

## Chapitre -I- Revues bibliographiques

### I- Blé tendre

#### I.1- Origine et classification de blé tendre

Les blés constituent le genre *Triticum* qui comporte un certain nombre d'espèces sauvages et cultivées, génétiquement on peut les séparer en diploïdes, tétraploïdes et hexaploïdes. D'après la classification proposée par Dhalgren et Clifford (1985) : In Brabri et Derradji (2005), le blé tendre est une monocotylédone appartenant au superordre des commeliniflorales, ordre des poales, famille des poaceae, genre *Triticum* sp. Les différentes espèces de blé ont été générées par des événements successifs de polyploidisation intervenant après des croisements interspécifiques entre trois espèces ancestrales diploïdes. Le premier événement, impliquant (*Triticum monococcum*) et (*Aegilops speltoides*), et conduit à l'apparition du blé dur tétraploïde, alors que le deuxième événement de polyploidisation était entre le blé dur tétraploïde cultivé et un autre blé diploïde (*Aegilops tauschii*) en donnant ainsi (*Triticum aestivum* L.), le blé tendre actuel est hexaploïde,  $2n = 2x = 42$  chromosomes (Chalhoub, 2005)

#### I.2- Culture de blé tendre

Pour une réussite de culture de blé, le labour du sol doit être assez profond (30cm) et de bonne structure, ainsi la fumure en calcium et la richesse en matière organique, quand aux conditions des précipitations, la pluviométrie doit être comprise entre 400 et 600 mm/an, (ITGC, 2001).

#### I.3- Croissance et développement de blé

La croissance et le développement de blé tendre comprennent plusieurs phases.

##### I.3.1- Semis – levée

La germination de blé est caractérisée par la croissance des racines séminales et d'une préfeuille ou coléoptile. Celui-ci sert de manchon protecteur à la première feuille au moment où elle sort de la terre. Apparaissent ensuite successivement plusieurs feuilles qui partent toutes d'une même zone, le plateau de tallage, constitué d'un empilement d'entre-nœuds 3 à 4mm d'épaisseur et des ébauches des futures feuilles.

##### Elaboration de rendement

Cette période correspond à la mise en place du nombre de pieds/m<sup>2</sup>, Le rythme de développement des feuilles et des futures tiges de la plante est déterminé durant cette phase qui est exposée à des risques telles que:

- Un excès d'eau peut provoquer une perte de plantes, alors que La sécheresse peut entraîner un retard ou une hétérogénéité de la levée

- Les dégâts de gel se manifestent lorsque la température atteint (- 8C°).
- Des accidents culturaux peuvent également pénaliser la levée (Semis trop profond, croûte de battance, présence de débris végétaux en grande quantité dans le lit de semence).

### **I.3.2- Tallage**

Le tallage est un processus de ramification au cours duquel entrent successivement en croissance les bourgeons situés au niveau du plateau de tallage. Les premières tiges latérales, ou talles, prennent naissance à partir de bourgeon situé à l'aisselle des feuilles de la tige principale ou maître-brin, ce sont les talles primaires. D'autres talles se développent de la même manière à partir de bourgeons situés à l'aisselle des feuilles des talles primaires, ce sont les talles secondaires. Parallèlement, le bourgeon des tiges évolue en un bourgeon floral qui commence à élaborer les futurs épillets. Durant cette période se met en place le nombre de talle par mètre carré qui n'est à l'abri des risques qui peuvent survenir. On note que l'excès d'eau peut, par asphyxie racinaire, pénaliser l'alimentation minérale des plantes, réduire leurs croissances ou limiter le tallage. Aussi un semis trop profond favorise la formation d'une rhizome, ou tige souterraine, qui risque d'être sectionnée sous l'effet mécanique du gel et enfin, un semis trop profond peut également inhiber la formation des premières talles.

### **I.3.3- Montaison et épiaison**

La montaison débute à la fin de l'hiver ou au début du printemps par l'élongation des entrenœuds de chaque talle au sommet desquelles se continuent à se former peu à peu le jeune épi. Les tiges les moins développées régressent. La méiose des grains de pollen a eu lieu à cette époque, l'épi se dégage du grain de la dernière feuille, c'est l'épiaison. Durant cette période se met en place le nombre d'épis par plante, et cela peut avoir des risques aussi, c'est durant cette période que la culture est particulièrement sensible aux variations extrêmes de températures, le stade "épi 1cm au-dessus du plateau de tallage", la plante est sensible aux températures inférieures à (- 4C°), alors qu'au stade méiose, les températures inférieures à (+ 4C°) ou supérieures à (+30C°) peuvent réduire la fertilité du pollen par contre la sécheresse peut handicaper la formation des fleurs et donc affecter le nombre de grains potentiels de l'épi.

### **I.3.4- Formation et maturation de grain**

La fécondation aura lieu à l'intérieur de chaque fleur, avant la floraison, dont l'apparition des étamines à l'extérieur. Le nombre de grains/épi est fixé à cette époque. Le jeune

grain, qui est l'objet d'une multiplication cellulaire intense, grossit par accumulation d'eau et atteint sa taille définitive, c'est le stade " grain laiteux ". La quantité d'eau du grain reste un moment constant, c'est "le palier hydrique". La migration des substances et des réserves accumulées antérieurement dans les feuilles et dans la tige (amidon, protéines) a lieu essentiellement durant cette période. Le stade " grain pâteux " correspond à la fin de la migration des réserves, c'est alors la phase de dessiccation du grain qui devient dur à maturité. Cette période correspond à l'élaboration de la dernière composante constitutive du rendement, c'est le poids de 1000 grains (PMG). Parmi les risques qu'affectent cette phase on note une brusque élévation de la température au-dessus de (+25C°) durant cette phase de développement sera provoqué une rupture de l'alimentation en eau, ce qui ralentit la migration des réserves vers le grain, c'est le phénomène d'échaudage. Des facteurs culturaux peuvent également perturber le remplissage du gain, notamment une mauvaise maîtrise des maladies ou de la verse, ainsi que les fortes températures cumulées entre le stade laiteux et pâteux, pendant le palier hydrique, peuvent sensibiliser la graine à la germination sur pied. (Blé tendre, 2002, ITCF).

## **I.4- Caractéristiques des grains**

### **I.4.1- Caractéristiques morphologiques**

Le blé tendre vitreux, dit de force "hard" la vitrosité d'un blé exprime l'aspect " translucide " de l'amande des grains. Un grain vitreux contient moins d'air interstitiel, son amande est donc plus compacte et plus dense d'où une masse volumique réelle plus élevée en général. Un grain farineux possède une amande opaque, blanche, généralement friable.

Le blé tendre, dit faible, mou ou amidonné " soft " est un type de blé qui désigne plusieurs céréales appartenant au genre *Triticum*. Ce sont des plantes annuelles de la famille des graminées, cultivées dans de très nombreux pays. Ce type de blé sert pour la confection des gâteaux, biscuits et autres pâtisseries, puisque son taux de protéines est relativement faible (8 à 10%) et contient peu de gluten. (ITGC, 2001).

Le grain de blé se compose de trois parties principales à savoir : Les enveloppes de la graine et du fruit, formées de six tissus différents, épiderme, nucelle, tégument séminal ou testa (enveloppe de la graine), cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe et épicarpe ce qui présente (13- 17%). L'albumen constitué de l'albumen amylicé (au sein duquel subsistent des cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique à dont les parois cellulose sont peut visibles) et de la couche à aleurone présente, (80 -85% du grain). Le germe constitue un organe de réserve, riche en protéines et en lipides pour la jeune plantule et forme environ (2,5% à 3%) du grain, le germe comprend deux parties, la plantule (future plante) et le cotylédone (réserve de

nourriture très facilement assimilable, destinée à la plantule), qui contient l'essentiel des matières grasses du grain. Ainsi, le germe est riche en vitamine B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, etc. (P. Feillet, 2000).

#### **I.4.2- Poids spécifique (PS)**

Le poids spécifique (PS) est essentiellement déterminé par les conditions sanitaires et par le climat. Pendant la formation du grain, les excès de pluies et les défauts de rayonnement au cours de la formation des enveloppes pénalisent le PS, alors que pendant la récolte, les pluies tardives sur un grain sec se traduisent par une augmentation du volume des grains et donc du PS. (Lescar, 2002).

### **I.5- Influence des facteurs climatiques sur la production de blé en Algérie**

Les températures et les précipitations sont les principaux facteurs climatiques influant sur la culture du blé et par conséquent sur sa production.

#### **I.5.1- Les températures**

Les températures peuvent survenir jusqu'à la fin Avril- début Mai et débuter dès la fin novembre vers 1000 mètres d'altitude, elles interviennent au niveau de la plante par leurs valeurs absolues (gelées ou coup de chaleur) mais aussi par leurs valeurs relatives amplitudes. Ainsi, en zones continentales, le risque principal provient de la remontée très rapide des températures après le lever du soleil.

#### **I.5.2- Les gelées**

Les gelées sont en tout cas à craindre pendant la phase de formation de l'épi, cela au moins un sur deux pendant la phase épiaison floraison, pour les variétés précoces et normales. Les variétés semi-tardives étant soumises à d'autres aléas.

#### **I.5.3- Le sirocco**

En dehors du vent, la masse d'air très sèche et l'élévation de températures d'une façon brutale ont des effets importants sur les cultures. Ce phénomène augmente en proportions notables avec l'éloignement de la mer, son effet d'échaudage sur le blé est particulièrement redoutable.

#### **I.5.4- Les précipitations**

Les éléments les plus importants de la pluviosité Algérienne non pas les moyennes, mais les fréquences des classes de pluies mensuelles et annuelles, et l'importance des pluies unitaire à chaque saison. Dant la répartition inter- annuelle et la répartition au cours de l'année est très irrégulière.

### **I.6- Les maladies de blé**

Les maladies de blé influent sur la stabilité du rendement des différentes variétés et sur la qualité des grains récoltés. Ces maladies sont surtout présents sur le littoral et les plaines sublittoral (Belaid 1986).

**I.6.1-Les rouilles**

Ce sont des maladies provoquées par des champignons basidiomycètes du genre *Puccinia*, leur développement se poursuit sur d'autres plantes que le blé. Le champignon donne des pycnides et ces dernières donnent des écidiospores qui ne peuvent germer que sur le blé. Les rouilles détournent à leur profit une partie de la nourriture des plantes et des réserves en eau, ce qui provoque des pertes de rendement qui peuvent atteindre 50%.

On distingue, La rouille noire (*Punicia Tritici*), son aire de dispersion correspond aux zones littorales humides et tempérés et La rouille brune (*Punicia recondita*) qui provoque moins de dégâts.

**I.6.2-Le Septoriose** ou (*Septoria nodorum*)

Il attaque la jeune plantule et forme sur ces jeunes feuilles des taches ovales brunes ce qui provoque un enroulement des jeunes plantules. On note que les variétés mexicaines sont plus sensibles à cette maladie\_ (Lescar, 2002).

**I.6.3- La Fusariose**

La plante attaquée par ce pathogène s'étirole et finit par mourir. Au moment de l'épiaison, l'attaque se manifeste par des points noirs. (Lescar, 2002).

**I.6.4- Le piétin**

L'attaque se fait à la base des chaumes et des racines, il existe essentiellement deux parasites, le piétin verse et le piétin échaudage.(Lescar, 2002).

**I.6.5- Le charbon nu de blé**

La maladie ne se manifeste qu'avant le moment où l'épi sort de la gaine de la dernière feuille avant le jaunissement total de l'épi. Les épillets, dès leur sortie de l'épi apparaissent détruites et seront remplacées par une poudre noire (spores) que peut le vent disseminer facilement. Ainsi en quelques jours, le rachis seul va persister.

**I.7- Nutrition des plantes**

Pour un rendement de 15 quintaux à l'hectare de blé comme étant un exemple, la quantité d'engrais souhaitable est de 36kg d'azote, 18,7kg de phosphore et 25kg de potasse.

L'azote assimilable se trouve dans la solution du sol sous forme ammoniacale ( $\text{NH}_4^+$ ) et nitrique ( $\text{NO}_3^-$ ). Par sa nutrition la plante absorbe l'ion  $\text{NO}_3^-$  qu'elle transforme, en partie, au niveau des racines. Par contre l'ion  $\text{NH}_4^+$  est plus difficilement absorbé, de ce fait, l'azote est un élément nécessaire à la multiplication cellulaire et au développement des organes végétatifs, il accroît la surface et la masse protoplasmique active. En réduisant les glucides indispensables aux synthèses, il

diminue l'épaississement des parois cellulaires dans les jeunes tissus. Au niveau des feuilles, il se trouve réparti dans les chloroplastes et le cytoplasme.

Le phosphore remplissant un grand nombre de fonctions. Son influence est marquée par une bonne alimentation en cet élément surtout sur la croissance et le développement (fécondation, fructification, maturation, constitution de réserves), c'est souvent un facteur de précocité dont son insuffisance accroît les risques d'échaudage, comme il peut améliorer la résistance au froid.

Quant à La potasse élément minéral plus abondant dans le déroulement des fonctions qui assurent la croissance, la photosynthèse, et par conséquent la formation des matières constitutives de la plante et de ces réserves (glucides, matières grasses et protéines). La potasse permet l'augmentation des rendements, son rôle dans la croissance explique l'intensité de son absorption lors du jeune âge de la plante. Les besoins de blé en potassium peuvent donc être supérieurs aux quantités contenues à la récolte : 30 à 50kg de potassium par hectares.

### **I.8- Les caractères technologiques de blé tendre**

La qualité technologique est considérée comme étant une expression consacrée par l'usage qui fait référence à l'aptitude d'une variété ou d'un lot de grain de blé à donner dans de bonnes conditions d'utilisations un pain acceptable, (Rousset et Autran, 1979). La notion de qualité de blé est assez imprécise et recouvre plusieurs aspects (agronomiques, technologies, nutritionnelles et sanitaires, ...ex.), (Gautier, 1983).

La valeur technologique de blé recouvre deux aspects à savoir : la valeur meunière qui est l'aptitude d'un blé à donner un rendement élevé en farine, dotée d'une composition répondant aux exigences de transformation et de la ménagère et la valeur boulangère qui est l'aptitude d'une farine à donner un bon et beau pain, (Calvel, 1973): In Baghous. F (1998). Cette valeur est estimée par un essai de panification dont on tire les mesures ou les notations sur le rendement en pâte, la tolérance et la qualité du pain, (Mauze et al, 1972). Cependant les deux aspects de la valeur boulangère sont, La force boulangère ou l'aptitude d'une farine à absorber beaucoup d'eau sans se dégrader et à tolérer un pétrissage intensif. (Bourdet, 1977), et la valeur fermentative qui dépend de la richesse en sucres fermentescibles et de l'équilibre enzymatique de la farine. Différents facteurs agissent sur l'expression de la valeur en panification d'un lot de grain de blé, il s'agit du génotype, du milieu de culture (année, lieu, fertilisation,...) et à l'interaction génotype X milieu ; les facteurs génétiques et environnementaux ont une influence combinée sur la valeur boulangère, (Bushuk, 1984): In Aggoun. K (1990). Ces facteurs peuvent exercer leurs influence par des variations protéiques en quantité et en qualité lesquelles expliquent pour une grande part les variations de la qualité boulangère.

## **I.9- Appréciation de la quantité de la valeur boulangère des blés**

Les chercheurs ont mis au point un grand nombre de méthodes ou tests directes et indirectes pour évaluer les différents aspects de la valeur boulangère des blés, entre autres on cite.

### **- Tests directs ou essai de panification type " CNERNA "**

Les méthodes d'analyse chimique et physique des blés, des farines et des pâtes de farine permettent d'avoir des indications sur la valeur d'utilisation de ces produits pour la panification. Mais l'expression montre que cette approche est souvent insuffisante pour prévoir le comportement réel des farines dans la fabrication du pain, (Rousset, 1984): In Ghobchi et Mirnesse, (2000). Il n'existe pas un meilleur moyen d'apprécier la qualité d'un lot de blé ou d'une farine que de les soumettre à une transformation identique à celle pour laquelle il est destiné. L'essai de panification à condition qu'il soit réalisé par des personnes qualifiées, demeure le meilleur moyen d'évaluation de la valeur boulangère (Calvel, 1980).

### **- Tests indirects ou Influences par la teneur en protéine des échantillons**

(Se sont des tests multiples entre autres on cite, (test de sédimentation de "Zeleny", test de "Pelshenke", essai à l'alvéographe chopin, farinographe,...).

### **- Tests indirects ou non influences par la teneur en protéine des échantillons**

Test de sédimentation, SDS gel protéique, résidu protéique insoluble dans l'acide acétique 0,05 N.

#### **I.9.1- Rôles des protéines dans le processus de la panification**

Les protéines de la farine jouent un rôle essentiel dans la valeur boulangère ainsi que dans l'aptitude à la panification. Les gliadines participent certainement à la valeur boulangère mais, ne paraissent pas avoir un rôle essentiel. Les gliadines du gluten contribueraient à l'extensibilité alors que les gluténines joueraient un rôle dans la résistance à l'élasticité. La force de la pâte est reliée à la teneur totale en gluténine de la farine, incluant donc la fraction insoluble, mais une proportion convenable de gluténines de haut poids moléculaire (HPM) est essentielle pour la qualité de la pâte (Huebner et Wall, 1976), de même le volume des pains est directement proportionnel à la qualité du gluténine insoluble.

#### **I.9.2- Rôle des glucides dans la panification**

Les glucides sont les composants majeurs de la farine de blé, représentant 70 à 80% de la matière sèche, leur teneur varie selon le taux d'extraction des farines. On les retrouve sous forme de polysides (Amidon et Cellulose,) représentent respectivement 78-83 % et 03-3,5 % de la matière sèche, (Godon, 1991), d'oses (glucose, fructose sous forme de traces) et d'oligosides avec du

saccharose 0,14 % du raffinose 0,18 % et du maltose 0,06 %, (Ancer, 1994). Les polysides, tel que l'amidon est composé essentiellement d'unîtes ( $\alpha$ -D Glycopyranose) liée principalement par des liaisons  $\alpha$  (1-4) et 4-5 % de liaisons  $\alpha$  (1-6). C'est un mélange de trois fractions chimiques, représentés par l'amylose qui est une macromolécule linéaire d'unités D-glucosyl liée, en  $\alpha$  (1-4), l'amylopectine, macromolécule ramifiées comportent outre 5 à 6 % de liaison  $\alpha$  (1-6), et un matériel intermédiaire dont le poids moléculaire se situe entre celui de l'amylose et de l'amylopectine.

### **I.9.3- Action des oses, oligosides et dextrans**

Les oses et oligosides, appelés stock fermentescible servent de substrat carboné à la levure. Ils sont utilisés surtout lors de la première phase de la fermentation et se transforment sous l'action de la zymase en gaz carbonique, alcools et autres produits secondaires responsables de l'arome et du volume du pain, les dextrans contribuent au goût caractéristique de la mie, à la coloration et à la flaveur de la croûte par réaction de Mallard.

### **I.9.4 - Action des polysides (Amidon, pentosanes, hémicellulose et cellulose)**

L'amidon est le constituant majeur, de la fraction glucidique il est à l'origine des glucides fermentescibles. L'une des principales caractéristiques est sa capacité d'absorption d'eau qui est beaucoup plus marquée avec les grains endommagés (Melas et al 1993).

Les pentosanes solubles sont hydrophiles, ils sont capables d'augmenter l'absorption d'eau d'une farine et peuvent absorber onze fois leurs poids en quantité d'eau. Leurs additions à la pâte immobilisent l'eau libre et donne une pâte plus ferme en modifiant le temps de pétrissage pour un développement optimal. La présence d'hémicelluloses augmente l'absorption d'eau de la pâte, celle-ci est d'autant plus collante que leur taux est plus élevé.

Mis à part l'intérêt diététique et physiologique, le faible taux de la cellulose de la farine utilisée, limite son rôle en panification. (Melas et al 1993).

### **I.9.5- Rôle des lipides dans la panification**

La quantité des lipides présents dans le blé et ses dérivés dépendent de plusieurs facteurs tels que la variété, le lieu de culture et les techniques culturales ainsi que le stade de maturité et du type de la farine. Les lipides représentent seulement 2 à 4 % de la matière sèche du blé (Morrison, 1978). Comme dans le cas des autres céréales, le germe et l'aleurone en sont les parties les plus pourvues. (Berger, 1983). La teneur des lipides dans la farine de blé contient de 70% de lipides apolaires et 30% de lipides polaires dans la fraction libre et dans les proportions inverses dans la fraction liée. La plupart des lipides de la farine proviennent du germe qui contient principalement les triglycérides dont leurs caractéristiques structurelles varient suivant qu'ils sont associés ou non.

La quantité et la composition des lipides de la farine sont essentiellement les mêmes d'une variété de blé à une autre et quelques soit les conditions de culture (Berger, 1983). Bien qu'en très faible quantité, les lipides jouent un rôle non négligeable et affectent les quantités boulangères lorsque leur composition évolue au cours du stockage. Ils interviennent sur les caractéristiques rhéologiques, et le mécanisme d'oxydo- réduction, groupement S – H et S – S lors de la formation du gluten (Germain, 1968): in Baghous. F (1998). La fraction libre agit principalement sur la viscosité des pâtes et sur leur temps de relaxation, elle affecte leur élasticité.

Deux points principaux caractérisant le rôle des lipides au cours du processus de panification, le premier est l'interaction des lipides libres avec les protéines de la farine et avec la formation du complexe lipido-protéique qui contribuent à l'amélioration des propriétés viscoélastique de la pâte (Berger, 1982). Le second point est lié à l'activité de la liposcygenase, cette enzyme par son action sur les acides gras insaturés contribue à l'augmentation de la tenue et au raffermissement de la pâte affectant ainsi la structure interne et les propriétés organoleptiques du pain, (Berger, 1982).

## **I.10- Méthodes d'évaluation de la qualité**

### **I.10.1- Valeur meunière**

Le poids de mille grains, le taux d'extraction et le taux de cendre donne une indication sur la valeur d'utilisation d'un blé.

### **I.10.2- Taux d'extraction**

C'est la qualité de la farine obtenue après extraction de 100kg de blé débarrassé de ses impuretés. Cette farine provient de l'albumen et représente environ 70 % du poids de grains (Calvel, 1980). Le taux d'extraction est influencé par le génotype et la conduite de la mouture.

### **I.10.3-Taux de cendre**

Il est sous la dépendance de plusieurs facteurs tels que le génotype, la disponibilité du sol en minéraux, l'ensoleillement et le taux d'extraction. Les cendres sont les résidus d'incinération du produit dans les conditions bien définies (Mauze et al, 1972). Le blé Algérien est caractérisé par des taux de cendres élevés par rapport aux blés européens.

### **I.10.4- Valeur boulangère**

Deux procédés collaborent à la détermination de cette valeur à savoir le procédé indirect ou il est impliqué un certain nombre de tests complémentaires en vue d'une classification sans pour autant donner une assurance totale de la qualité recherchée. Il consiste donc, à la réalisation des tests suivants à savoir,

**I.10.4.1- Le taux de gluten:** Le gluten est un complexe protéique insoluble dans l'eau salée. Il est constitué essentiellement de gliadines et de gluténines. Il confère à la pâte sèche propriétés

plastiques et fait le travail d'un ciment reliant les particules d'amidon. L'extraction se fait manuellement par lixiviation d'un p $\hat{a}$ ton de 10 gr sous un filet d'eau salée à 2,5 %.

**I.10.4.2-La force boulangère:** Les propriétés de gluten sont influencées par d'autres constituants de la farine. Il est indispensable d'examiner les propriétés de la p $\hat{a}$ te à l'alvéographe Chopin.

**I.10.4.3-L'alvéographe Chopin:** Met en évidence certaines caractéristiques susceptibles de nous renseigner sur les propriétés rhéologiques. Il déforme la p $\hat{a}$ te sous forme de bulle et enregistre le travail de déformation sous de diagramme d'où sont titrés les paramètres suivants :

- **la tencité « P » :** elle est en rapport avec la capacité d'hydrations de la farine et correspond à l'extensibilité de la p $\hat{a}$ te jusqu'à la rupture.
- **Le gonflement « G » :** sa valeur est la racine carré d'un volume d'air nécessaire pour développer la bulle jusqu'à éclatement.
- **L'élasticité « L » :** correspond à l'extensibilité (mm). Elle est corrélée au gonflement.
- **La force boulangère «W» :** c'est le travail affecté pour la déformation d'une bulle de p $\hat{a}$ te. Un blé type boulangère doit avoir un W alvéographe entre 130 et 180 et un gonflement G supérieur à 20.

#### **I.10.4.4-L'essai au farinographe "Brabender "**

L'essai à alvéographe Chopin est affecté à hydratation constante, mais pour travailler dans les mêmes conditions que chez le boulanger, on fait appel au farinographe Brabender.

#### **I.10.4.5-Teneur en protéines**

La quantité des protéines de part son intérêt nutritionnel, reste le principal critère dans les transactions commerciales mais ne peut être un critère suffisant pour l'appréciation de la valeur boulangère. En effet selon Russet et *al*, (1979) pour qu'un blé soit homologué «de force », il doit être riche en protéines.

#### **I.10.4.6-Indice "Zeleny"**

Les valeurs de sédimentation sont corrélées à la qualité des protéines et leurs propriétés de gonflement dans un milieu acide. C'est le nombre indiquant le volume exprimé en millilitre de dépôt obtenu à partir d'une suspension de farine expérimentale dans une solution lactique 0,5N (norme Afnor). L'indice sera exprimé selon l'échelle:

- A) Indice <18 force boulangère suffisante
- B) 18>Indice <28 très bonne force.
- C) 28 > Indice < 38 très bonne force boulangère.
- D) Indice > 38 force élevée.