4±0,4	27,5±0,7	3,7 ± 0,2	1,12 ±0,05
Gta dur	91,8±0,65	19,2±0,51	13,1±0,02	1,7 ± 0,9	30,0±0,0	3,3 ±0,4	1,13 ±0,01
Hoggar	91,9±1,19	19,6±0,48	13,3±0,01	4.6 ±0.5	39,5± 0,7	3,3±0,03	1,02 ±0,05
Mgln3/agherass-2	92,8±0,56	18,7±0,72	12,4 ±0,1	2,9± 1,3	32,0 ± 1,4	2,8± 0,03	0,91 ±0,06
Miki-3	93.0±1.59	16.1±0.15	12.8±0.2	6.5±1.9	36,0 ± 1,4	3,4±0,01	1,13±0,1
Ter1//mrf1/stj2	91,5±1,06	16,2±0,48	13,5 ± 0,02	4,4 ±1,4	45,5 ± 0,7	3,04±0,03	0,95 ± 0,02
Waha	90,2±0,74	21,4±0,74	13,1 ±0,02	1,5 ±1,2	29,5 ± 0,7	3,08±0,1	0,98 ± 0,05
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	-	-	12.8±0.09	2.5±0.7	23,7± 0,7	3,36 ±0,3	1,1 ±0,01

Le test de Sédimentation (SDS) montre des résultats insuffisants, indiquant une qualité médiocre. Il n'est que de 15.5% au moins et de 45.5% au plus.

Le gluten est appliqué sur la semoule de blé dur pour évaluer l'élasticité de la pâte, les résultats du Gluten humide et sec sur ces variétés montrent des résultats insuffisants à faible gluten sec (0.4 à 1.13%). Le gluten humide est d'environ 1% à 3%, ce qui est assez faible.

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

🚩 Comparaison entre variétés par caractéristique de site d'Oued Semer

- **Indice de brun :**

L'analyse de la variance appliqué pour comparer entre les variétés cultivés au niveau de la station de Oued Smar a montré que la différence est très hautement significative ($p=0$) entre les variétés étudiées pour l'indice de brun.

Les trois variétés Miki-3, Adnan-1, et Hoggar qui ont des valeurs dominantes de 93,0%, 92,5% et 91,9% diffèrent significativement avec les autres groupes B, C et D, il est à constater que ces différences ne sont pas grandes.

Ici les variétés Waha et Bousselem montrent un meilleur aspect qualitatif pour ce paramètre et présentent les plus faibles valeurs.

Tableau 11: groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95,0% pour l'indice de brun à Oued Smar (2007/2008)

Variétés	Moyenne	Groupement
Miki-3	93.0	A
Adnan-1	92.5	A B C
Hoggar	91,9	A B C D
Gta dur	91,8	B C D
Ter1//mrf1/stj2	91,6	C D
Bousselem	90,8	D E
Waha	90,3	E

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont sensiblement différentes

- **Indice de jaune :**

Ce paramètre indique aussi une variabilité inter variétale (de 16.2% à 21.4%) et des différences très significatives au seuil de confiance de 95% avec une discrimination assez claire montrant huit groupes.

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Tableau 12: groupement avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95,0% pour l'indice de jaune à Oued Smar (2007/2008)

Variétés	Moyenne	Groupement
Waha	21,4	A
Hoggar	19,6	B
Gta dur	19,3	B C
Mgln3/agharrass2	18,7	C D
Bousselem	18,3	D
Adnan-1	17,1	E
Ter1//mrf1/stj2	16,3	F
Miki-3	16,2	F

- **Taux de Mitadinage :**

Comme indiqué plus haut le taux de mitadinage est bon puisque ne dépassant pas les 6.5%. Les résultats pour ce paramètre indiquent quatre groupes distincts, quatre variétés Miki-3, Adnan-1, Hoggar et Ter1//mrf1/stj2 montrent des valeurs dominantes de 6,5, 5,6 , 4,7 et 4,4 et différent significativement avec les autres groupes B et C. Ce qui est fort apparent, c'est que les variétés cultivées (Waha, Bousselem et Gta/Dur69) exhibent les taux les plus faibles.

Tableau13: Analyse des données sur le taux de mitadinage regroupées avec la méthode de Tukey et un niveau de confiance de 95,0%

Variétés	Moyenne	Groupement
Miki-3	6.5	A
Adnan-1	5.6	A
Hoggar	4.7	A B
Ter1//mrf1/stj2	4,4	A B

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Mgln3/agrass2	2,9	B C
Agrass-1/3hfn94n-8/mrb.	2,5	B C
Gta dur	1,7	C
Waha	1,5	C
Bousselem	0,4	C

- **Le taux d'humidité :**

De très bons taux d'humidité sont enregistrés pour ce site où les différences sont très hautement significative ($p=0$) entre les variétés étudiés ; la comparaison multiple des moyennes (Tukey) a montrée des classes homogènes différentes. Adnan-1 ayant un taux de 14.7% qui est le plus élevé et forme un groupe à elle seule ; il en est de même pour Ter1//mrf1/stj2 et Hoggar qui ont des valeurs dominantes 13,5 et 13,3 qui diffèrent significativement avec les autres groups C, D et E

Tableau 14 : Test de tuket et groupement des variétés par le taux d'humidité des grains à Oued Smar (2007/2008)

Variétés	Moyenne	Groupement
Adnan-1	14,7	A
Ter1//mrf1/stj2	13,5	B
Hoggar	13,3	B C
Waha	13,1	C D
Bousselem	13,1	C D
Gta dur	13,1	C D
Miki-3	12,9	D
Agrass-1/3hfn94n-8/mrb.	12,9	D
Mgln3/agrass2	12,5	E

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

- **Test de Sédimentation (SDS) :**

Comme pour la plupart des autres paramètres, les différences sont hautement significatives entre les différentes variétés pour ce paramètre. On distingue sept classes homogènes.

Tableau 15 : Analyse des moyennes par le test de Tukey et classement en groupes homogènes pour le test de sédimentation SDS pour le site d'Oued Smar (2007/2008)

Variétés	Moyenne	Groupement
Miki-3	45,5	A
Gta dur	39,5	B
Mgln3/aghrass2	36,0	C
Hoggar	32,0	D
Bousselem	30,0	D E
Ter1//mrf1/stj2	29,5	D E
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	27,5	E
Waha	23,7	F
Adnan-1	15,5	G

- **Gluten Humide :**

Les faibles valeurs signalées indiquent quand même des différences très significatives entre les variétés testées. Plusieurs grands groupes se distinguent. La variété Adnan-1 montrant le plus faible taux se sépare des autres variétés.

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Tableau 16: Groupes homogènes et analyse des moyennes pour le gluten humide

(Oued Smar 2007/2008).

Variétés	Moyenne	Groupement
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	3,8	A
Mgln3/agherass2	3,4	A
Waha	3,4	A B
Bousselem	3,3	A B
Gta dur	3,3	A B
Ter1//mrf1/stj2	3,1	A B
Miki-3	3,0	A B
Hoggar	2,8	B
Adnan-1	1.4	C

- **Gluten Sec :**

Quoique statistiquement des différences significatives existent entre les variétés, elles sont très petites (1.1 à 0.6%).

Tableau 17: Groupes homogènes et analyse des moyennes pour le gluten humide

(Oued Smar 2007/2008).

Variétés	Moyenne	Groupement
Mgln3/agherass2	1,1	A
Bousselem	1,1	A
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	1,1	A B
Waha	1,1	A B
Gta dur	1,0	A B

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Ter1//mrf1/stj2	1,0	A B
Miki-3	1,0	A B
Hoggar	0,9	B
Adnan-1	0,6	C

3.3. Résultats obtenus sur les données de la station de Tiaret

➤ Description des données :

Dans ce site, les paramètres mesurés et qui sont l'indice de jaune, l'indice de brun, le taux de mitadinage, le taux d'humidité des grains et le test de sédimentations SDS ont été réalisés. Néanmoins par manque de quantité suffisantes le mitadinage n'a été effectué que sur six variétés sur les huit expérimentés dans ce site.

Les valeurs pour chaque paramètre ont présenté des variabilités importantes. L'indice de brun a montré un intervalle allant de 16.7 à 20.1%, l'indice de jaune montre de grandes valeurs (80.7 à 90.04%). Pour l'humidité on voit que hormis pour un génotype qui a une valeur de 18.9% toutes les autres variétés ont un taux autour de 8.9% à 10.7%. Le SDS a des valeurs variant de 17% à 34%. Quant au taux de mitadinage, les variétés analysées montre des valeurs très faibles et donc ayant une bonne vitrosité.

Tableau 18 : Description des données ($x \pm s$) pour le Site de TIARET/2007/R1

Variété \ Paramètre	I/B	I/J	H%	SDS	MITAD
Adnan-1	16,7±0,58	87,3±1,7	9,3± 0,28	39,00 ±1,41	1.698 ±0.913
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	16,7±0,22	85,1±0,2	18,9±	34,00±0,00	0,150 ±0,224
Bousselem	17,1±0,39	85,8±0,6	10,4± 0,07	29,50±0,00	0.965 ±1.082
Hoggar	18,5±0,62	87,7±2,4	8,90± *	29,50±0,00	1,167± 0,585
Mgnl3/agharrass-2	18,5±0,50	87,1±1,6	10,7± 0,1	20,0±0,00	2,75± *
Miki-3	16,2±0,27	80,7±2,6	9,3± 0,56	31,00 ±1,41	3.371 ±1.203
Ter1//mrf1/stj2	18,3±0,48	87,6 ±2,2	9,00± *	17,0±0,00	2,125±0,754
Waha	20,1±0,46	90,& ±0,2	9,00± *	29,00 ±1,41	0,333 ±0,303

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Comparaison entre variétés par caractéristique de site de Tiaret (2007/2008) :

- **Indice de jaune :**

L'analyse de la variance appliquée pour comparer entre les variétés cultivées au niveau de la station de Tiaret a montré qu'il n'y a pas de différences significatives entre les variétés étudiées pour l'indice de jaune et donc nous n'avons qu'un seul groupe homogène.

Tableau 19: Analyse des moyennes pour l'indice de jaune des géotypes testés à Tiaret (2007/2008).

Variétés	Moyenne	Groupement
Waha	90,0	A
Hoggar	87,8	A
Ter1//mrf1/stj2	87,7	A
Adnan-1	87,3	A
Mgn13/aghrass-2	87,1	A
Bousselem	85,9	A
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	85,1	A

- **Indice de brun:**

L'analyse opérée sur l'indice de brun à Tiaret indique des différences significatives entre les différents géotypes, qui ont présenté des groupes distincts. Waha a été la variété possédant un indice élevé (20.1%) constituant un groupe séparé, trois autres géotypes suivent et forment un groupe à eux seuls (Mgn13/aghrass-2, Hoggar et Ter1//Mrf1/stj2 ; Bousselem suit tout seul dans son groupe, suivi de Adnan-1 et Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb qui sont dans le même groupe et enfin Miki-3 qui termine le lot par un groupe à part ayant le meilleur indice de brun (le plus faible).

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Tableau 20: Groupement des géotypes selon l'indice de brun à Tiaret (2007/2008)

Variétés	Moyenne	Groupement
Waha	20.1	A
Mgln3/agherass-2	18.6	B
Hoggar	18,5	B
Ter1//mrf1/stj2	18,3	B
Bousselem	17,1	C
Adnan-1	16,8	C D
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	16,7	C D
Miki-3	16,2	D

- **Le taux d'humidité :**

Seul cinq géotypes ont pu faire l'objet de test du taux d'humidité, les différences entre eux ont été significatifs ; 3 à 4 classes se sont distinguées. Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb a montré un fort taux de 18.9% en formant un groupe à part. Il en est de même pour Mgln3/agherass-, puis les trois autres suivent.

Tableau 21: Groupement des géotypes selon le taux d'humidité à Tiaret (2007/2008)

Variétés	Moyenne	Groupement
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	18,9	A
Mgln3/agherass-2	10,7	B
Bousselem	10,4	B C
Miki-3	9,3	C
Adnan-1	9,3	C

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

- **Test de Sédimentation (SDS) :**

Une discrimination importante est aussi notable pour ce test de sédimentation. Les différences sont significatives entre les différents génotypes. La variabilité est importante allant de 39% à 17% et les groupes homogènes se sont distingués.

Adnan-1 se positionne seule en tête puis vient Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb suivi de Miki3 ; les variétés cultivées Hoggar, Bousselem et Waha forment ensemble le groupe suivant et enfin deux autres génotypes forment le dernier groupe (Mgnl3/agharrass-2 et Ter1//mrf1/stj2).

Tableau 22: Groupement des génotypes selon le test de sédimentation SDS à Tiaret (2007/2008)

Variétés	Moyenne	Groupement
Adnan-1	39,0	A
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	34,0	B
Miki-3	31,0	B C
Hoggar	29,5	C
Bousselem	29,5	C
Waha	29,0	C
Mgnl3/agharrass-2	20,0	D
Ter1//mrf1/stj2	17,0	D

- **Mitadinage :**

Pour ce paramètre dont les valeurs sont excellentes et dont les différences entre les variétés sont significatives, on distingue six groupes homogènes. Miki-3 est en tête et Waha et Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb les plus vitreuses ferment la marche.

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Tableau 23: Groupement des génotypes selon le taux de mitadinage relevé à Tiaret (2007/2008)

Variétés	Moyenne	Groupement
Miki-3	3.4	A
Adnan-1	1.7	A B
Bousselem	5,3	B C
Ter1//mrf1/stj2	1.0	B C D
Hoggar	1,2	C D
Waha	0,3	D
Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb.	0,1	D

3.4. Comparaison, entre les 3 stations des valeurs moyennes de chacune des caractéristiques étudiées des variétés :

A partir du tableau synthétique des analyses de variances (Tableau 24) on note que pour la moyenne de taux de mitadinage de grain il n'existe aucune différence significative entre les différentes variétés étudiées ; mais pour tous les autres paramètres, les différences sont très hautement significatives.

En ce qui concerne le taux de Mit, on note la présence par :

- ✓ Groupe 1 formé par **Waha**

Ceci indique que **Waha** est supérieure d'une façon très hautement significative aux autres variétés pour ce paramètre (Mit).

Pour le mitadinage de grains, le site a formé un groupe homogène, Sétif se retrouve seul sur un groupe alors que l'autre groupe rassemble les sites de Oued Smar et Tiaret.

La station de Sétif aux plus moyennes élevées dans ces paramètres (Mit) que les 2 autres stations : OS et Tiaret.

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Tableau 24 : Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Waha

Variables	ddl	F _{obs}	P	Les groupes homogènes
Mit	2	15,35	0,000***	Sétif Oued Semer Tiaret

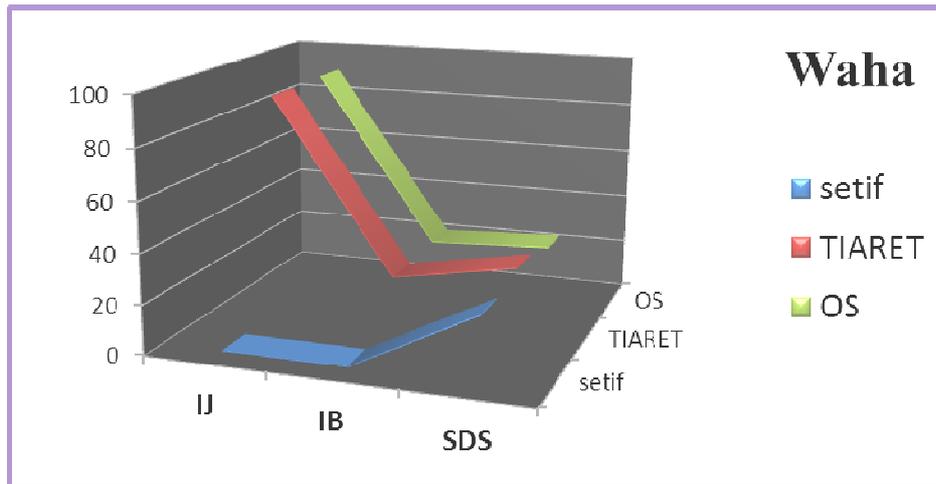


Figure 18: comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Waha.

A partir de la figure 18 qui représente la comparaison entre les trois stations pour l'indice de jaune, l'indice de brun et l' SDS, Oued Smar a les meilleurs caractéristiques de la variété Waha, le même niveau est remarqué pour la variété Waha cultivé à la station de Tiaret, ce n'est pas le cas pour cette variété cultivée à Sétif.

✚ Comparaison entre les 3 stations des valeurs moyennes de chacune des caractéristiques étudiées des variétés :

A partir du tableau synthétique des analyses de variances (Tableau 25) on note que pour le moyenne de 3 paramètres : IJ, IB, Mit il n'existe aucune différence significative entre les différentes variétés étudiées ; mais pour tous les autres paramètres, les différences sont très hautement significatives.

En ce qui concerne ces paramètres on note la présence par:

- ✓ Groupe 1 formé par **Hoggar**

Ceci indique que Hoggar est supérieure d'une façon très hautement significative aux autres variétés pour ce paramètre (IJ, IB, Mit).

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Pour les 3 paramètres on constate que les 3 stations forme chaque'une à un groupe seule c- t-à dire chaque site forme un groupe homogène séparé.

La station de Sétif aux plus moyennes élevées dans ces paramètres (IJ, IB, Mit) que les 2 autres stations : OS et Tiaret.

Tableau 25 : Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Hoggar

Variables	ddl	F _{obs}	P	Les groupes homogènes		
Indice de J	2	44 ,52	0,000***	Sétif	Oued Smar	Tiaret
Indice de B	2	28.38	0,000***	Sétif	Oued Smar	Tiaret
Mita	2	47.049	0,000***	Sétif	Oued Smar	Tiaret

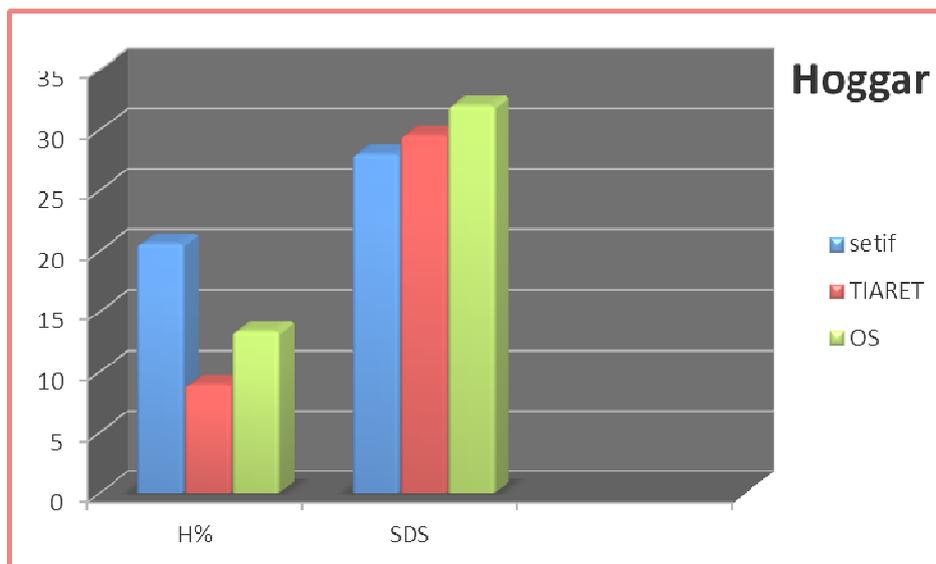


Figure 19 : comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Hoggar.

A partir de la figure 19 qui représente la comparaison entre les trois stations pour SDS et l'humidité, Oued Smar a les meilleurs caractéristiques de SDS, et Sétif est le meilleurs dans humidité, ce n'est pas le cas pour cette variété cultivée à Tiaret.

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

✚ **Comparaison entre les 3 stations des valeurs moyennes de chacune des caractéristiques étudiées des variétés :**

A partir du tableau synthétique des analyses de variances (Tableau 26) on note que pour la moyenne de 3 paramètres : IJ, IB, Hum il n'existe aucune différence significative entre les différentes variétés étudiées ; mais pour tous les autres paramètres, les différences sont très hautement significatives.

En ce qui concerne l'indice de jaune, on note la présence par:

- ✓ Groupe 1 formé par **Bousselem**

Ceci indique que **Bousselem** est supérieure d'une façon très hautement significative aux autres variétés pour ce paramètre (IJ, IB).

Ceci indique que **Bousselem** est supérieure d'une façon hautement significative aux autres variétés pour ce paramètre (Hum).

Pour la coloration l'IJ et IB à savoir chaque site forme un groupe homogène séparé par contre le taux d'Humidité à savoir un groupe constitué de deux sites formé d'un seul groupe.

La station de Sétif aux plus moyennes élevées dans ces paramètres (IJ, IB, Hum) que les 2 autres stations : OS et Tiaret.

Tableau 26 : Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Bousselem.

Variables	ddl	F _{obs}	P	Les groupes homogènes
Indice de J	2	1089	0,000***	Sétif _____ Oued Smar _____ Tiaret _____
Indice de B	2	261.68	0,000***	Sétif _____ Oued Smar _____ Tiaret _____
Hum	2	20,87	0,000**	Sétif _____ Oued Smar _____ Tiaret _____

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

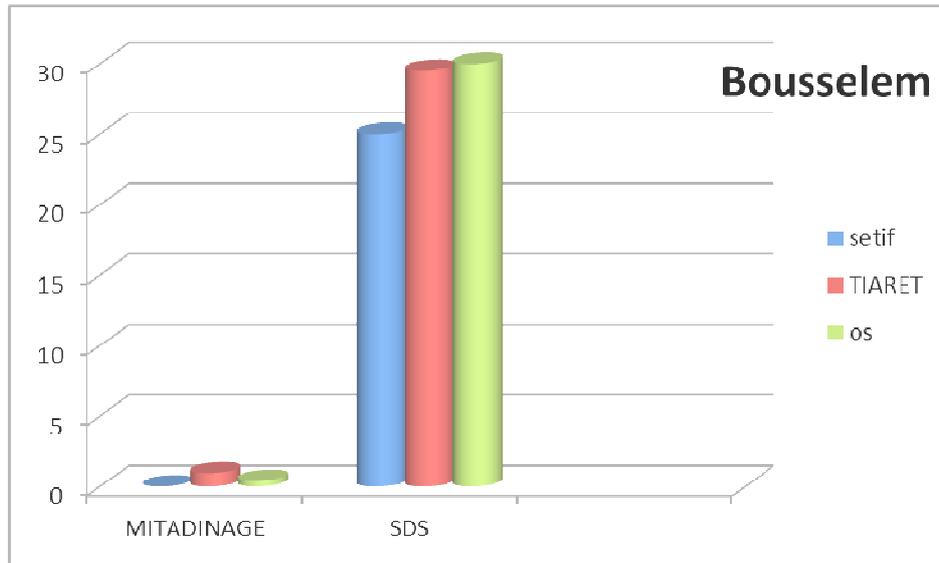


Figure 20 : comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Bousselem.

A partir de la figure 20 qui représente la comparaison entre les trois stations pour les caractéristiques (mitadinage et l' SDS), Oued Smar a les meilleurs caractéristiques, le même niveau est remarqué pour la variété Bousselem cultivé à la station de Tiaret, alors que au niveau de la station de Sétif a le rendement le moins mitadiné et avec SDS faible.

🚩 Comparaison, entre les 3 stations, des valeurs moyennes de chacune des caractéristiques étudiées des variétés :

A partir du tableau synthétique des analyses de variances (Tableau27) on note que pour le moyenne de 3 paramètres : IJ,IB, Hum il n'existe aucune différence significative entre les différentes variétés étudiées ; mais pour tous les autres paramètres les différences sont très hautement significatives.

En ce qui concerne l'indice de jaune, on note la présence par:

✓ Groupe 1 formé par **Adnan-1**

Ceci indique qu'Adnan-1 est supérieure d'une façon très hautement significative aux autres variétés pour ce paramètre (IB, IJ).

Ceci indique qu'Adnan-1 est supérieure d'une façon significative aux autres variétés pour ce paramètre (Hum).

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Chaque site s'est singularisé par des groupes homogènes différents et séparés pour le paramètre (IJ) et par contre l'IB a montré que Oued Semer et Tiaret constituent un groupe homogène et rassemblé et Sétif forme un autre groupe.

Les groupes homogènes semblent complexes pour le taux d'humidité des graines; deux groupes homogènes se sont formés : Sétif-Oued Semer, Oued Semer -Tiaret.

La station de Sétif a les plus moyennes élevées dans ces paramètres (IJ, IB, Hum) que les 2 autres stations : OS et Tiaret.

Tableau 27 : Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Adnan-1

Variables	ddl	F _{obs}	P	Les groupes homogènes
Indice de J	2	136,36	0,000***	Sétif Oued Semer Tiaret
Indice de B	2	309,02	0,000***	Sétif Oued Semer Tiaret
Hum	2	16,98	0,000*	Sétif Oued Semer Tiaret

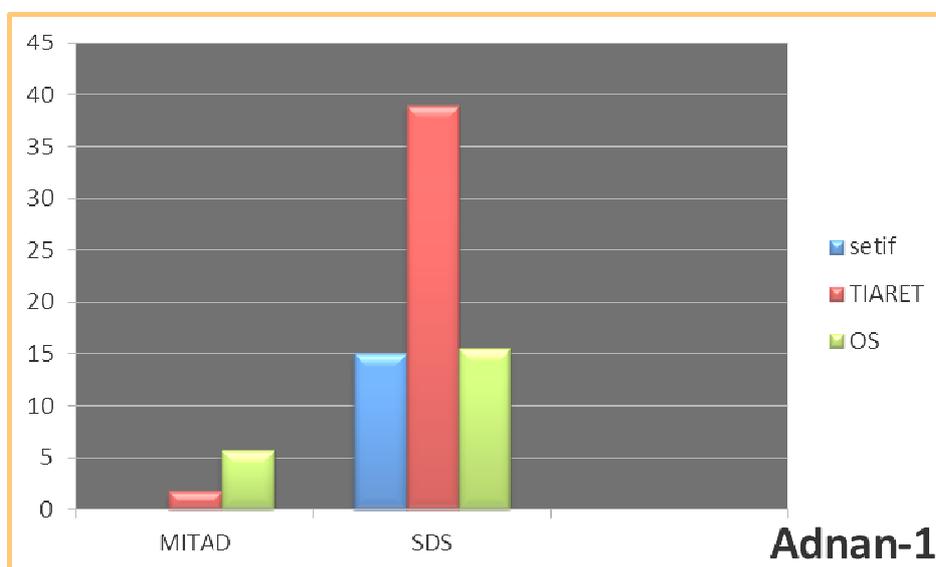


Figure 21: comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Adnan-1.

Cette figure 21 montre que la station de Tiaret a un bon rendement de SDS.

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

🚩 Comparaison, entre les 3 stations, des valeurs moyennes de chacune des caractéristiques étudiées des variétés :

A partir du tableau synthétique des analyses de variances (Tableau 28) on note que pour le moyenne de 3 paramètres : Ij, Ib, Mit il n'existe aucune différence significative entre les différentes variétés étudiées ; mais pour tous les autres paramètres les différences sont très hautement significatives.

En ce qui concerne IJ, IB, Mit, on note la présence par:

- ✓ Groupe 1 formé par **Ter1//mrf1/stj2**

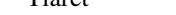
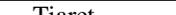
Ceci indique que Ter1//mrf1/stj2 est supérieure d'une façon très hautement significative aux autres variétés pour ce paramètre (IB, IJ, Mit).

Pour l'IJ chaque site a formé sont propre groupe homogène et séparer à l'autre et l'IB montre un premier groupe homogène formé des deux sites (Sétif et Oued Semer) et un autre groupe formé par le site de Tiaret.

Pour le taux de mitadinage le site de Sétif à formé un groupe seul et à savoir un autre groupe constitué de deux sites formé d'un seul groupe (Oued Semer et Tiaret) .

La station de Sétif aux plus moyennes élevées dans ces paramètres (IJ, IB, Mita) que les 2 autres stations : OS et Tiaret.

Tableau 28 : Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Ter1//mrf1/stj2.

Variables	ddl	F _{obs}	P	Les groupes homogènes
Indice de J	2	45,89	0,000***	Sétif  Oued Semer  Tiaret 
Indice de B	2	49,63	0,000***	Sétif  Oued Semer  Tiaret 
Mit	2	17,81	0,000***	Sétif  Oued Semer  Tiaret 

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

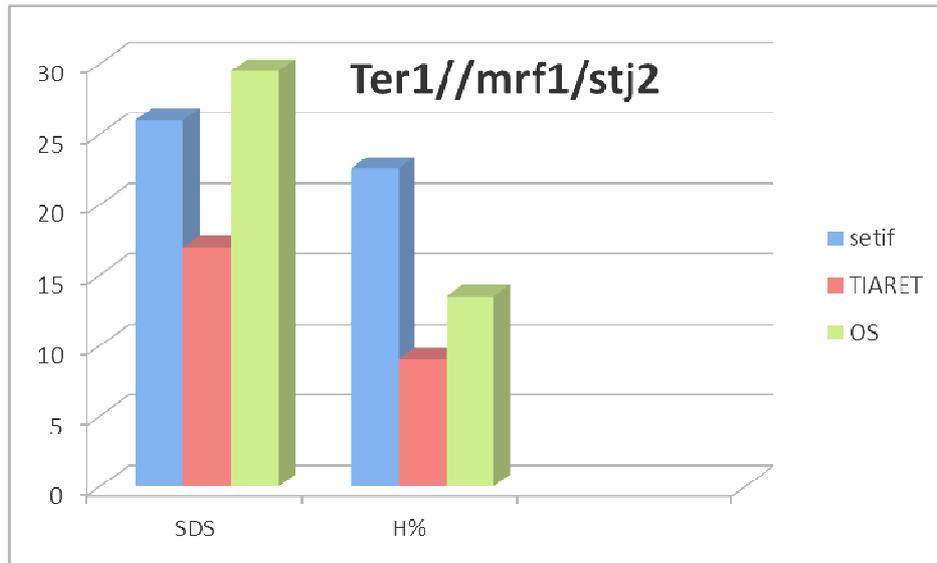


Figure 22: comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Ter1//mrf1/stj2.

Cette comparaison montre bien que c'est toujours les variétés cultivées à oued smar et à Sétif qui ont SDS élevé

✚ Comparaison, entre les 3 stations, des valeurs moyennes de chacune des caractéristiques étudiées des variétés :

A partir du tableau synthétique des analyses de variances (Tableau29) on note que pour le moyenne de taux de Mit de grain il n'existe aucune différence significative entre les différentes variétés étudiées ; mais pour tous les autres paramètres, les différences sont très hautement significatives.

En ce qui concerne le taux de Mit, on note la présence par :

✓ Groupe 1 formé par **Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb**

Ceci indique qu'Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb est supérieure d'une façon très hautement significative aux autres variétés pour ce paramètre (MITA).

Chaque site (Sétif, Oued Semer, Tiaret) s'est singularisé par des groupes homogènes différents pour le paramètre le taux de Mitadinage.

La station de Sétif aux plus moyennes élevées dans ces paramètres (Mita) que les 2 autres stations : OS et Tiaret.

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Tableau 29 : Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb

Variables	ddl	F _{obs}	P	Les groupes homogènes		
Mita	2	21,55	0,000***	Sétif	Oued Semer	Tiaret

✚ Comparaison, entre les 3 stations, des valeurs moyennes de chacune des caractéristiques étudiées chez les différentes variétés :

A partir du tableau synthétique des analyses de variances (Tableau30) on note que pour le moyenne de 3 paramètres: I jaune et I brun il n'existe aucune différence significative entre les variétés étudiées car le comportement semble le même; mais pour tous les autres paramètres les différences sont hautement à très hautement significatives.

Pour ce est des paramètres Ij, Ib, Mit, on note la présence de la lignée avancée **Mgnl3/agharrass-2** elle se situe dans le Groupe 1, ce qui indique qu'elle est supérieure de façon très hautement significative aux autres variétés pour ce paramètre (IJ) et même aux autres variétés pour les paramètre (IB) et mitadinage.

Pour l'IJ chaque site a formé son propre groupe homogène et s'est distingué aux autres, par contre pour l'IB les deux sites (Sétif, Oued Smar) sont homogènes et se rassemblent dans un seul groupe ; Tiaret a formé un autre groupe seul.

La station de Sétif à des moyennes plus élevées pour ces paramètres (IJ, IB) que les 2 autres stations : OS et Tiaret (Tableau).

Tableau 30 : Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Mgnl3/agharrass-2/IJ

Variables	ddl	F _{obs}	P	Les groupes homogènes		
Indice de J	2	166.39	0,000***	Sétif	Oued Smar	Tiaret
Indice de B	2	7,41	0,000**	Sétif	Oued Smar	Tiaret

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

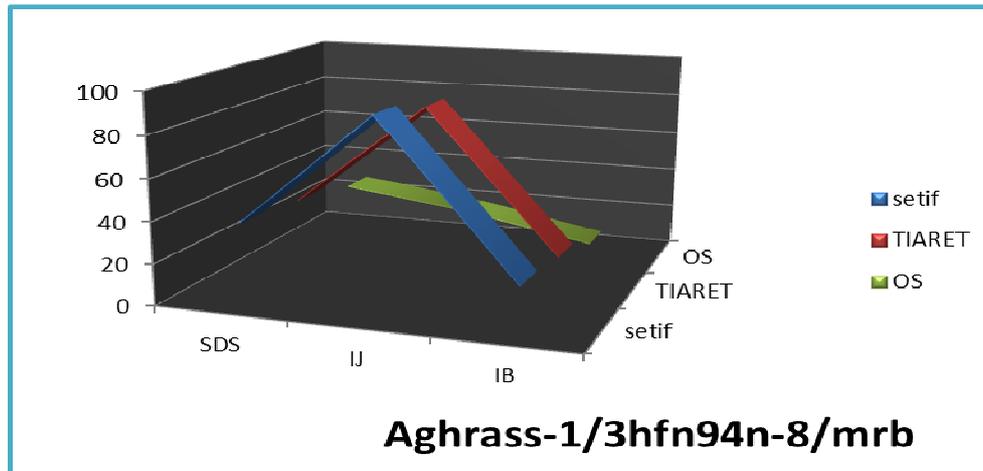


Figure 23 : comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Aghrass-1/3hfn94n-8/mrb

Cette comparaison montre bien que c'est toujours les variétés cultivées à Tiaret et à Sétif qui a l'indice de coloration élevé est que les variétés cultivées à Oued Smar ont un rendement brun

🚩 Comparaison, entre les 3 stations, des valeurs moyennes de chacune des caractéristiques étudiées des variétés :

A partir du tableau synthétique des analyses de variance (Tableau31) on note que pour le moyenne de 3 paramètres Ij, Ib, Mit, il n'existe aucune différence significative entre les différentes variétés étudiées ; mais pour tous les autres paramètres les différences sont très hautement significatives.

En ce qui concerne ces paramètres (IJ,IB, Mita) on note la présence par le Groupe 1 formé par **Miki-3** étant supérieure d'une façon très hautement significative aux autres variétés pour ce paramètre (IB, Mit). Miki-3 est aussi supérieure d'une façon hautement significative aux autres variétés pour ce paramètre (IJ).

Sétif et Oued Smar constituent un groupe homogène et Oued Semer et Tiaret en forme l'autre groupe, l'IB montre un groupe homogène liant Oued Semer à Tiaret par contre Sétif forme un autre groupe seul, et pour le Mitadinage des graines Les groupes homogènes semblent deux groupes complexes et homogènes se sont formés : Sétif-Oued Semer, Oued Semer –Tiaret.

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

La station de Sétif présente des moyennes plus élevées pour ces paramètres (IJ, IB, Mita) que les 2 autres stations OS et Tiaret (tableau 12).

Tableau 31 : Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison entre les 3 stations, par paramètre, pour la variété Miki-3

Variables	ddl	F _{obs}	P	Les groupes homogènes
Indice de J	2	3,80	0,000**	Sétif Oued Smar Tiaret
Indice de B	2	351.95	0,000***	Sétif Oued Smar Tiaret
Mita	2	6,91	0,000***	Sétif OudSmар Tiaret

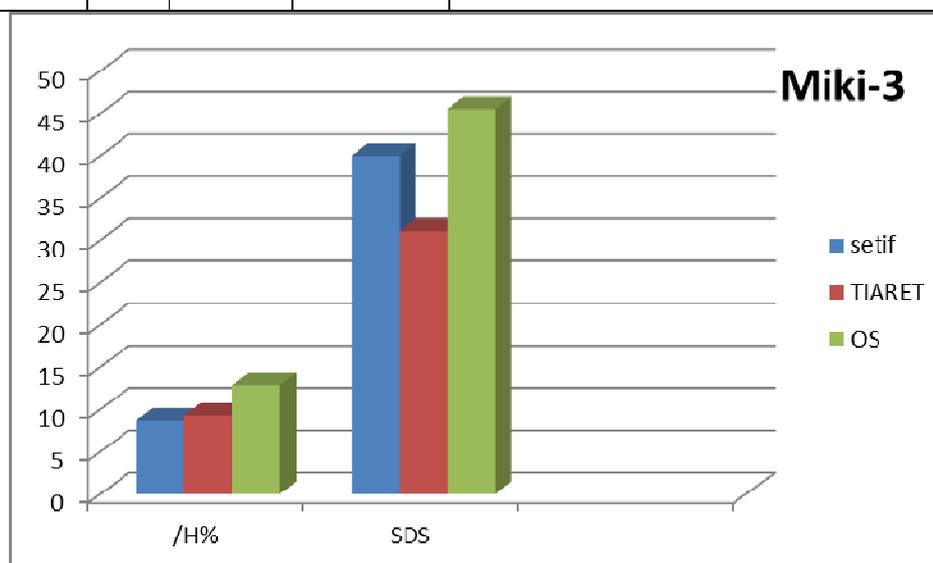


Figure 24 : comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété Miki-3.

Cette comparaison montre bien que c'est toujours les variétés cultivées à oued smar et à Sétif qui ont SDS élevé.

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

Comparaison, entre les 3 stations, des valeurs moyennes de chacune des cinq caractéristiques étudiées pour les différentes variétés :

Dans la figure 25 les deux stations OS et Sétif ont les conditions les plus compatibles pour la variété Gta-Dur alors que au niveau de la station de Tiaret a le rendement le moins mitadiné mais avec un indice de jaune faible.

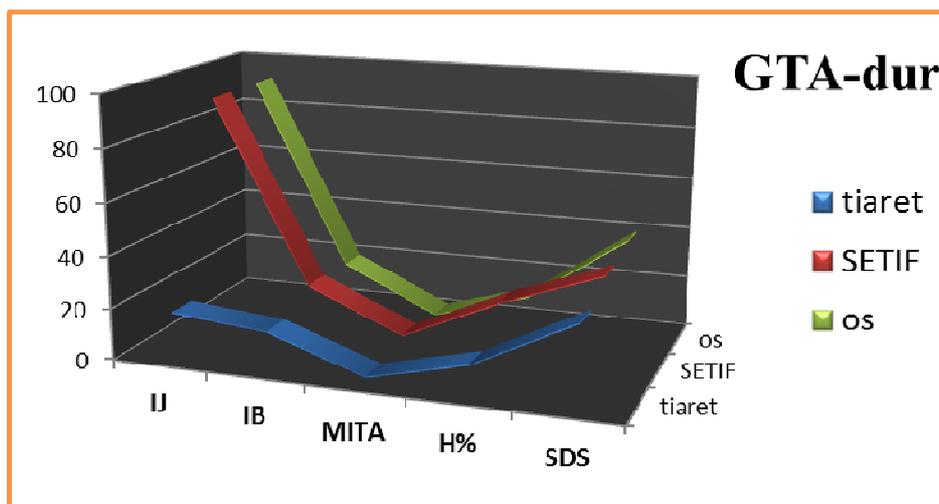


Figure 25 : comparaison entre les 3 stations par paramètre pour la variété GTA-dur.

Conclusion



Conclusion et perspective

Le principale objectif de notre travail a été de mesurer les attentes des besoins des Agriculteurs les transformateurs et les consommateurs algériens de blé dur, et de relever les principaux éléments qui contrecarrent leur activité. L'évaluation de ses attentes et besoins de coopération de l'état ; elle permet d'élaborer des stratégies d'amélioration afin de pouvoir un bon rendement de qualité de blé dur dans l'Algérie.

Les paramètres de qualités étudiés ont permis de montrer leur grande variabilité, ce qui nous facilite le travail de sélection pour tel ou tel caractère. Nous avons pu détecter chez certains génotypes une supériorité apparente par rapport aux autres pour ce qui est du taux de mitadinage, pour l'humidité et le test de sédimentation.

Le génotype Mgn13/Aghrass-2 montre de forts indices de brun et de jaunes dans les hauts plateaux de sétif et Tiaret ainsi que Miki3 et Ter1//Mrf1/Stj2, les variétés cultivées Waha, Bousellem et Gta/Dur69 se distinguent de par leurs taux de mitadinage relativement élevés supposant une faiblesse dans la vitrosité. Adnan-1 et Ter1//Mrf1/Stj2 exhibent un bon taux de SDS.

Selon le règlement 824/2000, qui indique que le pourcentage maximale de grains mitadinés, 27% comme limite maximale ; alors que le blé de 9 variétés de 3sites étudié présente un taux de mitadinage comprise entre (0,150-16,7) ce qui le rend dans la norme, ce qui évaluer sa bonification.

Par ailleurs, les résultats de notre analyse permettent d'avancer que, la qualité est supérieure sur le site de sétif par rapport aux autres sites pour la plupart des caractères.

Cette étude nous a permis de conclure qu'il existe les possibilités d'évaluer et améliorer de rendement et la qualité de blé dur algérien, mais cette amélioration doit être tout le monde union afin d'atteindre cet objectif, nous ont permis de d'émettre Quelques recommandations préventives pour l'amélioration de blé dur :

- ✚ le suivie de flah au terrain
- ✚ L'amélioration qualitative de la production de blé dur a servi de catalyseur à cet effort de recherche et les avancées académiques ont été développées dans un souci constant de transfert et d'utilisation rapide des résultats par la filière.

- ✚ Les facteurs déclenchant les phénomènes de moucheture ou mitadinage ont pu être identifiés.

Enfin, il convient de signaler que ce travail, pionnier dans le domaine, est essentiellement exploratoire. IL ouvre plusieurs piste de recherche et peut server de point de départ à des études plus ciblées sur des thématique plus précises.

Référence bibliographique



Les livres :

- 1- **Adrian J. Potus J. et Franger R.**, 1995 : La science alimentaire de A à Z, 2eme édition. Tec et doc. Lavoisier, Paris : 477p.
 - 2- **Aissaoui N. et Oumedour W. et Saidia N.** ;2011 : Contribution à l'étude de la qualité du blé ,semoulerie AMOR BEN AMOR D'elFedjoudj-Guelma ,mémoire de master, option :QPSA ,départ : Biologie, Univ 08mai45,Guelma : pp 20-35.
 - 3- **Alais C. Linden G**, 1997 : Biochimie alimentaire,4eme édition, Masson, Paris. France : 248p.
 - 4- **Anonyme.**, 2006 : La biologie de *Triticumturgidumssp. Durum* (Blé dur) Document d'accompagnement des Critères d'évaluation du risque environnemental associé aux végétaux à caractères nouveaux : pp 94-08
 - 5- **Anonyme.**, 2011 : Blé dur complet biologique, fiche technique. 1p.
 - 6- **Anonyme.**, 2013 : analyse des modes de coordination contractuelle dans la filière blé dur , offre de stage , niveau master, UMR agir de l'INRA-Toulouse :pp 85-90.
 - 7- **Anonyme.** ,1965. Économique de la production, transformation, et consommation du blé dur dans la CCE, Services des publications des communautés européennes, Bruxelles :23p.
 - 8- **Anonyme**, 2012, qualité des blés durs : observation des variétés recommandées, paris.
 - 9- **Belkhiri I.,Yalaoui N** ;2011 :Contribution à l'étude de quelques caractères technologiques de trois variétés de blé dur (*triticumdurumdesf*).mémoire de master ,option : QPSA, départ :Biologie , Univ 8mai45 , Guelma :p 47.
 - 10- **Benbelkacem A.**, Brinis L., Sadli F., 1995 La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie, Zaragoza : CIHEAM Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 22 : pp 61- 65
 - 11- **Benbella M., Erchidi E., Talouizte A.**, 2000 : Croissance du grain chez neuf cultivars de blé dur, Zaragoza : CIHEAM Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 40 : pp 137- 140.
 - 12- **Bencharif A., Chaulet C., Chehat F., Kaci M., Sahli Z.**, 1996 : la filière de blé en Algérie, Ed :kharthala, Montpellier : pp 98.
 - 13- **Bencherif A., et RastoinJ.l.**, 2007 : Concepts et Méthodes de l'Analyse de Filières Agroalimentaires : Application par la Chaîne Globale de Valeur au cas des Blés en Algérie, CIHEAM-IAMM, UMR MOISA, Montpellier, France : 9p.
-

- 14- Boudreau A., et Menard G.**, 1992 : le blé éléments fondamentaux et transformation, les presses de l'université Laval, Canada : 28p.
- 15- 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-Alger. pp 54-75.
- 16- Boulfedjehal H., Djaouad D. et Label F** ; 2007 : évaluation des caractères technologiques de quatre variétés de blé dur (*triticum durum desf*). mémoire de fin d'étude ; Univ 8 mai 45 : pp 5-14.
- 17- Boutigny A.I.**, 2007 : Etude de l'effet de composés du grain de blé dur sur la régulation de la voie de biosynthèse des trichothécènes B : purification de composés inhibiteurs, analyse des mécanismes impliqués, thèse de doctorat, discipline : Biologie, spécialité : alimentation & nutrition, Univ. bourdeaux 1 : pp 5 et 6.
- 18- Dagnelie P.** : 2006 statistique théorique et appliquée. Tome 2: inférences à une et à deux dimensions. bruxelles- université de boeck et larcier : pp 659.
- 19- Derbel N** ; 2009 : Etude de la variation spatio-temporelle de certaines caractéristiques technologiques de blé dur cultivées en Algérie. Mémoire de magister ; option : biotechnologie végétale. Départ : biologie. Université MENTOURI Constantine : pp 34-56.
- 20- Djermoun A.**, 2009 La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques, Revue Nature et Technologie. n° 01, Département d'Agronomie Univ. de Hassiba Benbouali de Chlef : pp 45 – 53.
- 21- Feillet P.**, 2000 : le grain de blé. Composition et utilisation. ed., INRA: pp 28-75.
- 22- Gibson T.S, Solah V.A. et McClearty B.V.**, 1997: A procedure to measure anylase in cereal starches and flours with concanavalin. Journal of Cereal science N°25: Pp119.
- 23- Godon B. et Loisel W.**, 1984 : Guides pratiques d'analyse dans les industries des céréales. Lavoisier : pp110-113.
- 24- Godon, B.** 1991 : Biotransformation des produits Céréale. Lavoisier, Paris, France : pp221.
- 25- Hamel L.**, 2010 : Appréciation de la variabilité génétique des blés durs et des blés apparentés par les marqueurs biochimiques, mémoire de magistère en génomique et techniques avancées des végétaux, Département de Biologie végétale et d'écologie, Université MENTOURI Constantine : pp 14-31.
-

26-I.T.C.F (institut technique des céréales et des fourrages) ,2001 : Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. Lavoisier, France : 60-83 p.

27-Kalarasse A., Zouaimia.I.,2010 : Suivi de la qualité des semoules des moulins AMOR BEN AMOR-el-Fedjoudj-Guelma-(Nord-Est Algérien) : application de la méthode HACCP. mémoire de master en QPSA. dép :biologie .univ Guelma :6-60,79

28- Kallou R. ,2008 : Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pole de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératif occitan et audecoop, master de science inst. Agronomiqueméditerranéen de montpellier: Pp 59-60.

29- Lui, C.Y., Shephred K.W.1996.InHERITANCE OF Bsubunits of glutenin and w and y-gliadins in tetraploidewheatstheor .app. genet N°90.pp1197-1157.

30- Morancho J., 2000 : Production et commercialisation du blé dur dans le monde, Zaragoza : CIHEAM, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 40, pages 29- 33

31-Terrones G., et Bumy Ph., 2012 : livre blanc << céréale >>

32- Trentesaux E., 1995 : Evaluation de la qualité du blé dur, Zaragoza : CIHEAM, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 22 pages : 53- 59.

Les sites :

- [1] http://www.gecodia.fr/Les-principaux-producteurs-de-ble-dans-le-monde_a2175.html (consulté le 20/05/2013).
- [2] http://www.fao.org/docrep/010/ah_868f/ah868f04.htm (consulté le 1/05/2013).
- [3] <http://www.algerie-focus.com/blog/2012/06/19/lalgerie-nimportera-plus-de-ble-dur-jusqua-2013/> (consulté le 13/05/2013).
- [4] <http://r0.unctad.org/infocomm/francais/ble/utilisat.htm> (consulté le 9/05/2013).
- [5] http://www.museum.agropolis.fr/pages/expos/egypte/fr/cereales/genealogiebles/t_turgidum_durum.htm (consulté le 23/04/2013).
- [6] <http://www.coursdepatisseriegratuit.com/p/les-produits-amylaces.html> (consulté le 23/04/2013).
- [7] <http://www.naltis.com/benamor> (consulté le 25/03/2013).
- [8] <http://www.universalis.fr/encyclopedie/ble/1-les-differents-types-de-ble/> (consulté le 27/02/2013).
- [9] <http://www.boulangerie.net/mp/infoblefar.html> (consulté le 14/03/2013).
- [10] <http://l-antioxydant.over-blog.fr/categorie-11532403.html> (consulté le 15/01/2013).
- [11] <http://www.terre-net.fr/observatoire-technique-culturelle/strategie-technique-culturelle/article/qualite-ble-dur-217-46315.html> (consulté le 12/01/2013).
- [12] <http://www.terre-net.fr/observatoire-technique-culturelle/strategie-technique-culturelle/article/qualite-ble-dur-217-46315.html> (consulté le 18/02/2013).
- [13] <http://www.gnis.fr/index/action/page/id/835> (consulté le 13/02/2013).
- [14] <http://www.gnis.fr/index/action/page/id/837> (consulté le 31/12/2012).
- [15] <http://www.grainscanada.gc.ca/hsnewsletter-sbulletin/issue-numero-02/article-2-fra.htm> (consulté le 11/03/2013).
- [16] http://www.terre-net.fr/dossier_special/commercialisation-2012/?idDoss=201&idrub=217&id=69148 (consulté le 23/02/2013).
- [17] <http://www.labocgac.com/la-teneur-en-eau-p21.html> (consulté le 29/12/2012).
- [18] <http://www.boulangerie.net/mp/infoblefar.html#ble> (consulté le 05/03/2013).
-

- [19] <http://www.perten.com/fr/Produits/Glutomatic/A-propos-du-gluten/> (consulté le 25/02/2013).
- [20] <http://www.labocgac.com/le-gluten-p35.html> (consulté le 12/04/2013).
- [21] <http://www.perten.com/fr/Produits/Glutomatic/La-methode-Gluten-Index/> (consulté le 25/02/2013).
- [22] <http://www.syfab.fr/ActiviteDetails.aspx?act=105&lid=5&rid=267> (consulté le 13/01/2013).
- [23] <http://www.syfab.fr/ActiviteDetails.aspx?act=105&lid=5&rid=267> (consulté le 25/02/2013).
- [24] <http://www.labocgac.com/le-gluten-p35.html>(consulté le 19/03/2013).
- [25] <http://www.perten.com/fr/Produits/Glutomatic/Le-systeme-Glutomatic/> (consulté le 22/03/2013).
- [26] [http://www.maes.fr/fiche technique/méthode gluten.pdf](http://www.maes.fr/fiche%20technique/methode%20gluten.pdf) (consulté le 25/02/2013).
- [27] <http://www.perten.com/fr/Produits/Glutomatic/La-methode-Gluten-Index/> (consulté le 14/02//2013).
- [28] <http://laboval.pagesperso-orange.fr/page24.html> (consulté le 26/05/2013).
-

Résumé :

Ce travail vise à rechercher la stabilité spatiale de 11 caractéristiques technologiques obtenues sur 9 variétés de blé dur cultivées en Algérie durant l'année 2007/2008 au niveau de trois sites différents (Oued Smar, Tiaret ;et Sétif)

Les données ont été analysées par la méthode statistique unie et bi variées et ceci par site et pour l'ensemble des trois sites, des comparaisons intra et inter site ont été réalisées en vue d'étudier la variation spatiale de chacune des caractéristiques étudiées par variété de blé dur.

L'analyse statistique des résultats a montré de la différence hautement significative entre les différents types de blé étudiés, pour la majorité des paramètres estimés. Et le blé de Sétif a montré plus de qualité comparativement aux autres blés d'estimées.

Mots clés : blé dur- qualité- méthodes statistiques.

Abstract:

This work aims to investigate the spatial stability of 11 technological characteristics obtained 9 durum wheat varieties grown in Algeria during 2007 at three different sites (Oued Smar, Tiaret, and Sétif)

The data were analyzed by statistical method and this varied by site and for all three sites, intra-and inter-site comparisons were carried out to study the spatial variation of each of the characteristics studied by variety of durum wheat.

Statistical analysis of theirs alts showed highly significant differences between the different types of wheat studied, the majority of the estimated parameters. And wheat Serif showed more quality compared to other estimated wheat.

Keywords: durum-quality- statistical methods.

الملخص:

هذا العمل يهدف إلى تحقيق الاستقرار المكاني لإحدى عشر من الخصائص التكنولوجية التي تمت على تسعة أصناف من القمح الصلب نمت في الجزائر خلال سنة 2008/2007 في ثلاثة مواقع مختلفة (واد السمار، تيارت، و سطيف) وقد تم تحليل البيانات على طريقة الإحصاء بمتغير ومتغيرين تختلف بحسب الموقع وبالنسبة لجميع المواقع الثلاثة، نفذت داخل وبين المواقع المقارنات لدراسة التباين المكاني للخصائص لكل نوع من القمح الصلب.

أظهر التحليل الإحصائي للنتائج فروق معنوية عالية بين أنواع مختلفة من القمح المدروس، بالنسبة لغالبية الخصائص المقدرة. وأظهرت القمح سطيف أكثر جودة بالمقارنة مع قمح الولايات الأخرى.

كلمات البحث: الأساليب الإحصائية- ذات جودة- القمح الصلب.