



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine.
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة.
كلية علوم الطبيعة و الحياة.

Département : Biologie Et Ecologie Végétale قسم

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master.

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Sciences Biologique.

Spécialité : *biologie et physiologie de la reproduction.*

Intitulé:

L'effet de la profondeur de semis sur la croissance et le développement des céréales.

Présenté par :

Bouzid Naouel Chiraz & Bourouneche Roumaissa

Jury d'évaluation:

soutenu le : 14/07/2019.

Président :	Pr. BOUDOUR L.	(Professeur - UFM Constantine).
Rapporteur:	Pr. KARA Y.	(Professeur - UFM Constantine).
Examineur	Dr. Zoghmar M.	(Docteur - UFM Constantine).

***Année universitaire
2018 - 2019***

Remerciement

Tout d'abord ma collègue et moi-même, nous exprimons nos vifs remerciements aux honorables membres de jury :

D'abord on remercie Pr. Boudour de nous avoir honorées en acceptant de présider le jury, également nous tenons à remercier Dr. Zoghmar qui a bien voulu examiner ce modeste travail.

Nos vifs et chaleureux remerciements vont également à notre encadreur Pr. Kara, pour ces conseils précieux et sa patience.

On tient surtout à exprimer notre profonde gratitude a Mr et Pr. Baka, notre chef de département a l'université les frères Mentouri de Constantine, on le remercie pour sa gentillesse, sa patience, la disponibilité constante qu'il manifesté et le soutien qu'il nous a apporté durant notre cursus..

Nos très sincères reconnaissances et nos chaleureux remerciements, s'adressent enfin à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, également à notre amie Nidal Chahinez qui a apportée son aide à nos multiples déplacements, et ce dans le cadre de nos recherches (OAIC, PEPINIERES).

Bouزيد Naouel & Bourouneche Roumaissa.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à la plus belles des femmes, à ma très chère grand-mère ITIM LOUIZA Qui nous a quitter il y'a un mois, à qui grâce à ces prières, son affection j'ai su garder confiance en moi-même. Merci à toi chère grand-mère, tu es dans le cœur de ta petite fille. Qu'Allah t'accueille en son vaste paradis.

À mes très chers parents SALIHA BRAHIMI et DJAMEL à qui je tiens à exprimer toute ma reconnaissance, ma gratitude et mon total respect et à qui grâce à leurs soutiens et leurs encouragements et surtout leurs présences, la réalisation de ce mémoire a été possible.

Spécialement à ma très chère sœur BOUZID WISSEM qui m'a apportée son soutien moral et intellectuel tout au long de mon cursus.

À mon fiancé MED SALEH également pour son soutien inconditionnel et son encouragement qui a été d'une grande aide.

À ma chère amie et collègue ROUMAÏSSA pour sa solidarité, patience et soutien. Et surtout pour les bons moments qu'on a partagé tout au long de notre expérience.

Également à mes meilleures amies : Halla, Ouided, Tiziri, sabi, Nidal et Narimen.

BOUZID NAOUEL CHIRAZ.



Dédicaces

*Je dédie se modeste travail a mes très chers parents **BOUROUNECHE MOHAMED** et **ZAHIA** a qui grâce a leurs soutiens et encouragements, la réalisation de ce mémoire a été possible.*

*A mes très chères et adorables sœurs : **Nardjes, Souheilla , Choubeilla , Meriem , Khaoula et Amina.** Qui ont beaucoup contribuées moralement et intellectuellement a mon travail. Merci a vous !*

*A mon très cher grand frère **BRAHIM.***

*À mes amies et binôme : **Narimen, Amina, Chiraz et Nidal** pour leurs solidarités, patience et soutien. Et surtout pour les bons moments qu'on a partagé tout au long de notre expérience.*

BOUROUNECHE ROUMAISSA.



SOMMAIRE

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Chapitre I- REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.

1. Rétro perspectives sur les céréales d'hiver et le blé dur et le blé tendre

1.1- Production du blé dans le monde.....	3
1.2- Production des céréales d'hiver en Algérie.....	4
1.3- Zones de production des céréales d'hiver en Algérie.....	5

2. Biologie du blé

2.1- Définition du blé.....	8
2.2- La différence entre blé dur et le blé tendre	8
2.3- Les caractères morphologiques du blé.....	10
2.2.1- Le grain.....	11
2.2.2- L'appareil végétatif	13
2.2.3- L'appareil reproducteur	14
2.4- Cycle biologique du blé.....	16
2.5- Les exigences du blé.....	22

3. L'effet de la sécheresse / déficit hydrique sur le blé.....23

4. Techniques agronomiques et production.

4.1- Travail du sol.....	26
4.1.1- Place du blé dans la rotation.....	26.
4.1.2- Préparation physique du sol.....	26
4.1.3- Fumure.....	26
4.2- Le semis.....	28
4.2.1- Période de semis	28

4.2.2- Densité de semis	29
5. La profondeur et le mode de semis.....	29
5.1- La profondeur de semis et la grosseur du grain	30
5.2- La profondeur de semis et la levée	30
5.3- La profondeur de semis et le tallage	31
5.4-La profondeur de semis et le nombre de grains par épi.....	33
5.5-La profondeur de semis et le poids de 1000 grains.....	33
5.6-La profondeur de semis et la longueur coléoptile	33
6. L'ancrage au sol.....	36
6.1- l'allocation des ressources.....	37

Chapitre II- MATRIELS ET MÉTHODES.

1- Matériel végétal utilisé	38
2- Méthodes d'étude.....	39
2.1- Dispositif expérimental.....	39
2.2- Les différentes profondeurs de semis (niveaux de semis).....	40
2.3-Densité de semis.....	40
2.4- Paramètres mesurés.....	40
2.4.1- Evolution de la levée et nombre de plantules levées.....	40
2.4.2-Le tallage.....	41
2.4.3-La hauteur moyenne des plantes.....	42
2.7.4- La longueur du col de l'épi.....	42
2.7.5- Surface de la dernière feuille (feuille étendard).....	43.

Chapitre III- RESULTATS ET DISCUSSION.

1- Résultats

1.1-Nombre de plantules à la levée	47
1.2- Le tallage.....	49
1.3- Surface de la feuille étendard.....	51
1.4- Longueur du col de l'épi.....	53
1.5- Hauteur des plantes aux stades épiaison et maturité.....	55
1.6- système racinaire.....	57

2-Discussion

2.1-Nombre de plantules par m2 à la levée	62
2.2-Tallage herbacé et tallage épi.....	64
2.3- La partie aérienne.....	64
2.4- Système racinaire.....	67

Chapitre IV- SYNTHÈSE ET CONCLUSION.

Conclusion	69
------------------	----

Références bibliographiques

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Production du blé dans le monde (mt).....	3
Tableau 2. Différence entre un blé tendre et un blé dur.....	8
Tableau 3. Influence de la température sur la germination.....	17
Tableau 4. Variation du taux de la levée chez la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).....	47
Tableau 5. Variation du taux de la levée chez la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).....	47
Tableau 6. Variation du taux de tallage chez la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).....	49
Tableau 7. Variation du taux de tallage chez la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).....	49
Tableau 8. Variation de la surface foliaire (en cm ²) chez la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).....	51
Tableau 9. Variation de la surface foliaire de la plante chez la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).....	51
Tableau 10. Variation de la longueur de l'épi chez la variété de blé dur, Var Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).....	53
Tableau 11. Variation de la longueur du col de l'épi de la plante chez la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm)....	53
Tableau 12. Variation de la hauteur de la plante chez la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).....	55

Tableau 13. Variation de la hauteur de la plante chez la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).....	55
Tableau 14. Variation de la profondeur des racines, Nombre des racines principales, nombre des racines secondaires, poids frais des racines, volume racinaire, poids sec des racines chez les deux variétés blé dur, blé tendre en fonction de la profondeur de semis.....	57
Tableau. 15. Matrice de coefficients de corrélation de différents caractères racinaires mesurés chez les deux variétés (variété blé dur variété blé tendre) en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).....	67
Tableau 16. Etudes des variations racinaires analysées par L'ACP chez les deux variétés de Blé tendre, Blé dur.....	67

LISTES DES FIGURES :

Figure 1. La production nationale des céréales lors de la campagne 2016 /2017.....	4
Figure 2. Carte schématique représentant les zones céréalières de l'Algérie....	7
Figure 3. Différence morphologique entre un blé tendre et un blé dur.....	9
Figure 4. Plant schématique du blé.....	10
Figure 5. Coupe longitudinale d'un grain de blé.....	12
Figure 6. Appareil reproducteur du blé.....	14
Figure7. Quelques caractéristiques de l'épi servent à l'identification des variétés de blé.....	15
Figure 8. Germination du blé montrant le coléoptile.....	16
Figure 9. Influence de la température sur la germination.....	17
Figure10. La phase levée-début tallage.....	18
Figure11. La phase début tallage-montée.....	19
Figure12. La période reproductrice.....	21
Figure13. Principaux effets du déficit hydrique sur les composants du rendement.....	25
Figure 14. Variation de la durée « levée-montée » avec la date du semis chez le blé.....	28
Figure 15. Influence de la profondeur de semis sur la vigueur de la plante...	32
Figure 16. Blé annuel et blé vivace.....	36

Figure 17. Stades de développement et évolution de la répartition de la matière sèche au cours du cycle d'une culture.....	37
Figure18. Photo représente les deux variétés utilisées dans l'expérimentation.....	38
Figure 19. Préparation des répétitions en fonction de la profondeur de semis.....	39
Figure 20. Photo représente le début de la levée chez les deux variétés.....	40
Figure 21. Photos représentant les plantes au stade du tallage chez les deux variétés.....	41
Figure 22. Photos représentant les plantes au stade (Montaison- épiaison et début de remplissage des grains) chez les deux variétés.....	42
Figure 23. Mesure de la surface foliaire avec le planimètre.....	43
Figure 24. Photo représente la partie racinaire des deux espèces de blé.....	44
Figure 25. Photo représente l'émersion du système racinaire dans une éprouvette graduée.....	45
Figure 26. Photos représentes la mesure du poids sec racinaire des deux espèces.....	46
Figure 27. Variation du taux de la levée chez la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM).....	48
Figure 28. Variation du taux de levée chez la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM).....	48
Figure 29. Variation du taux de tallage chez la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM).....	50

Figure 30. Variation du taux de tallage chez la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM).....	50
Figure 31. Variation de la surface foliaire chez la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM).....	52
Figure 32. Variation de la surface foliaire de la plante chez la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM).....	52
Figure 33. Variation de la longueur de l'épi chez la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM).....	54
Figure 34. Variation de longueur de l'épi de la plante chez la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM).....	54
Figure 35. Variation de la hauteur de la plante chez la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM).....	56
Figure 36. Variation de la hauteur de la plante chez la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM).....	56
Figure 37. Relation entre la profondeur racinaire et la profondeur de semis chez la variété blé dur Cirta.....	58
Figure 38. Relation entre la profondeur racinaire et la profondeur de semis chez la variété blé tendre Hiddab.....	58
Figure 39. Relation entre le nombre de racine principale et la profondeur de semis chez la variété blé dur Cirta.....	59
Figure 40. Relation entre le nombre de racine principale et la profondeur de semis chez la variété blé tendre Hiddab.....	59

Figure 41. Relation entre le nombre de racine secondaire et la profondeur de semis chez la variété blé dur Cirta.....	59
Figure 42. Relation entre le nombre de racine secondaire et la profondeur de semis chez la variété blé tendre Hiddab.....	59
Figure 43. Relation entre le poids frais de racine secondaire et la profondeur de semis chez la variété blé dur Cirta.....	60
Figure 44. Relation entre le poids frais de racine secondaire et la profondeur de semis chez la variété blé tendre Hiddab.....	60
Figure 45. Relation entre le volume racinaire et la profondeur de semis chez la variété blé dur Cirta.....	60
Figure 46. Relation entre le volume racinaire et la profondeur de semis chez la variété blé tendre Hiddab.....	60
Figure 47. Relation entre le poids sec des racines et la profondeur de semis chez la variété blé dur Cirta.....	61
Figure 48. Relation entre le poids sec des racines et la profondeur de semis chez la variété blé tendre Hiddab.....	61
Figure 49. Cercle des corrélations (cas du blé d'été et blé de blé tendre), essai à la serre.....	68

Liste des abréviations

ACP : Analyse en composantes principales.

C.E.C : Capacité d'Echange Cationique.

Cimmyt : Centre international d'amélioration du maïs et du blé.

CM : Centimètre.

C° : Celsius.

Et al. : Abréviation latine qui est employée pour désigner les auteurs d'un travail qui sont au moins au nombre de trois. Par exemple : un livre écrit en 1993 par Party, Probst et Dambrine sera désigné dans le texte par " Party et al. (1993)

Ha : Hectare.

Inch : Inches.

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures.

INA P-G département : Institut national agronomique Paris-Grignon.

Kg : Kilogramme.

MSR (g): Matière sèche racinaire.

MFR(g): Matière fraîche racinaire.

MT : Million de tonnes.

Mm : Millimètre.

M² : Mètre carré.

NRP: Nombre de racines principales.

NRS: Nombre de racines secondaires.

ONFAA : Observatoire National des filières Agricoles et agro-alimentaires.

PMR: Profondeur maximale racinaire.

PH : Potentiel hydrogène.

R : Corrélation.

Var : Variété.

VR (cm³): Volume racinaire.

Introduction

Introduction :

Depuis la découverte et la domestication des céréales par les premiers cultivateurs des anciennes civilisations, le blé a toujours été au centre des enjeux politiques, économiques et sociaux de premiers rangs. En Algérie, le blé, particulièrement le blé dur *Triticum durum Desf*, constitue la principale culture céréalière, sa production demeure cependant irrégulière et faible pour satisfaire la demande d'une population de plus en plus croissante. (*Hazmoun, 2006*).

L'eau joue un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes cultivées. Elle constitue cependant le facteur limitant majeur des rendements.

Les céréales, compte tenu du climat semi-aride caractérisé par une évaporation excessive par rapport aux précipitations reçues, sont ainsi conduites dans une zone subdésertique caractérisée par une longue période sèche et une période courte humide dont les précipitations oscillent entre 200 et 400mm sont sujettes à des contraintes biotiques et abiotiques imposées à ces cultures de manière drastique et surtout imprévisibles ne peuvent engendrer que des rendements faibles

Par ailleurs, l'architecture de la plante céréalière montre que la rhizosphère du blé joue un rôle essentiel dans l'alimentation hydrique et minérale de la plante, ceci est particulièrement net en zones sèches, où les quantités d'eau absorbées sont directement liées à la dynamique de croissance des racines, qui peut être considérée de ce fait, comme un facteur important de variabilité inter et intra spécifique de la tolérance à la sécheresse (*Benlaribi, Monneveux, et al.,*).

Anciennement la profondeur appliquée lors des semailles du blé dur *Triticum durum Desf* et du blé tendre *Triticum aestivum* n'était pas aussi superficielle et aussi figée. En effet, les labours pratiqués à l'araire ou enfouissement des grains après le semis recouvraient les semences à différentes profondeurs, mais le plus souvent très profondément, peut être à 10cm ou plus.

Les emplois du cover-crop et du semoir, en maîtrisant le raffinement du lit de semence, ont introduit une nouvelle vision des choses en localisant les semences superficiellement et de manière homogène (*Boyer et Mepherston 1975*).

Cette pratique, qui semble concorder parfaitement avec les exigences de ces cultures de céréales dans les pays du nord bien arrosés et dont l'étalement des pluies couvre parfaitement le cycle biologique, a montré ses limites dans les régions du sud notamment en Algérie à climat semi-aride, caractérisé par une faible pluviosité totale et surtout avec une mauvaise répartition le long du cycle biologique de cette culture.

Par ailleurs, irriguer les céréales sur de grandes étendues, 3 millions d'hectares par année, l'exemple de l'Algérie, relève de l'impossible même en appoint.

Par conséquent, repenser le problème de la profondeur de semis dans nos régions, en Afrique du nord et dans les pays à climat semblable constitue une nécessité à notre vision.

Notre hypothèse est alors la suivante : sachant que les plantules de céréales possèdent un organe producteur des premières feuilles qui est le coléoptile dont la longueur varie en fonction du génotype, notre but est alors d'exploiter cette caractéristique biologique dans le semis profond à l'image de ce que pratiquaient nos ancêtres.

Ainsi, on aura placé le système racinaire des céréales loin des couches superficielles du sol exposées au moindre dessèchement suite à un arrêt intermittent des apports pluviométriques, le coléoptile aidant à l'émergence ou levée des jeunes plantes. De cette manière, les plantes supportent la sécheresse répétée aussi bien au début, au cours, qu'à la fin du cycle biologique.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail de recherche qui consiste à semer à différentes profondeurs deux génotypes (blé dur et blé tendre) et à suivre leur comportement durant le cycle végétatif (du semis jusqu'au stade anthèse) de l'année 2018 /2019.

À cet effet, nous proposons d'étudier les réactions de ces génotypes locaux semés à différentes profondeurs et à suivre leur évolution durant tout le cycle biologique. Pour cela, les questionnements suivants s'imposent alors.

- À quelle profondeur doit-on semer ?
- Quel est l'impact de la profondeur de semis sur le développement et l'extension de la rhizosphère ?
- Le coléoptile organe producteur de la jeune plantule aidant à la levée, conditionne-t-il cette profondeur et dans quelles limites ?

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.

1. Rétro perspectives sur les céréales d'hiver, blé dur et blé tendre

1.1- Production de blé dans le monde

Le blé est cultivé largement dans le monde sous des conditions climatiques diverses et a été la denrée alimentaire de base pour la plupart des civilisations en Europe, en Asie et Afrique du Nord pendant 8 000 ans.

Dans le monde, les céréales constituent la composante de base de l'agriculture. Selon le centre international du commerce en 2017, la production mondiale de blé a atteint 735 Mt contre 752 Mt en 2016. Les perspectives pour la production mondiale de blé en 2017-2018 restent dans la plupart du temps stable avec toutefois une légère baisse de 2,7% par rapport à l'année 2016 (FAQ, 2017) (Statista.com 2019).

Tableau 1. Production du blé dans le monde (mt). D'après Statista.com 2019.

	<u>2016 /2017</u>	<u>2017/2018</u>	<u>2018/2019</u>
Union européenne	145.248	151.581	137.600
Chine	128.845	129.770	131.460
Inde	87.000	98.515	99.700
Russie	72.529	84.992	71.600
Etats – unis	62.833	47.371	51.287
Canada	31.729	30.000	31.800
Australie	30.363	21.300	17.000
Ukraine	26.791	26.981	25.000
Pakistan	25.633	26.674	25.500
Argentine	18.400	18.500	19.200
Turquie	17.250	21.000	19.000
Kazakhstan	14.985	14.802	15.000
Iran	14.500	14.000	14.500
Egypte	8.100	8.450	8.450
Ouzbékistan	2.731	7.092	7.340
Maroc	6.940	6.900	6.000

1.2- Production de blé en Algérie

La production nationale des céréales lors de la campagne 2016/2017

Le total de la production nationale des céréales pour la campagne 2016/2017 est de 34,8 millions de quintaux, essentiellement constitué de 20 millions de quintaux de blé dur et près de 10 millions de quintaux d'orge, en hausse de 1,4% comparativement à la campagne 2015/2016 (*Pré bilan de la campagne céréalière 2016/2017 ONFAA*).

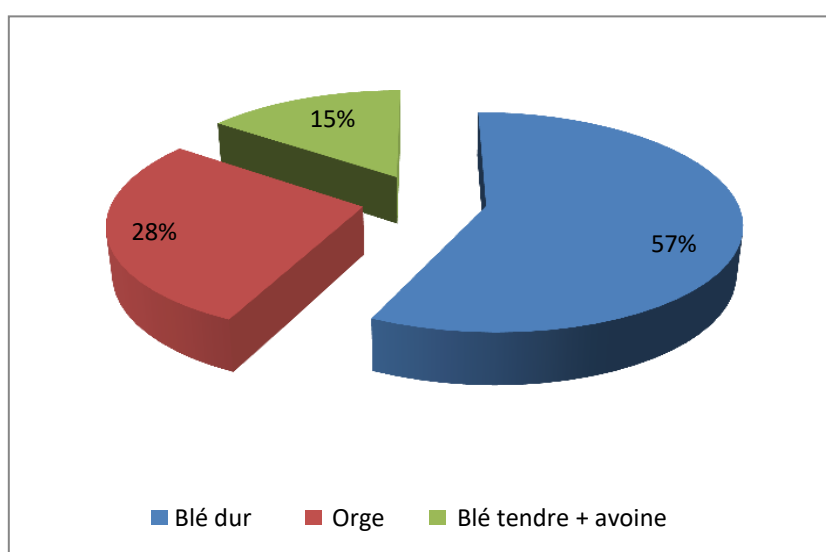


Figure 1. La production nationale des céréales lors de la campagne 2016 /2017 (Pré bilan de la campagne céréalière 2016/2017 ONFAA).

1.3- Zones de production des céréales d'hiver en Algérie

La culture des céréales est pratiquée sur une vaste aire géographique, au relief relativement occidental (*Figure 2*). Cette superficie est constituée de plaines, de plateaux et de chaînes de montagnes au climat très variable d'Est en Ouest et du Nord au Sud. Leur étendue va du subhumide au semi-aride, avec une forte concentration de près de 50% dans la frange pluviométrique 300-400mm (*Feliachi, 2000; Cadi et al.*) On y distingue globalement quatre zones :

- **Une zone potentielle**, située essentiellement dans les plaines littorales et sub-littorales et dans le Nord des hauts plateaux, où la pluviosité est comprise entre 450 et 800mm et où la céréaliculture est pratiquée de manière intensive. La superficie, dans cette zone est évaluée entre 1 million et 1 million deux cents mille ha.

Une partie de cette région est marquée par des gelées printanières tardives fréquentes, et des vents chauds et desséchants précoces. Il y a lieu de noter au niveau de cette zone une utilisation accrue des intrants (semences, engrais, herbicides..) une meilleure maîtrise des itinéraires techniques par les agriculteurs, se traduisant par l'utilisation des techniques requises et la réalisation des travaux culturaux dans les délais.

-**Une zone intermédiaire**, localisée principalement au sud des hauts plateaux (pluviosité inférieure à 450mm) constituant la zone agropastorale où est pratiquée une céréaliculture de subsistance avec des rendements très bas. La superficie de cette zone est estimée à 1.800.000 ha

Dans cette zone les rendements sont médiocres, dus à une mauvaise préparation du sol, une utilisation des semences de mauvaise qualité, avec une prédominance de semis à la volée et un niveau d'entretien des cultures très faible. Dans cette zone, la céréaliculture est pratiquée de manière extensive en association avec l'élevage ovin.

-**Une zone Steppique**, dans laquelle la céréaliculture est pratiquée de manière irrégulière sur 300 à 800.000ha selon des années, cette zone à hiver froid et gélif ne reçoit qu'une pluviosité comprise entre 200 et 300mm par an. Elle ne permet qu'une céréaliculture aléatoire, peu productive, basée essentiellement sur l'orge, et destinée à l'autoconsommation humaine (blé et orge) et animale (orge).

-**Une dernière zone** correspondant aux zones du sud du pays, où se pratique une céréaliculture sous irrigation. On rencontre, d'une part, la céréaliculture traditionnelle de nature vivrière, pratiquée sur 35 000ha dans les Oasis en cultures sous étages et d'autre part, une céréaliculture intensive dans les périmètres de mise en valeur où elle est conduite sous pivot sur près de 10000ha. L'insuffisance au plan d'application des itinéraires techniques (fertilisation mal raisonnée, mauvaise maîtrise de l'irrigation..) et la méconnaissance de l'aptitude du milieu expliquent les bas rendements.

La plus grande partie des zones céréalières se caractérise par de grandes amplitudes climatiques tant saisonnières que journalières et par la présence de sirocco, vent chaud et desséchant, phénomène pouvant provoquer la coulure et l'échaudage. Le sirocco constitue un phénomène extrêmement important avec souvent une durée de plus de 30 jours par an, son effet est particulièrement néfaste, il réduit fortement le poids du grain. (*Baldy. 1986; Belaid, 1986, et al.,*), (*Hazmoune, 2006*).

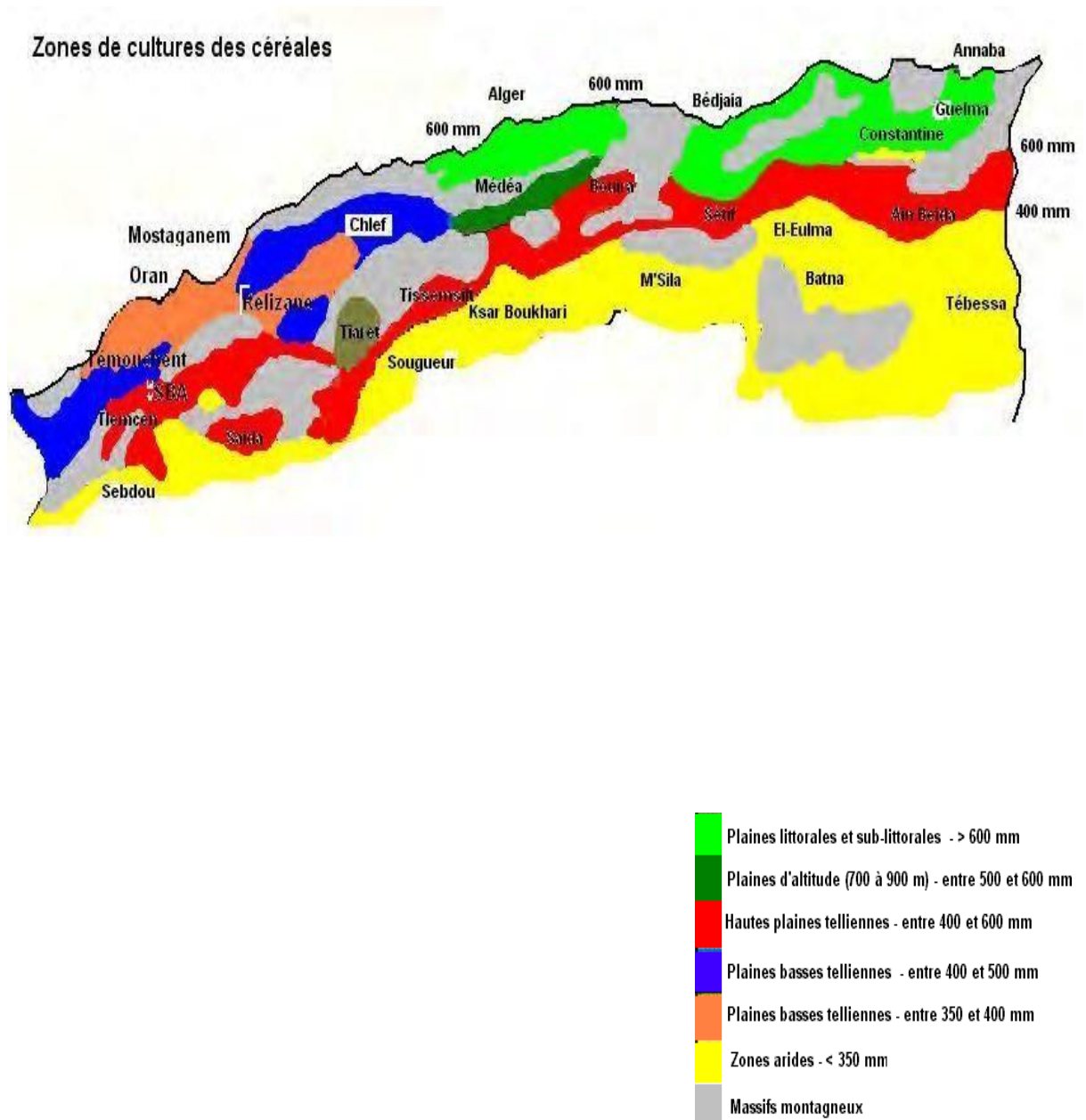


Figure 2. Carte schématique représentant les zones céréalières de l'Algérie (Benabdoulah, 2016).

2. Biologie du blé

2.1- Définition

Le blé est une plante monocotylédone de la famille des *Poaceae* appartenant au genre *Triticum*. Cette plante annuelle produit un fruit sec indéhiscant, le *caryopse*.

Le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) sont les deux espèces les plus cultivées dans le monde (Debitom, 2010).

2.2- Différence entre blé dur et le blé tendre

Le blé tendre et le blé dur se différencient au niveau de la forme, l'aspect de la plante, leurs utilisations etc. Les différences qui existent entre un blé tendre et un blé dur sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 2. Différence entre blé tendre et blé dur (Aidani, 2015 ; Zettal, 2017).

Caractères :	Blé tendre :	Blé dur :
Aspect génétique :	3 génomes A,B et D $2n = 42 = 3 \times (2 \times 7)$	2 génomes A et B $2n = 2 \times (2 \times 7)$
Prédominance :	De l'amidon	Des protéines
Aspect de la plante :	- Feuilles très étroites - Maturation rapide	- Feuilles larges - Maturation très longue - Moisson tardive exigeante du point de vue sol et climat.
Forme :	-Texture opaque. - structure de l'amande farineuse.	- Texture vitreuse.
Utilisation :	-Obtention de la farine utilisée dans la fabrication du pain et des biscuits.	- Obtention de la semoule à partir de laquelle on fabrique de la galette, du couscous, pâtes alimentaires...

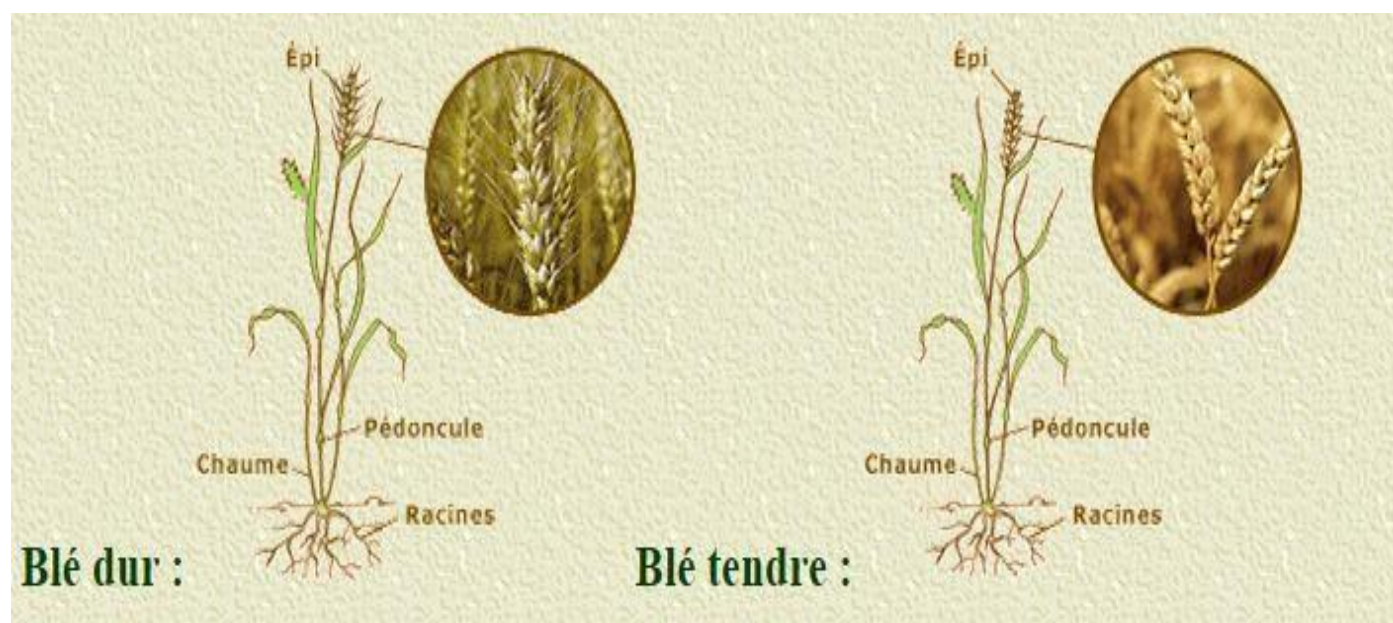


Figure 3. Différence morphologique entre un blé tendre et un blé dur (Abed & Oius, 2015).

2.3- Les caractères morphologiques du blé

Les blés sont des plantes herbacées annuelles, monocotylédones, à feuilles alternes, formé d'un chaume portant un épi constitué de deux rangées d'épillets sessiles et aplatis. Les fleurs sont nombreuses, petites et peu visibles. Elles sont groupées en épis situés à l'extrémité des chaumes (Lunes, Guerfi, 2010).

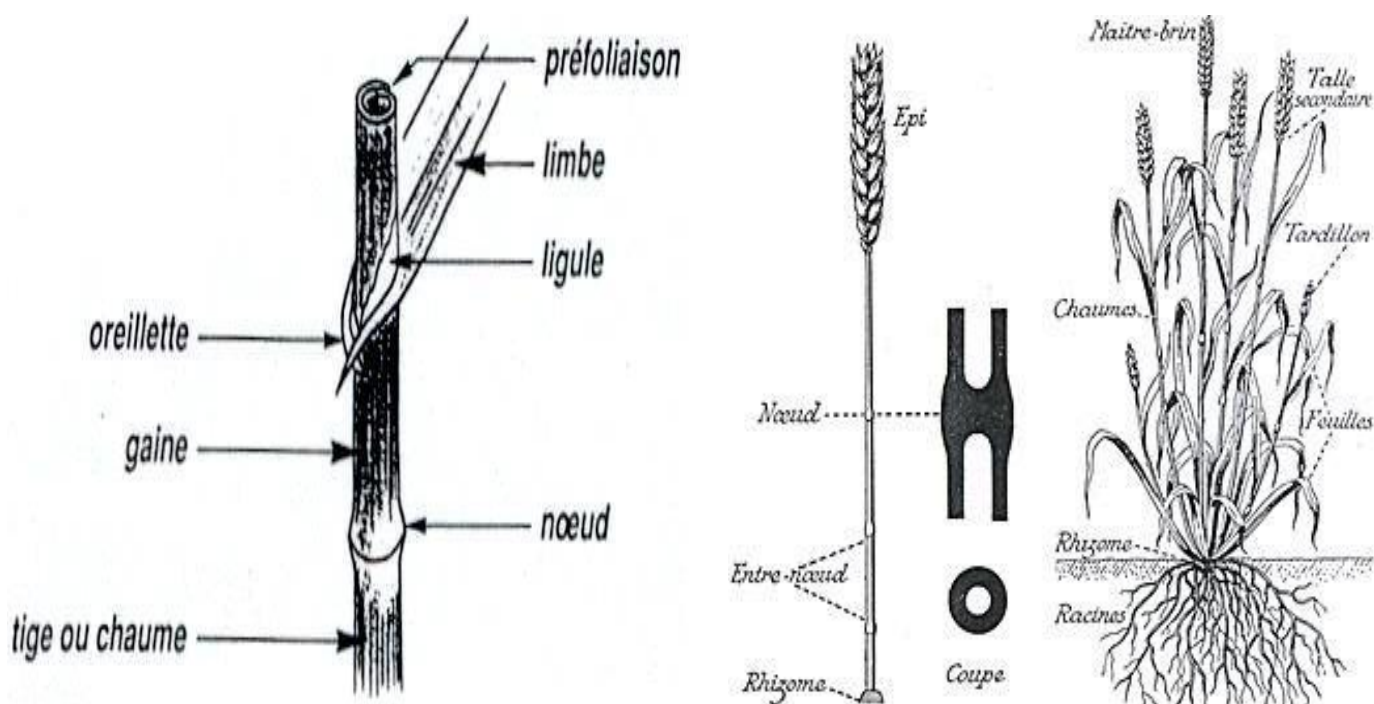


Figure 4. Plant schématique du blé (INA P-G département, 2016).

2.3.1- Le grain :

Les graines de blé sont des fruits appelées Caryopse. Elles ont une forme ovoïde, possèdent sur l'une de leur face une cavité longitudinale (le sillon) et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils (la brosse), (*Fig 05*). Le grain de blé se compose de trois parties principales (*Nedjah, 2015*) :

Les enveloppes : Elles représentent 14 à 16 % du poids du grain. Elles sont constituées de l'extérieur vers l'intérieur de :

- **Le péricarpe** : parois de l'ovaire qui comprend l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe.
- **Le tégument** : enveloppe de la graine qui comprend le tégument séminal et la bande hyaline.
- **L'assise protéique** : qui représente 60% du poids des enveloppes et constituée des cellules à aleurones, riche en protéines (*Soltner, 1987*).

Le germe : Il représente 2,5 à 3 % du grain et comprend :

- **Le cotylédon ou scutellum**, séparé de l'amande par une assise diastasique destinée à la digestion future de l'albumen au profit de la plantule.
- **La plantule**, avec sa gemmule recouverte d'un étui, le coléoptile, sa tigelle courte, et sa radicule, recouverte d'un étui, la coléorhize.

Le germe est très riche en matières grasses, matières azotées et vitamines A, E et B (*Soltner, 1987*)

L'albumen ou amande (l'endosperme) :

Il représente 83 à 85 % du poids du grain (*Pomeranz, 1988*), est composé de 70% d'amidon et de 7% de gluten. Chez le blé dur l'albumen est corné et vitreux, un peu comme celui du riz. L'albumen joue un rôle essentiel dans la composition de la semence ; il sert de réserve et ne sera complètement utilisé qu'au moment de la germination (*Guergah, 1997; Bouakez & Hamadouche, 2015*).

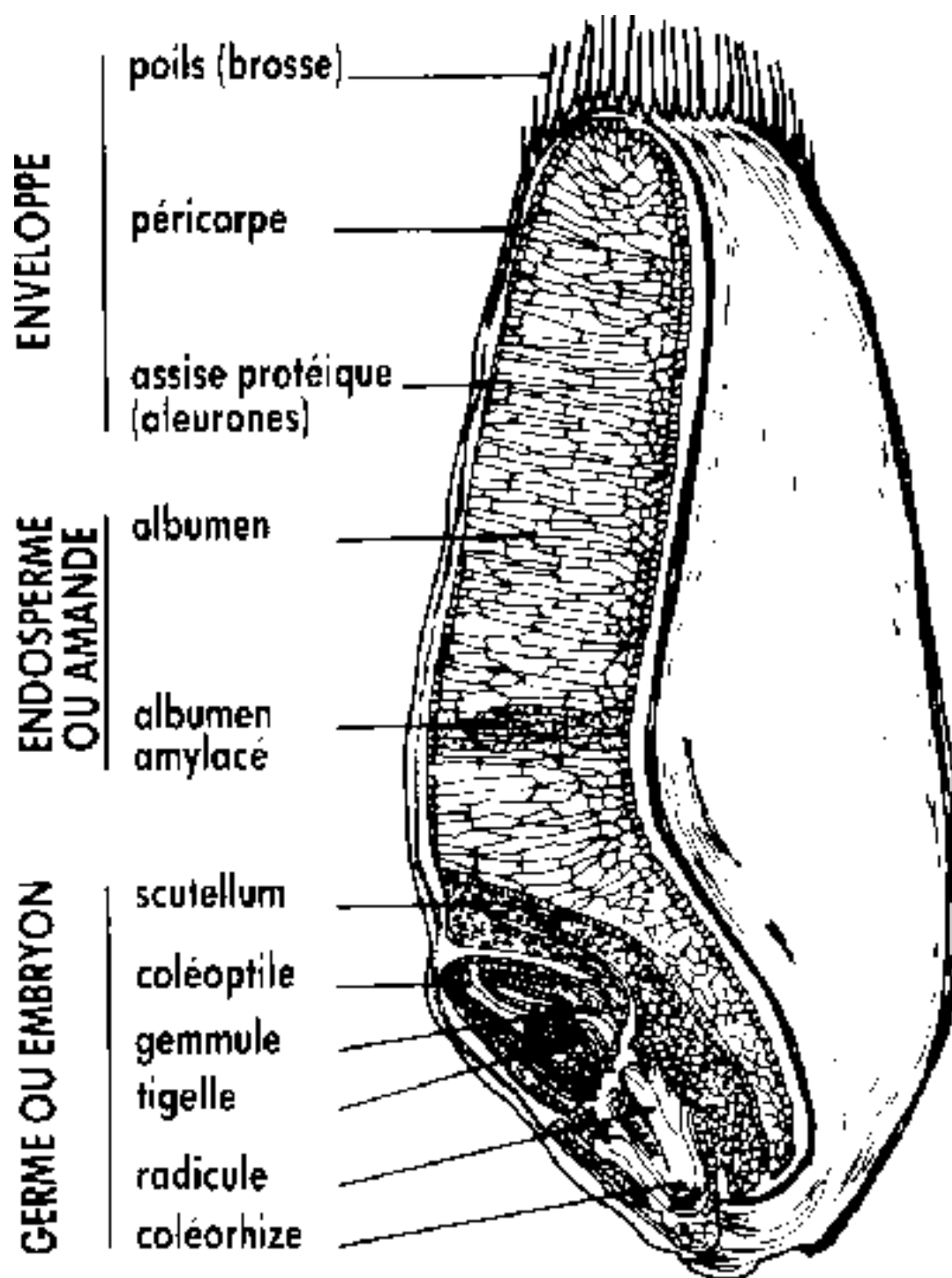


Figure 5. Coupe longitudinale d'un grain de blé (Encyclopédie Larousse).

2.3.2- L'appareil végétatif :**➤ Les racines :**

Deux catégories de racines : Les racines primaires ou séminales issues de la semence qui se développent au moment de la germination : la radicule qui débouche la 1^{ère} paire de racines qui va sortir en même temps ; et la 2^{ème} paire racinaires. Ces racines, constituées que de tissu primaire, vont nourrir la plantule jusqu'au stade tallage.

Un système racinaire fasciculé assez développé, (racines adventives ou coronaires) ; qui sont produites par le développement de nouvelles talles (*Soltner, 1990*). Elles peuvent atteindre jusqu'à 1m50.

➤ Les tiges :

Sont des chaumes, cylindriques, souvent creux par résorption de la moelle centrale, en revanche chez le blé dur, elle est pleine. Ils se présentent comme des tubes cannelés, avec de longs et nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux sont régulièrement entrecroisés, assurant la solidité de la structure. Les chaumes sont interrompus par des nœuds qui sont une succession de zones d'où émerge une longue feuille.

➤ Les feuilles :

La tige s'allonge en un limbe étroit à nervures parallèles lancéolés, issues chacune d'un nœud ; quant à la graine est un cylindre qui permet d'attacher le limbe au nœud le plus bas, son rôle est chlorophyllien et conservation d'eau et d'air et avant l'allongement des talles les graines protègent l'apex qui se trouve en cercle concentrique au plateau de tallage.

L'oreillette ou stipules sont des organes membranaires dépourvus de chlorophylle, dont le rôle n'est pas encore bien déterminé (elles forment des joints empêchant particulièrement l'eau de pluie ou de rosé de s'infiltrer à l'intérieur de la gaine). la ligule est un organe membranaire qui se forme à l'adjonction entre le limbe et la graine. (*Prats et al, 1971*).

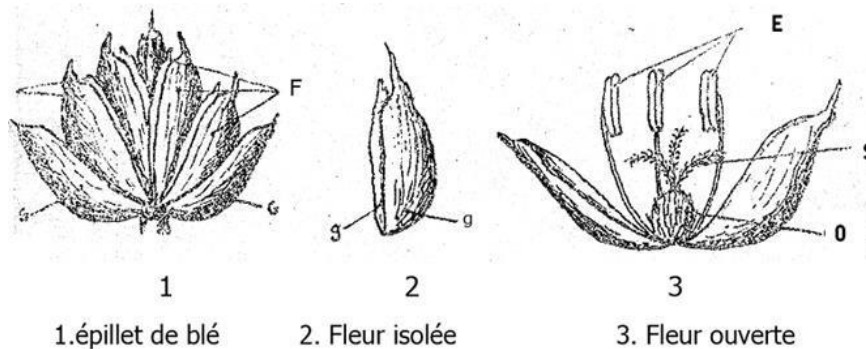
Chez toutes les graminées, la présence et la forme des oreillettes (stipules) et de la ligule, permettent de déterminer l'espèce avant l'apparition de l'épi. (*Soltner, 1990 ;Guerfi, 2010*).

2.3.3- Appareil reproducteur (l'épi de blé):

L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entre nœuds. Chaque épillet comporte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole.

Un épillet regroupe de deux à cinq fleurs, et souvent trois fleurs à l'intérieur de deux glumes. Chaque fleur est dépourvue de pétales, et est entourée de deux glumelles (pièces écailleuses non colorées). Elle contient trois étamines qui ont la forme en x (pièces mâles), un ovaire surmonté de deux styles plumeux dichotomique (les pièces femelles). La fleur du blé est dite cléistogame. C'est-à-dire, que le plus souvent, le pollen est relâché avant que les étamines ne sortent de la fleur. Il s'attache alors aux stigmates, ou peut se produire la fécondation.

A cause du caractère cléistogame de la fleur, l'autofécondation est le mode de reproduction le plus fréquent chez les blés : ce sont les anthérozoïdes issus du pollen d'une fleur qui fécondent l'oosphère et la cellule du sac embryonnaire de l'ovaire de cette même fleur (les cellules sexuelles femelles sont protégées dans un sac embryonnaire fermé au sein d'un ovule). (fig.06) (Guerfi, 2010).



G : Glumes // g : glumelles // O : Ovaire
F : Fleur // S : Stigmate // e : étamines

extrait de F.FLANDRIN, Les blés de semence, Guy Le Prat 1949

Figure 6. Appareil reproducteur du blé (Agroalimentaire.karlschnell.fr).

Les caractéristiques de l'épi (figure 7) de la plantule et de la plante en végétation servent de base à l'identification des variétés.

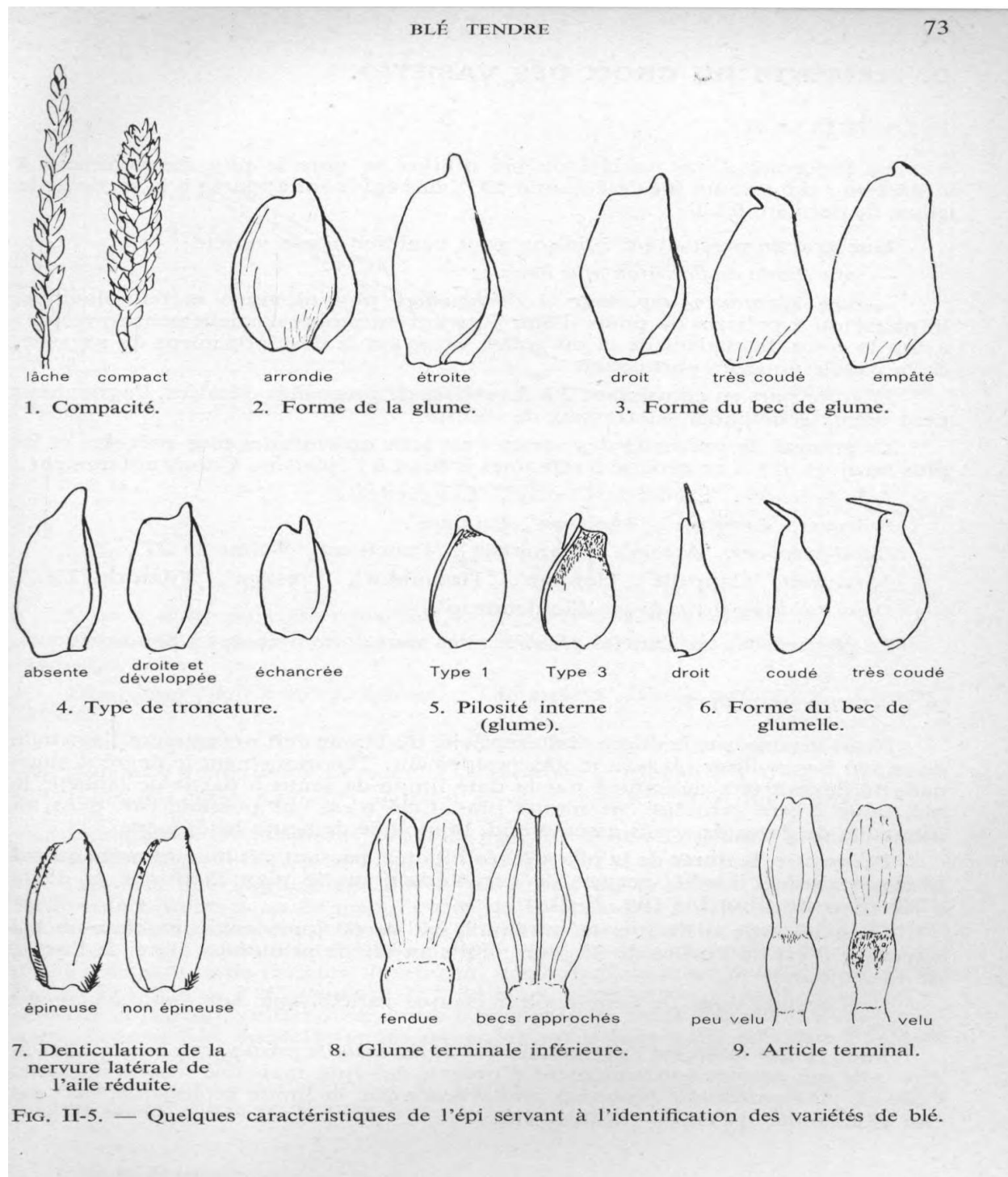


Figure 7. Quelques caractéristiques de l'épi servent à l'identification des variétés de blé (Jonard ; moule, 1971)

2.4- Le cycle biologique du blé

Le cycle biologique du blé est une succession de périodes subdivisées en phases et en stades.

2.4.1- La période végétative

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à fin tallage. Elle se divise en trois stades:

➤ Stade de germination

La germination du blé a lieu à des températures comprises entre de 4 et 37°C, le coléoptile apparaît 4 à 6 jours après la germination, le coléoptile a pour rôle de protéger la première feuille (Rorat, 2006 ; Bouakez & Hamadouche, 2015).

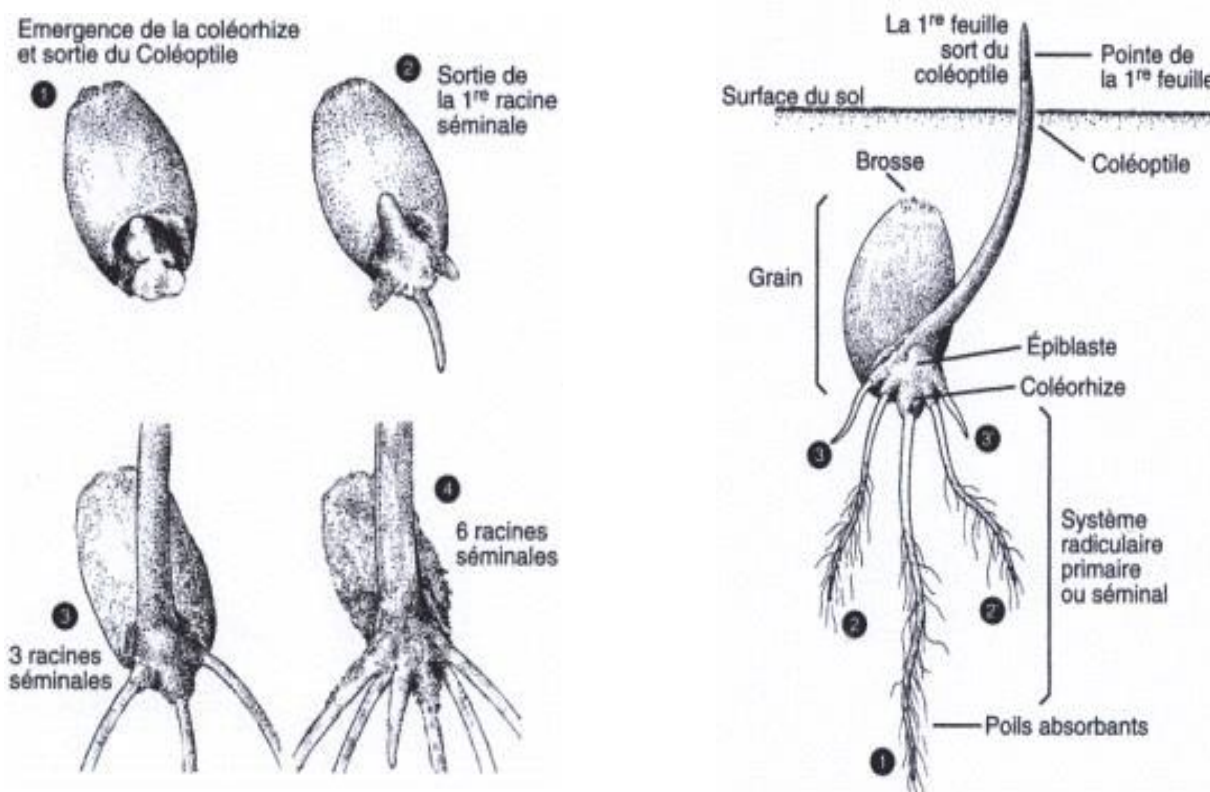


Figure 8. Germination du blé montrant le coléoptile (boyeldier, 1997)

Nombre de jours « semis – levée » x	Température moyenne y (°C)	Somme des températures xy (°C)
72.9	1.7	125.9
60.1	1.95	117.2
43.0	2.7	116.1
35.0	3.4	117.0
33.0	4.0	132.8
17.0	7.05	119.9
13.0	9.0	117.0
10.5	11.2	117.6
7.5	14.8	111.0
Moyenne xy = 121.6°C ± 0.98		

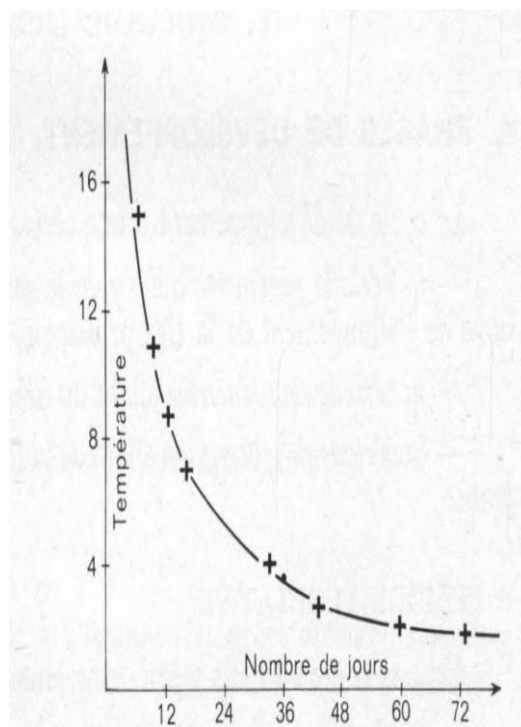


Figure 9. Influence de la température sur la germination

Phytotechnique spéciale, la maison rustique-paris (Moule, 1971).

➤ La réalisation de cette phase est sous la dépendance de deux groupes de facteur :

1. Facteur intrinsèque : la valeur biologique de la semence, caractérisée par sa faculté et son énergie germinative.

2. Facteur extrinsèque, température et humidité du sol :

Température : d'une part la germination ne peut débuter qu'à partir d'un seuil thermique ou zéro de germination, variable selon la céréale. Ce seuil thermique est de : **0 oc pour le blé, l'avoine et l'orge. +6 à +8 oc pour le maïs et le sorglo.**

D'autre part, la phase semis-levée se réalise pour une somme de températures, constante et caractéristique de l'espèce. Pour le blé : de 121 à 122°C (voir figure.9).

Humidité : pour le blé (*caryopse nu*) ce seuil est de 35 à 40% de la capacité rétention.

➤ **Stade levé :**

La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol. Dès que la première feuille a percé à l'extrémité du coléoptile, celui-ci s'arrête de croître et peu à peu se dessèche. Cette première feuille fonctionnelle s'allonge puis apparaît une deuxième feuille, une troisième puis une quatrième. (Moule, 1971).

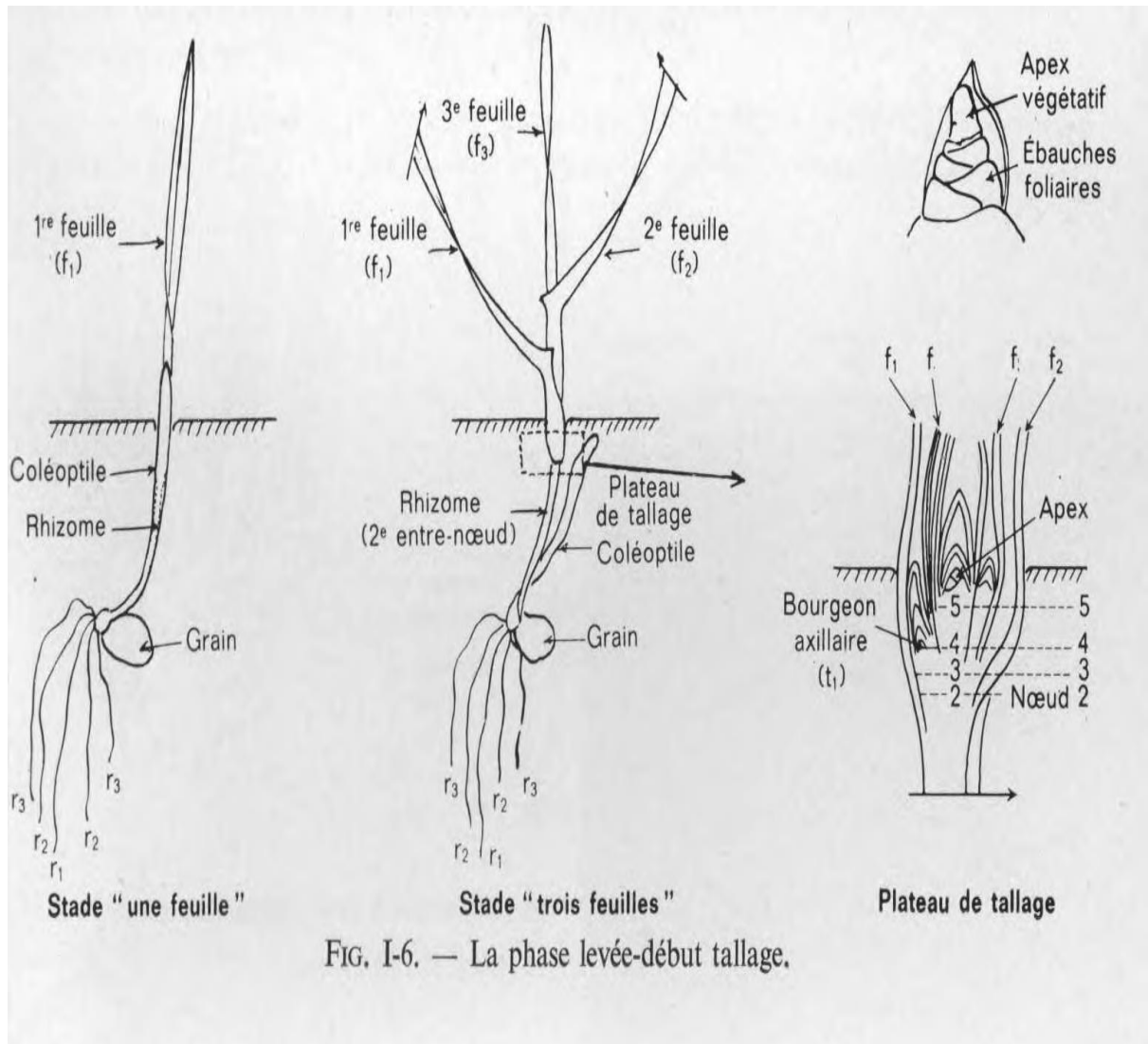


Figure 10. La phase levée-début tallage. (Phytotechnique spéciale, la maison rustique-paris, Moule, 1971).

➤ **Stade tallage :**

La production des talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille. L'apparition de ces talles se fait à un rythme régulier égal à celui de l'émission des feuilles. Cette étape marque la fin de la période végétative et le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entrenœuds (*Bouakez & Hamadouche, 2015*).

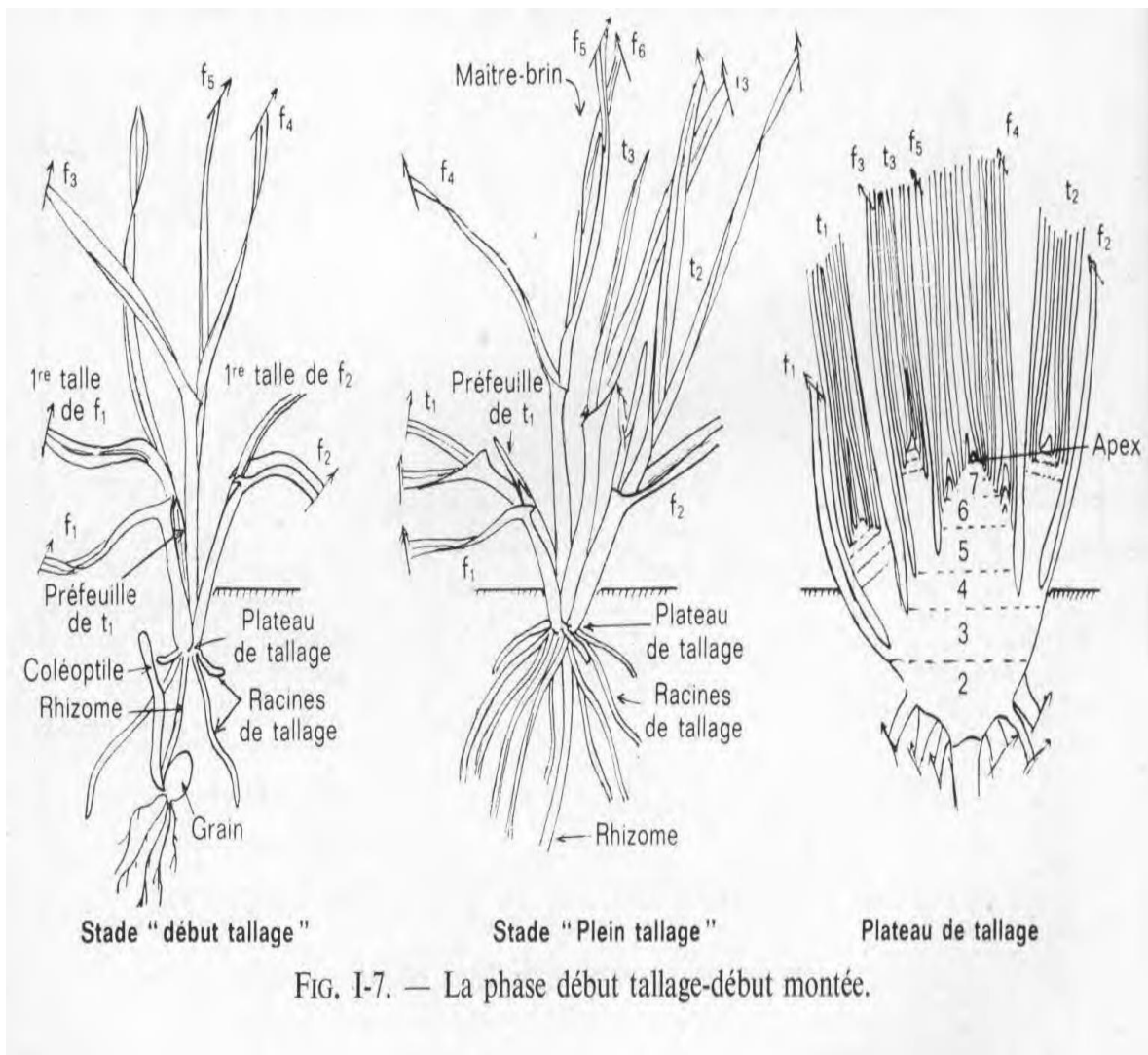


FIG. I-7. — La phase début tallage-début montée.

Figure 11. La phase début tallage-montée (*Phytotechnique spéciale, la maison rustique-paris, .Moule, 1971*)

2.4.2- La période reproductrice :**➤ Stade montaison – gonflement :**

La montaison débute à la fin du tallage. Elle est caractérisée par l'allongement des entrenœuds et la différenciation des pièces florales. A ce stade, un certain nombre de talles herbacées commence à régresser alors que d'autres se trouvent couronnées par des épis. Pendant ce stade de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus (*Mazouz, 2006*). La montaison s'achève à la fin de l'émission de la dernière feuille et des manifestations du gonflement que provoquent les épis dans la gaine.

➤ Stade épisaison – floraison :

Durant l'épisaison, les épis apparaissent à l'extérieur des tiges. Ce stade est terminé lorsque l'épi du maître brin est complètement sorti hors de la gaine, suivi d'une floraison qui peut durer de trois à six jours, selon les conditions météorologiques. Elle débute habituellement juste au-dessus du centre de l'épi, puis se poursuit en s'étendant vers l'apex et la base de l'épi (*Rorat, 2006*).

➤ Stade de remplissage du grain :

Après la fécondation, l'évolution du poids du grain se fait en trois étapes. La première est une phase de multiplication des cellules du jeune grain encore vert, dont la teneur en eau est élevée. Suit la phase de remplissage actif du grain avec les assimilés provenant de la photosynthèse de la feuille étendard et du transfert des hydrates de carbones non structuraux stockés dans le col de l'épi. La quantité d'eau contenue dans le grain tend à se stabiliser : c'est le pallier hydrique.

Les fortes températures au cours de cette période provoquent l'arrêt de la migration des réserves des feuilles et de la tige vers le grain : c'est l'échaudage du grain. Puis suit la phase de dessèchement du grain, qui perd de son humidité pour atteindre son poids sec final. (*Wardlaw, 200, Hamadouche, 2015*).

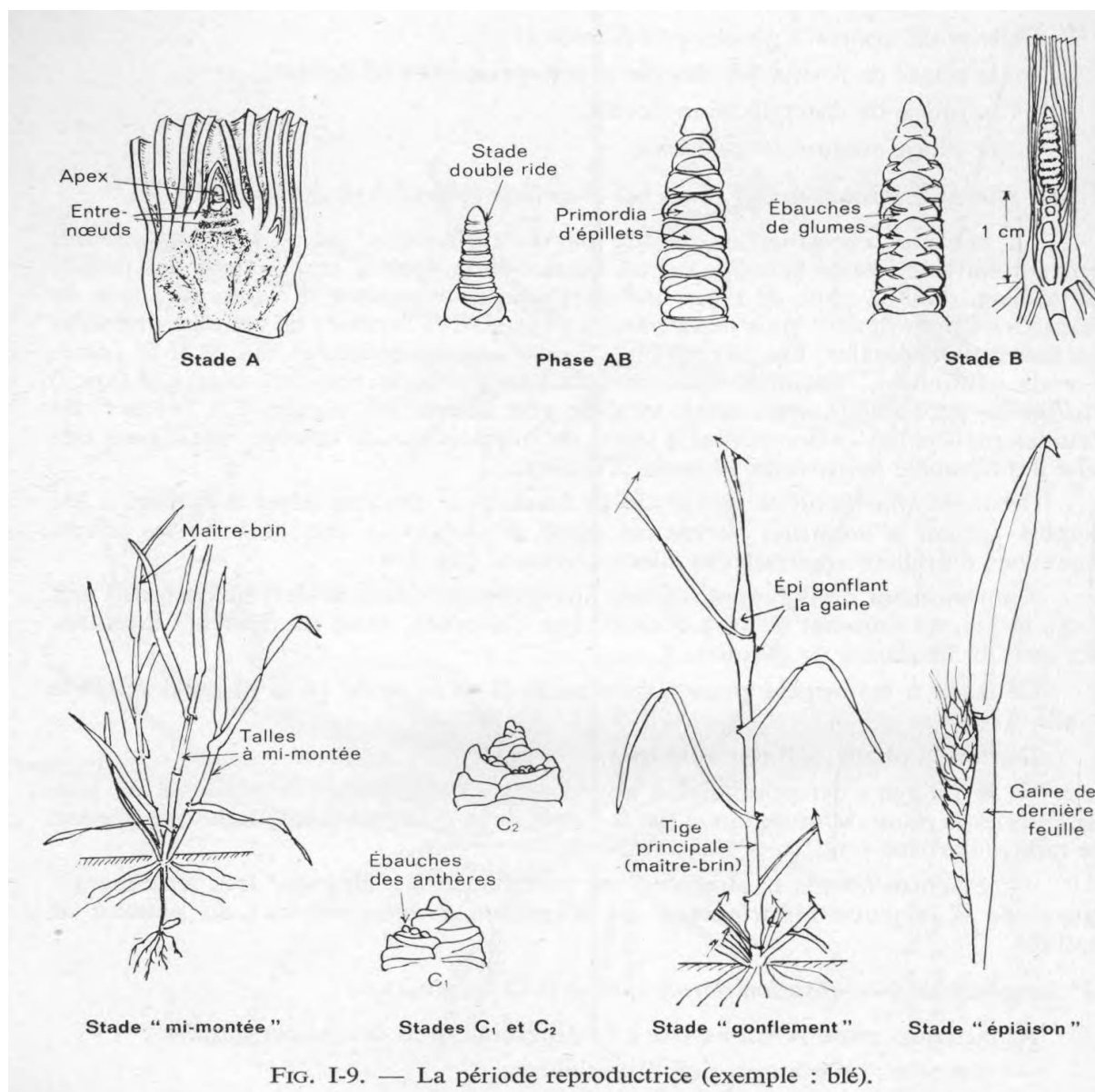


Figure 12. La période reproductrice (Phytotechnie spéciale, la maison rustique-paris, Moule, 1971).

2.5- Les exigences du blé :**2.5.1- Le sol :**

Le blé exige un sol bien préparé, meublé et stable, résistant à la dégradation par les pluies d'hiver pour éviter l'asphyxie de la culture et permettre une bonne nitrification au printemps. Sur une profondeur de 12 à 15cm pour les terres battantes (limoneuses en général) ou de 20 à 25cm pour les autres terres, le sol est une richesse suffisante en colloïdes, afin d'assurer la bonne nutrition nécessaire aux bons rendements (*Soltner, 1990*).

En général, il est admis qu'un sol de texture argilo-calcaire, argilo-limoneux, argilo-sableux ne présente pas de risques d'excès d'eau pendant l'hiver.

Les séquences de travail du sol à adopter doivent être en fonction du précédent cultural, de la texture du sol, et de la pente.

Le pH optimal se situe dans une gamme comprise entre 06 à 08. La culture de blé est modérément tolérante à l'alcalinité du sol dont la C.E.C

2.5.2- L'humidité :

L'eau joue un rôle important dans la croissance de la plante (*Soltner, 1990*), la germination ne se réalise qu'à partir d'un degré d'imbibition d'eau de 30%. En effet, c'est durant la phase épi 1cm à la floraison que les besoins en eau sont les plus importants. La période critique en eau se situe entre 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (*Loue, 1982*), raison pour laquelle le semis est toujours recommandé en culture pluviale.

2.5.3- Les températures :

La majorité des variétés peuvent supporter un gel modéré pendant l'hiver si la plante est suffisamment développée. Par contre le blé ne supporte pas les fortes températures et les déficits hydriques en fin de cycle pendant le remplissage du grain. En effet, la température conditionne à tout moment la physiologie du blé. Une température supérieure à 0°C (le zéro de végétation) est exigée pour la germination, cependant l'optimum de croissance se situe entre 20 et 26°C. Un abaissement de la température pendant l'hiver est nécessaire à certaines

Variétés dites d'hiver. Cette exigence conditionne la montaison et la mise à la fleur (Clement et Parats, 1970).

2.5.4- L'éclairement :

La lumière est le facteur qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé. En effet, un bon tallage est garanti, si le blé est dans les conditions optimales d'éclairement (Soltner, 1990). Une certaine durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la floraison et le développement des plantes (Nedjah, 2015).

3. L'effet de la sécheresse / déficit hydrique sur le blé

L'eau joue un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes cultivées (Rio, 1993).

Un déficit hydrique se traduit par une réduction de la croissance de la plante et / ou de sa production par rapport au potentiel du génotype, Un déficit hydrique précoce affecte, en parallèle, la croissance des racines et des parties aériennes, le développement des feuilles et des organes reproducteurs (Debaeke & al, 1996).

Le déficit hydrique peut engendrer des pertes de rendement à n'importe quel stade du développement du blé. Pour le blé dur (*Triticum durum Desf*), en région méditerranéenne, la sécheresse est une des causes principales des pertes de rendement, qui varient de 10 à 80% selon les années (Nachit & al, 1998). La sécheresse du début du cycle coïncide avec le démarrage de la culture (*levée, tallage*) et celle de fin du cycle, qui est la plus fréquente et qui affecte le remplissage des grains.

Le rendement en grains chez le blé dépend fortement du nombre de grains par épi, du poids de grains par épi et du nombre d'épis par m². (Assrm & al, 2006).

Le tallage est l'un des principaux facteurs déterminant le rendement en grains pour les céréales (Hucl & Baker, 1989). Une carence hydrique précoce, durant la phase végétative, réduit le nombre de la taille des talles du blé (Davidson & Chevalier, 1990 & al.).

Un déficit hydrique à la montaison se traduit par la régression du nombre d'épis par m², la régression intense des talles et /ou la diminution du nombre de grains par épi (notamment par accroissement du taux d'avortement des épillets et l'induction de stérilité male) (*Slama & al, 2005*).

A la fin de la montaison, 10 à 15 jours avant l'épiaison, la sécheresse réduit le nombre de fleurs fertiles par épillet (*Debaeke & al, 1996*). Le manque d'eau après la floraison, combiné à des températures élevées, entraîne une diminution du poids de 1000 grains par altération de la vitesse de remplissage des grains.

Le manque d'eau a pour conséquence la réduction de la taille des grains (échaudage), voire le rendement en grains (*Gate, 199, Hamadouche, 2015*).

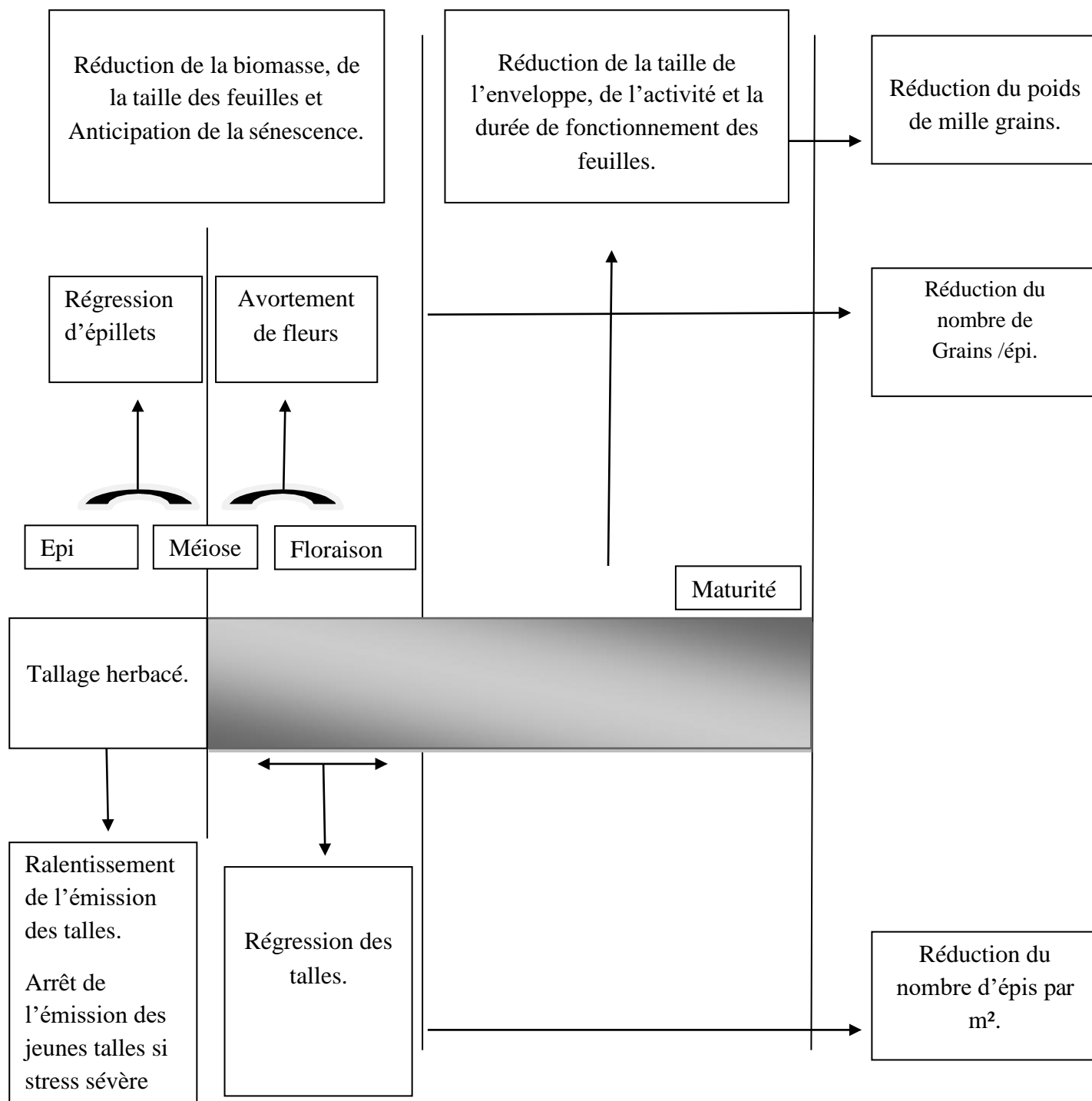


Figure 13. Principaux effets du déficit hydrique sur les composants du rendement (Monneveux, 1991).

4. Techniques agronomiques et production

4.1-Travail du sol

4.1.1- Place du blé dans la rotation

La place du blé dans la rotation est assez variable. Cependant, un précédent cultural (jachère) laisse le sol libre assez tôt pour préparer le semis dans de bonnes conditions.

- laisser une terre relativement humide en profondeur et non creuse.
- laisser une terre propre (dénudée de mauvaises herbes).
- laisser une terre assez riche en éléments assimilables, sans excès d'azote.

Le meilleur précédent est, finalement constitué par une plante sarclée (ou une jachère). Les précédents les plus couramment pratiqués aujourd'hui sont: maïs, colza d'hiver (*Moule, 1971*).

4.1.2- Préparation physique du sol

Il faut rechercher une terre non creuse, pas trop fine en surface (petites mottes). Pour cela, derrière une plante sarclée (betterave par exemple), on effectue un labour peu profond suivi d'un croskillage et d'un hersage. Par contre, lorsque le précédent est un fourrage (prairie) le labour sera obligatoirement profond. Il doit être fait deux ou trois mois au moins avant le semis. Plus particulièrement, lorsque le blé vient derrière une luzerne. Prédécent laissant une terre creuse, au labour précoce (après la 2^{ème} coupe) devront succéder des hersages et Croskillages répétés. De même en terre humide, froide, battante (boulbène), la préparation du sol doit être plus profonde pour assurer une bonne pénétration et un bon drainage de l'eau (*Moule, 1971*).

4.1.3- Fumure

L'enfouissement d'un engrais vert (crucifères d'été, collets de betterave) peut apporter l'équivalent d'une demi-fumure organique rapidement minéralisable.

La fumure phospho-potassique est généralement, enfouie au labour, à l'automne, sous forme de scories et de chlorure de potassium à raison de 70 à 120 kg/ha de chaque élément selon la richesse du sol.

Eventuellement, la fumure phosphatée peut-être apportée, en partie à l'automne, sous forme de scories, en partie au printemps, sous forme de superphosphate de chaux, épandue en couverture (*Moule, 1971*).

a) Sur blé d'hiver

Les travaux de part le monde ont conduit à conseiller trois apports successifs:

- Au début du tallage (février-mars): 30 à 50 kg/ha.
- Au début de la montée (avril): 20 à 40 kg/ha.
- A l'épiaison (mai): 20 à 30kg/ha. Soit 70à 120 kg/ha d'azote suivant le précédent cultural, la fertilité moyenne du Sol.

De ces trois épandages, seuls les deux premiers sont couramment effectués aujourd'hui dans la plupart des régions, l'apport le plus important étant celui du tallage. Celui-ci est souvent d'ailleurs, dédoublé durant les dates se situant aux alentours du 25 février jusqu'à la mi-mars.

b) Sur blé de printemps

L'apport de la totalité de la fumure azotée au semis est à recommander, l'optimum se situant à 90-110 unités à l'hectare.

Sur blé d'hiver comme de printemps, la forme d'azote à apporter sera mi- ammoniacale mi-nitrique (ammonitrate), parfois essentiellement nitrique (après un hiver rigoureux et long).

4.2-Le semis

4.2.1- Période de semis

La date de semis est variable d'une espèce à l'autre (en général les orges d'hiver d'une exploitation sont semées avant les blés tendres, et les blés durs après). Pour une espèce donnée, les semis sont généralement étalés sur plusieurs semaines, par exemple : les semis de blé tendre, suivant une culture récoltée en été (colza, pois, blé), sont réalisés les premiers (début octobre), puis suivent les autres semis au fur et à mesure que les terres sont libérées par les récoltes d'automne (pomme de terre, betterave, tournesol, maïs) (INAP-G Département Ager, 2003).

Les périodes de semis optimales semblent être les suivantes :

- c) pour un blé d'hiver: dans le Nord et le Bassin parisien, 15 Octobre - 15 Novembre : dans l'Ouest et le Sud, 1er Novembre - 1er Décembre:
- d) pour un blé alternatif: 1^{er} Février - 15 Mars.
- e) pour un blé de printemps : 15 Février - 1er Avril (Moule, 1971).

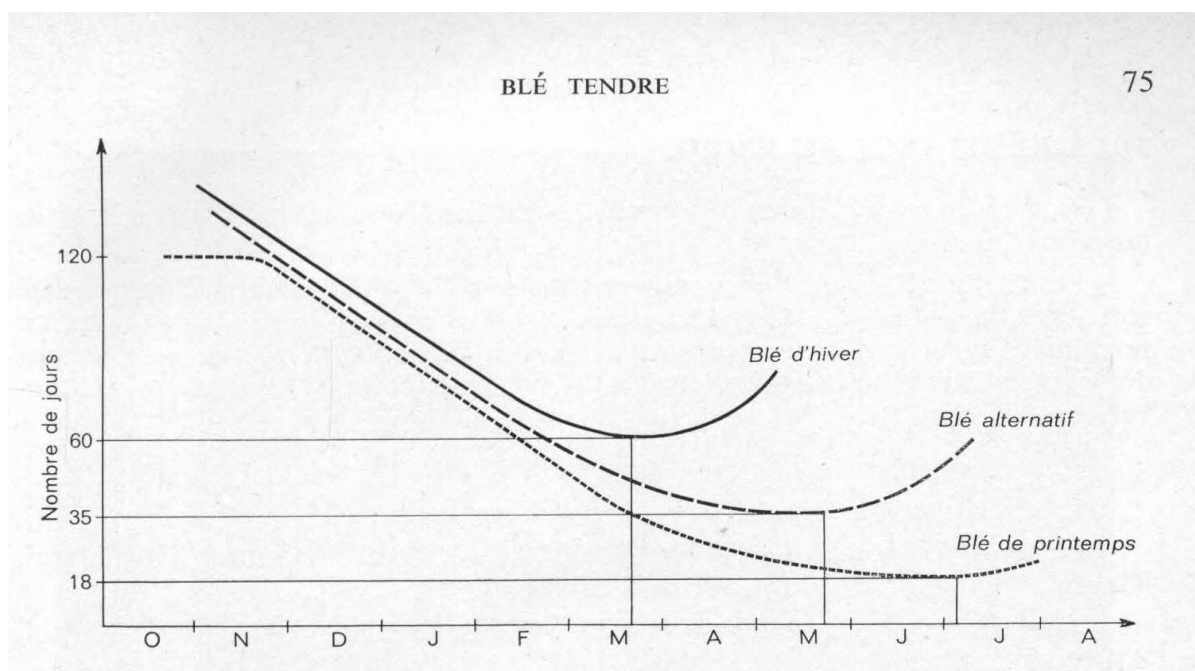


FIG.

Figure 14. Variation de la durée « levée-montée » avec la date du semis chez le blé (Dehl et Morice ; Moule, 1971)

4.2.2- Densité de semis

La densité de semis est raisonnée de manière à obtenir un nombre de plantes donné en sortie d'hiver, en tenant compte des risques de perte à la levée ou pendant la période de froid hivernal. Le nombre de plantes objectif en sortie d'hiver, est déterminé régionalement en fonction de l'espérance de rendement, de la variété et de la date de semis. (*INAP-G Département AGER, 2003*).

- Pour un blé d'hiver, la densité optimale est de l'ordre de 250 plantes au mètre carré ce qui correspond à une dose de 90 à 130kg/ha.
- Pour un blé de printemps, la densité optimale se situe entre 300 à 350 plantes au mètre carré.

5. La profondeur et le mode de semis

La profondeur de semis peut modifier la qualité de la levée tout comme la qualité de la semence. D'une manière générale, l'augmentation de la profondeur de semis a pour effet d'en allonger la durée, outre la profondeur de placement du grain. La régularité de celle-ci, entre les grains, a une incidence sur la qualité de la levée ; si elle est irrégulière, la levée sera hétérogène. (*Soltner, 1980, Guergah 1997 & al*).

Certains auteurs dont Randia et al. (1986) et Vromandi (1994) proposent une profondeur de semis de 3 à 5cm, ce semis permet d'accroître la résistance au froid par suite de raccourcissement de la partie la plus sensible de la plante. Un semis trop superficiel, surtout s'il est mal recouvert, expose les grains à des variations thermiques, à une trop faible humidité, à l'action des vents et des prédateurs (limaces, oiseaux, rongeurs) et par ailleurs peut également entraîner un mauvais enracinement par dessèchement des graines avant qu'elles n'arrivent à s'implanter (*Diehl, 1975, Guergah, 1997*).

Les semences se développent bien dans une terre fraîche et légèrement humide. On sème plus profond en été qu'au printemps et plus profond aussi dans un sol sableux, plus sec en surface que dans un sol argileux déjà assez humide (*Soltner, 1986, Belaid, 1986, & al*). Un semis profond est aussi dangereux qu'un semis superficiel. Dans le premier cas, on doit travailler plus profondément, la terre fine descend et risque de colmater la base du lit de semence. Dans un sol trop creux, les plantes mettent beaucoup de temps à lever, plus chétives donc plus sensibles au froid. Les mottes maintenues en surface, dans les terres fortes peuvent aggraver cet excès de profondeur lorsqu'elles vont fondre pendant l'hiver, des pertes de plantes se trouveront augmentées et le blé aura du mal à s'enraciner dans ce lit de semence qui a tendance à s'asphyxier (*Hadjichristodoulou et al, 1977*).

Le semis profond diminue le pourcentage de la germination suite à la levée qui sera lente et hétérogène et réduit le taux de tallage, mais il est plus résistant à la sécheresse que le semis superficiel (*Kial, 1979, Quhaiwi, 1991*). Il conduit à un bon tallage et plus de production si les conditions sont favorables. Par contre, un semis superficiel et à profondeur régulière de 2 à 5cm assure une levée rapide et un développement vigoureux. Il y a une

relation intime entre la profondeur de semis, le genre, la variété, l'environnement et le sol. Quelques études ont confirmé que le semis profond (8cm) donne une meilleure productivité que le semis superficiel (3 à 5cm) chez le blé. En général, on sème à 3 ou 4 cm pour permettre à la plante de résister jusqu'à l'arrivée des pluies et d'être protégée contre les prédateurs au-delà de ce cas, l'allongement du rhizome ne fait qu'épuiser la plantule et l'exposer au gel dans les régions froides (Soltner, 1985).

Selon Vilain (1987), les facteurs qui conditionnent la profondeur de semis sont :

- **La taille de la semence** : généralement le semis fait 3 à 4 fois la taille de la semence et dépend aussi de la quantité d'aliments stockés pour que la plantule sorte du sol
- **Le sol** : les grains doivent être semés superficiellement dans un sol lourd (argileux) à 3 cm et plus profondément dans les sols légers (sol sableux) à 6 cm.
- **Le taux d'humidité** : si le sol est très humidifié, le semis doit être superficiel pour éviter le « pourrissement ».

A la réalisation du semis, la profondeur de celui-ci dépend des éléments semeurs (type et réglage), mais aussi de la qualité du lit de semence. La présence de mottes, dans le lit de semence, perturbe assez fortement le fonctionnement des organes semeurs, provoquant ainsi une hétérogénéité de profondeurs de semis importante.

- La taille de la plante est affectée par la profondeur de semis.
- La durée du cycle varie en fonction de la profondeur de semis. Le coléoptile long permet aux premières feuilles de sortir même des grandes profondeurs de semis. L'importance de la profondeur de semis apparaît plus dans les années sèches que dans les années à forte pluviosité (Jamil et Quhaiwi 1978, Acevedo et Naji, 1990, Tadjouri, 1997).

5.1- La profondeur de semis et la grosseur du grain :

Il est évident qu'un grain possède plus de réserves pour nourrir la plantule et donne un départ de végétation favorable à un tallage ultérieur satisfaisant. La profondeur de semis optimale est celle qui assure la levée. Elle dépend du grain semé, de la nature du sol et des conditions climatiques (Geouiev et Arifi, 1978).

5.2- La profondeur du semis et la levée :

La germination correspond à une activation métabolique de l'embryon qui assure l'élongation de la radicule, puis celle du coléoptile. Dans la pratique et indépendamment de la germination, c'est la levée de la plantule des céréales qui intéresse le plus l'agriculteur. Plus celle-ci est vigoureuse, plus elle supporte les risques du déficit hydrique à ce stade, et mieux elle s'acclimata, ce qui lui permet de mieux résister au stress hydrique survenant après l'épiaison floraison.

Les résultats de *Guergah* (1997) montrent que la levée s'est achevée au 27^{ème} jour pour un semis profond à 15cm, avec un taux de levée de 3,35%. Pour des semis en pots, et pour des semis en plein champ, le taux de levée obtenu à 12 cm est de 30%.

Les travaux de *Boubaker et al.* (1999) montrent que la levée est retardée à chaque fois que la dose d'irrigation appliquée diminue. La durée de la levée a presque doublé quand l'apport d'eau n'était que le quart de la capacité au champ.

Les résultats montrent qu'avec 50% de la capacité au champ seulement, la levée n'est retardée, au plus, que de 2 jours. La profondeur de semis a significativement retardé la levée, comparée à la profondeur de semis standard (à 2cm) chaque augmentation d'un cm de profondeur de semis a provoqué un jour de retard de levée.

Les taux de germanisation et de levée diminuent nettement lorsque la profondeur d'enfouissement augmente. Ils sont inférieurs à 40% chez *Bromus rigidus* quand la profondeur d'enfouissement est supérieure à 12.5cm. Ces taux ne dépassent pas 20% chez *Bromus rubens* lorsque les graines sont enfouies à 15cm. Par ailleurs la texture du sol influence sur le taux de levée. En semis très profond, les sols sableux favorisent la germination et la levée que les sols argileux ou limoneux (*Fenni et Al, 2002*).

L'impact des obstacles mécaniques sur l'émergence des plantules augmente avec le semis profond (*Usha et al, 1981, Souty et Rode, 1994*). A 10cm de profondeur de semis, *Heather et al, (1989)* ont obtenu 21 et 24% de plantules levées pendant deux années successives, respectivement en 1986 et 1987. Aux profondeurs 2.5cm et 12 cm, *Tadjouri (1997)* a enregistré des taux de levée de 95 et 27.5% respectivement. Alors que *Guergah (1997)* a noté 78.5 et 31.1% de plantules levées aux mêmes profondeurs respectivement.

Selon *Diehl (1975)*, le semis profond entraîne un allongement très net de la durée de la phase semis-levée, au cours de laquelle la plantule se trouve soumise à l'action éventuelle de parasites du sol, suivi d'un léger allongement du cycle végétatif pour le semis profond par rapport au semis superficiel. Le nombre de plantules levées par m², ainsi que le nombre de tiges par plante diminuent avec l'augmentation de la profondeur du semis (*Hadjichristodoulou et al, 1997, Heather et al, 1989, Tadjouri, 1997, Guergah, 1997, Othmani, 2004*). Le semis de 6 à 8cm est généralement favorable, un semis profond supérieur à 9cm est défavorable spécialement chez certaines variétés.

5.3- La profondeur de semis et le tallage :

La capacité de tallage offre des possibilités de produire plus de métabolites dans les tiges qui constituent des organes d'un potentiel transférable vers le grain après floraison (*Triboi, 1985*). Le nombre de tiges par plante augmente avec la diminution de la profondeur de semis (*Hazmoune et Benlaribi, 2001*). (*figure4*).

Selon les mêmes auteurs, le nombre d'épis par plante, le nombre de grains par épi et le poids de 1000 grains diminuent avec l'augmentation de la profondeur de semis.

Les résultats de Gate et al, (1990) ont montré que durant le tallage, un déficit hydrique réduit le nombre de talles formées, affecte fortement leur croissance en hauteur et permet un enracinement profond (Hazmoun, 2006).

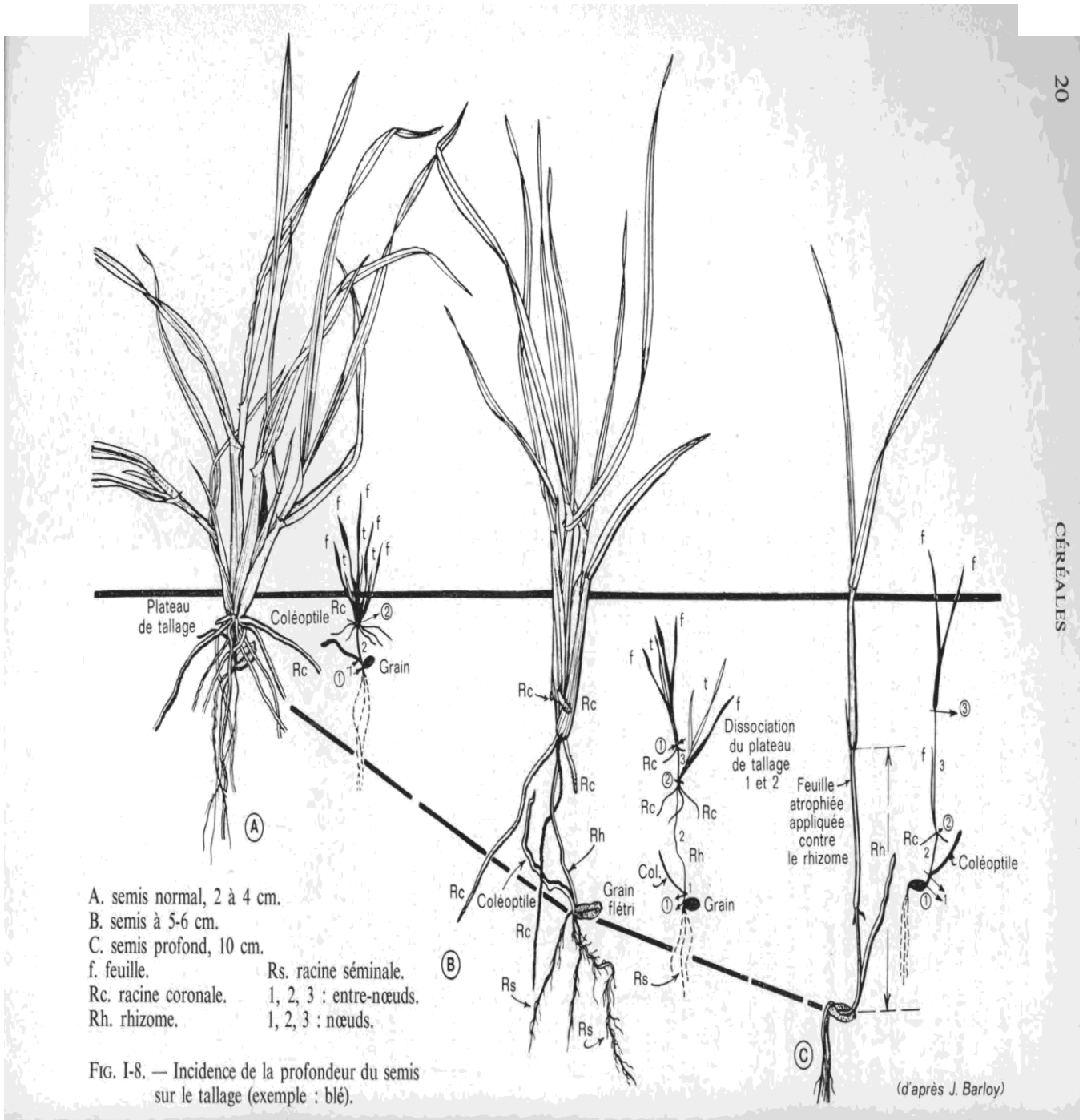


Figure 15. Influence de la profondeur de semis sur la vigueur de la plante. (Phytotechnie spéciale, la maison rustique-paris, moule, 1971).

5.4- La profondeur de semis et le nombre de grains par épi :

Le nombre de grains est mis en place au moment de l'induction florale, dès la fin du tallage (stade épi 1cm). Il se poursuit au cours de la montaison. Il est sensible à des variations de conditions climatiques de cette période ainsi qu'à toute déficience de fourniture en assimilats (*Triboi et al, 1985*). Il influe sur la capacité des puits et en condition de déficit hydrique c'est un bon indicateur de tolérance a la sécheresse (*Annicchiarico et Pecetti, 1993*). Le nombre de grains, par épi diminue avec l'augmentation de la profondeur de semis (*Hazmoune et benlaribi, 2004 et 2005*).

5.5- La profondeur de semis et le poids de 1000 grains :

La taille et le poids de 1000 grains participent aussi à la stabilité de la production d'un génotype donné. Ils dépendent des conditions de croissance post-anthèse (vitesse de transfert), de produit de photosynthèse durant le remplissage du grain (durée de vie de la feuille étendard) et du nombre de cellules formées par l'endosperme. La profondeur de semis a un effet négatif sur le poids de 1000 grains (*Boufenara, 1998*). Par contre, *Tadjouri ,(1997)* et *Guergah ,(1997)* ont obtenu des effets significatifs positifs de la profondeur de semis sur cette composante de rendement, ceci s'explique surtout par les conditions climatiques (humidité du sol et températures) de l'année et de l'importance de la profondeur racinaire des génotypes (*Hazmoun, 2006*).

5.6- La profondeur du semis et la longueur du coléoptile :

Le coléoptile est un étui qui protège l'apex caulinaire et les jeunes feuilles. A partir d'un certain stade, sa croissance résulte, essentiellement, d'une croissance par élongation (auxèse : augmentation des dimensions des cellules). Cette propriété qui est en fait un matériel de choix pour l'expérience sur la croissance (de *Drawin* à *Went* et *Thinmann*). Le coléoptile protège la première feuille qui est fragile dans son parcours vers la surface du sol à la recherche de la lumière. Il possède aussi un mécanisme de recherche directionnel qui le guide toujours vers la surface du sol (*Heller et al ; 1990*).

La longueur de coléoptile est une caractéristique variétale qui est influencée par les effets du milieu. Indépendamment de la dose d'irrigation appliquée, un semis plus profond est

associé à un coléoptile plus long. La longueur du coléoptile a presque doublé en passant du semis de 2cm de profondeur, considéré comme standard pour le semi-aride, à une profondeur maximale de 8cm (Boubaker et al ; 1999). Du fait que le coléoptile devient plus long quand le semis est plus profond, les réserves au niveau de l'endosperme de la semence risquent de ne pas être suffisantes pour assurer la croissance d'un coléoptile long et vigoureux. Il faut donc que les semences aient un poids spécifique le plus élevé possible quand l'option d'un semis profond est adoptée.

L'intérêt du coléoptile qu'il s'agisse de celui d'alpiste étudié par Darwin ou d'avoine adopté par Went vient non seulement de la sensibilité à la lumière, mais aussi à ce stade, sa croissance s'effectue uniquement par élongation.

En suivant le développement du coléoptile, nous voyons d'abord fonctionner un méristème basal qui édifie un massif de petites cellules isodiamétriques, puis l'élongation s'installe, partant des régions supérieures mais pas tout à fait du sommet, ainsi, nous avons à la pointe du coléoptile un massif de petites cellules en élongation et enfin à la base un méristème fonctionnel.

Les géotypes à coléoptile long sont moins affectés par la profondeur de semis, du point de vue nombre de feuilles sur la tige principale et le nombre général de feuilles ainsi que la surface verte de la tige : c'est le nombre de talles par plante qui est le plus affecté (Acevedo et Naji, 1986).

Selon les mêmes auteurs, plus le semis est profond, plus il y a un allongement du premier entre nœud. L'espèce à coléoptile long favorise le développement de la culture, aussi elle favorise la profondeur de semis, 7 à 10cm au début de la saison dans les régions sèches. Mais ces deux caractéristiques ont tendance à disparaître dans les régions à forte pluviométrie (Hazmoun, 2006).

Les géotypes à coléoptile long émergent plus rapidement que ceux caractérisés par des coléoptiles courts (Burleigh et al, 1965). Ainsi, le taux de levée varie en fonction de la profondeur de semis et du géotype. Les géotypes hauts possèdent des coléoptiles longs par rapport aux géotypes courts (Boufenara, 1998).

Les coléoptiles longs et les racines primaires bien développées semblent jouer un rôle significatif dans l'établissement de la culture dans une situation de manque d'humidité au

moment du semis. Thari et al ; (1998) ont montré qu'il existe également des différences significatives entre la profondeur de la formation du plateau de tallage et la longueur du coléoptile ($r = -0.40$) et le nombre de talles par plante ($r = -0.36$).

Cependant une corrélation positive entre la profondeur du plateau de tallage et la tolérance au froid (survie à l'hiver) a été observée ($r = 0.48$).

Par conséquent, ils ont conclu que les longs coléoptiles, la formation d'un plateau de tallage profond et l'habilité à forer un grand nombre de talles par plante sont très avantageux pour la stabilité et l'augmentation du rendement dans des conditions de forte humidité ou de sécheresse (Hazmoun, 2006).

Sunderman , (1965) a obtenu des différences hautement significatives concernant le taux de levée et la longueur du coléoptile.

Les génotypes les plus hauts sont corrélés positivement à la longueur du coléoptile et à la profondeur de semis ($r = 0.608$).

En effet, des taux de levée ont été enregistrés à différentes profondeurs de semis : 73,47 et 23% respectivement à 3,4 et 5 inches correspondant respectivement à 8.64 et 12.7cm.

En plein champ, le taux de levée et la longueur de coléoptile sont très étroitement liés à la profondeur de semis. Si les graines sont semées profondément, le coléoptile peut devenir trop faible pour atteindre la surface du sol.

Par contre, si elles sont semées superficiellement, elles peuvent manquer d'humidité pour la germination. Elles peuvent être privées de toute humidité supplémentaire par son évaporation à partir de la plus haute couche du sol (Hazmoun, 2006).

6- L'ancrage au sol

Un acte essentiel pour la plante est de s'accaparer un coin de terre pour s'y ancrer et s'y nourrir, les réserves contenues dans la graine n'étant pas illimitées. Sa croissance est alors plus importante que celle de la tige feuillée : croissance plus importante en longueur, en ramification, en surface...L'importance de l'enracinement ressort tout particulièrement si l'on compare une *Poacée* annuelle comme le blé à une *Poacée* pérenne.

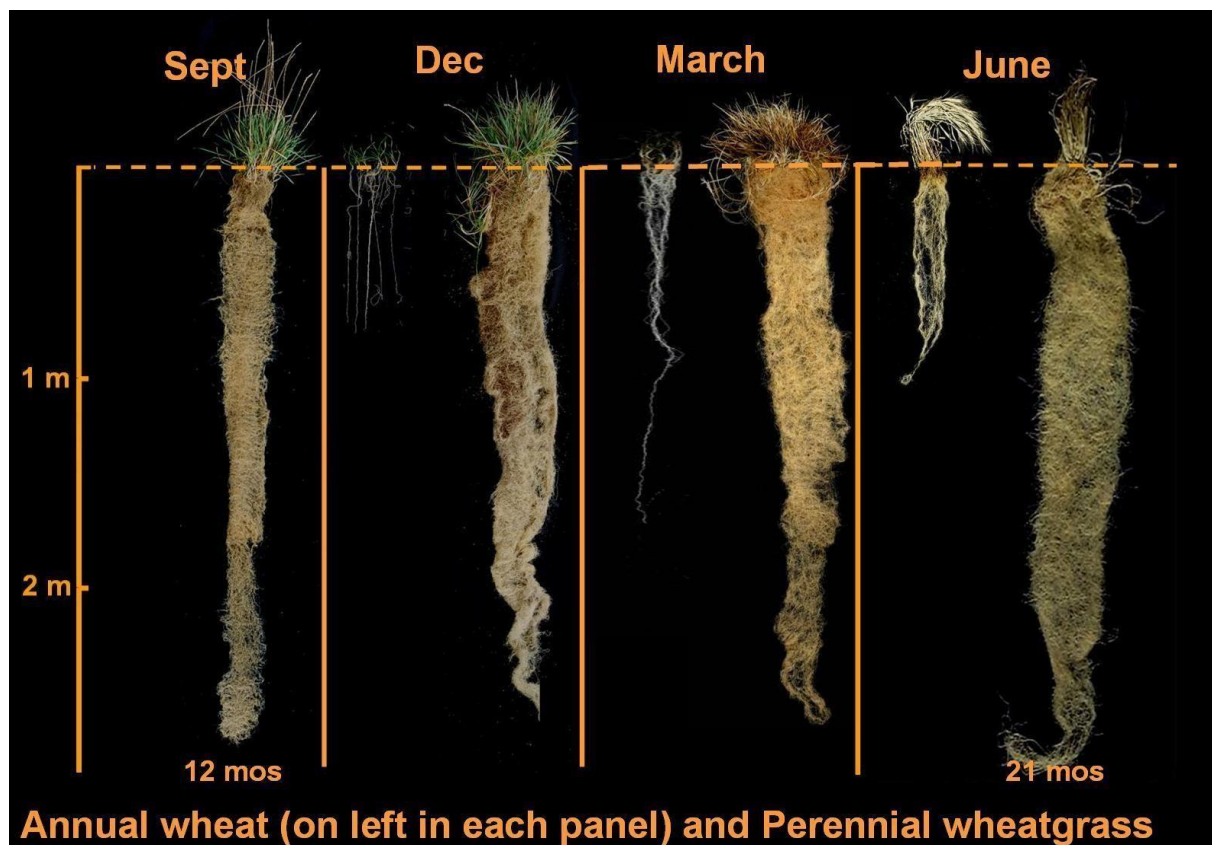
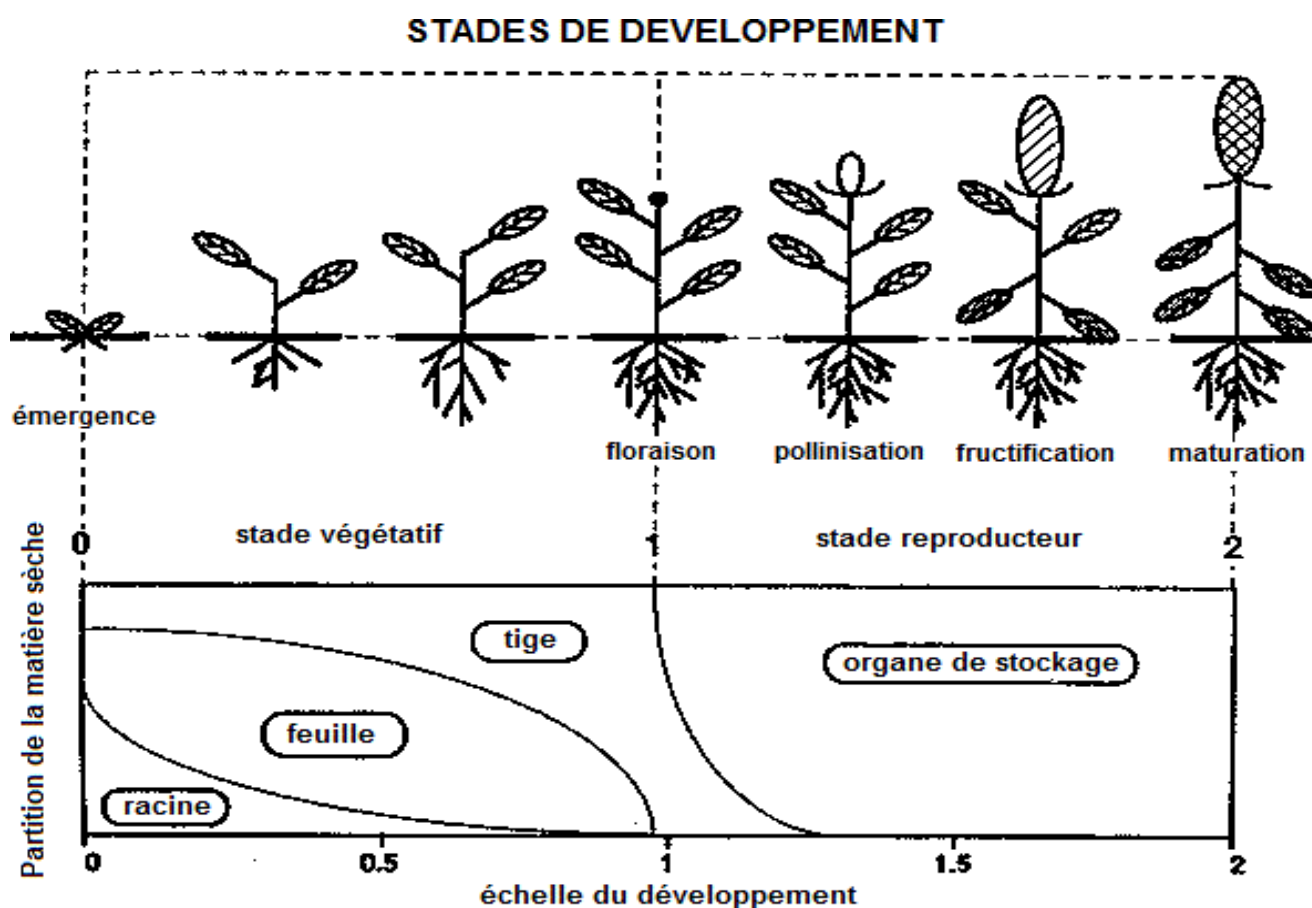


Figure 16. Blé annuel et blé vivace (Jerry Glover, en.wikipedia.org).

Pour optimiser son enracinement, le blé dispose d'un double système, les racines séminales (associées à la graine) et les racines adventives (associées au collet). En outre, ultérieurement au stade du tallage, de nouvelles racines s'ajouteront pour accroître l'emprise de la « touffe » herbacée (Claire Casnin, Jean-François Madre,).

6.1- L'allocation des ressources

L'allocation de biomasse, aux différents organes de la plante au cours de son cycle, se traduit pour l'appareil racinaire par une réduction progressive de la biomasse au bénéfice de l'appareil aérien (Claire Casnin, Jean-François Madre, Hervé Levesque).



Stades de développement et évolution de la répartition de la matière sèche au cours du cycle d'une culture. (D'après Lovenstein et al., 1995)

Figure 17. Stades de développement et évolution de la répartition de la matière sèche au cours du cycle d'une culture (Lovenstein et al., 1995)

MATERIELS ET METHODES.

1. Matériels végétales utilisés

Le matériel végétal utilisé dans nos essais se compose de deux variétés, une variété de blé dur (*Triticum durum Desf*) et une variété de blé tendre (*Triticum aestivum*) dont les principales caractéristiques sont :

➤ **blé tendre *Var Hiddab*:**

Appelée improprement en Algérie *HD1220* est une obtention du Cimmyt « Centre international d'amélioration du maïs et du blé » (Mexique en 1980) issue du croisement HD1220/3* KAL / NAC, sélectionnée à la ferme expérimentale de l'ITGC (Institut technique des grandes cultures El khroub, Constantine en 1984). C'est une variété précoce, à fort tallage. L'épi est blanc, à barbe noire divergente, avec une paille moyenne, la tige est creuse, le grain est roux et allongé, elle s'avère sensible à la rouille jaune, brune et noire, elle se cultive dans les zones aériennes et les hauts plateaux. Compte tenu de sa précocité, elle échappe aux gelées printanières, son semis est recommandé entre la mi-novembre et la mi-décembre.

➤ **Pour le blé dur *Var Cirta*:**

Génotype d'origine algérienne, obtenteur de l'IGTC (El khroub, Constantine) en 2004. C'est une variété tardive .

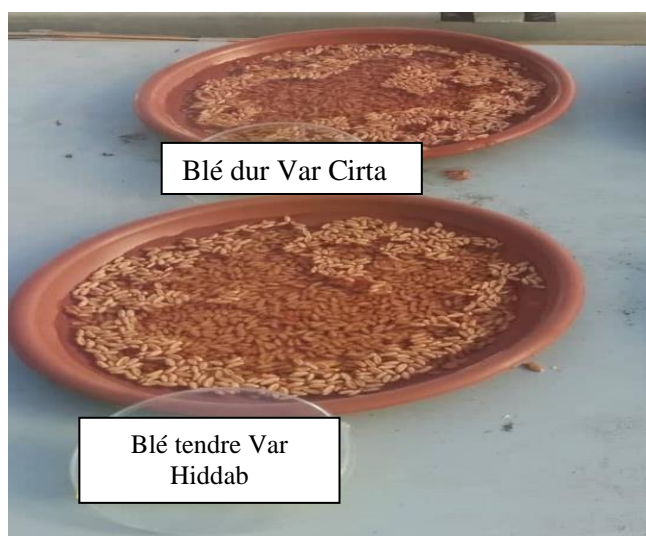


Figure 18. Photo présentant les deux variétés utilisées dans l'expérimentation

2. Méthodes d'études:

2.1- Dispositif expérimental

Le semis est réalisé dans des pots de 25cm de hauteur, à section circulaire de 28cm de diamètre installés dans une serre à l'Université Châabat El Rsas Constantine, à raison de 3 répétitions pour chaque variété.

Les pots sont remplis d'un sol agricole, de texture limoneux argileuse, prélevé de la pépinière du centre Apicole (Châabat el Rsas).

Il faut prendre en considération, qu'après le stade de la levée, nous avons retiré neuf plantules pour laisser en final six plantules par pot, pour des raisons de surcharge des pots utilisés.



Figure 19. Préparation des répétitions en fonction de la profondeur de semis.

2.2- Les différentes profondeurs de semis

Les différentes profondeurs de semis expérimentées sont : 2cm – 6cm -10cm. Il faut noter qu'il est difficile de placer les grains avec précision à la profondeur voulue, car le sol est non seulement meublé et peut éventuellement s'entasser (mécanique des sols).

2.3- Densité de semis

Le semis est réalisé le 11.03.2019, à une densité de 15 grains par pot, déterminée sur la base d'un semis de terre réalisé à 250 grains par mètre carré.

2.4- Paramètres mesurés

Les observations et les notations effectuées depuis le semis jusqu'à la maturité, ont porté sur les paramètres suivants :

2.4.1- Evolution de la levée et le nombre de plantules levées

Des comptages sont effectués depuis l'apparition des premières plantules à la surface du sol jusqu'au stade de 2 à 3 feuilles.



Figure 20. Photos présentant le début de la levée chez les deux variétés.

2.4.2- Le tallage

Le nombre des talles formées sont relevées au stade floraison, l'opération est réalisée sur des échantillons de 06 plantes par génotype et par profondeur de semis (06 plantes par pot).

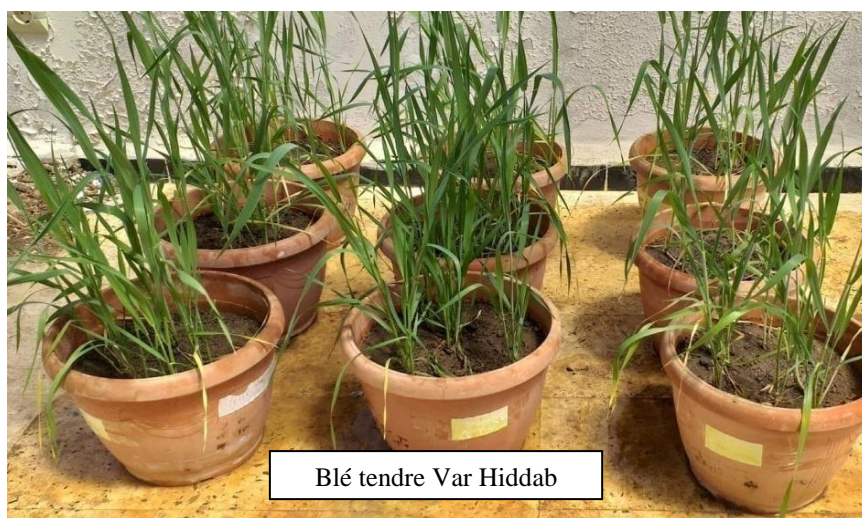


Figure 21. Photos présentant les plantes au stade du tallage pour les deux variétés.

2.4.3- La hauteur moyenne des plantes

Elle est mesurée à la maturité pour chaque génotype et exprimée en cm.

2.4.4- La longueur du col de l'épi

Elle est mesurée à la maturité des plantes sur des échantillons de 06 chaumes par génotype et par profondeur de semis. La longueur du col de l'épi est exprimée en cm

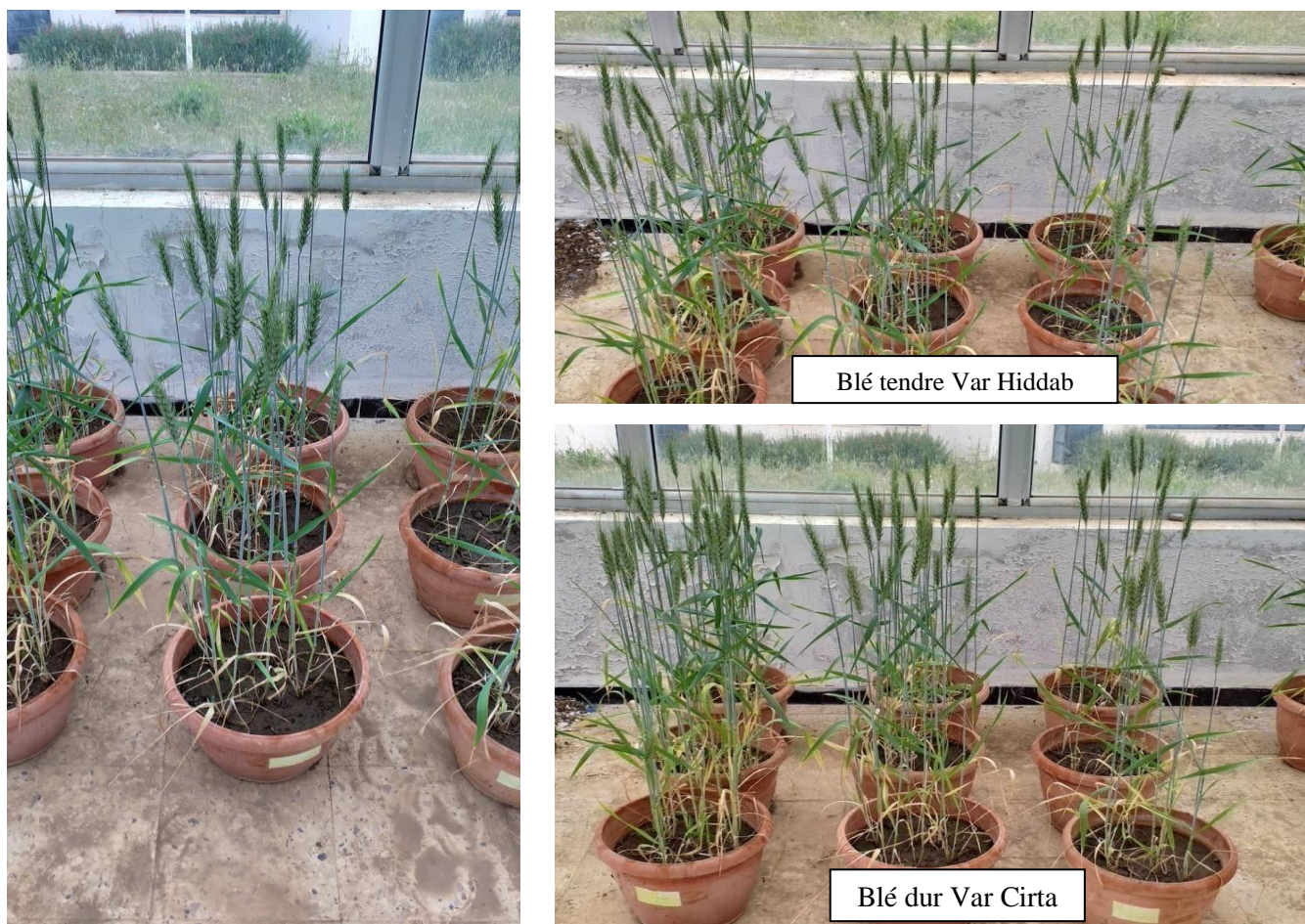


Figure 22. Photos présentant les plantes au stade (Montaison- épiaison et début de remplissage des grains) pour les deux variétés.

2.4.5- Surface de la dernière feuille (feuille étendard ou drapeau)

Elle est déterminée par la méthode de décalquage et du poids. Elle concerne 10 feuilles étendards par génotype et par profondeur de semis. La surface foliaire est exprimée en cm²

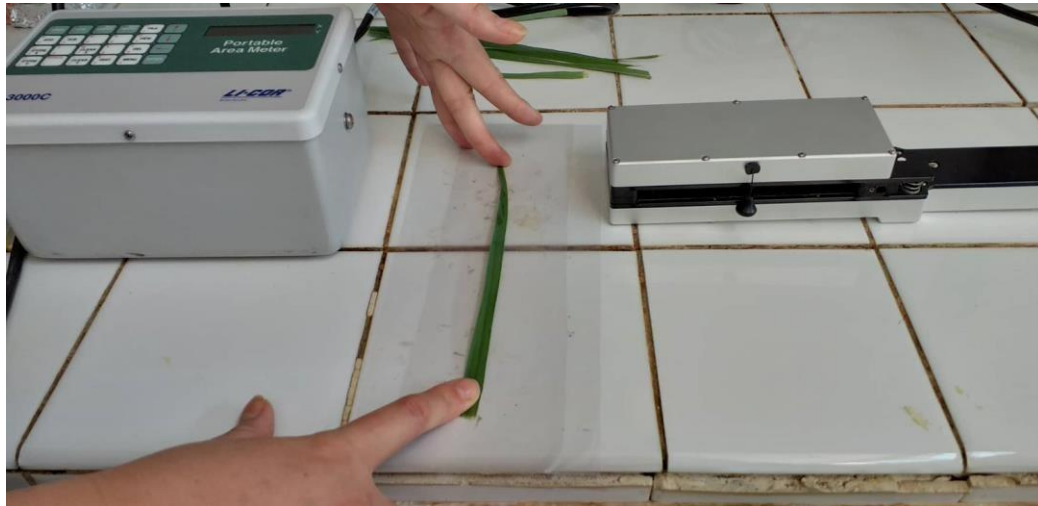


Figure 23. Mesure de la surface foliaire avec le planimètre.

2.5- Système racinaire

Les pots sont, alors soigneusement vidés de leur contenu, les racines ont été dégagées de leurs particules de terre et de matière organique à l'aide d'un jet d'eau sous pression puis séchées entre deux feuilles de papier filtre.

2.5.1- Paramètres mesurés

Les mesures effectuées dans cette expérimentation sont :

- La profondeur maximale des racines (PMR) mesurées en cm.
- Le nombre de racines principales / primaires (NRP) déterminées par comptage des racines de longueur supérieure à 1cm de long.
- Le nombre de racines secondaires (NRS).
- Le nombre total des racines (NTR).



Figure 24. Photo présentant la partie racinaire des deux espèces de blé.

- Le volume racinaire (VR) mesuré par immersion exprimée en cm^3 .



Figure 25. Photo présentant l'émersion du système racinaire dans une éprouvette graduée.

- La matière sèche racinaire (MSR) exprimée en grammes a été évaluée après séchage à l'étuve à 150°C pendant 24h.
- La matière fraîche, ou poids frais racinaire (MFR), est exprimée en grammes.



Figure 26. Photos présentant la mesure du poids sec racinaire des deux espèces.

Résultats et Discussion

1. Résultats :

1.1- Nombre de plantules :

Nombre moyen de plantules levées par m², pour la période d'essai, est consigné dans les tableaux suivants :

Tableau 4. Variation du taux de la levée pour la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm)

Blé dur : <i>Var Cirta</i>				
Date	Profondeur	R01	R02	R03
21.03.2019	02cm	15	12	15
21.03.2019	06cm	09	10	08
21.03.2019	10cm	02	04	02

Tableau 5. Variation du taux de la levée pour le blé tendre Hiddab var en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm)

Blé tendre : <i>Var Hiddab</i>				
Date	Profondeur	R01	R02	R03
21.03.2019	02cm	10	15	15
21.03.2019	06cm	14	15	11
21.03.2019	10cm	06	14	03

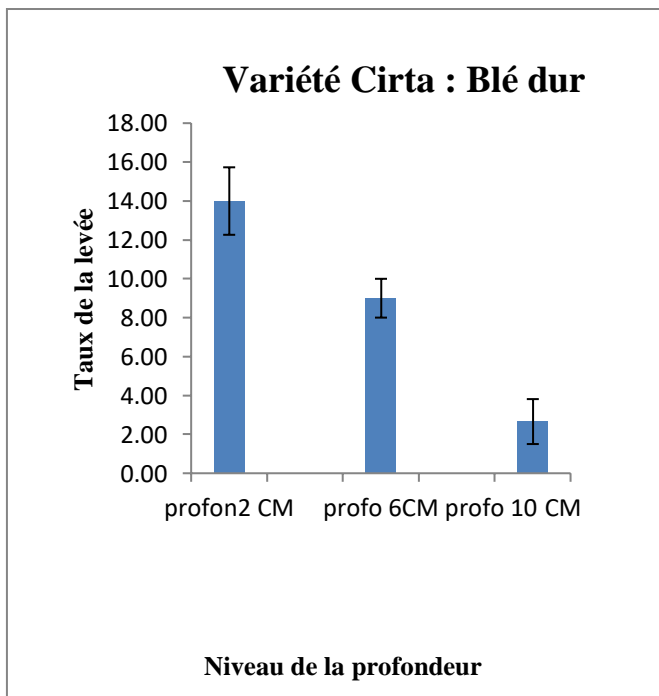


Figure 27. Variation du taux de la levée en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).

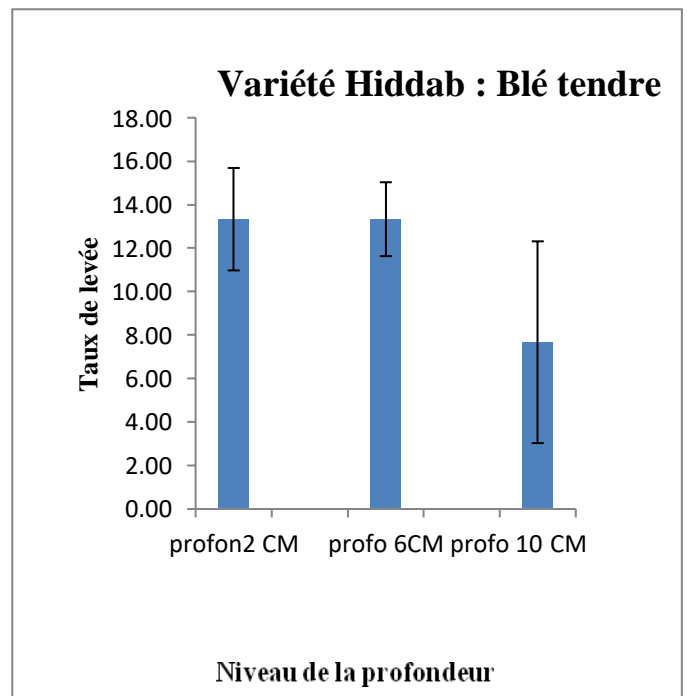


Figure 28. Variation du taux de levée en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).

Le nombre de plantules levées, par m², dégage un taux de levée variant entre 93.33 % pour 02cm, 60% pour 06cm et enfin 13% pour 10cm de profondeur. Nous remarquons, également, que le taux de levée le plus important est attribué au blé dur, soit 14 plantules levées sur un total de 15. Quant au blé tendre, les résultats sont significativement différents en particulier pour les profondeurs 06 et 10cm. La variété du blé dur et tendre enregistre des valeurs similaires s'agissant de la profondeur 02 cm (respectivement 14 plantules levées blé dur et 13.33 plantules blé tendre).

Les profondeurs 02 et 06 cm enregistrent des résultats nettement supérieurs et avoisinants les 100%. Contrairement à 10 cm de profondeur de semis, le taux de levée est faible et comptabilise un seuil inférieur, ce qui représente une diminution de 71% par rapport aux profondeurs 02 et 06 cm. De ce constat, le semis à 02 et 06 cm présente un avantage certain et permet par voie de conséquence une levée appréciable. Nos résultats semblent en parfaite adéquation et vont dans le même sens.

1.2- Le tallage :

Le tallage herbacé et le tallage épi ont été étudiés pendant notre période d'essai. Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau 6. Variation du taux de tallage pour le blé dur Cirta Var en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm)

Nombre des talles blé dur : <i>Var Cirta</i>			
	R1	R2	R3
02 CM	75	87,5	87,5
06 CM	93,75	100	75
10 CM	87,5	87,5	68.75

Tableau 7. Variation du taux de tallage pour la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM)

Nombre des talles blé tendre : <i>Var Hiddab</i>			
	R1	R2	R3
02 CM	87,5	100	93,75
06 CM	125	87,5	100
10 CM	81,25	112,5	118,75

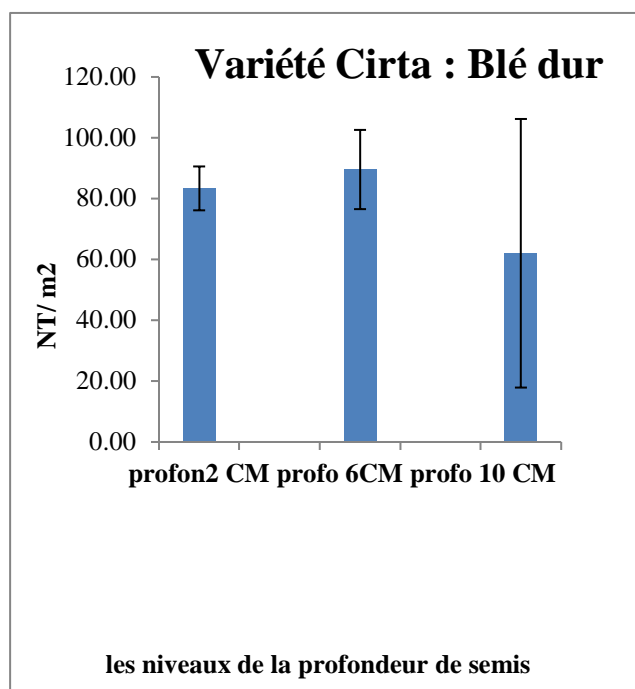


Figure 29. Variation du taux de tallage en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).

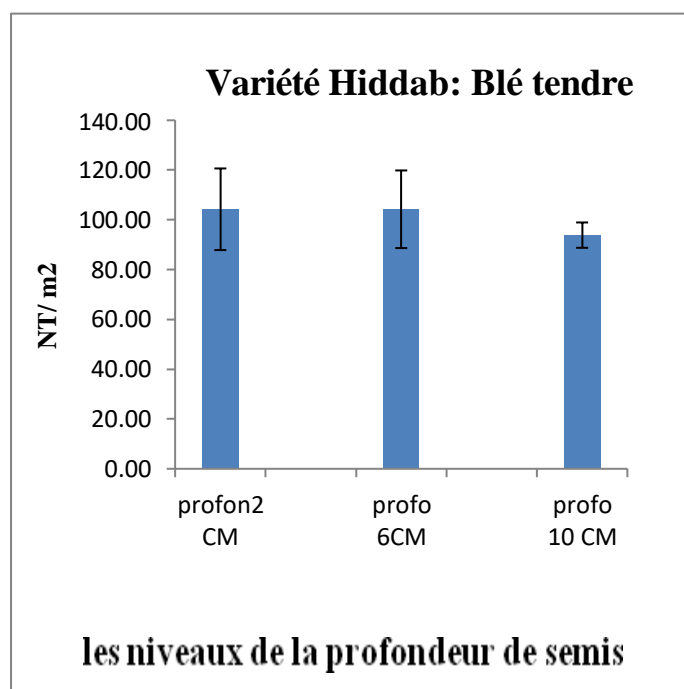


Figure 30. Variation du taux de tallage en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).

Le nombre de talles diminue avec l'augmentation de la profondeur de semis quelque soit la variété de blé considérée. Néanmoins, les résultats montrent que le blé tendre présente des aptitudes au tallage meilleur que le blé dur.

1.3- Surface de la feuille étandard :

La surface de la feuille étandard a été étudiée durant le stade épiaison tel qu'il a été défini selon l'échelle de *Jonard*. Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-après :

Tableau 8. Variation de la surface foliaire (en cm²) pour la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM)

Blé dur : <i>Var Cirta</i>				
	R1	R2	R3	X̄
02cm	146,97	134,36	102,54	127,96
06cm	102,49	127,15	96,33	108,66
10cm	129,11	92,8	77,35	99,75

Tableau 9. Variation de la surface foliaire de la plante pour la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 CM)

Blé tendre : <i>Var Hiddab</i>				
	R1	R2	R3	X̄
02cm	124,83	162,08	133,96	140,29
06cm	106,38	88,41	108,81	114,72
10cm	87,78	80,18	82,8	83,59

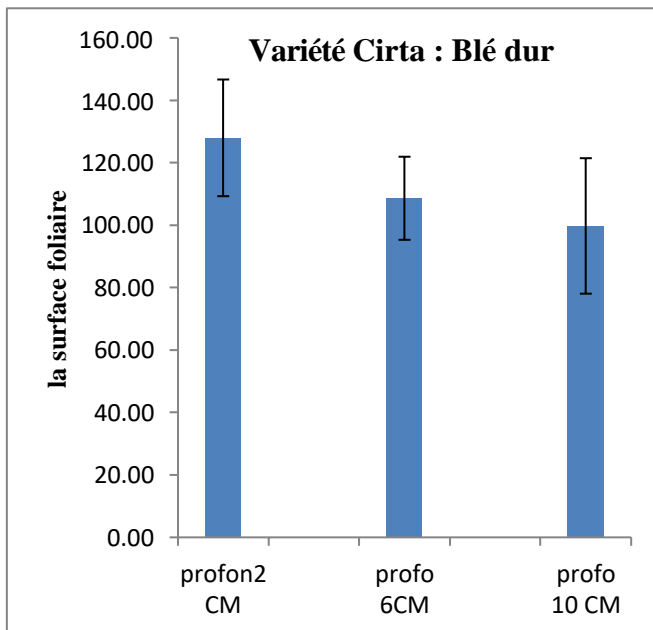


Figure 31. Variation de la surface foliaire en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).

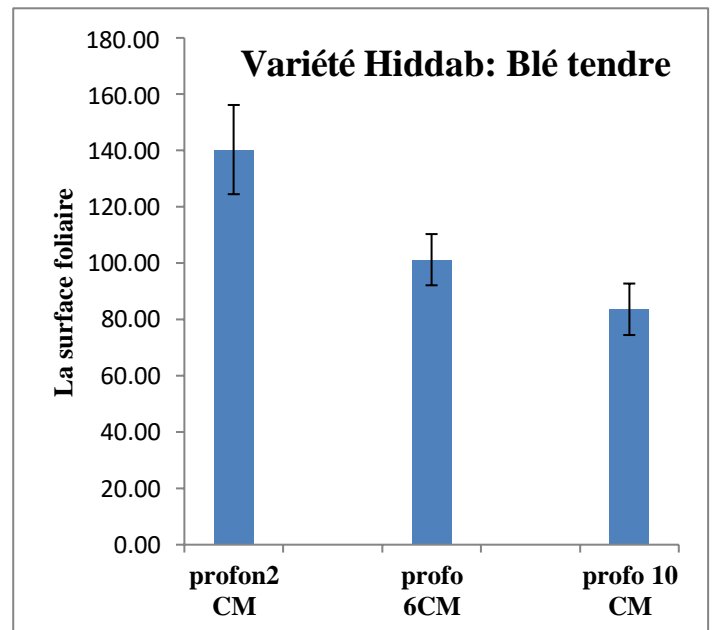


Figure 32. Variation de la surface foliaire en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).

Les tableaux (8 et 9) ainsi que les figures 32 et 33 relatifs à la surface de la feuille étandard montrent que les surfaces foliaires diminuent au fur et à mesure que la profondeur de semis augmente. En effet, à 02 cm de profondeur de semis, les variétés de blé dur et de blé tendre montrent des valeurs qui oscillent respectivement entre 127.97 et 140.29 cm², Ce qui représente une diminution de 9%. A noter également que la valeur intermédiaire (06 cm de profondeur) enregistre des valeurs presque similaires quelque soit la variété de blé choisie mais inférieures aux valeurs obtenues à 02 cm de profondeur. Par ailleurs, les valeurs les plus basses sont attribuées à la profondeur 10cm, 99.75 et 83.59 Respectivement pour le blé dur et le blé tendre, ce qui représente une baisse sensiblement accrue de l'ordre de 58.25% par rapport aux profondeurs précédemment citées.

1.4- Longueur du col de l'épi :

La longueur du col de l'épi a été étudiée durant le stade pleine épiaison (échelle de *Jonard*). Les résultats sont notés dans les tableaux suivants :

Tableau 10. Variation de la longueur de l'épi pour la variété de blé dur, Var Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm)

Blé dur : Var Cirta				
	R1	R2	R3	X̄
02cm	82	80,6	82,6	81,73
06cm	72,8	70,3	69,7	70,93
10cm	60,9	60	60,2	60,37

Tableau 11. Variation de la longueur du col de l'épi de la plante pour la variété de blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm)

Blé tendre : Var Hiddab				
	R1	R2	R3	X̄
02cm	85	83,8	81,8	83,53
06cm	77,8	71,3	75,7	74,93
10cm	67,9	66,2	63,5	65,87

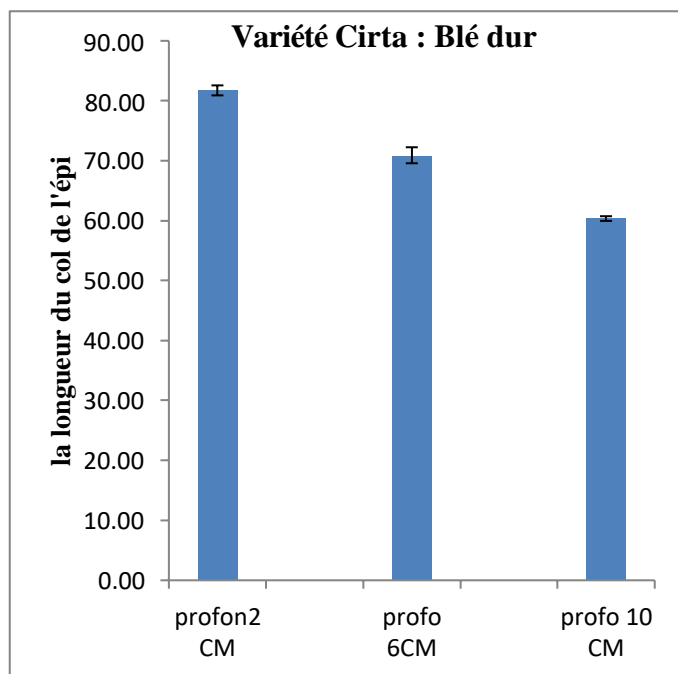


Figure 33. Variation de la longueur du col de l'épi en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).

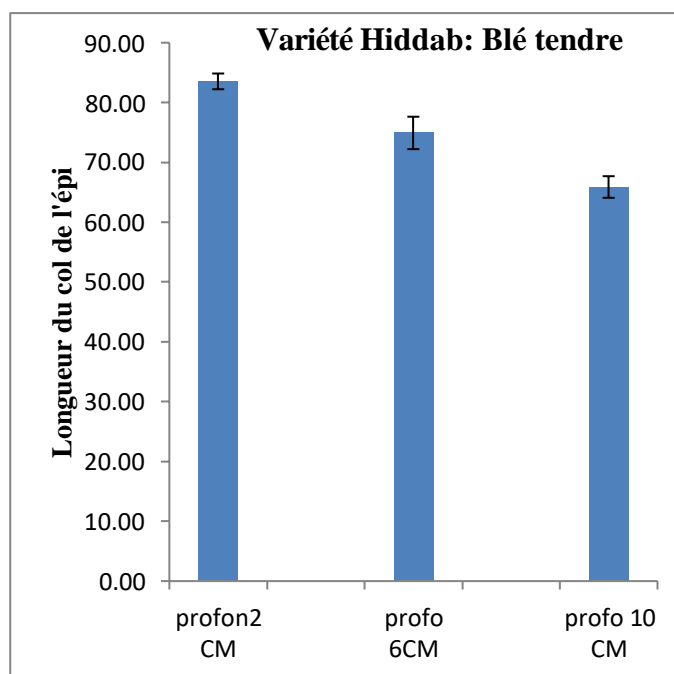


Figure 34. Variation de la longueur du col de l'épi en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).

La longueur du col de l'épi diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis en particulier pour 10 cm de semis. Force est de constater, que quelque soit la composante de rendement étudiée, 02 et 06 cm confèrent à la céréale vigueur et productivité.

1.5- La hauteur de la plante aux stades épiaison et maturité :

Ce paramètre est mesuré pendant notre période d'essai lorsque l'épi est devenu visible et bien épanoui (trois mois après le semis). Les résultats obtenus exprimés en cm³ sont représentés dans les tableaux suivants :

Tableau 12. Variation de la hauteur de la plante pour la variété blé dur Cirta en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10cm).

Blé dur : <i>Var Cirta</i>				
	R1	R2	R3	X̄
02cm	365,5	383,5	361,5	370,17
06cm	344,5	350	340	344,83
10cm	299,5	263	283	281,83

Tableau 13. Variation de la hauteur de la plante pour la variété blé tendre Hiddab en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10cm).

Blé tendre : <i>Var Hiddab</i>				
	R1	R2	R3	X̄
02cm	394,5	370	312	358,83
06cm	346,5	351	354	350,5
10cm	313	271	295	293

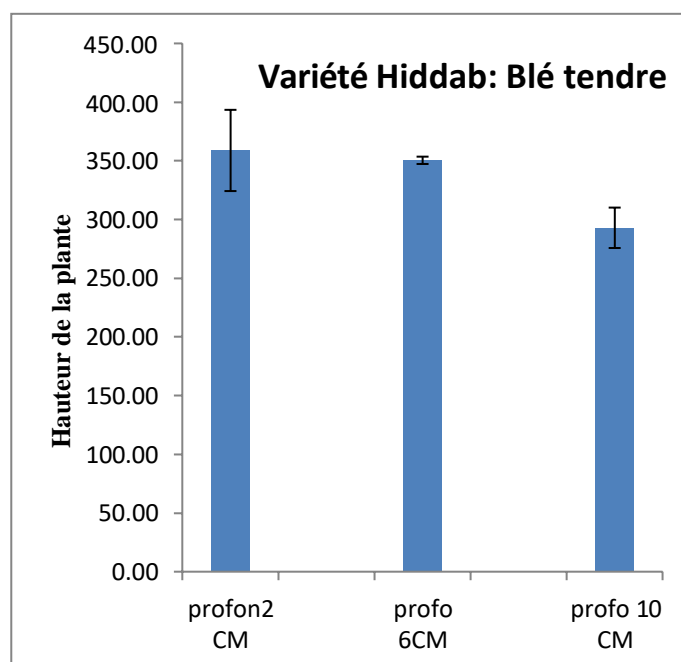
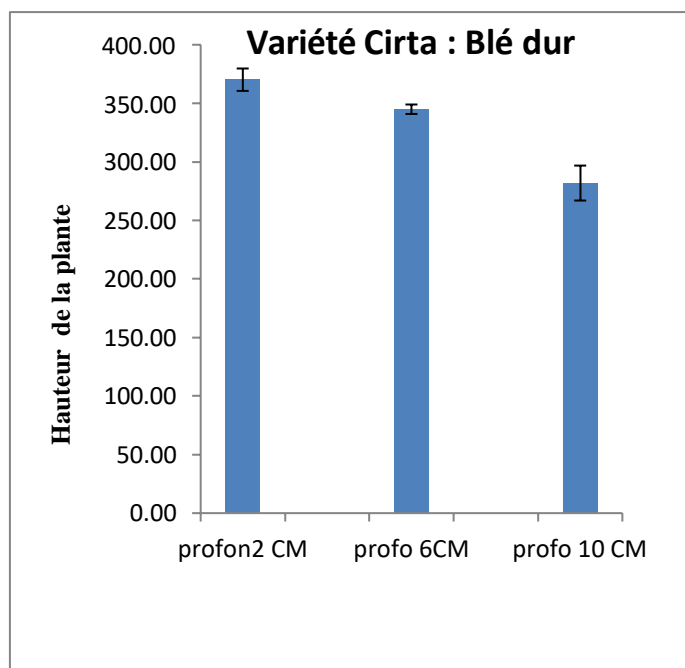


Figure 35. Variation de la hauteur de la plante en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).

Figure 36. Variation de la hauteur de la plante en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).

Quoi que la hauteur de la plante soit un caractère intrinsèque à la variété, qui dépend exclusivement du génotype, certaines variétés sont naines et d'autres ont des chaumes relativement élevés, il semblerait alors que la profondeur de semis influence ce caractère.

Lorsque la graine de semis est située dans les zones superficielles (en général entre 02 et 06 cm), cela agit favorablement sur la hauteur du chaume.

1.6- Système racinaire

Le système racinaire a été également étudié, afin de constater les éventuelles interactions et influences réciproques, entre d'une part, le système racinaire et la partie aérienne et d'autre part connaître, de prime abord, l'impact de la profondeur de semis sur la dispersion de la rhizosphère. Les résultats de cette étude sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 14. Variation de la profondeur des racines, Nombre des racines principales, nombre des racines secondaires, poids frais des racines, volume racinaire, poids sec des racines pour les deux variétés blé dur / blé tendre en fonction de la profondeur de semis.

BLE DUR : <i>Var Cirta</i>				BLE TENDRE : <i>Var Hiddab</i>			
Profondeur racinaire (cm)							
	R1	R2	X̄		R1	R2	X̄
02cm	33	33.5	33.25	02cm	35	32	33
06cm	31	33	32	06cm	30	28	29
10cm	27	25	26	10cm	25	26	27
Nombre des racines principales							
	R1	R2	X̄		R1	R2	X̄
02cm	17	15	16	02cm	12	15	13.5
06cm	10	12	11	06cm	9	10	9.5
10cm	9	7	8	10cm	7	8	7.5
Nombres des racines secondaires							
	R1	R2	X̄		R1	R2	X̄
02cm	25	24	24.5	02cm	21	23	22
06cm	19	17	18	06cm	18	16	17
10cm	15	12	13.5	10cm	14	13	13.5
Poids frais des racines (g)							
	R1	R2	X̄		R1	R2	X̄
02cm	0.932	0.895	0.913	02cm	0.832	0.90	0.866
06cm	0.598	0.659	0.628	06cm	0.820	0.798	0.809
10cm	0.225	0.350	0.287	10cm	0.245	0.298	0.272
Volume racinaire (cm³)							
	R1	R2	X̄		R1	R2	X̄
02cm	5.2	4.8	5	02cm	3	4.5	3.75
06cm	2.8	3.5	3.15	06cm	2.5	2.8	2,65
10cm	1.8	2	1.9	10cm	1.5	1.9	1.7
Poids sec des racines (g)							
	R1	R2	X̄		R1	R2	X̄
02cm	0.416	0.558	0.487	02cm	0.723	0.702	0.713
06cm	0.424	0.398	0.411	06cm	0.351	0.398	0.375
10cm	0.184	0.179	0.182	10cm	0.188	0.19	0.189

Les résultats obtenus montrent une large variabilité génotypique des caractéristiques de l'enracinement chez les deux variétés de blé testées. La profondeur racinaire, nombre de racines primaires, le volume racinaire, le nombre de racine secondaire, la matière sèche et la matière fraîche racinaire, varient en fonction de la profondeur de semis. Nous avons noté une diminution graduelle des traits cités plus haut avec l'augmentation de la profondeur de semis. A titre d'exemple, des liaisons très hautement significatives sont constatées avec d'une part la profondeur de semis et d'autre part les paramètres racinaires mesurés. $r = 1$ (fig 41); $r = 0,98$ (fig 48)

Ces résultats traduisent, bel et bien qu'il existe de fortes corrélations négatives significatives entre la variable profondeurs de semis et les autres traits.

➤ **Relation entre la profondeur racinaire et la profondeur de semis pour les deux variétés**

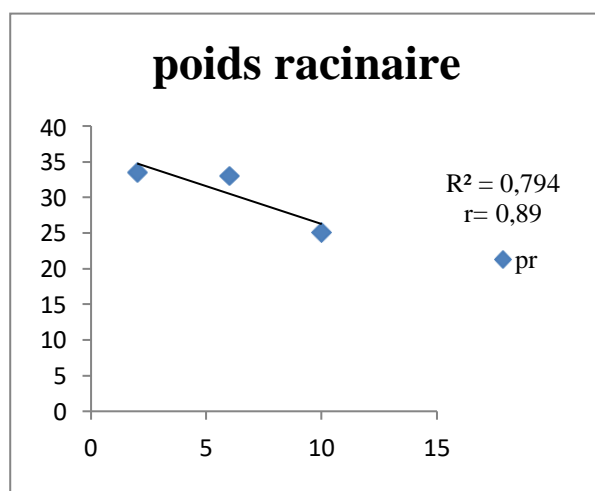


Figure 37. Relation entre la profondeur racinaire et la profondeur de semis pour la variété blé dur Cirta.

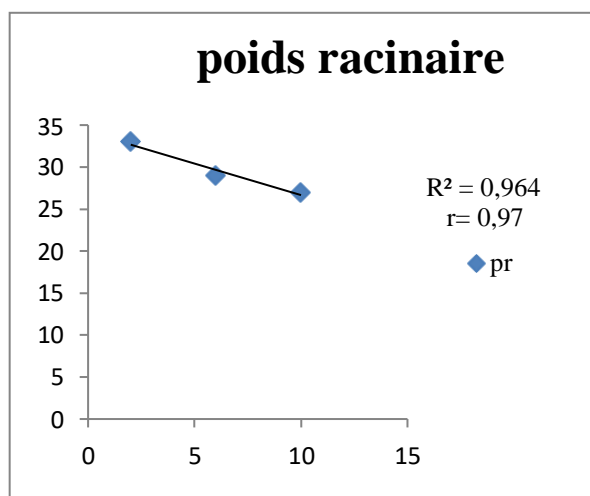


Figure 38. Relation entre la profondeur racinaire et la profondeur de semis pour la variété blé tendre Hiddab.

- Relation entre le nombre des racines principales et la profondeur de semis pour les deux variétés

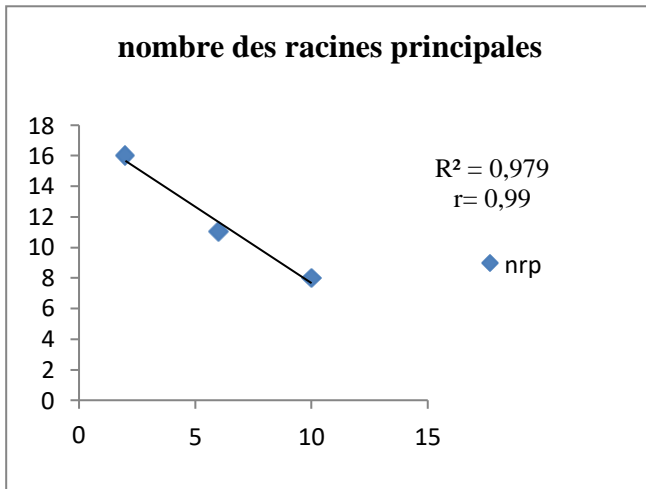


Figure 39. Relation entre le nombre de racine principale et la profondeur de semis pour la variété blé dur Cirta.

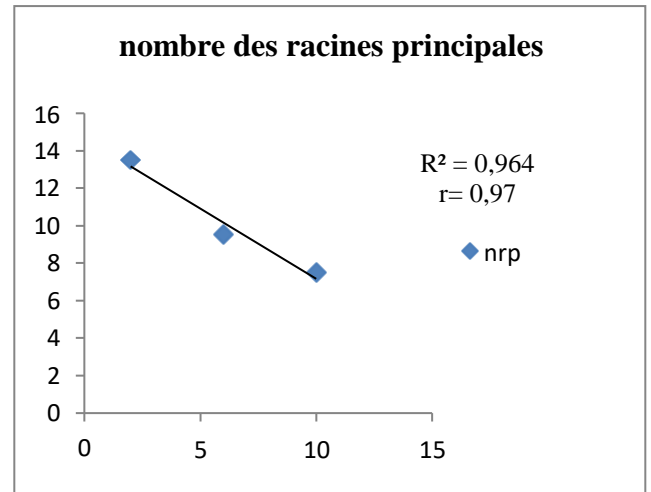


Figure 40. Relation entre le nombre de racine principale et la profondeur de semis pour la variété blé tendre Hiddab.

- Relation entre le nombre de racines secondaires et la profondeur de semis chez les deux variétés.

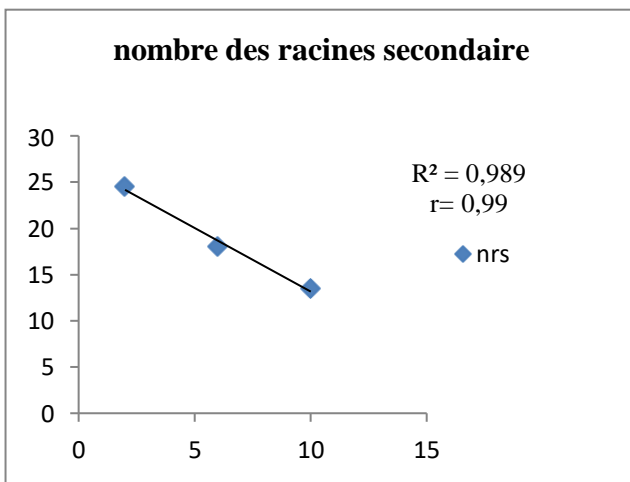


Figure 41. Relation entre le nombre de racine secondaire et la profondeur de semis pour la variété blé dur Cirta.

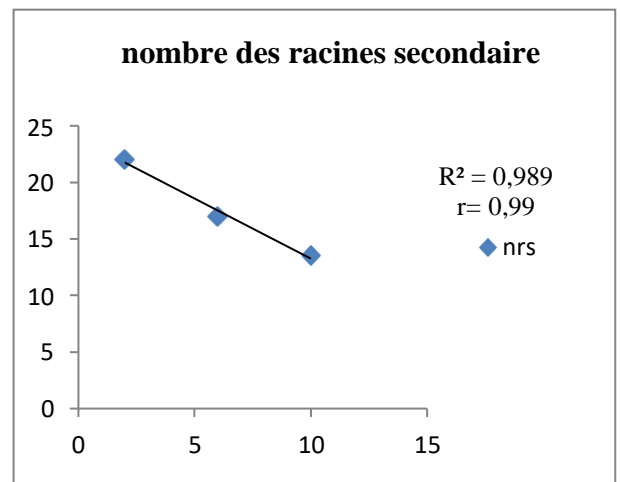


Figure 42. Relation entre le nombre de racine secondaire et la profondeur de semis pour la variété blé tendre Hiddab.

➤ Relation entre le poids frais des racines et la profondeur de semis pour les deux variétés

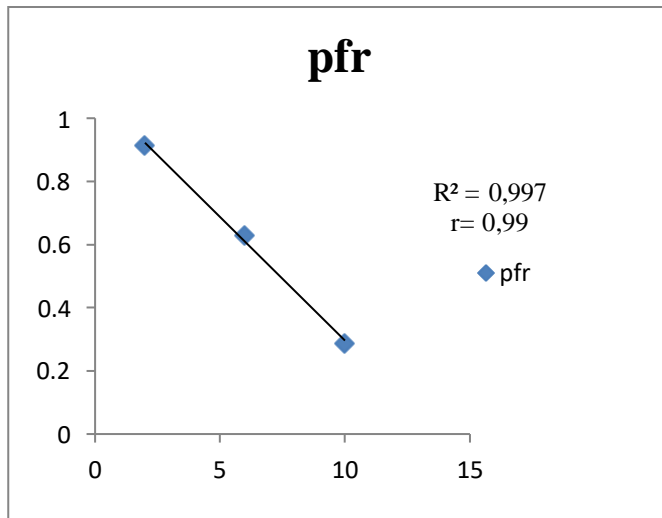


Figure 43. Relation entre le poids frais de racine secondaire et la profondeur de semis pour la variété blé dur Cirta.

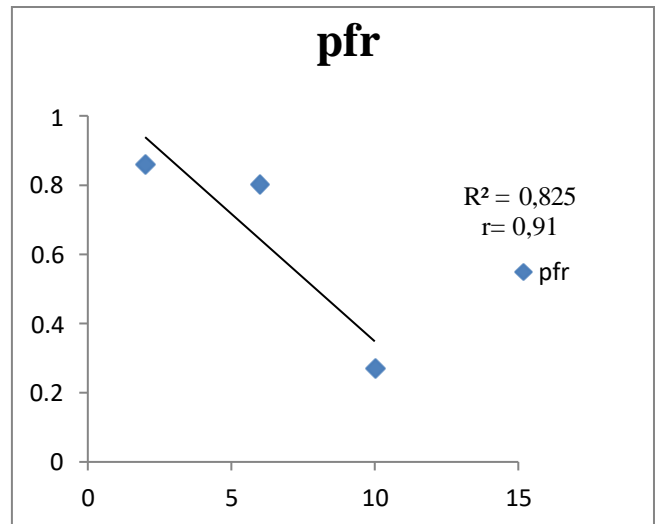


Figure 44. Relation entre le poids frais de racine secondaire et la profondeur de semis pour la variété blé tendre Hiddab.

➤ Relation entre le volume racinaire et la profondeur de semis pour les deux variétés

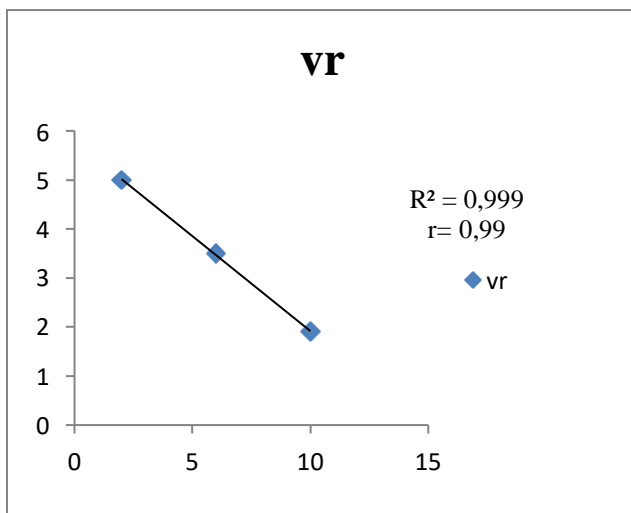


Figure 45. Relation entre le volume racinaire et la profondeur de semis pour la variété blé dur Cirta.

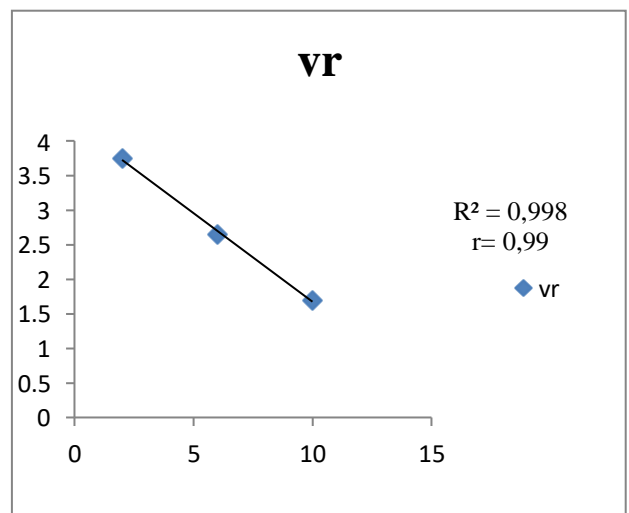


Figure 46. Relation entre le volume racinaire et la profondeur de semis pour la variété blé tendre Hiddab.

➤ Relation entre le poids sec des racines et la profondeur de semis pour les deux variétés

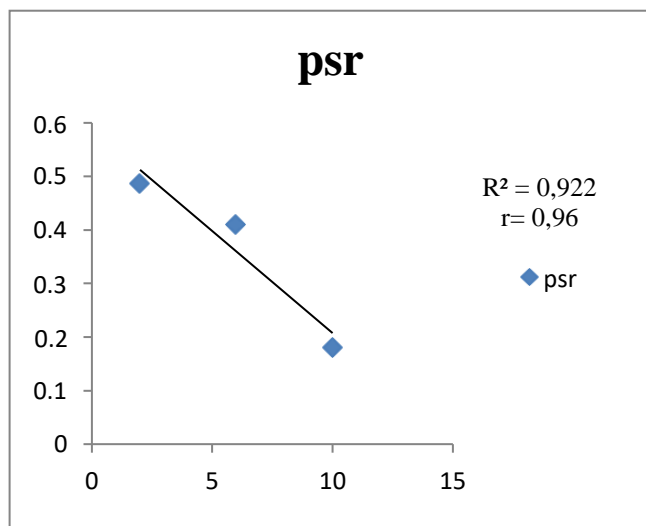


Figure 47. Relation entre le poids sec des racines et la profondeur de semis pour la variété blé dur Cirta.

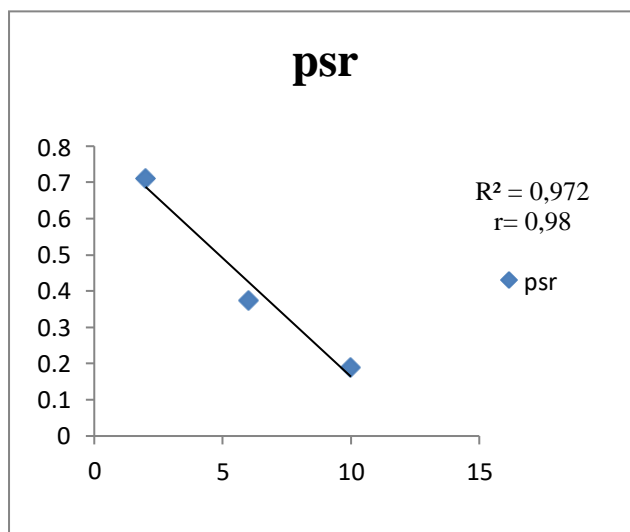


Figure 48. Relation entre le poids sec des racines et la profondeur de semis pour la variété blé tendre Hiddab.

2. Discussion

Les résultats, ayant trait aux paramètres agronomiques et composants du rendement, ont permis de révéler des différences dans le comportement des deux génotypes étudiés à savoir : blé dur et blé tendre. En effet, chaque profondeur de semis entraîne une réaction particulière de la part de la variété par rapport aux paramètres étudiés.

La synthèse suivante permet de mettre en exergue et fait sortir les plus importants faits du semis profond sur ces paramètres.

1. Nombre et taux de plantules levées par m² à la levée

Les valeurs obtenues, durant la période d'expérimentation, montrent que le nombre de plantules levées au m² varie selon le génotype et la profondeur de semis considérée.

Globalement, le nombre moyen de plantules levées augmente en passant de 02 à 06cm de profondeur, au-delà de 06cm, il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis.

Le taux de plantules levées varie en fonction de la profondeur de semis, du génotype et des aléas climatiques (humidité du sol). Il est à signaler que l'humidité relative du sol entraîne par conséquent un taux de levée appréciable comparativement à un sol sec. Le nombre de plantules levées est nettement meilleur quand il s'agit de la profondeur semis 02 et 06cm.

En revanche, les plantules issues des grains semées profondément (10 cm) ont du mal à émerger. Cela peut s'expliquer, probablement, par l'épuisement des réserves de la graine se trouvant dans ce cas de figure à une profondeur plus basse. Notre résultat corrobore les expérimentations d'un certain nombre d'auteurs notamment les travaux réalisés par French et Papy (1977) et Tadjouri (1997) hazmoune tahar 2006.

Le plus faible pourcentage de plantules levées par m² est de 15,3% à 10 cm de profondeur. A l'opposé, La densité en termes de pourcentage de levée (69.5%) est attribuée à la profondeur 06cm.

De 02cm à 06cm, le taux de plantules levées augmente, au-delà de 06cm, il diminue graduellement, à 10 cm il devient presque insignifiant. Nos résultats vont dans le même sens que ceux de Tadjouri (1997).

Par ailleurs, Nettour (2003) a enregistré des pertes de l'ordre de 14,5% de plantules levées en passant de 3 à 6cm de profondeur, ce même auteur ajoute qu'une perte de levée de l'ordre de 4,85% est enregistrée à chaque cm perdu en profondeur. En d'autres termes, plus la graine s'enfonce dans le sol entre (06 et 09cm), plus le coléoptile trouve des difficultés à parvenir à percer et s'extérioriser en surface. Une autre étude a montré, selon le même auteur, que des pertes de levées relativement élevées avoisinent les 17,7% soit 5,9% de perte par cm de profondeur.

On déduit alors que, plus la profondeur de semis augmente au sens géotropique du terme, plus le taux de plantules levées ne se fait pas sentir. Dans le même contexte, les valeurs obtenues par Othmani (2004) montrent, également, que 91,66% des plantules levées à 03cm de profondeur contre 66,14% à 6cm et 3,25% de plantules levées à 12cm, soit une perte de 8,5% par cm en passant de 03 à 06cm.

Le nombre de plantules levées corrélé négativement à la profondeur de semis au-delà de 06cm de profondeur confirment les observations faites par Tadjouri en 1997 avec un coefficient de corrélation $r = - 0.922$. Ces résultats valide nos résultats (corrélations négatives très hautement significatives signalées plus haut).

Par ailleurs, certains auteurs, tels que Boubaker et *al.* (1999), ont signalé le genre de risque que le semis profond peut engendrer. En effet, le coléoptile devient plus long quand le semis est profond. Les réserves nutritives au niveau de l'endosperme risquent de ne pas être, alors, suffisantes pour assurer la croissance d'un coléoptile long et vigoureux.

2. Tallage herbacé, tallage épi et racines adventives

Le tallage herbacé étant une caractéristique génétique intrinsèque à la plante, il varie cependant avec les conditions techniques, culturales et climatiques qui prévalent au début du cycle végétatif. L'humidité du sol favorise le tallage. Le froid, les hautes températures, ainsi que le déficit hydrique réduisent le nombre de talles par plante. Il semble que l'augmentation de la profondeur de semis influence négativement cette composante de rendement.

Notre expérimentation montre une légère augmentation du nombre de talles par plante en passant de 02 à 06cm de profondeur de semis, au-delà de 06cm, ce paramètre subit une diminution graduelle avec l'augmentation de la profondeur de semis.

A noter également que tallage et racines adventives sont consubstantiels. Le nombre de racines adventives par plante, lié directement au nombre de talles par plante, varie avec le génotype, la pluviosité de l'année et la profondeur de semis. Globalement, le nombre de racines par plante diminue avec l'augmentation de la profondeur de semis au-delà de 6cm.

3. La partie aérienne de la plante

La hauteur des plantes, la longueur du col de l'épi, la surface de la feuille étendard, convergent sur les observations suivantes :

La hauteur des plantes est une caractéristique variétale. Cette hauteur s'est avérée, dans notre expérimentation, moins importante en semis profond qu'en semis superficiel. Elle décroît avec l'augmentation de profondeur de semis, à partir de 05 ou 06cm.

La longueur du col de l'épi étant également une caractéristique variétale, elle varie en fonction de la hauteur de la plante et des conditions climatiques de l'année, notamment la pluviosité. Les génotypes à paille haute ont un long col de l'épi.

La surface de la feuille étendard augmente avec la profondeur de semis. Elle varie aussi en fonction des conditions d'humidité du sol durant la phase de l'épiaison.

La surface foliaire tend à minimiser les pertes d'eau par transpiration (forme d'adaptation), mais aussi à provoquer une diminution du rendement à cause de la réduction de la capacité photosynthétique.

La profondeur de semis réduit la densité de peuplement par unité de surface en limitant le nombre de plantules levées et en réduisant le nombre de talles par plante, ce qui entraîne par conséquent la diminution de la biomasse.

Le nombre d'épis est dépendant, entre autres, de la capacité du tallage herbacé. Cette capacité permet à la plante de s'ajuster à un environnement variable, pour amener un minimum de talles à l'épiaison dont dépend grandement le rendement en grain à côté du taux de levée qui est corrélé négativement avec la profondeur de semis.

Les valeurs obtenues dans notre expérimentation montrent que ce tallage à partir de 06cm de profondeur est important en semis superficiel qu'en semis profond. Le tallage épi évolue donc inversement à la profondeur de semis et varie en fonction du génotype. Les résultats obtenus classent les potentialités de tallage-épi des différentes profondeurs de semis dans l'ordre suivant :

06cm > 02cm > 10cm

Une corrélation négative entre la profondeur de semis et le nombre d'épis au m² au-delà de 06cm de profondeur est constatée. En grande profondeur de semis, les génotypes à coléoptile long à enracinement profond (Benlaribi, 1990) expriment plus d'épis au m² que leurs homologues à coléoptile court.

Le nombre de grains par épi diminue lui aussi avec la profondeur de semis. Il est corrélé négativement à la profondeur de semis. Ce qui veut dire que le semis superficiel fournit plus de grains par épi que le semis profond.

Par ailleurs, le nombre de grains formés par épi varie en fonction de la pluviométrie durant les périodes végétatives et reproductrices. La capacité de tallage offre une biomasse capable de produire plus de métabolites dans les tiges qui constituent les organes de stockage d'un potentiel transférable vers le grain après floraison (Triboi et al., 1985) (Hazmoune, 2006).

Le poids du grain est une caractéristique de production d'un cultivar donné. Il est en fonction des conditions de croissance post-anthèse qui dépendent de la vitesse de transfert, des produits de l'activité photosynthétique durant le remplissage du grain et de la durée de vie de la feuille étendard.

Le semis profond engendre les répercussions suivantes sur le végétal tout au long du cycle biologique :

- Un retard dans la réalisation des différents stades phénologiques.
- Une réduction du tallage épis.
- Une diminution du nombre de grains par épi.

Le rendement récolté est favorisé dans les semis superficiels que dans les autres profondeurs. Il augmente de 02cm à 06cm de profondeur de semis. On en déduit que le semis à 02cm donne les meilleurs résultats.

4. Système racinaire

Une analyse, en composantes principales (ACP), a été réalisée à différents niveaux de la profondeur de semis pour les deux espèces étudiées. Des corrélations entre les caractéristiques racinaires mesurées des deux variétés de blé dur et tendre testés en fonction de la profondeur de semis (Tableau.15).

Tableau. 15. Matrice de coefficients de corrélation de différents caractères racinaires mesurés pour les deux variétés (variété blé dur variété blé tendre) en fonction de la profondeur de semis (02-06 et 10 cm).

PMR: profondeur maximale racinaire; **NRP:** nombre de racines principales; **NRS:** nombre de racines secondaires ;**MSR (g):** matière sèche racinaire; **VR(cm³)** : volume racinaire; **MFR(g):** matière fraîche racinaire

	PMR	NRP	NRS	PFR	PSR	VR
PMR	1					
NRP	0,917***	1				
NRS	0,934***	0,992***	1			
PFR	0,878***	0,845***	0,897***	1		
PSR	0,913***	0,804**	0,850***	0,853***	1	
VR	0,909***	0,993***	0,986***	0,859***	0,762**	1

* $p \leq 0,1$, ** $p \leq 0,05$, *** $p \leq 0,001$: respectivement significatif, hautement significative et très hautement significative.

Des corrélations positives très hautement significatives peuvent être notées entre ces variables.

Tableau 16. Etude des variations racinaires analysées par L'ACP pour les deux variétés de Blé tendre et blé dur.

	Axes F1	Axes F2
PMR	0,939	0,010
NRP	0,943	0,049
NRS	0,978	0,016
PFR	0,865	0,023
PSR	0,815	0,158
VR	0,929	0,071

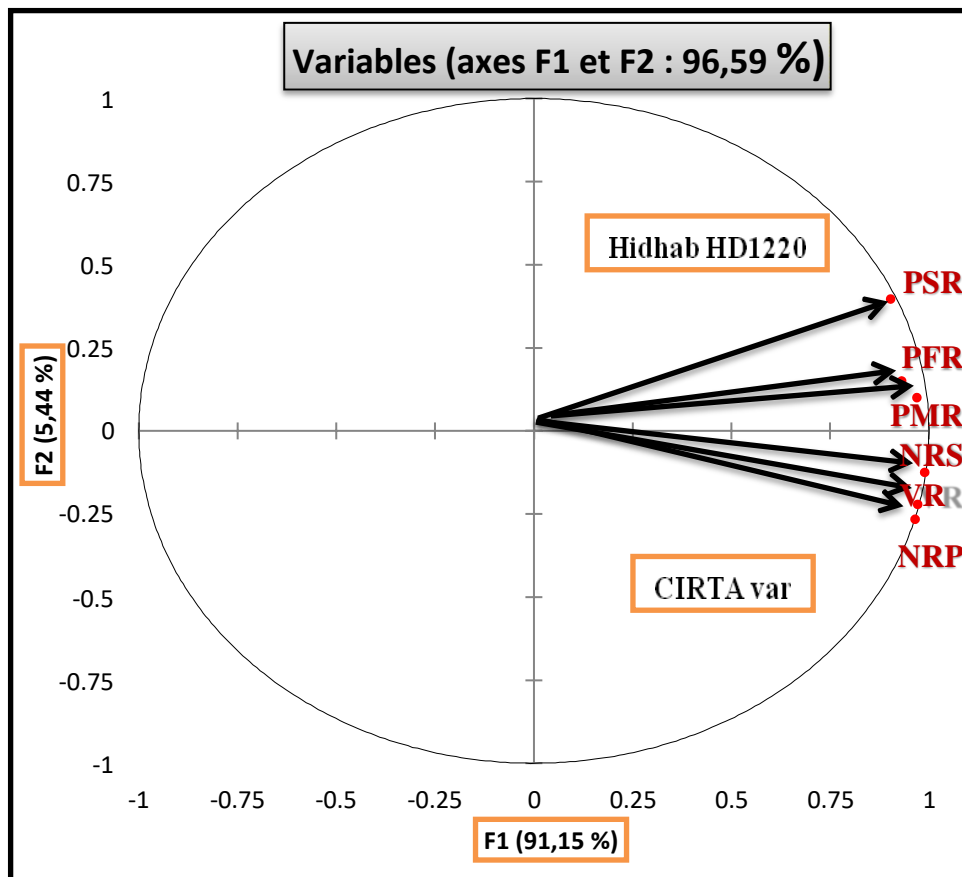


Figure 49. Cercle des corrélations (cas du blé dur et blé tendre), essai à la serre.

Les plans séparés par l'axe 1 correspondent à des comportements opposés vis-à-vis de la profondeur de semis. Les deux individus (var Cirta et Hiddab) ont contribué à la formation de l'axe (1). Du côté positif du diagramme, c'est la variété Hiddab qui se caractérise par un PMR, PFR, PSR très important. Alors que la variété Cirta se caractérise par PMR, PFR très important et de PSR très faible.

Conclusion

Conclusion

Des essais en plein serre à Châabat el Rsas, Constantine ont fait l'objet d'un suivi du comportement de nos deux génotypes de blé étudiés, (blé dur : *Cirta var*/ blé tendre : *Hiddab var*) en fonction du semis selon trois profondeurs à savoir (02-06 et 10cm).

Pour cela, des essais en pots (semis manuel) ont fait l'objet de suivi du cycle biologique (notons au passage que seuls les stades végétatifs levée, tallage épiaison ont été quantifiés et analysés)

L'application raisonnée du semis, à des profondeurs étudiées expérimentalement, aboutit incontestablement à améliorer la productivité d'une part et d'autre part à maintenir une stabilité du rendement quoique, dans l'état actuel de nos résultats expérimentaux, nous ne pouvons affirmer avec exactitude le dernier postulat.

Il résulte de cette étude, que quelque soit le génotype considéré (blé dur ou blé tendre) et l'environnement pris en compte, la profondeur (02 à 06 cm) donne par conséquent les meilleurs résultats en terme de production et de productivité. Il est à noter également que le blé tendre présente des performances supérieures à celles du blé dur, car les variétés de blé tendre sont considérées comme génotypes possédant de longs coléoptiles, c'est une caractéristique variétale et génétique. Quant au blé dur à coléoptiles courts, il serait judicieux qu'il soit semer dans des terres à texture légère du fait que les terres lourdes pourraient éventuellement freiner sa progression vers la surface de la terre.

La profondeur de semis se situant entre 02 et 06 cm nous semble celle qui assure une levée rapide et homogène, un pourcentage d'émergence assez suffisant permettant d'assurer une densité de peuplement acceptable et assurer surtout aux plantes de mieux supporter les périodes de sécheresses intermittentes sévissant au cours du cycle biologique du blé.

La profondeur de semis qui paraît répondre à ces exigences semble être la deuxième profondeur expérimentée à savoir 06 cm.

La profondeur de semis peut affecter également le nombre de talles par plantules levées. D'après nos résultats, une légère augmentation de tallage est obtenue en passant de 02 à 06 cm, en revanche, on assiste à une diminution significative et graduelle dès que la profondeur passe systématiquement à (10cm).

La morphologie de la partie aérienne de la plante diminue au-delà de 06 cm de profondeur, par contre la surface de la feuille étendard augmente avec la profondeur de semis. Ce paradoxe montre, en effet, que la plante ou la céréale résiste et développe des moyens pouvant contrer les stresses biotiques et abiotiques.

D'une manière générale, il est admis que lorsque le semis est superficiel, ce dernier expose les graines semées à plusieurs contraintes : des variations thermiques pouvant dessécher les grains, une trop faible humidité, l'action des vents peut porter préjudice aux grains sans oublier les prédateurs (animaux nuisibles) et enfin entraîner également un mauvais enracinement avant que ces graines semées n'arrivent à s'implanter. Nous préconisons alors l'implantation des semis dans des terres légères lorsqu'il s'agit du *Triticum durum* (à coléoptile court) et le semis du blé tendre dans des sols à texture argilo-sableuse quand il s'agit de *Triticum aestivum*. Semer à une profondeur comprise entre 02 et 06cm assurera une bonne levée, un tallage considérable et par voie de conséquence un meilleur rendement en grain

Références bibliographiques.

- **MOULE,** *Céréales*. La Maison rustique, 1971.17P
- **Feliachi, (2000, February)**. Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. In Actes du 1er Symposium Internat. Sur la filière blé, Alger (pp. 7-9).
- **Soltner, (1987)**. *Les bases de la production végétale*.
- **Monneveux & Nemmar, (1986)**. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.): étude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. *Agronomie*, 6(6), 583-590.
- **Hazmoune**, le semis profond comme palliatif à la sécheresse. Rôle du coléoptile dans la levée et conséquences sur les composantes du rendement. 2006. 36-40.
- **Boyer, J. S., & McPherson, H. G. (1975)**. Physiology of water deficits in cereal crops. In *Advances in Agronomy* (Vol. 27, pp. 1-23). Academic Press.
- **YOUCEF, K., & EDDINE, B. C.** ETUDE DES CARACTERES D'ADAPTATION AU DEFICIT HYDRIQUE DE QUELQUES VARIETES DE BLE DUR ET D'ESPECES SAUVAGES APPARENTEES: INTERET POTENTIEL DE CES VARIETES POUR L'AMELIORATION DE LA PRODUCTION.
- **Riff, D., Lacy, S., Fico, F., & Watson, B. (2019)**. *Analyzing media messages: Using quantitative content analysis in research*. Routledge.
- **FERADJI, K., & SAADA, I. (2018)**. *Diagnostic des maladies cryptogamiques rencontrées chez le blé durant la campagne agricole 2017/2018 dans la région de Bouira. Etude de la mycoflore associée à la semence de blé* (Doctoral dissertation, Université de Bouira).
- **Benaissa, H., & Benguella, B. (2004)**. Effect of anions and cations on cadmium sorption kinetics from aqueous solutions by chitin: experimental studies and modeling. *Environmental Pollution*, 130(2), 157-163.
- **Belaid, B., Marinaro, J. Y., & Mohamedi, T. (1986)**. Comparaison du cycle sexuel de deux especes de soles d'Algérie (Téléostéens, Soléidés). *Rapp Comm Int Mer Médit*, 30, 226.

- **Nadaud, I., Girusse, C., Debiton, C., Chambon, C., Bouzidi, M. F., Martre, P., & Branlard, G. (2010).** Proteomic and morphological analysis of early stages of wheat grain development. *Proteomics*, 10(16)-210.
- **NADAUD, Isabelle, GIROUSSE, Christine, DEBITON, Clément, et al.** Proteomic and morphological analysis of early stages of wheat grain development. *Proteomics*, 2010, vol. 10, no 16, p. 2901-2910
- **Vinebrooke, R. D., Maclennan, M. M., Bartrons, M., & Zettel, J. P. (2014).** Missing effects of anthropogenic nutrient deposition on sentinel alpine ecosystems. *Global change biology*, 20(7), 2173-2182..
- **Calvet, R. (2005).** *Les pesticides dans le sol: conséquences agronomiques et environnementales*. France Agricole Editions.
- **LE GRAS, Joseph.** *Diderot et l'Encyclopédie*. E. Malfère, 1928.
- **López, E., & Muchnik, J. (1997).** *Petites entreprises et grands enjeux: le développement agroalimentaire local*. L'Harmattan.
- **Hull, R., & Covey, S. N. (1983).** Does cauliflower mosaic virus replicate by reverse transcription?. *Trends in Biochemical Sciences*, 8(4), 119-121.
- **Boyeldieu, J. (1997).** Blé tendre. *Techniques agricoles, Editions Techniques—Techniques agricoles. Fascicule,*.
- **Triboi, E. (1990).** Modèle d'élaboration du poids du grain chez le blé tendre (*Triticum aestivum* em Thell). *Agronomie*, 10(3), 191-200.
- **Evans, L. T., & Wardlaw, I. F. (2017).** Wheat. In *Photoassimilate Distribution Plants and Crops Source-Sink Relationships* (pp. 501-518). Routledge.
- **BELLATRECHE, A., MAHDAD, M. Y., KAHOUADJI, Z., & GAOUAR, S. B. S. (2017).** Agro-morphological diversity of some accessions of bread wheat (*Triticuma estivum*) in western Algeria. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 18(1).
- **Loue, E. (1982).** [Potassium and cereals [physiology of wheat and barley, potassium fertilization in France]].[French]. *Dossier K2O*.
- **Pardina, P. R., Pecci, M. G., Laguna, I. G., Dagoberto, E., & Truol, G. (1998).** Wheat: a new natural host for the Mal de Río Cuarto Virus in the endemic disease area, Río Cuarto, Córdoba province, Argentina. *Plant disease*, 82(2), 149-152.

- **Cabelguenne, M., & Debaeke, P. (1998).** Experimental determination and modelling of the soil water extraction capacities of crops of maize, sunflower, soya bean, sorghum and wheat. *Plant and soil*, 202(2), 175-192.
- **Benlaribi, M. (1990).** Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.): Etude des caractères morphologiques et physiologiques (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat d'Etat, ISN-Université de Constantine).
- **TADJOURI, H., BLALTA, K., & LAYADI, F. Z. (2016).** Phytoextraction du cuivre par l'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. dans un milieu salin, étude des paramètres biométriques et biochimiques de la plante.
- **Bors, W., Heller, W., Michel, C., & Saran, M. (1990).** [36] Flavonoids as antioxidants: Determination of radical-scavenging efficiencies. In *Methods in enzymology* (Vol. 186, pp. 343-355). Academic Press.
- **Chaib, G., Benlaribi, M., & Hazmoune, T. (2015).** Accumulation d'osmoticums chez le blé dur (*triticum durum* desf.) sous stress hydrique. *European Scientific Journal*, ESJ, 11(24).
- **Davis, J. B., & Rice, C. E. (1973).** Distribution of granular fertilizer and wheat seed by centrifugal distributors. *TRANSACTIONS of the ASAE*, 16(5), 867-0868.
- **Korzun, V., Balzer, H. J., Balzer, A., Bäumlein, H., & Börner, A. (1996).** Chromosomal location of three wheat sequences with homology to pollen allergen encoding, DNA replication regulating, and DNA (cytosine-5)-methyltransferase genes in wheat and rye. *Genome*, 39(6), 1213-1215.
- **Leila, B., Hocine, G., Amar, B., Karima, B., Mebarek, B., & Kheireddine, S. (2011).** Evaluation of genetic diversity of an algerian durum wheat (*Triticum durum* Desf.) collection. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 7(3)

Résumé

L'étude du semis profond est menée sur 2 géotypes de blé, *Triticum durum* desf, Cirta Var, et *Triticum aestivum* Hiddab Var, d'origine locale et d'introduction.

L'expérimentation réalisée, en plein serre, a consisté à semer à différentes profondeurs (02-06 et 10 cm de profondeur) les grains caractérisés par un long ou un court coléoptile.

Les observations et le suivi ont porté sur le cycle biologique de la céréale notant au passage que seuls les stades végétatifs, levée, tallage et épiaison ont été quantifiés et analysés.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette recherche, mènent aux conclusions suivantes:

Les grains placés profondément donnent des plantules qui émergent plus en retard que celles issues des grains semés superficiellement à 2cm.

Les plantules des géotypes à long coléoptile (celle du blé tendre *var Hiddab*) émergent plus rapidement que celles des géotypes à coléoptile court (blé dur *var Cirta*).

La profondeur de semis réduit la densité de peuplement par unité de surface en limitant le nombre de plantules levées et en réduisant le nombre de talles par plante, ce qui entraîne par conséquent la diminution de la biomasse.

L'intervalle de levée entre le semis profond et le semis superficiel se répercute sur l'épiaison et la maturité, il entraîne donc un allongement du cycle.

La surface de la feuille étendard est corrélée positivement avec l'augmentation de la profondeur de semis.

La sélection de géotype à coléoptile long peut aider à la mise en application du semis à ces profondeurs, vu les risques du semis standard en zones semi-arides algériennes, et la difficulté d'un re-semis auquel les agriculteurs risquent de faire face, dans le cas de manque de précipitation pour une longue période après le semis ou la perte dans le cas où la sécheresse arrive après l'installation de la culture.

La meilleure profondeur de semis, étant celle qui assure une levée rapide et homogène, un pourcentage d'émergence assez suffisant, permettant d'assurer surtout aux plantes de mieux supporter les périodes de sécheresse intermittentes qui sévit au cours du cycle biologique du blé. Les profondeurs de semis qui paraissent répondre à ces exigences semblent être la première et la deuxième expérimentées à savoir 02 et 06cm.

Mots clés : *Triticum durum*, *Triticum aestivum*, géotype, coléoptile, profondeur de semis, Levée.

Abstract

The deep seeding study like limiting drought is studied using durum wheat genotypes (*triticum durum* desf) are sown in the field on different deep levels (02- 06 and 10 cm depth) the grain of genotypes group characterized with long and short coleoptiles. Observations have been in the biological cycle of cereal, the results of this research give the following conclusions:

The grains placed deeply give seedlings which emerge more quicker than those resulting from shallower sowing (at 2cm). The seedling of genotypes with long coleoptiles emerge more quicker than those genotypes with short coleoptile.

The number of raised seedlings falls gradually with the increase sowing depth. tillering ear decreases overall and in a gradual way of shallower sowing to deep sowing. this interval between superficial sowing and deeply sowing is reflected on the spike stage and maturity.

The increase depth of sowing causes to long duration, in addition to the depth placing grains. tillering ear decreases overall and in a gradual way of shallower sowing to deep sowing. The flag leaf area varies according to climatic conditions of the year and it is correlated positively with the depth of sowing.

The length of the collar of ear decreases gradually with the increase depth of sowing.

The interest of deep sowing appears more on dry year than humid year.

The selection of genotype with long coleoptiles can contribute to the application of sowing to these depths, considering the risk of standard sowing in algerian semi-arid zone, and the difficulty of a sowing to which the farmers can face, in the case of lack of precipitation for a long period after sowing. the best deep sowing, being that which ensures a fast and homogeneous lifting, a rather sufficient percentage of emergence, allowing to especially ensure the plants to better support the periods of intermittent drought which prevails during the biological cycle of corn. the sowing depths which appear to answer these requirements seem to be the first and 2nd tested to know 02 and 06cm.

Key words : *Triticum durum*, *Triticum aestivum*, genotype, coleoptile, depth of sowing, emergence.

أجريت دراسة البذر العميق على نوعين 2 من الأنماط الجينية للقمح ، القمح القاسي *Triticum durum* ، سيراتا و القمح اللين *Triticum aestivum* الهضاب، محلي الأصول و التقديم.

التجربة التي أجريت، تمثلت في بذر على عدة أعماق (02-06 و 10 سم من العمق) داخل صوبات زراعية كاملة، الحبوب التي تتميز بأغماذ برعمية طويلة أو قصيرة.

بينت الملاحظات والمتابعة التي أجريت على الدورة البيولوجية للحبوب مع ملاحظة أن المراحل النباتية، الانتاش، تنبيت الأغصان، و خروج تم تقديرها وتحليلها.

النتائج التي تم الحصول عليها كجزء من هذا البحث تؤدي إلى الاستنتاجات التالية:

البذور الموضوعة في العمق تعطي شتلات تظهر متأخرة أكثر من تلك الموجودة في الحبوب المزروعة بشكل سطحي أي عند 2 سم.

الشتلات ذات النمط الجيني طويلة الغمد البرعمي (أي قمح الهضاب) تبرز بوتيرة أسرع من الشتلات ذات النمط الجيني قصيرة الغمد البرعمي (أي قمح سيرتا)

يقلل عمق البذر من كثافة الانتشار لكل وحدة مساحة عن طريق الحد من عدد الشتلات المنتشة وتقليل عدد النبيتات لكل غرسة، مما يقلل من الكتلة الحيوية.

يؤثر فاصل الظهور بين البذر العميق و البذر السطحي على الانتاش و النضج ، مما يؤدي إلى دورة أطول.

يرتبط سطح ورقة النبتة بشكل إيجابي مع زيادة عمق البذر.

يمكن أن يساعد اختيار الأنماط الجينية لذوات الغمد البرعمي الطويلة في تنفيذ عملية البذر في هذه الأعماق ، بالنظر إلى مخاطر البذر القياسي في المناطق شبه القاحلة الجزائية ، وصعوبة إعادة البذر التي قد يواجهها المزارعون، في حالة عدم هطول الأمطار لفترة طويلة بعد البذر أو الخسارة في حالة حدوث الجفاف بعد التركيب الزراعي.

إن أفضل عمق للزرع ، هو ذلك الذي يضمن ظهورًا سريعًا ومتجانسًا ، ونسبة ظهور كافية إلى حد ما ، مما يجعل من الممكن خصوصًا للنباتات مقاومة فترات الجفاف المتقطعة التي تحدث أثناء الدورة البيولوجية للقمح بشكل أفضل. كما يبدو أن أعماق البذر التي تفي بهذه المتطلبات هي الأولى والثانية المجرية، أي 02 و 06 سم.

Présentée par :

- **Bouزيد Naouel Chiraz.**
- **Bourouneche Roumaïssa.**

Président : Pr. Boudour. L

Rapporteur: Pr. Kara .Y

Examineur : Dr. Zoghmar .M

Intitulé:

L'effet de la profondeur de semis sur la croissance et le développement des céréales.

Résumé :

L'étude du semis profond est menée sur 2 géotypes de blé, *Triticum durum desf*, Cirta Var, et *Triticum aestivum* Hiddab Var, d'origine locale et d'introduction.

L'expérimentation réalisée, en plein serre, a consisté à semer à différentes profondeurs (02- 06 et 10 cm de profondeur) les grains caractérisés par un long ou un court coléoptile.

Les observations et le suivi ont porté sur le cycle biologique de la céréale notons au passage que seuls les stades végétatifs, levée, tallage et épiaison ont été quantifiés et analysés.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette recherche, mènent aux conclusions suivantes:

Les grains placés profondément donnent des plantules qui émergent plus en retard que celles issues des grains semés superficiellement (à 2cm).

Les plantules des géotypes à long coléoptile (celle du blé tendre *Hiddab var*) émergent plus rapidement que celles des géotypes à coléoptile court (blé dur *Cirta var*).

La profondeur de semis réduit la densité de peuplement par unité de surface en limitant le nombre de plantules levées et en réduisant le nombre de talles par plante, ce qui entraîne par conséquent la diminution de la biomasse.

L'intervalle de levée entre le semis profond et le semis superficiel se répercute sur l'épiaison et la maturité, il entraîne donc un allongement du cycle.

La surface de la feuille étendard est corrélée positivement avec l'augmentation de la profondeur de semis.

La sélection de géotype à coléoptile long peut aider à la mise en application du semis à ces profondeurs, vu les risques du semis standard en zones semi-arides algériennes, et la difficulté d'un re- semis auquel les agriculteurs risquent de faire face, dans le cas de manque de précipitation pour une longue période après le semis ou la perte dans le cas où la sécheresse arrive après l'installation de la culture.

La meilleure profondeur de semis, étant celle qui assure une levée rapide et homogène, un pourcentage d'émergence assez suffisant, permettant d'assurer surtout aux plantes de mieux supporter les périodes de sécheresse intermittentes qui sévit au cours du cycle biologique du blé. Les profondeurs de semis qui paraissent répondre à ces exigences semblent être la première et la deuxième expérimentées à savoir 02 et 06cm.

Mots clés : *Triticum durum*, *Triticum aestivum*, géotype, coléoptile, profondeur de semis, Levée.

Année Universitaire : 2018 /2019

