



UNIVERSITE MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITE MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

République Algérienne Démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة محمد البشير الابراهيمي - برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الأرض و الكون

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des sciences Agronomiques

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Aménagement Hydro Agricole

Thème

Synthèse bibliographique sur les effets de la sécheresse sur les céréales

Présenté par : **AGDOUCHE Amel**
RADJAI Assala

Devant le jury :

Président : M^{er}. AIT MCHEDAL M.MCB (Univ. BordjBouArréridj)

Encadrant: M^{me} CHOURGHAL N......MCA (Univ. BordjBouArréridj)

Examineur: M^{me} MESSAOUDI H.MAB (Univ. BordjBouArréridj)

Année universitaire : 2020/2021



Remerciement

Tout d'abord, louange à « Allah » qui nous a guidé sur le chemin droit tout au long du travail et nous a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer toutes nos reconnaissances et remerciements à notre encadrant **Dr. CHOURGHAL Nacira** qui a fait preuve d'une grande patience et a été d'un grand apport pour la réalisation de ce travail. Ses conseils, ses orientations ainsi que son soutien moral et scientifique nous ont permis de mener et terminer ce projet.

Nos remerciements vont également à **Mer AIT MECHDAL M.** et **MESSAOUDI H.**, pour avoir accepté de présider et d'examiner ce travail.

Un très grand merci à nos chers parents, nos frères, et nos chères amies qui se sont toujours montrés disponibles et qui ont partagé avec nous tous les moments durant tous les périodes. Et pour n'oublier personne, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Merci à tous



Dédicace

Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire yaKayoum.

*Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, **ma mère***

***A mon père**, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout a long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et me protéger, que dieu les gardes et les protège.*

*A mon adorable sœur **Hanane et ses enfants**. A mes frères **Abdelaali ,Rida , Aymen** , a la femme de mon frère **Assia**, a ma cousine **Nassima** qui m'a beaucoup aidé dans ce travail , a ma collègue et ma sœur dans ce projet **Assala***

*A tous ceux qui sont chères. A tous ceux qui m'aiment, a tous ceux que j'aime.
Je dédie ce travail.*

AMEL



Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à mes chères **parents** pour leur soutien ; leur patience ; leur encouragement durant mon parcours scolaire.*

*Au corps **enseignant** qui nous a donné une très bonne formation pendant le cursus universitaire.*

A ceux qui n'ont jamais cessé de nous encourager et nous conseiller.

A ceux qui n'ont jamais été avares ni de leur temps ni de leur connaissances pour satisfaire nos interrogations.

*A ma meilleure amie **Amel** qui m'a accompagné tout au long de mon parcours académique à l'Université avec qui j'ai partagé les plus beaux souvenirs jusqu'à la fin de ce parcours.*

A ceux qui nous ont soutenus : nous dédions ce modeste travail.

ASSALA

Table des matières

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	

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

II. Chapitre I : La céréaliculture en Algérie

II.1. Généralité	3
II.1.1. Importance de la céréaliculture	3
II.1.2. Situation des céréales dans le monde	3
II.2. Céréaliculture en Algérie	4
II.2.1. Importance	4
II.2.2. Superficies emblavées des principales céréales en Algérie	6
II.2.3. Production des principales céréales en Algérie	6
II.3. Contraintes à la production céréalières en Algérie	6
II.3.1. Les contraintes climatiques	6
A. Précipitation	7
B. Température	8
C. Vent	9
II.3.2. Autre contraintes	9

III. Chapitre II : Céréales et sécheresse

III.1. Définition de la sécheresse	11
III.2. Type de la sécheresse	11
III.2.1. Sécheresse météorologie	11
III.2.2. Sécheresse agricole	11
III.2.3. Sécheresse hydrologiques	12
III.2.4. Sécheresse socio-économique	12
III.3. Le cycle de développement de blé et L'effet de la sécheresse sur chaque phase	14
III.3.1. La périodes végétative	14
A. La phase germination -levee	14
B. La phase levee –tallage	15
III.3.2. La période reproductrice	15
A. La phase montaison – gonflement	15
B. La phase épiaison – florison	16
III.3.3. La période de formation et de maturation du grain	16
A. Grossissement du grain	16
B. Maturation du grain	17
III.4. La sécheresse et les blés	17
III.4.1. Les besoins en eau d'une céréale	17

IV. Conclusion générale	19
V. Références bibliographiques	21
Résumés	25

Liste des abréviations

CIC	Conseil International des céréales
SAU	Surface agricole Utile
MADR	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
ORSEC	Organisation de la Réponse de Sécurité civile
PMG	Poids de milles grains

Liste des tableaux

Tableau 01 : Principaux pays producteurs et importateurs de céréales dans le monde	4
Tableau 02 :Superficies emblavées de blé en Algérie (MADR, 2016).....	6
Tableau 03 : Production en blé dur et tendre en Algérie (MADR, 2016).....	6

Tableaux des figures

Fig.1. Carte schématique représentant les zones céréalières de l'Algérie (source : Belaid, 1986).....	5
Fig.2. Les principaux effets du déficit hydrique sur les composantes du rendement (source Gate, 1995).....	8
Fig.3. Type de sécheresse manifestations dans le temps et leurs impact (source : Benyahia, 2016).....	13

I. Introduction

En Algérie, les céréales sont les principales cultures, cultivées sur une superficie annuelle. Les blés dur constitue la première ressource d'alimentation humaine et la principale source de protéines, ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples applications industrielles. Le blé dur prend mondialement, la cinquième place après le blé tendre, le riz, le maïs et l'orge avec une production de plus de 30 millions de tonnes (Amokrane, 2001). La production des céréales en Algérie présente une caractéristique fondamentale depuis l'indépendance à travers l'extrême variabilité du volume des récoltes. Cette particularité témoigne d'une maîtrise insuffisante de cette culture et de l'indice des aléas climatiques. Cette production est conduite en extensif et elle est à caractère essentiellement pluvial (Bencharif *et al.*, 2007).

La demande en blé en Algérie est couverte, en partie par la production nationale qui oscille, selon les campagnes (fonction essentiellement, de la pluviométrie), entre 0,9 et 4,9 millions de tonnes. Le reste est satisfait par les importations (Bencharif *et al.*, 2007).

Le déficit hydrique est en effet le facteur limitant majeur de la productivité des plantes. Plus de 60% des pertes de rendement en blé, en Asie et en Afrique sont dues à la sécheresse (Damania, 1991), malgré que les études récentes montrent que ce sont plutôt les basses températures hivernales et printanières qui handicapent le plus cette spéculation (Annichiarico, 2007).

L'amélioration génétique des céréales des zones sèches reste basée sur la recherche d'une meilleure tolérance aux stress abiotiques, pour adapter la plante à la variabilité du milieu de production (Amokrane, 2001).

Ce travail comporte deux parties : La première partie représente en général l'importance de la céréaliculture en Algérie et les superficies les plus importantes qu'elles occupent dans diverse région du pays et à l'étranger.

La deuxième partie concernent les sécheresses, leurs différents types et comment elles affectent les besoin en eau des céréales et leurs impact sur la production.

Chapitre I : La céréaliculture en Algérie

II. Chapitre I : La céréaliculture en Algérie

II.1. Généralités

II.1.1. Importance de la céréaliculture

On appelle céréale toutes les plantes de la famille des Graminées (*Poacées*) dont le grain possède une amande amylicée, susceptible d'être utilisée dans l'alimentation des hommes ou des animaux (Godon .H, 1968).

Les céréales sont des graines alimentaires appartenant à dix espèces végétales, les trois les plus employés actuellement : blé, riz et maïs ; à cela s'ajoute l'orge, le seigle, avoine, le sorgho, le méteil (mélange de blé et de seigle), triticales (hybride de blé et de seigle). Les blés sont présentés partout dans le monde où deux espèces sont particulièrement cultivées : le blé dur c'est le blé de semoulerie par excellence ; le blé tendre.

Les premiers habitants de la terre vivaient principalement d'aliments provenant de la chasse et de la cueillette. Les grains des céréales ont été parmi les premiers à être cultivés et récoltés. Les anciennes civilisations prospérèrent en partie grâce à leur aptitude à produire, engranger et distribuer ces grains de céréales principalement le maïs, le riz, le blé et l'orge.

La culture des céréales représente un secteur économique important. En effet, c'est un aliment de base d'une très grande partie de la population mondiale. Les pays importateurs et exportateurs de céréales dépendent les uns des autres et ont intérêt à garantir l'approvisionnement de cette denrée alimentaire et à maintenir des prix stables au niveau mondial. Ils collaborent avec les organisations internationales, en particulier le Conseil International des Céréales (CIC), dont le siège est à Londres (kellou, 2005). La situation de la céréaliculture est liée à l'évolution des superficies, des productions et par conséquent des rendements des céréales obtenus.

II.1.2. Situation des céréales dans le monde

Le blé vient en tête des productions céréalières et représente environ un tiers du total mondial, l'orge est classé le quatrième après le blé, le riz et le maïs, il est produit à 60% en Europe (Simon *et al*, 1989). Les pays exportateurs présentent une surproduction céréalière et tendent à réduire leurs excédents. Par contre, les pays d'Afrique du nord sont dépendants et importent les céréales, le blé et également la farine, leurs besoins s'accroissent sans cesse en regard d'une progression de la population de 2 à 3% par an prévue sur une période de 1980-

2000. Leur demande en céréales secondaires (orge) est plus importante à cause du retard de l'élevage (Hamid, 1979 ; Simon *et al*, 1989). De ce fait et en mesure de la dépendance alimentaire des pays du tiers monde, les céréales aujourd'hui sont considérées comme étant le pétrole jaune (Cleays, 1984).

Tableau N°1 Principaux pays producteurs et importateurs de céréales dans le monde. (Benabdallah, 2016)

Pays producteurs (tonnes)		Pays importateurs (tonnes)	
1	Chine 448759449	1	Chine 11000
2	Etats-Unis 385 223 949	2	Inde 795600
3	Inde 245124138	3	Etats-Unis 380217
4	Russie 79589611	4	Turquie 18900
5	Indonésie 71862688	5	Egypte 17250
6	Brésil 67760956	6	Algérie 8000
7	France 645336349	7	Maroc 7600

Le tableau 1 représente les principaux pays producteurs et importateurs de céréales dans le monde. On note que l'Algérie est un pays importateur et se classe sixième dans le monde.

II.2. La céréaliculture en Algérie

II.2.1.Importance

Les céréales constituent la base alimentaire des algériens ; la majorité des calories proviennent essentiellement des céréales et chaque algérien consomme en moyenne annuellement sous diverses formes (pain, couscous, pâtes etc...) 207 kg de blé. La culture des céréales a toujours, semble-t-il, occupé en Algérie une superficie territoriale importante par rapport aux autres spécialités agricoles qui est estimée à 6 millions d'hectares, soit la superficie totale du pays, chaque année 0.3 à 3.5 million d'hectares sont emblavés. La production, elle, a toujours été faible et ne couvre pas les besoins estimés à 100 millions de quintaux pour l'an 2000 (Ben Belkacem, 2003)

Les céréales constituent la composante principale des productions végétales en Algérie, elles couvrent près de 80% de la surface agricole utile (SAU) et intéressent la presque totalité des exploitations agricoles. La superficie céréalière nationale est d'environ 3,5 millions ha, dont plus des deux tiers de ses surfaces sont situés à l'intérieur du pays (Belaid, 1986 ; Feliachi, 2002), pratiquement dans toutes les régions des hauts plateaux situées dans les zones semi-arides et subhumides (isohyète 300 à 450 mm) et des grandes plaines intérieures littorales et sub-littorales (isohyète 450 à 600 mm/an)(Fig.1.).

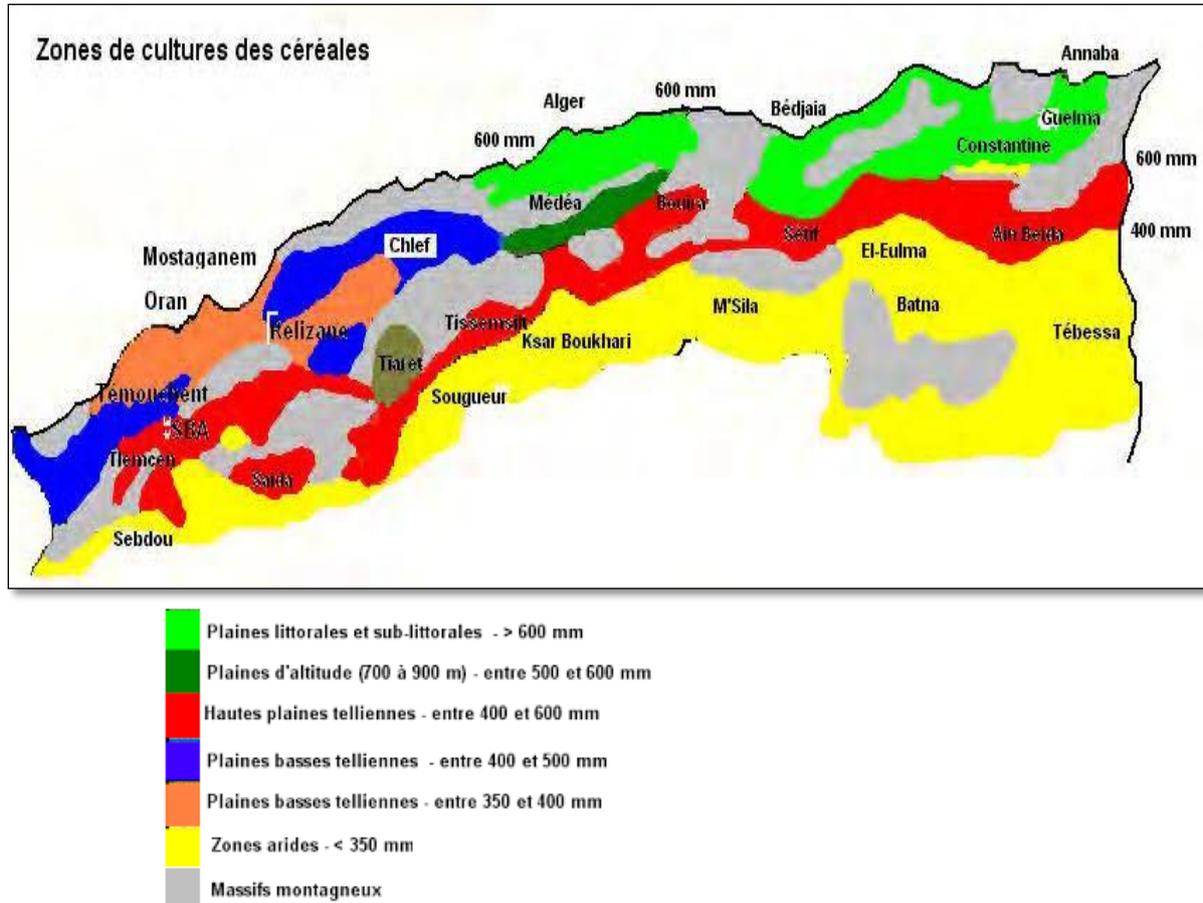


Fig. 1. Carte schématique représentant les zones céréalières de l'Algérie (Source: (Belaid, 1986).

L'orge occupe 34 %, le blé dur 22 % et le blé tendre 44 % de la superficie totale (MADR, 2020) ; malgré les énormes progrès enregistrés dans la productivité, ceux-ci ont permis d'améliorer les variétés, la fertilisation et d'assurer une meilleure protection

Les productions céréalières en Algérie demeurent toujours irrégulières et semblent être étroitement liées à un certain nombre de facteurs tant abiotiques (irrégularité dans les

précipitations pluviales, techniques agricoles; etc.) que biotiques (potentiel génétique, maladies, ravageurs, etc.).

II.2.2. Superficie emblavée des principales céréales en Algérie

Le tableau 2 représente l'évolution des superficies emblavées en blé dur et tendre pendant la période 2012-2016. Les superficies emblavées en blé dur augmentent contre une régression de celle du blé tendre.

Tableau 2 : Superficies emblavées de blé en Algérie (MADR, 2016).

	Blé dur	Blé tendre
	Superficies emblavées (ha)	
2012	1451119	629670
2013	1447902	618291
2014	1465216	596974
2015	1503697,8	576527,67
2016	1533240,4	528931,88

II.2.3. Production des principales céréales en Algérie

Dans le tableau 3, est reportée la production de blé dur et blé tendre pendant la période 2012-2016.

Pour les deux spéculations, les chiffres indiquent une diminution conséquente de la production.

Tableau 3 : Production en blé dur et tendre en Algérie (MADR, 2016).

	Blé dur	Blé tendre
	Production (q/ha)	
2012	24071180	10251125
2013	23323694	9666796
2014	18443334	5918634
2015	20199390	6367915,7
2016	19376183	5024781,4

II.3. Contraintes à la production céréalière en Algérie

II.3.1. Les contraintes climatiques

Le climat est un ensemble fluctuant d'éléments physiques, chimiques et biologiques caractérisant principalement l'atmosphère d'un lieu et dont l'action complexe influence l'existence des êtres qui sont soumis (Eliard, 1979). Selon cet auteur, les différents éléments du climat tels que les précipitations, l'évaporation, les températures, la lumière et le vent, agissent simultanément sur les végétaux. Les aléas climatiques peuvent avoir sur l'agriculture un impact négatif qui se traduit par une perte d'une partie ou de la totalité de la production de l'année ; un impact positif qui reflète une année particulièrement favorable. Ces effets globaux résultent à l'incidence des éléments du climat à chaque étape de l'élaboration de la production.

A. Précipitations

Une réduction de la quantité d'eau disponible influence le métabolisme et les processus physiologiques qui contrôlent la croissance et le développement de la plante. Ces derniers pouvant se répercuter sur les composantes du rendement.

Le régime pluviométrique est la contrainte essentielle de la céréaliculture cultivée en pluviale et en extensif, sans recours à l'irrigation surtout dans des étages climatiques arides et semi-arides. Dans ces zones, les céréales d'hiver sont soumises durant leur développement à des situations de mauvaises alimentations hydriques qui peuvent intervenir à tout moment de leur cycle. La mauvaise répartition et la distribution irrégulière des précipitations dans le temps et dans l'espace imposent des déficits hydriques saisonniers qui sont à l'origine des faibles rendements. En effet, La céréaliculture algérienne est sujette à la variabilité du climat (Baldy, 1974).

L'effet d'un déficit hydrique est variable selon son intensité, sa durée et le stade de développement durant lequel il intervient. L'impact sur le rendement est fonction de la composante affectée et de la possibilité de compensation ultérieure par d'autres composantes. Le déficit hydrique de montaison réduit le nombre d'épis/m² et le nombre de grains/épi et affecte d'une manière indirecte le poids de mille grains (PMG) (Gate, 1995) (Fig 2.).

B. Températures

A propos de la température, Oudina (1986) a cité deux autres phénomènes climatiques qui sont à craindre dans les zones céréalières. Il s'agit des gelées tardives, et des siroccos précoces pour l'ensemble des zones céréalières. Les températures varient considérablement autour du bassin méditerranéen en fonction de l'altitude, de l'éloignement de la mer (Belaid, 1986). Elles interviennent au niveau de la plante par leurs valeurs extrêmes, gelées ou coup de chaleur.

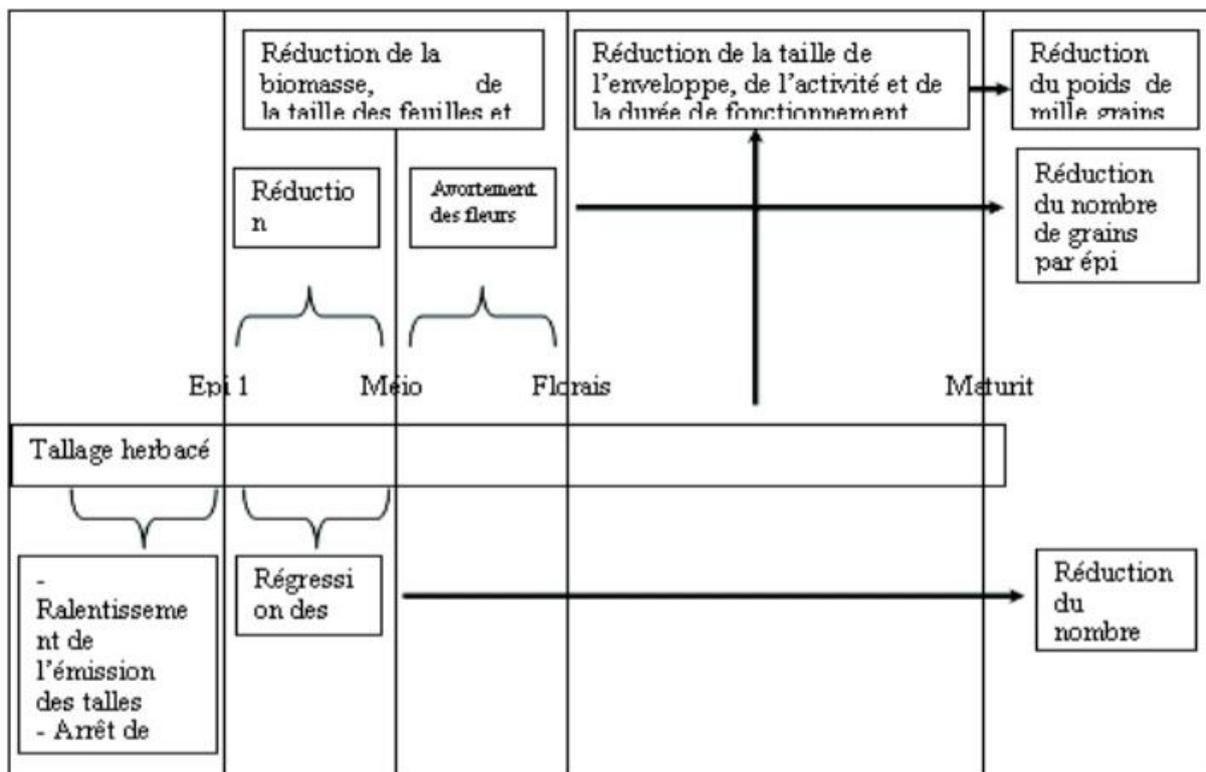


Fig.2. Les principaux effets du déficit hydrique sur les composantes du rendement (source :Gate, 1995).

Les températures élevées provoquent une transpiration exagérée de la plante et par conséquent, une déshydratation rapide des cellules. Il risque d'y avoir flétrissement de la plante surtout si le sol est sec (Eliard, 1979). D'après ce dernier, chez le blé au stade laiteux pâteux, les risques d'échaudage se manifestent à une température qui dépasse 30°C, pendant deux jours consécutifs sur un sol sec. Une température élevée durant la montaison limite aussi, le nombre de talles épi, tout en augmentant la quantité totale de matière sèche formée (Soltner, 1990).

Les températures basses entraînent la mort de certains organes. Le gel entraîne la formation de cristaux de glace entre les cellules qui se déshydratent progressivement. Leur eau de constitution se déplace vers les espaces intercellulaires et une déshydratation trop poussée entraîne la mort des cellules (Eliard, 1979). En Algérie les gelées tardives touchent les céréales vers la fin du mois d'Avril et le début du mois de Mai, au stade floraison et provoquent l'avortement /ou coulure.

C. Vent

Le vent est un élément important du climat. Il est comme le degré hygrométrique, un agent d'évaporation. En particulier, il risque d'augmenter les dégâts causés par l'échaudage (Eliard, 1979). Les siroccos précoces touchent les céréales en fin de cycle (remplissage du grain à et provoquent l'échaudage. Un coup de chaleur durant cette période (30°C + vent sec) dessèche la plante ; l'échaudage est plus grave si le coup de chaleur survient tôt que s'il survient tardivement (Soltner, 1990). Ces deux accidents donnent un poids de mille grains faible à nul et par conséquent, agissent directement sur le rendement des céréales. Il peut également favoriser selon Eliard (1979), la verse de céréales ou l'égrenage sur pied des variétés sensibles.

II.3.2. Autres contraintes

Les contraintes au bon développement sont nombreuses selon Rachedi (2003), l'adoption d'un itinéraire technique adéquat permet l'obtention d'un rendement appréciable cependant, dans la pratique on constate ;

- Un travail du sol sommaire.
- Une utilisation de la semence de mauvaise qualité.
- Un très faible taux d'utilisation des engrais. Il y a que 10% de la superficie emblavée total par an qui est couverte par les engrais ; soit 300000 hectares. Les engrais sont souvent indisponibles ou chers.
- Une mauvaise application des techniques culturales, un semis en dehors des délais technique, recommandés une utilisation abusive des outils à disques au détriment des charrues à socs dont l'avantage agronomique ne sont plus à démontrer et l'absence de lutte contre les mauvaises herbes. Les sols céréaliers sont pauvres 60% des superficies situées sur des terres peu productives. Les efforts d'intensification deviennent très difficiles à cause de morcellement des terres.
- Le bas niveau de technicité des exploitants agricoles.

Chapitre II : Céréales et sécheresse

III. Chapitre II : Céréales et sécheresse

III.1. Définition de la sécheresse

Si la notion de sécheresse n'est aujourd'hui pas universellement définie (Tate et Gustard, 2000), l'état de la sécheresse peut cependant être caractérisé comme un déficit hydrique marqué dans une ou plusieurs composante(s) du cycle hydrologique. Ce manque d'eau est généralement dû à de trop faibles précipitations (Alley, 1984 ; Chang et Cleopa, 1991) sur une période donnée, par rapport à la moyenne des apports observés sur cette période et a un impact direct sur l'alimentation des différents compartiments du bassin versant (surface, sol et nappes). Si les précipitations sont trop faibles ou inexistantes sur une période prolongée, l'apport d'eau à la surface du sol et dans les couches de sol plus profondes est par conséquent amoindri et l'eau disponible dans les cours d'eau et/ou pour la végétation peut alors elle aussi être déficitaire. Pour cette raison, trois grandes catégories de sécheresses ont été définies dans un premier temps par Dracup *et al.* (1980) et reprises par Wilhite et Glantz (1985) et sont aujourd'hui couramment utilisées par les climatologues et les hydrologues pour l'étude et le suivi des sécheresses.

III.2. Type de la sécheresse

III.2.1. Sécheresses météorologiques

Les sécheresses météorologiques sont caractérisées par un déficit des précipitations, solides et liquides (Palmer, 1965 ; Boken, 2005 ; Keyantash & Dracup, 2002). Ainsi, il s'agit d'une période, qui peut varier du mois à l'année, voire dans des cas extrêmes, à plusieurs années, durant laquelle les précipitations sont inférieures à la normale. Les sécheresses météorologiques sont souvent déclenchées par des anomalies persistantes de grande échelle des températures de surface de la mer (Bjerknes, 1969 ; Rasmusson et Wallace, 1983 ; Folland *et al.* 1986 ; Lamb et Pepler, 1992 ; Ting et Wang, 1997 ; Trenberth et Shea, 2005).

III.2.2. Sécheresses agricoles

Les sécheresses agricoles (ou édaphiques) sont caractérisées par un déficit lié à la réserve en eau du sol. Il s'agit d'une période durant laquelle l'humidité du sol est inférieure à sa valeur moyenne, ce qui a des conséquences directes sur la végétation, qu'elle soit naturelle ou cultivée (Palmer, 1965 ; Rosenberg, 1978 ; Wilhelmi, 2002).

Ces sécheresses sont généralement provoquées par un cumul des précipitations inférieure à la normale (Narasimhan et Srinivasan, 2005), ou par une distribution temporelle plus irrégulière (des précipitations moins fréquentes mais plus intenses, phénomène souvent observé sur le pourtour méditerranéen), mais peuvent parfois être engendrées par des taux d'évapotranspiration plus élevés (Klocke et Hergert, 1990 ; Rind *et al.*, 1990 ; Hanson, 1991 ; Vicente-Serrano *et al.*, 2010) ou des processus de ruissellement plus intenses, en comparaison à la normale saisonnière. Les sécheresses agronomiques ont souvent de lourdes conséquences sur la production agricole (Panu et Sharma, 2002).

III.2.3. Sécheresses hydrologiques

Les sécheresses hydrologiques peuvent à la fois définir le débit d'un cours d'eau comme trop faible mais peuvent aussi représenter le fait qu'un réservoir du sol ou du sous-sol n'est pas suffisamment réalimenté. Ainsi, les sécheresses hydrologiques dépendent du degré d'approvisionnement en eaux de surface et en eaux souterraines des lacs, réservoirs, aquifères et cours d'eau (Dracup *et al.*, 1980 ; Tallaksen *et al.*, 1997). L'impact d'une sécheresse hydrologique est important sur les activités humaines, puisqu'elle va avoir de fortes conséquences sur l'irrigation, les activités touristiques, la production d'énergie hydroélectrique, les transports (dans certains pays), l'alimentation en eau domestique et la gestion/protection de l'environnement. Pour Linslet *et al.* (1975), la sécheresse hydrologique est d'ailleurs définie comme la période durant laquelle le débit des cours d'eau n'est pas suffisant pour répondre convenablement aux besoins en eau établis par le système de gestion de l'eau local.

III.2.4. Sécheresse socio-économique

La sécheresse socio-économique englobe les effets économiques et sociaux des formes précédentes (exode rurale, famine, baisses des rendements agricoles, perte de cheptel, augmentation des prix des produits de première nécessité, problème de santé humaine et animale, etc). Cette forme qui se traite à un niveau élevé (gouvernement) engendre, selon son acuité, le déclenchement de plans ORSEC, la mise en place de fonds de soutien et d'indemnités, le lancement d'opérations de solidarité nationale et internationale ainsi que des campagnes de sensibilisation de la population.

“La sécheresse socio-économique est donc une forme de choc interne de l’offre, c’est-à-dire, une grave perturbation provoquée par des événements hors du contrôle du pays, et qui a des effets importants sur les variables économiques intérieurs”. Dans la figure.3.ci-après, sont montrés les relations entre les différents types de sécheresse et leurs impacts. Une sécheresse météorologique limitée dans le temps (par exemple en automne) peut provoquer une sécheresse agricole de durée plus longue (par exemple saisonnière de début de cycle) puis une sécheresse hydrologique plus persistante dans le temps (annuelle si faibles apports aux barrages).

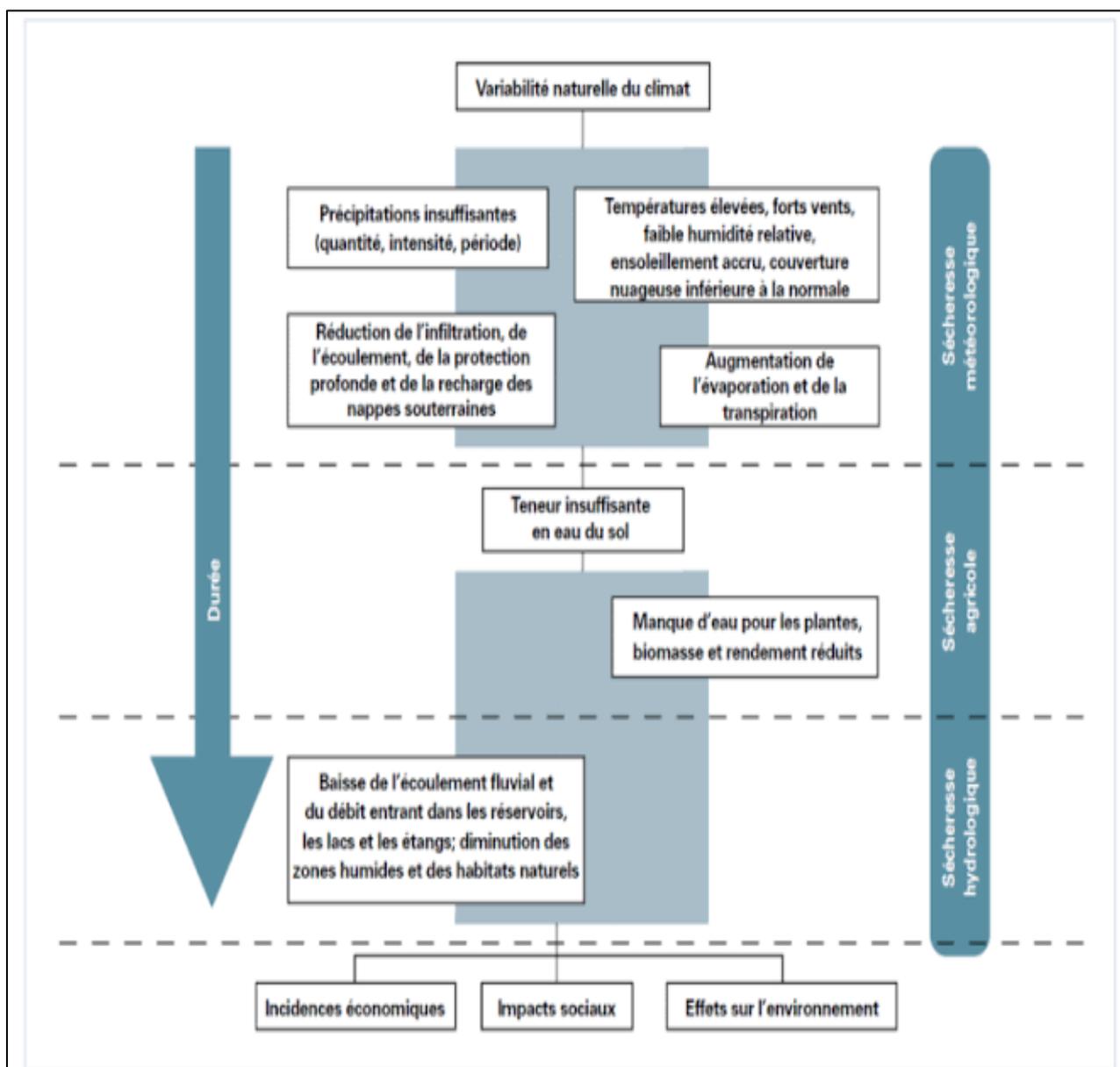


Fig.3. Types de sécheresses, manifestations dans le temps et leurs impacts (*source : Benyahia, 2016*).

III.3. Le cycle de développement des blés et l'effet de la sécheresse sur chaque phase :

Afin de caractériser le cycle de développement du blé, différentes échelles de notation ont été développées, portant soit sur des changements d'aspect externe, soit sur les modifications d'aspect interne des organes reproducteurs.

- L'échelle de Jonard et Koller, (1950) utilisée pour reconnaître les stades par des changements d'aspect externe (Levée - Montaison).
- L'échelle de Zadoks *et al.*, (1974) utilisée pour reconnaître les stades par des modifications d'aspect interne (Différentiation de l'épi : Stade épi 1 cm) (Gate, 1995).

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

III.3.1. La période végétative

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à fin tallage, D'où l'effet de la sécheresse commence dans cette période pour que Le travail du sol nécessite une humidité optimale et les pluies automnales sont nécessaires. Une sécheresse à ce stade entraîne un retard dans les semailles et l'installation de la plante avant l'hiver (développement du système racinaire) et une superficie emblavée plus faible. Cette période se divise en deux phases :

A. La phase germination – levée

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et du coléoptile qui protège la sortie de la première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol. Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis sont visibles (Gate, 1995). Durant la phase semis levée, l'alimentation de la plante dépend uniquement de son système racinaire primaire et des réserves de la graine.

Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, l'aération et l'humidité (Eliard, 1979). Les caractéristiques propres à la graine comme la faculté germinative et la quantité de réserves (taille des graines) jouent aussi un rôle déterminant. En effet, les plus grosses graines lèvent les premières et donnent des plantules plus vigoureuses. De plus la composition des réserves (teneur en protéines) agit favorablement sur la vitesse de la germination-levée (Evans et Rawson, 1975).

Le manque d'eau dans ce stade ne permet pas le gonflement de la graine et la multiplication permettant la levée. Il ne permet pas un contact intime de la graine avec la phase solide, nécessaire au gonflement de la graine. Il est souvent constaté en cas de sécheresse de nombreuses graines non germées. En cas de sécheresse la densité des graines levées est faible (très inférieure à la normale $>300\text{Gr/m}^2$).

B. La phase levée – tallage

La production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille (Moule, 1971). L'apparition de ces talles se fait à un rythme régulier à celui de l'émission des feuilles. A partir des bourgeons situés à l'aisselle des talles primaires initiées à la base du brin maître, les talles secondaires peuvent apparaître et être susceptibles d'émettre des talles tertiaires. Le nombre de talles produites dépend de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (Masle-Meynard, 1980). La nutrition minérale notamment azotée est faible jusqu'au stade 2-3 feuilles car elle est satisfaite par les ressources de la graine et l'azote minéral présent dans le sol. Le facteur nutritionnel peut modifier la vitesse du tallage herbacé, la durée du tallage et le nombre de talles (Austin et Jones, 1975). Quand le tallage est excessif, les besoins en eau sont très importants, alors que la plupart des talles restent stériles. La fin du tallage représente la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds (Gate, 1995).

Le manque d'eau entraîne une réduction de la division cellulaire provoquant l'arrêt de l'apparition des talles et l'avortement des talles existantes. Le nombre de talles est très inférieur à la normale (>10).

III.3.2 La période reproductrice

A. La phase montaison – gonflement

La montaison débute à la fin du tallage, elle est caractérisée par l'allongement des entre-nœuds et la différenciation des pièces florales. A cette phase, un certain nombre de talles herbacées commence à régresser alors que, d'autres se trouvent couronnées par des épis. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote

sont accrus (Clement-Grancourt et Prats, 1971). 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.

Il ya réduction de la croissance en hauteur de la plante par rapport à la normale. La feuille est très sensible au déficit hydrique : elle change de forme et d'orientation, elle s'enroule, sa partie apicale se dessèche, elle flétrit.

C. La phase épiaison – floraison

Elle est marquée par la méiose pollinique et l'éclatement de la gaine avec l'émergence de l'épi. C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux (l'anthèse) et s'effectue la fécondation. Cette phase est atteinte quand 50 % des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille (Gate, 1995). Elle correspond au maximum de la croissance de la plante qui aura élaboré les trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de la nutrition minérale et de la transpiration qui influencent le nombre final de grains par épi (Masle-Meynard, 1980).

Le manque d'eau se traduit par une diminution de la division cellulaire avec comme conséquence, une baisse de talles fertiles, réduction du nombre d'épis, baisse de la fertilité des épis, baisse du nombre de grains par épis

III.3.3 La période de formation et de maturation du grain

A. Grossissement du grain

Cette phase marque la modification du fonctionnement de la plante qui sera alors orientée vers le remplissage des grains à partir de la biomasse produite. Au début, le grain s'organise, les cellules se multiplient. Les besoins des grains sont inférieurs à ce que fournissent les parties aériennes (plus de 3/4 de la matière sèche sont stockés au niveau des tiges et des feuilles). Par la suite, les besoins augmentent et le poids des grains dans l'épi s'élève, alors que la matière sèche des parties aériennes diminue progressivement. Seulement 10% à 15% de l'amidon du grain peut provenir de réserves antérieures à la floraison

(Boulelouah, 2002). A l'issue de cette phase, 40 à 50 % des réserves se sont accumulées dans le grain qui, bien qu'il ait atteint sa taille définitive, se trouve encore vert et mou, c'est le stade «grain laiteux ». L'autre partie des réserves se trouve encore dans les tiges et les feuilles qui commencent à jaunir. Les réserves du grain proviennent en faible partie de la photosynthèse nette qui persiste dans les dernières feuilles vertes. Chez les variétés tardives, cette quantité est de 12 % contre 25 % chez les précoces. La majeure partie des réserves accumulées vient des tiges et les feuilles jaunissantes, mais non encore desséchées (Boulelouah, 2002).

Le déficit hydrique entraîne une inhibition du grossissement des grains avec conséquence une baisse du poids des 1000 grains.

B. Maturation du grain

La phase de maturation succède au stade pâteux (45 % d'humidité). Elle correspond à la phase au cours de laquelle le grain va perdre progressivement son humidité en passant par divers stades (Gate, 1995). Elle débute à la fin du palier hydrique marqué par la stabilité de la teneur en eau du grain pendant 10 à 15 jours. Au-delà de cette période, le grain ne perdra que l'excès d'eau qu'il contient et passera progressivement aux stades « rayable à l'angle » (20 % d'humidité) puis, « cassant sous la dent » (15-16 % d'humidité) (Gate, 1995).

III.4. La sécheresse et les blés

III.4.1. Les besoins en eau d'une céréale

Les exigences en eau des cultures sont définies comme la lame d'eau nécessaire pour satisfaire l'évapotranspiration (Dorrembos et Pruitt, 1977). Les besoins sont évalués à partir de la demande climatique et le coefficient cultural. Les besoins de la céréale sont globalement situés entre 550 à 600 mm.

Les besoins en eau de la céréale varient suivant les phases du blé. La répartition de cette consommation en eau présentée lors du colloque organisé par Arvalis, comme suit :

- Durant la phase (épis 1 cm - 2 nœuds), d'une durée de 20 à 25 jours, elle est de 60 mm,
- Durant la phase (2 nœuds - floraison), d'une durée de 30 à 40 jours, elle est de 160 mm,

Le blé a besoin de 4 à 5 mm par jour à la montaison, période qui voit s'élaborer une composante principale pour le rendement (Moule, 1980).

-Durant la phase (floraison - grain laiteux), d'une durée de 20 à 25 jours, elle est de 140 mm,

- Durant la phase (grain laiteux- maturité), d'une durée de 15 à 20 jours, elle est de 90 mm.

les différentes recherches ont montré que pour les blés, la production minimale en grain nécessite une consommation située entre 200 à 210 mm.

IV. Conclusion générale

Les céréales occupent une place prépondérante dans l'agriculture et par conséquent l'économie Algérienne. Cette importance se justifie à plusieurs niveaux. Cette spéculation constitue un élément de base du modèle alimentaire de la population locale.

La production céréalière en Algérie est fortement dépendante des conditions climatiques. Cela se traduit d'une année à l'autre par des variations importantes des superficies emblavées, de la production et du rendement. Ainsi, le manque de précipitations, mais aussi la mauvaise répartition des pluies pendant l'année expliquent en grande partie la forte variation de la production céréalière.

La céréaliculture nécessite des quantités importantes en eau pour son développement et pour sa croissance pour assurer un rendement optimale. Les besoins en eau des cultures sont fonction des espèces et des variétés cultivées et, des conditions liées aux sols et au climat. Le manque d'eau ou sécheresse, représente le stress abiotique le plus sévère auquel les céréales font face dans les conditions de productions des zones arides et semi- arides

En effet, l'eau joue un rôle essentiel dans la croissance et le développement des céréales. Le manque d'eau se traduit par une réduction de la croissance de la plante et de sa production par rapport au potentiel du génotype .Un manque d'eau précoce affecte principalement la croissance des racines, le développement des feuilles et des organes reproducteurs.

Les sécheresses impactent fortement l'agriculture. Le manque d'eau dans les sols entraîne de lourdes conséquences sur les récoltes s'il n'est pas compensé par l'irrigation. De plus, les restrictions de prélèvements éventuelles - qui peuvent concerner l'irrigation – sont généralement déclenchées lorsque les besoins des plantes sont au maximum. Les activités d'élevage peuvent aussi être touchées par la sécheresse si celles-ci conduisent à manquer de ressource alimentaire pour le bétail. La sécheresse est l'un des stress environnementaux les plus importants, affectant les conditions de croissance, le développement et le rendement des plantes. C'est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi-arides, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydrique. L'installation d'une sécheresse se manifeste par la

combinaison, d'une part, de la restriction de la disponibilité en eau du sol et, d'autre part, de l'augmentation de la demande d'évaporation.

Ce phénomène est projeté être plus sévère et plus fréquent dans le contexte du changement climatique futur, et ayant des impacts dévastatrice sur l'agriculture nord africaine dominée par les blés, nécessitant d'approfondir nos connaissance et de mener plus de recherche sur le sujet.

V. Références bibliographiques

Alley W.M. (1984).The Palmer Drought Severity Index: Limitations and assumptions, J.Clim. Appl. Meteorol., 23, 1100-1109.

Amokrane A. (2001). Evaluation et utilisations de trois sources de germoplasme de blé dur (*Triticum durum* Desf). Thèse de Magister, Institut d'Agronomie.

Annichiarico. (2007). Etude écophysologique des quelques écotypes de blé dur (*triticum durum* desef.) dans la région semi-aride de Sétif. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, Algérie.p1

Austin R.B. et Jones H.G. (1975). The physiology of wheat—Annual Report-Plant breeds inst. Cambridge inst. England, pp: 327-355.

Baldy Ch. (1974). Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatique. Leur influence sur la production des principales zones céréalières d'Algérie, Rapport ITGC Alger 72p.

Belaid D. (1986). Aspect de la céréaliculture algérienne. Collection le cours d'agronomie office des publications universitaires. 207 p .

Benabdellah M.A. (2016).Les caractères et les effets d'une fertilisation biologique par le grignon d'olive sur le rendement des cultures des céréales.thèse de master. Département Agronomie. Université de Telemcen.

Ben Belkacem A. (2003). La recherche variétale sur les blés en Algérie ITGC KHROUB,

Bencharif A. et Rastoin J. L. (2007). Concepts et méthodes de l'analyse de filières agroalimentaires : application par la chaîne globale de valeur au cas des blés en Algérie. Montpellier (France): UMR MOISA. 24 p. WorkingPaper; n. 7

Bencharif A., Tozanli S. et Lemeillieur S. (2009). Dynamique des acteurs dans les filières agronomiques et agroalimentaires. Options Méditerranéennes, B 64, Perspectives des politiques agricoles en Afrique du Nord ; pp 94-142

Benyahia A. (2016). Contribution a l'analyse de la sécheresse dans le bassin d'alimentation de barrage bnibhdel (nord-ouest de l'Algérie) en utilisant les copules. Ecoles nationale supérieur d'hydraulique-Arbaoui Abdellah, Blida, Algérie.p5

Bjerknes J. (1969).Atmospheric tele connections from the equatoriall pacific, Mon. WeatherRev., 97, 163-172.

- Boken V.K. (2005).** Agricultural drought and its monitoring and prediction: Some Concepts, in *Monitoring and Predicting Agricultural Drought: A Global Study*, edited by Boken, V.K.,
- Boulelouah N. (2002).** Analyse de la variabilité génotypique de l'absorption de l'azote chez le blé tendre. DEA.INA. Paris Grignon, 33p.
- Chang T. J. et Cleopa X. A. (1991).** A proposed method for drought monitoring. *Water Resour. Bull.*, 27, 275–281.
- Cleays. (1984).** Les caractères et les effets d'une fertilisation biologique par le grignon d'olive sur le rendement des cultures céréale. Université de TLEMEN, Algérie. p7
- Clement G. et Prats. (1971).** Les céréales. Ed.J.B. Bailliers et Fils, 360p
- Damania .(1991).** Etude écophysiological des quelques écotypes de blé dur (*triticum durum* desef.) dans la région semi-aride de Sétif. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, Algérie.p1
- Doorenbos. et Pruitt W.O. (1977).** FAO Irrigation and Drainage, Paper 24, (Rev), Rome, 156p.
- Dracup J.A., Lee K.S. et Paulson Jr. (1980).** On the definition of droughts, *Water Resour. Res.*, 16, 297-302.
- Eliard L.J. (1979).** Manuel d'agriculture générale. Base de la production végétale 5^{éd}. Paris
- Evans L.T. et Rawson H. M. (1975).** Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of ear during grain development in wheat. *Australian Journal of Biology*: 223-245.
- Feliachi K. (2002).** PNDA, Intensification et développement des filières, cas de la céréaliculture. Acte des 3 iemes Journées Scientifiques sur le Blé, 12 et 13 février 2002,
- Folland C.T., Palmer, T.N. et Parker D.E. (1986).** Sahel rainfall and worldwide sea temperatures (1901-85), *Nature*, 320, 602-607
- Gate . 1995.** Ecophysiological du blé: de la plante à la culture. Lavoisier Editeur, Paris, France.
- (Godon .H, 1968).** Etude de l'efficience de l'irrigation d'appoint sur les céréales au niveau de la wilaya de Sétif. Ecole nationale supérieure d'hydraulique- Arbaoui Abdallah - département génie de l'eau, Algérie.p1
- Hamid . (1979).** Les caractères et les effets d'une fertilisation biologique par le grignon d'olive sur le rendement des cultures céréale. Université de TLEMEN, Algérie. p7
- Hanson R.L. (1991).** Evapotranspiration and Droughts, in: Paulson, R.W., Chase, E.B., Roberts, R.S and Moody, D.W., Compilers, *National Water Summary 1988-89 Hydrologic Events and Floods and Droughts*, U.S. Geological Survey Water-Supply Paper, 2375, 99-104.

- Jonard P. et Koller J. (1950).** Les facteurs de la productivité chez le blé. Résultats obtenus en 1948 et 1949. *Ann. Am. Plant.*, 2: 256-276
- Keyantash J. et Dracup J. A. (2002).** The quantification of drought: An evaluation of drought indices, *B. Am. Meteorol. Soc.*, 83, 1167–1180
- Kellou .(2005).** Ressources humaines, Division production, Direction régionale de la Sonatrach, Hassi Messaoud, Algeria.
- Klocke N. L. et Hergert G. W. (1990).** How soil holds water, NebGuide G90-964, INAR, University of Nebraska, Lincoln.
- Lamb P.J. et Pepler R.A. (1992).** Further case studies of tropical Atlantic surface atmospheric and oceanic patterns associated with sub-Saharan drought, *J. Climate*, 5, 476– 488.
- Linsley et al. (1975).** *Hydrology for Engineers* (second edition), McGraw-Hill, New York, USA, 482 pp.
- MADR (2005).** Données statistiques du Ministère de l’agriculture. Bureau des des statistiques universités Mentouri, Constantine.
- MADR (2016).** Données statistiques du Ministère de l’agriculture. Bureau des des statistiques universités Mentouri, Constantine.
- MADR (2020).** Données statistiques du Ministère de l’agriculture. Bureau des des statistiques universités Mentouri, Constantine.
- Meynard J. (1980).** L’élaboration du nombre d’épis chez le blé d’hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l’utilisation de l’azote et de la lumière. Thèse de Docteur- Ingénieur. INA-PG, Paris, 274p
- Moule C. (1971).** Céréales 2. Phytotechnie spéciale. Ed. La maison rustique, Paris, 236p
- Narasimhan R. et Srinivasan R. (2005).** Development and evaluation of Soil Moisture Deficit Index (SMDI) and Evapotranspiration Deficit Index (ETDI) for agricultural drought monitoring, *Agr. Forest Meteorol.*, 133, 69-88.
- Oudina M.(1986).** Céréaliculture. Le choix variétal. *Revue*, n° 4, ITGC, pp10-19
- Palmer W. C. (1965).** *Meteorological Drought*, Weather Bureau, Research Paper, 45, U.S. Dept. of Commerce, Washington, DC, 58 pp
- Panu U. S. et Sharma T. C. (2002)** Challenges in drought research: some perspectives and future directions, *Hydrol. Sci. J.*, 47 (SI): S19-S30
- Rachedi M.F.(2003).** Céréaliculture. Les céréales en Algérie. *Revue*, n° 38, ITGC., pp 4-25
- Rasmusson E.M. et Wallace J.M. (1983).** Meteorological aspect of the El Niño/Southern Oscillation, *Science*, 222, 1195-1202.

- Rind D., Goldberg R., Hansen H., Rosenzwei C. et Ruedy R. (1990).** Potential evapotranspiration and the likelihood of future drought, *J. Geophys. Res.*, 95, 9983– 10004
- Rosenberg N.J. (1978).** North American droughts: AAAS [American Association for the Advancement of Science] Symposium, Denver, Colorado, February 1977. Boulder, Colorado, Westview Press.
- Simon et al . (1989).** Les caractères et les effets d'une fertilisation biologique par le grignon d'olive sur le rendement des cultures céréale. Université de TLEMCEM, Algérie. p7
- Soltner D.(1990).** Phytotechnie spéciale : les grandes productions végétales : céréales planes sarclées prairies. Collection sciences et technique agricole, 17^{ième} édition, Paris, pp 25 41.
- statistiques Universités Mentouri, Constantine.
- Tallaksen L. M., Madsen H. et Clausen B. (1997).** On the definition and modelling of stream flow drought duration and deficit volume, *Hydrol. Sci. J.*, 42, 1, 15-33.
- Tate E.L. et Gustard, A. (2000).** Drought definition: a hydrological perspective, in: *Drought and Drought Mitigation in Europe*, edited by: Vogt, J. J. and Somma, F., Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 23-48.
- Ting M. F. et Wang, H. (1997).** Summertime US precipitation variability and its relation to Pacific sea surface temperature, *J. Climate*, 10, 8, 1853-1873.
- Trenberth K. E. et Shea D. J. (2005).** Relationships between precipitation and surface temperature, *Geophys. Res. Lett.*, 32, L14703.
- Vicente-Serrano S.M., Beguería et S. et López-Moreno J.I. (2010).** A multi-scalar drought index sensitive to global warming: the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index – SPEI. *Journal of Climate*, 23(7):1696–1718.
- Wilhelmi O. V., Hubbard K. G. et Wilhite D. A. (2002).** Spatial representation of agroclimatology in a study of agricultural drought, *Int. J. Climatol.*, 22, 1399–1414.
- Wilhite D.A. et Glantz M.H.(1985).** Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. *Water International*, 10:111–120
- Zadoks J.C., Chang P.T. et Konzak E.F. (1974).** A decimal code for growth stages of cereals. *Ecarpia Bul.*, 7: 42-52.

Sites web :

<http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles>

Résumé

La céréaliculture algérienne, dominée par le blé dur représente l'épine dorsale de l'alimentation humaine, animale et le pilier de l'économie nationale. Cette culture reste dépendante du climat, principalement des sécheresses. La documentation indique que la sécheresse a un impact très important sur la culture et la croissance des céréales, en particulier dans les zones arides et semi-arides, où elle conduit à faire face à de nombreux problèmes, ce qui affecte négativement sa production en Algérie, qui à son tour conduit à l'effondrement de l'économie de tout le pays.

Mots clés: sécheresse / céréale / impact / production / aride / semi-aride

ملخص

زراعة الحبوب الجزائرية ، التي يغلب عليها القمح القاسي ، تمثل العمود الفقري للتغذية البشرية والحيوانية و الاقتصاد الوطني. لا يزال هذا المحصول يعتمد على المناخ ، وخاصة الجفاف. وتشير الابحاث إلى أن للجفاف أثر بالغ الأهمية على زراعة ونمو الحبوب خاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة حيث يؤدي إلى مواجهة العديد من المشاكل التي تؤثر سلباً على إنتاجها في الجزائر مما يؤدي إلى انهيار اقتصاد البلد كله

الكلمات المفتاحية: جفاف / حبوب / أثر / إنتاج / جاف / شبه جاف

Abstract :

Algerian cereal cultivation, dominated by durum wheat, is the backbone of human and animal nutrition and complements the national economy. This crop is still dependent on the climate, especially drought. The documentation indicates that drought has a very important impact on the cultivation and growth of cereals, especially in arid and semi-arid areas, as it leads to face many problems that negatively affect its production in Algeria. The collapse of the economy of the whole country.

Key words: drought / cereal / impact / production / arid / semi-arid