



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA

FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de

Master

en Sciences Agronomiques

Thème

**Estimation du bilan énergétique et émissions
de gaz à effet de serre de la culture
du blé dur dans la région des Ziban**

Présentée par : M. REZIGUE Okba

Jury :

Président	: Guimeur Kamel	Professeur	Université de Biskra
Promoteur	: Messak Mohamed Ridha	MAA	Université de Biskra
Examineurs	: Mebrek Naima	MCB	Université de Biskra

Année Universitaire 2022-2023

Hommage Posthume

A Mon promoteur

Professeur MESSAK Mohamed ridha

Université de Biskra,

*Je tiens à vous remercier chaleureusement pour votre encadrement,
précieuse aide et vos conseils.*

*Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur
d'examiner mon travail je les remercie vivement.*

Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Un grand merci!

REZIGUE Okba

Dédicaces

Je dédie ce travail

À mon père rabi yarhmou

À ma chère mère que Dieu la protège.

À mes chères frères et sœurs

À toute ma grande famille.

À mes amis et mes collègues de travaux

REZIGUE Okba

Remerciements

Avant tout, je remercie le Dieu qui a illuminé mon chemin et qui m'a donné la force, ainsi que la bonne volonté pour achever le cursus universitaire et ce modeste travail.

Je tiens à remercier chaleureusement, mon promoteur MESSAK M.Ridha pour son encadrement, sa précieuse aide, son appui et ses conseils.

Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'examiner mon travail je les remercie vivement.

Je voudrais également exprimer mes vifs remerciements aux organismes locaux des DSA de Biskra, ITGC et CNCC de Sétif pour leurs aides et leurs encadrements

Enfin je remercie tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Schéma général de l'analyse énergétique (Risoud et al, 2002)	6
Figure 2: les superficies agricoles utilisées en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B)	11
Figure 3: les principales wilayas productrices des céréales en Algérie (MADR, stat série B, 2019)	12
Figure 4: Evolution des superficies céréalieres en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B)	13
Figure 5: Evolution de la répartition des superficies céréalieres en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B)	13
Figure 6: Evolution de la production céréalière en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B).....	14
Figure 7: Evolution de rendement des céréales en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B)	15
Figure 8: Evolution de la production de BD, BT, Orges et Avoine en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B)	15
Figure 9: Carte des zones céréalieres en Algérie	16
Figure 10: Evolution de l'importation des céréales en Algérie (FAO, 1998 à 2021).....	17
Figure 11: les superficies agricoles utilisées à Biskra de 1998 à 2019 (MADR, série B).....	20
Figure 12: les principales communes en céréaliculture à Biskra (DSA, stat série B, 2021)	20
Figure 13: Evolution des superficies céréalieres à Biskra de 1998 à 2022 (MADR, DSA Biskra, série B)	21
Figure 14: Evolution des superficies emblavées en céréales à Biskra de 1998 à 2022 (MADR, DSA Biskra série B)	22
Figure 15: Evolution de la production des céréales à Biskra de 1998 à 2022 (MADR, DSA Biskra série B)	22
Figure 16: Evolution du rendement des céréales à Biskra de 1998 à 2022 (MADR, DSA Biskra série B)	23
Figure 17: Evolution de la production de BD, BT, Orge et Avoine à Biskra de 1998 à 2022 (MADR, DSA Biskra série B)	23
Figure 18: Phase Levée du blé.....	27
Figure 19: Phase Tallage du blé	27
Figure 20: Phase Epi 1cm du blé	28
Figure 21: Phase Epiaison du blé.....	28
Figure 22: Cycle de développement du blé	29
Figure 23: Evolution du structure du sol au cours de la phase du labour (ITGC, 1992).....	35
Figure 24: Exigences du blé en eau d'irrigation (ITGC, 2020).....	39
Figure 25: Evolution des exigences du blé en eau d'irrigation (ITGC, 2020)	40
Figure 26: Les besoins du blé en engrais et oligo-éléments (ITGC, 2020)	41
Figure 27: Carte de la région de Biskra	46
Figure 28: Carte d'esquisse géologique de la wilaya de Biskra.....	47
Figure 29: Carte du réseau hydrographique de la wilaya de Biskra (ANAT, 2003).....	49
Figure 30: Coupe hydrogéologique dans la région de Biskra (Kieken, 1960 et Guiroud, 1973)	50
Figure 31: Les températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période de 2000 à 2016)	52
Figure 32: Les précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période de 2000 à 2016	53
Figure 33: Les vitesses moyennes mensuelles du vent de la région de Biskra durant la période de 2000 à 2016.....	53
Figure 34: l'humidité moyenne mensuelle de la région de Biskra durant la période de 2008 à 2018....	54
Figure 35: le diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Biskra durant la période de 2000 à 2016.....	55
Figure 36: Localisation de la région de Biskra dur le climagramme d'Emberger.....	56
Figure 37: Carte des activités agricoles de la région de Biskra (Anonyme, 2003).....	57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Composition chimique du blé dur (pour 100g de grain)	25
Tableau 2: Caractéristiques de milieux des régions sahariennes	30
Tableau 3: Caractéristiques des variétés du blé dur adaptées aux régions sahariennes	32
Tableau 4: Les caractéristiques des Oueds de la wilaya de Biskra	49
Tableau 5: Les superficies et le nombre des céréaliculteurs ayant semé le blé dur durant la campagne 2021/2022.....	59
Tableau 6: Les unités et les équivalents énergétiques utilisés dans le bilan énergétique de production du blé dur	62
Tableau 7: Les unités et les équivalents CO ₂ utilisés dans l'évaluation des émissions de GES de la production du blé dur	62
Tableau 8: Répartition des enquêtés par classe d'âge	63
Tableau 9: Répartition des enquêtés par classe des rendements de la production par hectare des exploitations	64
Tableau 10: Répartition des enquêtés par communes des exploitations de production	64
Tableau 11: Répartition par mode d'acquisition de l'exploitation des enquêtés	65
Tableau 12: Répartition des enquêtés par contraintes rencontrées	65
Tableau 13: Calculs énergétiques de production du blé dur.....	66
Tableau 14: Types d'énergies entrées dans la production du blé dur	67
Tableau 15: Calculs des indicateurs énergétiques de production du blé dur	68
Tableau 16: Études sur les calculs de l'efficacité énergétique	68
Tableau 17: Calculs des émissions de gaz à effet de serre de production du blé dur.....	69
Tableau 18: Calculs énergétiques de production de Smid du blé dur	70
Tableau 19: Calculs des indicateurs énergétiques de production de Smid du blé dur	70
Tableau 20: Calculs énergétiques de production de Semences du blé dur	71
Tableau 21: Calculs des indicateurs énergétiques de production de Semences du blé dur	72
Tableau 22: Calculs énergétiques de production de Frik du blé dur	73
Tableau 23: Calculs des indicateurs énergétiques de production du Frik du blé dur	73
Tableau 24: Comparaison entre les trois systèmes de production du blé dur (Smid, Semences et Frik)	74

LISTE D'ABREVIATIONS

M.A.D.R : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

M.I.C.L : Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locaux

O.A.I.C : Office Algérien Interprofessionnel des Céréales

F.A.O : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

A.D.E.M.E – Direction de l'Agriculture et des Bioénergies

D.S.A : Direction des Services Agricole

I.T.D.A.S : Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne

C.R.S.T.R.A : Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Région Arides

C.N.C.C : Centre National de Contrôle et Certification

C.N.I.S.D : Centre National de l'Information et de Statistiques des Douanes

J.O.R.A.D.P : Journal Officiel de la République Algérien Démocratique et Populaire

I.N.S.I.D : Institut national des sols, de l'irrigation et du drainage

C.N.M.A : la caisse nationale de mutualité agricole.

D.F.R.V : Direction de Formation, de Recherche et de Vulgarisation

F.C.E : Forum des Chefs d'Entreprise

O.N.M : Office National de Météorologie

MJ : Méga joule

T : Tonne

Qx : Quintal

% : Pourcentage

G: Gramme.

Ha: Hectare.

K: Potassium.

Kg: Kilogramme

P: Phosphor.

Km : Kilo mètre

C° : Celsius

Min : Minimum

Max : Maximum

Moye : Moyen

H : Heure

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES.....	IV
LISTE DES TABLEAUX.....	V
LISTE D'ABREVIATIONS	VI
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : CEREALICULTURE SELON UNE APPROCHE ENERGETIQUE.....	4
SECTION 1 : APPROCHE ENERGETIQUE DANS L'AGRICULTURE.....	4
1 Généralités sur le bilan énergétique.....	4
1.1 L'agriculture et l'énergie.....	4
1.2 La présentation de la méthode de l'analyse énergétique.....	5
1.3 Les flux énergétiques dans une exploitation agricole.....	6
1.4 Les émissions de gaz à effet de serre GES.....	7
1.5 Les unités énergétiques.....	8
1.6 Les coefficients énergétiques.....	8
1.7 Le bilan énergétique et ses indicateurs.....	9
SECTION 2 : CEREALICULTURE EN ALGERIE.....	9
1 Aperçu général sur la céréaliculture.....	9
2 Céréaliculture en Algérie.....	11
2.1 La production des céréalière en Algérie.....	11
2.2 L'importation des céréales en Algérie.....	16
2.3 L'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales OAIC.....	17
2.4 Les enjeux et perspectives de la filière de céréale en Algérie.....	18
3 Céréaliculture dans la wilaya de Biskra.....	19
3.1 La production des céréales à Biskra.....	20
4 Importance du blé dur.....	24
5 L'utilisation du blé dur.....	24
5.1 La valeur nutritive du blé dur.....	24
5.2 La valeur agronomique du blé dur.....	25
6 Cycle de développement du blé.....	26
6.1 La période végétative.....	26
6.1.1 Phase Germination – Levée.....	26
6.1.2 Phase Tallage.....	27
6.2 La période reproductrice.....	27
6.2.1 Phase Montaison – Gonflement.....	27
6.2.2 Phase Epiaison – Fécondation.....	28
6.2.3 Phase Grossissement du grain.....	28
6.2.4 Phase Maturation du grain.....	29
7 Caractéristiques de milieux des régions sahariennes.....	29

8	Exigences de la culture du blé et mesures d'adaptations dans les régions sahariennes.....	30
8.1	Les exigences écologiques	30
8.1.1	Température.....	30
8.1.2	Eau.....	30
8.1.3	Sol.....	31
8.1.4	Eclairement.....	31
9	Itinéraire technique du blé et mesures d'adaptations dans les régions sahariennes	31
9.1	Le choix variétal.....	31
9.2	L'assolement /Rotation	33
9.3	Le Travail du sol.....	33
9.3.1	Sous- solage.....	33
9.3.2	Déchaumage	33
9.3.3	Analyses du sol.....	34
9.3.4	Pré- irrigation.....	34
9.3.5	Labour	34
9.3.6	Orientation du labour	35
9.3.7	Reprise du labour (Recroisement)	35
9.3.8	Façons superficielles	35
9.4	La Fumure de fond	35
9.5	Le Semis	36
9.5.1	Traitement de semences	36
9.5.2	Période de semis	36
9.5.3	Densité de semis	37
9.5.4	Dose de semis	37
9.5.5	Profondeur de semis.....	38
9.5.6	Réglage du semoir	38
9.5.7	Roulage	38
9.6	L'irrigation.....	38
9.7	La Fertilisation azotée.....	40
9.8	Les Oligo-éléments.....	41
9.9	Le Désherbage.....	42
9.9.1	Lutte intégrée.....	42
9.9.2	Lutte chimique.....	42
9.10	Le Contrôle des maladies et ravageurs	43
9.10.1	La lutte intégrée	43
9.10.2	La lutte chimique	43
9.11	La Récolte	44
9.12	Les factures influentes sur le rendement du blé dur selon les phases de développement.....	44

9.13	Le Calcule théorique du rendement	45
	CHAPITRE II : CADRE METHODOLOGIQUE	46
	SECTION I : PRESENTATION DE LA REGION DE L'ETUDE BISKRA.....	46
1	Situation géographique et limites de la région de Biskra	46
2	Données édaphique	46
2.1	Le Relief	46
2.2	Le Sol.....	48
2.3	Le réseau hydrographique.....	48
2.4	Le réseau hydrogéologique :	50
2.4.1	Les nappes superficielles :.....	50
2.4.2	Les nappes des sables :.....	50
2.4.3	Les nappes des calcaires :.....	51
2.4.4	Les nappes du continental intercalaire :	51
3	Le Climat.....	51
3.1	La Température	52
3.2	Les Précipitations	52
3.3	Le Vent	53
3.4	L'Humidité.....	54
3.5	La Synthèse climatique.....	54
3.5.1	Diagramme ombrothermique de Gaussen	54
3.5.2	Climagramme d'Emberger.....	55
4	Diversité végétale.....	56
4.1	Le Milieu naturel	56
4.2	Le Milieu cultivé	57
	SECTION II : MATERIEL ET METHODE.....	58
1	Objectif de l'étude.....	58
2	Préparation de l'enquête	58
3	Echantillonnage des enquêtés	59
4	Présentation du questionnaire	60
5	Organisation de questionnaire	60
6	Analyse des données	60
7	Calculs importants.....	61
	CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION.....	63
	SECTION I : IDENTIFICATION DES CEREALICULTEURS ENQUETES ET LEURS EXPLOITATIONS AGRICOLES.....	63
1	Age des enquêtés.....	63
2	Rendement de production des exploitations des enquêtés.....	63
3	Communes des exploitations des enquêtés	64
4	Mode d'acquisition des exploitations des enquêtés	65

5	Contraintes rencontrés par les enquêtés	65
	SECTION II : EVALUATION DU BILAN ENERGETIQUE ET EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE (GES) DU SYSTEME DE PRODUCTION DU BLE DUR	66
1	EVALUATION DU BILAN ENERGETIQUE	66
2	EMISSIONS DE GAZ A EFFETS DE SERRE	68
	SECTION III : COMPARAISON ENTRES LES BILANS ENERGETIQUES DE PRODUCTION DE SMID, DE SEMENCES ET DE FRIK DU BLE DUR.....	69
1	EVALUATION DU BILAN ENERGETIQUE DE PRODUCTION DE SMID DU BLE DUR ..	69
2	EVALUATION DU BILAN ENERGETIQUE DE RODUCTION DE SEMENCES DU BLE DUR.....	71
3	EVALUATION DU BILAN ENERGETIQUE DE PRODUCTION DE FRIK DU BLE DUR ..	72
4	COMPARAISON ENTRE LES TROIS SYSTMEMES DE PRODUCTION DU BLE DUR	74
	CONCLUSION	75
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	76

INTRODUCTION

La culture des céréales à paille est considérée comme l'une des premières grandes découvertes ayant exercé une influence majeure sur la vie des êtres humains et animales grâce à la valeur nutritionnelle qu'elles contiennent et la générosité de leur production mais aussi la facilité de leur transport et stockage ce qui lui permettait de devenir à la base de notre alimentation quotidienne.

En Algérie la céréaliculture présente environ 58% de la superficie agricole total avec une production de 5.6 millions de tonnes dont le blé dur est en tête de 57% de la production céréalière suivi par l'orge de 29% selon les statistiques de MADR 2019. Cette importance de blé dur par rapport aux autres céréales est expliquée par sa valeur nutritionnelle presque complète pour la nutrition humaine de point de vue teneur en protéines, teneur en acides aminés essentiels et digestibilité des matières azotées.

La culture des céréales à paille et notamment le blé dur est très exigeante en matière d'irrigation qui peut arriver à 600 mm par hectare. Dans les zones de nord de l'Algérie, Cela est étroitement liée à la pluviométrie enregistré durant la campagne agricole alors que l'arrosage dans les régions saharienne est assurée par le système des fourrages c'est pour cette raison que la culture de blé dur dans la wilaya de Biskra est considérée au niveau national comme une source importante pour s'assurer durant les campagnes de sécheresse surtout en matière de semences pour approvisionner les autres wilaya.

L'agriculture est un système production qui permet de fournir à l'être vivant de la nourriture et de l'énergie indispensable à son survivre. Pour son fonctionnement, ce système utilise de différents moyens comme l'électricité, carburant, eau d'irrigation, semences, engrais, pesticide, tracteur, machine du travail de sol, moissonneuse batteuse et main d'œuvre.....etc, appelées les entrées et qui sont eux-mêmes considérés comme des sources d'énergies consommées pour produire de l'énergie ou plus exactement de transformer grâce au mécanisme de la photosynthèse, l'énergie solaire en énergie chimique stockée sous forme de biomasse végétale appelée les sorties. Cependant l'utilisation non raisonnée de ces moyens de production pourraient donner naissance à des dangers sur la santé des êtres vivants et leur environnement sous les effets des émissions de gaz à effets de serre de CO₂, CH₄ et N₂O.

Cette relation entre l'agriculture et l'énergie devait être introduite dans un concept de recherche qui nous permet d'évaluer l'efficacité et la durabilité d'un système de production agricole à travers de l'estimation de son bilan énergétique dont l'objectif principale est de réduire la pression de la production agricole sur les ressources non renouvelables et

la préservation de l'énergie fossile tout en veillant sur son impact sur la santé et l'environnement.

L'audit énergétique c'est la méthode la plus utilisée en matière d'analyse énergétique dans une exploitation agricole. Il permet aux chercheurs de calculer le rapport d'énergie entrée-sortie et les indicateurs pertinents pour les modèles d'utilisation de l'énergie pour avoir une idée sur la durabilité de l'activité agricole pratiquée.

Dans le monde, plusieurs études ont été menées sur les flux énergétiques agricoles comme la production de soja, le maïs et le blé en Italie, le colza en Allemagne, l'abricot en Turquie. Mais aucun d'entre eux n'a fonctionné sur le flux d'énergie dans les légumes de serre.

En Algérie, peu d'études ont prospecté cette question, c'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail dont l'objet est d'évaluer **le bilan énergétique et les émissions de gaz à effets de serres dans les systèmes de culture du blé dur dans la région des Ziban Biskra**

L'étude du bilan énergétique et de l'évaluation de gaz à effet de serre dans les systèmes de culture de blé dur dans les Ziban en Algérie revêt une grande importance à la fois sur le plan académique et professionnel.

D'un point de vue académique, cette étude permet de mieux comprendre les interactions entre les pratiques agricoles et l'environnement dans une région spécifique. Elle peut aider à développer des connaissances sur les flux d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre associées aux pratiques agricoles, ainsi que les impacts environnementaux et climatiques potentiels.

D'un point de vue professionnel, cette étude peut aider les agriculteurs et les décideurs à identifier les pratiques agricoles les plus efficaces pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et améliorer l'efficacité énergétique dans la production du blé dur. Elle peut également contribuer à l'élaboration de politiques agricoles et environnementales plus efficaces et durables, en fournissant des données concrètes sur les impacts environnementaux et climatiques de certaines pratiques agricoles. En outre, cette étude peut aider les agriculteurs à améliorer leur rentabilité en réduisant les coûts énergétiques et en augmentant la productivité.

Pour atteindre l'objet de cette recherche, nous avons scindé le mémoire comme suit :

Le chapitre 1 est d'ordre bibliographique, il donne une synthèse bibliographique sur la céréaliculture et les concepts usuels en matière du bilan énergétique et ses indicateurs et ceux de gaz à effet de serres.

Le chapitre 2 : est d'ordre méthodologique. Dans sa 1ere section on a présenté le cadre géographique de l'étude. La 2^{ème} on a expliqué le déroulement de l'enquête par questionnaire auprès des céréaliculteurs de la région des Ziban et la méthodologie de calculs réalisés.

Le chapitre 3 : a exposé et discuté les résultats de l'enquête. Certains résultats ont été comparés avec ceux des autres chercheurs en fonction de la disponibilité des études de recherche sur ce thème.

CHAPITRE I : CEREALICULTURE SELON UNE APPROCHE ENERGETIQUE

L'agriculture est comme toute activité consomme de l'énergie pour ces moyens de production mais elle est la seule activité humaine qui soit aussi productrice de l'énergie grâce à la photosynthèse à travers de laquelle, elle transforme de l'énergie solaire et éléments minéraux en énergie chimique stocké sous forme de biomasse végétale. (Bochu, 2002).

Dans ce chapitre nous allons voir le concept de l'énergie dans l'agriculture et son extrapolation sur la production des céréales en Algérie.

SECTION 1 : APPROCHE ENERGETIQUE DANS L'AGRICULTURE

1 Généralités sur le bilan énergétique

1.1 L'agriculture et l'énergie

La méthode de l'analyse énergétique n'est pas nouvelle, ces premiers applications en agriculture datent des années soixante-dix, au moment des premiers chocs pétroliers. La recherche en agriculture a alors analysé la consommation de l'énergie de l'agriculture française et ce jusqu'au contre-choc pétrolier de 1985. Les préconisations de l'époque portaient sur les connaissances des consommations d'énergie les carburants par exemple dans les chantiers de préparation de semis, de récolte d'ensilage.... En désuétude, durant plusieurs années, l'analyse énergétique a été restaurée pour justifier de l'intérêt énergétique de la production de biocarburants, à travers le bilan comparé des filières. L'analyse globale à l'échelle de l'exploitation agricole est restée en veille en France durant plusieurs années. Les notions d'agriculture durable et de développement durable, combinées à une prise de conscience des problèmes de changement climatique et de ces liens forts avec l'énergie, ont permis de poser à nouveau la question de la consommation d'énergie de l'agriculture et des exploitations agricoles.

Aujourd'hui, le développement de l'agriculture durable impose de se poser en particulier la question de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre (GES) dues à l'activité agricole (Risoud et Bochu, 2002). L'augmentation récente du prix de l'énergie engendre un questionnement des agriculteurs. Les énergies renouvelables sont de plus en plus "à la mode", parfois avec un engouement qui dépasse la raison. Si ce contexte économique est d'une certaine manière une opportunité pour le développement des énergies renouvelables, leur mise en œuvre durable doit se faire avec en préalable une analyse des consommations d'énergie et une recherche d'économies. "L'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas", qu'elle soit renouvelable ou non. (Lusson et Bochu, 2003).

1.2 La présentation de la méthode de l'analyse énergétique

La méthode de l'analyse énergétique et environnemental est un outil pour calculer les entrées et les sorties d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre GES dans une exploitation agricole. Il s'applique à la plupart des productions animales ou végétales existantes.

L'objectif de bilan énergétique c'est de quantifier à l'échelle l'exploitation agricole ;

- La consommation totale de l'énergie de l'exploitation ;
- La réparation des engrais consommés par poste ;
- Les sorties énergétiques (contenu énergétique des produits);
- les estimations des émissions de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O) de l'exploitation agricole.

Les principaux critères d'analyse des résultats d'un bilan sont :

- La consommation d'énergie global et par poste : total, par ha SAU, en % ;
- L'énergie de production de l'exploitation : total, par type de production, en %
- Les ratios de comparaison entre l'énergie produite et l'énergie dépensée, tel que :
 - Le bilan énergétique = sorties – entrées, globalement, par hectare ou par unité spécifique ;
 - L'efficacité énergétique = sorties / entrées (notion proche de rendement) ;
 - Ou toute autre unité spécifique liée à la production (énergie dépensée par litre de lait ou par kg de viande...).

En matière d'énergie, et ce dans tous les secteurs d'activités, on procède par comparaison à des systèmes de même type : on compare ainsi l'énergie consommée par les logements par catégorie (appartements, maisons individuelles...) et selon des zones climatiques. De même par exemple dans les bâtiments communaux où l'on ajoute le critère de l'usage (gymnase, bureaux...), ou pour les voitures (consommation pour 100 km).

L'obtention du profil énergétique de la ferme (répartition par postes) permet par comparaison à des fermes du même type de situer l'exploitation et ainsi d'identifier des marges de progrès par les pratiques agricoles plus économes en énergie, et/ou par les mises en œuvre d'énergies renouvelables en substitution des énergies fossiles ou fissiles.

Les ratios de comparaison de l'énergie produite sont très liés au type de production de l'exploitation. Les productions animales sont moins productives que la production végétale car elles constituent un maillon ultérieur dans la chaîne alimentaire des écosystèmes.

La méthode d'analyse énergétique est basée sur celles des analyses de cycle de vie (ou bilan écologique) définies dans la norme ISO 14040, c'est-à-dire qui prend en compte tous les

instants d'un produit « de berceau à la tombe » en analysant les impacts environnementaux de l'élaboration et de l'usage de ces intrants sur le l'eau, le sol, l'air, les ressources non renouvelables. (Bochu, 2002)

La méthode de l'analyse énergétique se limite volontairement à la quantification des flux d'énergie non renouvelables mobilisées pour la production agricole et à l'estimation des principale émissions de gaz à effet de serre GES contribuant au pouvoir de réchauffement global PRG issue de l'activité agricole, à savoir le gaz carbonique CO₂, le méthane CH₄ et le protoxyde d'azote N₂O (figure N°01).

L'analyse est effectuée pour une année de production. Le système analysé se limite aux entrées (les intrants quelles que soient leur forme) et aux sorties (les produits vendus) de la ferme. Il est toutefois utile de pouvoir séparer les productions végétales des productions animales, mais très souvent les données de base (les quantités) ne sont pas suffisamment précises pour pouvoir les séparer. Il est toutefois possible de distinguer ces deux ateliers et d'analyser succinctement leurs résultats respectifs par comparaison à des exploitations de production similaires.

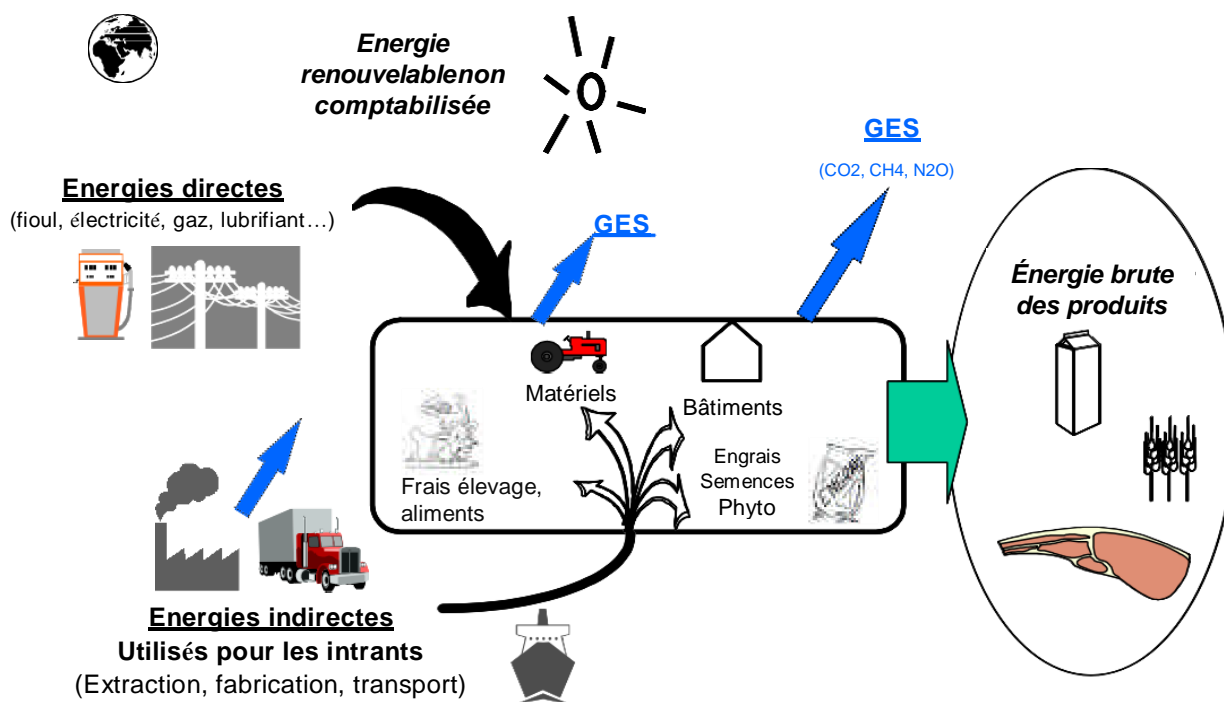


Figure 1: Schéma général de l'analyse énergétique (Risoud et al, 2002)

1.3 Les flux énergétiques dans une exploitation agricole

La méthode d'analyse énergétique est basée sur la quantification de deux types d'énergie :

A. Les entrées : consommation d'énergie de l'exploitation

Les flux énergétiques non renouvelables comptabilisés en entrée sont

- Les énergies directes Consommées sur le site de production
 - Fioul domestique des tracteurs et automoteurs y compris celui consommés par les tiers de l'exploitation (CUMA, entreprise de travaux agricole) ;
 - L'électricité des compteurs EDF mais aussi celle de l'irrigation collective de ASA ou celle de l'eau potable (énergie pour la mise en pression de l'eau) ;
 - Les autres produits pétroliers (Gazole et essence pour le transport dans la ferme, huile des automoteurs, propane, butane, gaz naturel...)
- Les énergies indirectes. Qui ont été Consommées lors de la fabrication et du transport d'un intrant
 - Engrais minéraux ou organique (énergie dépensée dans leur fabrication) ;
 - Les achats d'aliments de bétail (énergie dépensée dans la culture, la récolte et sa transformation éventuelle) ;
 - Les produits pharmaceutiques ;
 - Les semences et les jeunes animaux ;
 - L'amortissement énergétique des matériels et machines utilisée ainsi que celui des bâtiments (énergie dépensée dans la fabrication des tracteurs et outil ou dans les matériaux de bâtiment) ;
 - D'autres achats tel que les plastiques (bâche, Ficelle...)

B. Les sorties : la valeur énergétique alimentaire des produits de la ferme.

L'agriculture produit principalement de l'énergie alimentaire les produits de l'agriculture sont convertis en valeur énergétique selon le critère de leur énergie brute digestible. (Bochu, 2002)

1.4 Les émissions de gaz à effet de serre GES

L'agriculture est comme tout secteur d'activité économique responsable d'une partie des émissions de gaz à effet de serre GES dans l'atmosphère qui retient une partie rayonnement infrarouge réémis par le sol ce qui se traduit par une hausse de la température d'atmosphère (pouvoir de réchauffement global PRG). En tenant compte des puits de CO₂ par le changement d'affectation des terres (augmentation de boisement ou destruction des prairies permanente en particulier), les émissions nettes imputables à l'agriculture sont de 21%. Conformément à la méthode développée par GIECC, le gaz carbonique capté par les plantes cultivées (photosynthèse) n'est pas pris en compte car il ne sera stocké à long terme dans la biomasse végétale comme pour le bois et il sera rapidement (à l'échelle d'un an environ)

réémis dans l'atmosphère lors de la respiration des consommateurs des plantes (animaux, hommes et décomposition dans le sol).

Les principales émissions de GES de l'agriculture proviennent des animaux (émissions de CH₄ et de N₂O), des différentes formes azote mise en jeu (émissions directement de N₂O dans l'air ou via le sol), fertilisation, minéralisation, fixation, émissions gazeuse directe...), et de la consommation d'énergie directe ou indirecte (CO₂ et Oxydes d'azote lors des combustion) .

La quantification des émissions de chacun des trois gaz est effectuée à partir de rations unitaires d'émission (nombre d'animaux, unité d'azote, kWh utilisés...). Le pouvoir de réchauffement global, calculé à échéance de 100 ans, est un cumul pondéré des quantités de trois gaz :

- 1 T CO₂ = 1 T éq CO₂
- 1 T CH₄ = 21 T éq CO₂
- 1 T N₂O = 310 T éq CO₂ . (Bochu, 2002)

1.5 Les unités énergétiques

L'unité de l'énergie dans le système international est le **Joule (J)**. Toutes les formes d'énergie (rayonnement solaire, électricité, pouvoir de combustion inférieur (PCI) des combustibles...) devraient être quantifiées avec cette unité. Des unités différentes sont fréquemment utilisées. Dans les statistiques entre pays, on parle de tonne équivalent pétrole (**tep**) : 1 tep = env. 1200 litres de fioul domestique, 3 000 kg de bois sec, 11 500 kWh thermique et 4500 kWh d'électricité. Nous avons trouvé plus pratique d'utiliser l'équivalent litre de fioul (**EQF**), tout le monde imaginant assez bien par habitude ce que l'on peut faire avec un litre de fioul (pour son tracteur, sa voiture, son chauffage...).

La comptabilisation d'abord effectuée en Joule est ensuite convertie par le PCI en tep et en EQF. Les émissions de gaz à effet de serre sont calculées en quantité de gaz (tonne ou kg), puis converties en tonnes équivalent CO₂ pour le PRG. On trouve aussi comme unité la tonne équivalente Carbone.(Bochu, 2002)

1.6 Les coefficients énergétiques

L'analyse énergétique et la quantification des émissions de GES mettent en œuvre des coefficients énergétiques et d'émissions GES unitaires. Toutes ces données proviennent de la bibliographie internationale sur les analyses de cycle de vie et les écobilans.

La base de données actuelle comprend :

- Les coefficients énergétiques de 159 intrants
- Les coefficients énergétiques de 80 produits agricoles
- Les coefficients d'émission de 35 types d'émissions. (Bochu, 2002)

1.7 Le bilan énergétique et ses indicateurs

Les besoins énergétiques de l'agriculture sont divisés en deux groupes, directs et indirects ou renouvelables et non-renouvelables (Samavatéen, 2011). L'efficacité énergétique du système agricole peut être évaluée par la relation entre l'énergie produite et l'énergie consommée (Ghorbani R ,et al.,2001). Sur la base des équivalents énergétiques des entrées et des sorties, les indices d'efficacité énergétique, de productivité énergétique, d'énergie spécifique et d'énergie nette ont été calculés en utilisant les équations suivantes (Rafiee S et al, 2010) :

1. **Efficacité énergétique = Energie sortie (MJ. Ha⁻¹) / Energie entrée (MJ. Ha⁻¹)**
2. **Productivité énergétique = Production (Kg. Ha⁻¹) / Energie entrée (MJ. Ha⁻¹)**
3. **Énergie spécifique = Energie entrée (MJ. Ha⁻¹) / Production (Kg. Ha⁻¹)**
4. **Énergie nette = Energie sortie (MJ. Ha⁻¹) - Energie entrée (MJ. Ha⁻¹)**

L'efficacité énergétique est définie comme le rapport entre les chaleurs caloriques des produits de sortie et énergie totale séquestrée dans les facteurs de production. La productivité énergétique est la quantité d'un produit obtenu par unité d'énergie d'entrée. La production d'énergie et l'énergie nette sont des paramètres cruciaux lorsque la disponibilité de terres arables est le facteur limitant pour la production végétale (Tabatabaeefar A et al, 2009). Les intrants énergétiques ont été divisés en formes d'énergie directe et indirecte ou renouvelable et non-renouvelable (Beheshti Tabar et al, 2010). L'énergie indirecte compris : semences, engrais chimique, pesticide, machinerie alors que l'énergie directe inclue : travail humain, carburant, électricité, eau d'irrigation. L'énergie renouvelable compris : travail humain et eau d'irrigation alors que l'énergie non-renouvelable inclue: machinerie, semence, engrais chimique, pesticide, électricité, carburant.

SECTION 2 : CEREALICULTURE EN ALGERIE

1 Aperçu général sur la céréaliculture

La céréaliculture est considérée comme l'une des premières grandes découvertes ayant exercé une influence majeure sur la vie des êtres humaines et animales grâce à la valeur nutritionnelle qu'elles contiennent (autour de 3 400 KCal/Kg de matière sèche), soit 45 % des apports énergétiques dans l'alimentation humaine et la générosité de leur production

mais aussi la facilité de leur transport et stockage ce qui lui permettait de devenir à la base de notre alimentation quotidienne.

D'après Clerget (2011), il existe trois groupes de céréales majeures qui correspondent à 75 % de la consommation céréalière mondiale. Un premier grand groupe de céréales est formé par le blé, l'orge, le seigle et l'avoine. Il émerge dans le triangle fertile, berceau des civilisations occidentales qui ont donc leur point de départ au Moyen Orient et au Proche Orient. Un deuxième groupe est formé par le maïs. Il est originaire d'Amérique centrale. Il est à la base des civilisations amérindiennes. Le maïs a été importé en Europe par les explorateurs du Nouveau-Monde à la fin du XVI^e siècle. Enfin un troisième groupe est ordonné autour du riz. C'est une plante originaire des régions chaudes et humides de l'Asie du Sud-Est. Sa domestication s'est faite de façon synchrone avec la domestication du blé plus à l'ouest. Le riz est à la base des civilisations orientales.

Les céréales ont constitué la base principale de l'alimentation de ces premières civilisations ; riz ; pour les civilisations Asiatiques, blé ; pour celle des bassins Méditerranéens et du proche -Orient (Ait Slimane, S. Ait Kaki & al., 2008).

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (Slamaet al., 2005). La F.A.O estime qu'actuellement un peu moins de 40% de la production mondiale est destinée à l'alimentation humaine, environ 50% à l'alimentation animale, et le reste à des usages industriels .L'usage en alimentation humaine concerne principalement le blé (dur et tendre) le riz et le maïs, l'orge est surtout utilisé en brasserie.

Le maïs, le blé et le riz sont les trois principales céréales cultivées dans le monde. En 2013, la Chine confirme son rang de premier producteur mondial de céréales (18% du total), devant les États-Unis (16%), l'Union européenne (11 %) et l'Inde (9%). La Chine et l'Inde concentrent à elles seules la moitié de la production mondiale de riz. Les autres principaux pays producteurs de céréales sont les pays de la mer Noire (Russie, Ukraine), le Canada et certains pays d'Amérique du Sud (Brésil, Argentine). La production de céréales s'est nettement accrue en Chine et aux États-Unis depuis le début des années 2000. (F.A.O, eurostat, agreste.2013)

Etablie à 2 774 millions Tn, la production mondiale de céréales pour 2022 a été abaissée de 17,2 millions Tn depuis le précédent rapport publié en juillet et l'on s'attend à présent à un recul de 1,4% (38,9 millions tonnes) en glissement annuel. La plus grande partie de cette révision à la baisse est à mettre au compte des céréales secondaires (FAO 2023).

2 Céréaliculture en Algérie

Les céréales constituent la base de l'alimentation dans la plupart des pays méditerranéens du sud. Elles sont donc, jugées stratégiques dans la sécurité alimentaire des populations (Lemeilleur et al., 2009). Dans plusieurs régions d'Algérie, les céréales représentent les ressources principales du Fallah, elles constituent la base de la nourriture des Algériens (Lerin François, 1986). La filière céréales et dérivés constitue une des bases importantes de l'agro-alimentaire en Algérie. Importance qui résulte, notamment, de la place prépondérante qu'occupent les céréales et leurs dérivés dans l'alimentation humaine, notamment (couscous et pâtes) et la farine (pain), comme dans l'alimentation animale (sons et farines basses). L'Algérie est la 5^{ème} dans le classement mondial de consommation des céréales (Djermoun, 2009). La consommation alimentaire humaine des céréales occupe 60% de la ration alimentaire moyenne en Algérie elle est évaluée à 200 Kg équivalent grain/ an/ hab. (Bencharifet al, 2009). Le groupe des produits céréaliers occupe le premier poste de dépenses consacrées à l'alimentation (17,5%), suivi par le groupe des légumes frais (13,4%), les viandes rouges (13,3%), le lait et les produits laitiers (8,4%), les volailles (8,3%) et les huiles et graisses (7,1%) (Source : enquête dépenses ONS, 2011)

2.1 La production des céréalière en Algérie

D'après la base des données de la MADR (stat, 2019), la superficie agricole utilisée SAU est de 8,56 millions Ha soit 19.5% de la superficie agricole total SAT qui est 44 millions Ha. La céréaliculture en Algérie est considérée comme le major pratique en agriculture avec une superficie totale l'ordre 6 millions d'hectares. Durant la période de 1998 à 2019 , la superficie céréalière moyenne emblavée a été de 2.56 millions Ha soit 57.2% de la superficie agricole irriguée, le reste de la superficie céréalière est laissé jachère .

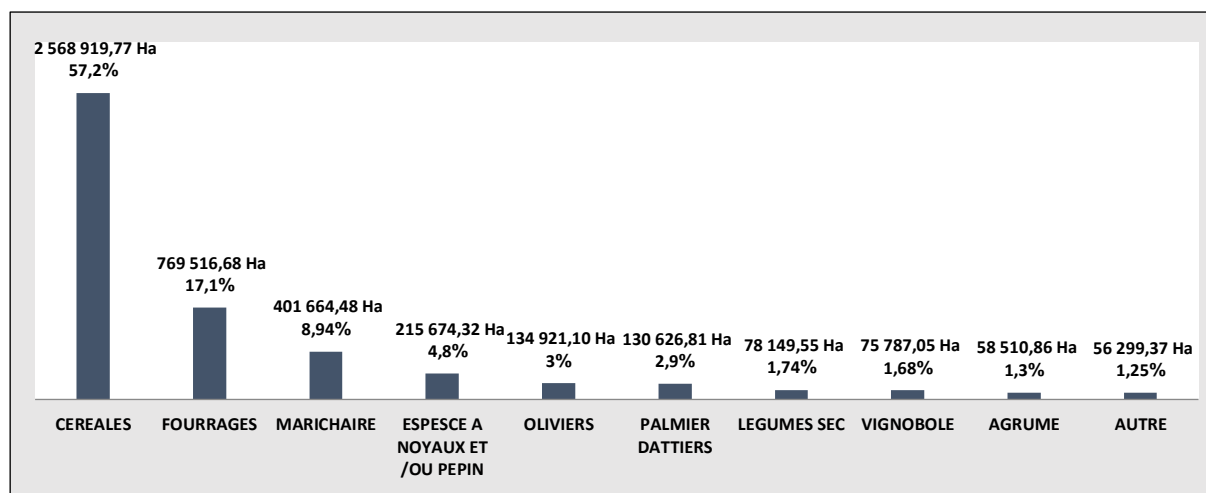


Figure 2: les superficies agricoles utilisées en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B)

CEREALICULTURE SELON UNE APPROCHE ENERGETIQUE

Selon les statistiques du ministère de l'Agriculture, près de 600.000 agriculteurs pratiquent la céréaliculture en Algérie soit 60% agriculteurs dont 372.400 à dominante céréalière recensés au niveau des Chambres nationale de l'agriculture comme des professionnels de la filière sur une superficie (le tiers des agriculteurs recensés). (MADR Stat, série B 1998-2019).

Les principales wilaya en céréaliculture sont les wilayas de Chlef, Ouem Elbouaghi , Batna ,Bouira, Tiaret, Stef, Guelma, Constantine, Media,, Soug Ahras, Mila, Ain Defla et Relizane. Durant la campagne agricole 2019, leurs productions ont franchi les 2 million Qx avec une production totale de 33.19 millions Qx soit 59% de la production nationale. (MADR Stat, série B 2019).

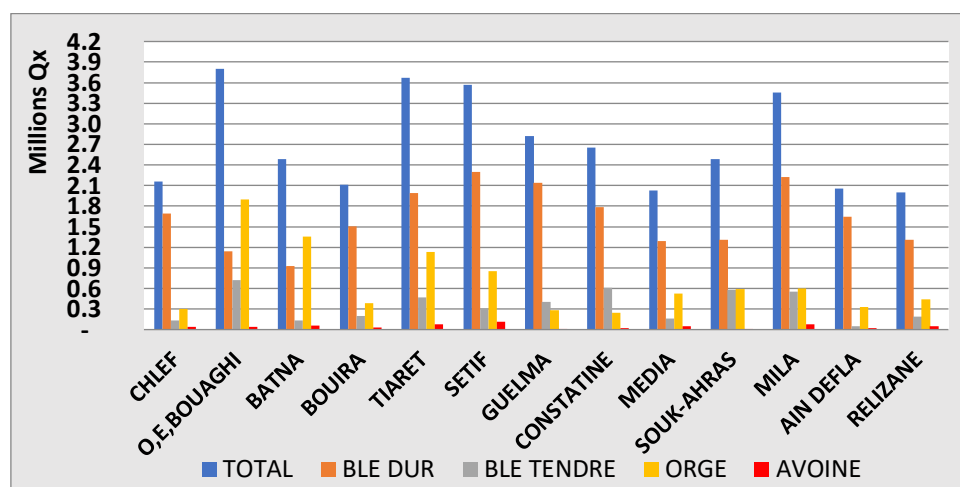


Figure 3: les principales wilayas productrices des céréales en Algérie (MADR, stat série B, 2019)

Le système de production céréalière en Algérie se présente sous forme de petites exploitations familiales où la taille moyenne de chacune est de 6,8 hectares et les moyens de production sans très imités (Hamadache, 2011). Selon les statistiques de MADR, le constat porté entre les campagnes 1998 à 2019, les superficies céréalières en Algérie s'est caractérisées par une irrégularité aux niveaux des emblavures interannuelles soit de 170 et 750 mille Ha arriver jusqu'au 1.7 million Ha entre l'année 2008/2009. Elle a occupé la moyenne de 2.56 millions d'hectares. Par ailleurs, la culture des céréales continue à être associée à la jachère (50 % des superficies céréalière) dans la majorité des exploitations.

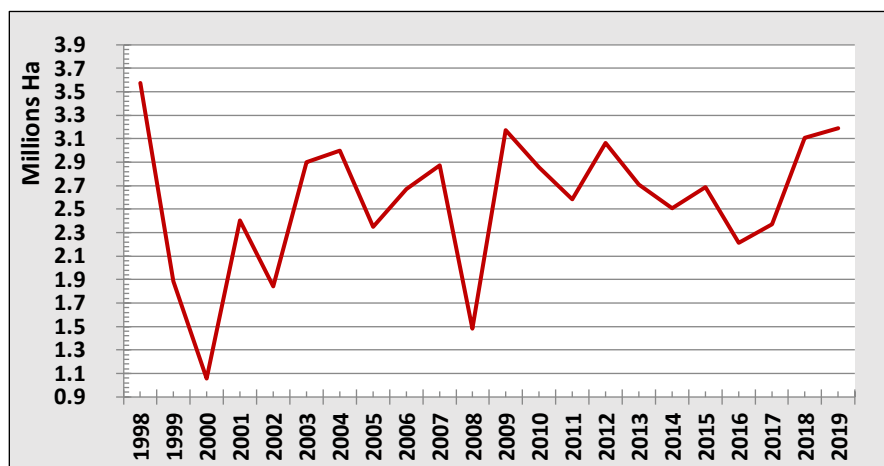


Figure 4: Evolution des superficies céréalières en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B)

Généralement le blé dur est la culture la plus adaptée aux conditions agro-climatiques de l'Algérie (Rastoin et Benabderrazik, 2014). Il reste le produit prépondérant à cultivé par l'ensemble des agriculteurs en raison de sa grande consommation par les habitants, sa valeur nutritionnelle et organoleptique et son rendement de production. Entre 1998 à 2019 le blé dur a occupé la moyenne de 1.17 million Ha soit 45.6 % de la superficie céréalière suivi par l'orge 794 mille Ha soit 30.1 %. Le blé tendre 536 mille Ha 20.9 %, l'avoine 64 mille Ha soit 2.5 %, le maïs 597 Ha soit 0.23% et le sorgo 206 Ha soit 0.08%. (MADR Stat, série B 1998-2019). En 2009, c'était une campagne exceptionnelle pour les orges dont la superficie emblavée a été presque égale à celle du blé dur avec 1.25 million Ha pour l'orge et 1.26 million Ha pour le blé dur.

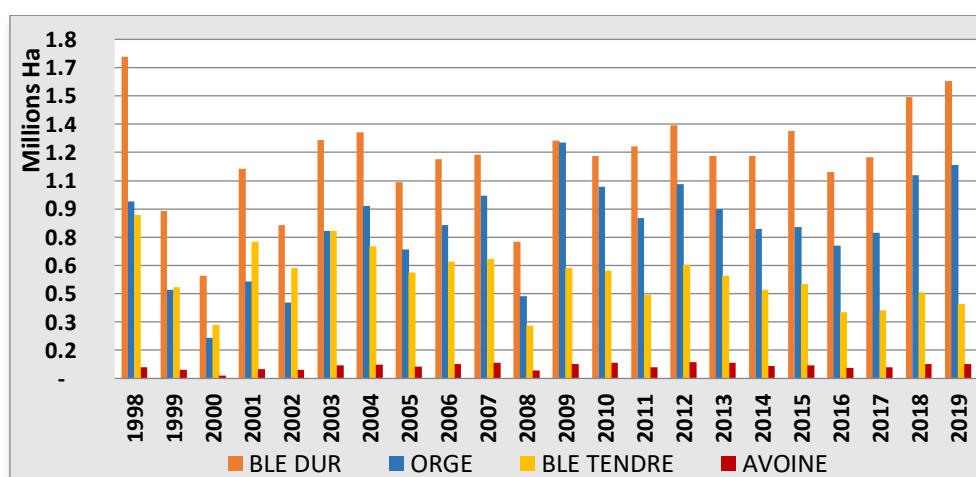


Figure 5: Evolution de la répartition des superficies céréalières en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B)

En Algérie, la production des céréales demeure encore difficile à maîtriser tant que celle-ci reste confrontée et soumise à plusieurs contraintes des aléas climatiques, faible maîtrise de l’itinéraire technique que le fellah base sur les méthodes classiques des parents. La production restait faible et irrégulière d’une année à une autre et cela découle en majeure partie de la faiblesse potentielle des rendements (Benbelkacem et Kellou, 2001). Il a été enregistré des perturbations de production interannuelle de 3, 5, 11 et 20 millions Qx arrivées jusqu’au 46 millions Qx entre une année calamiteuse en 2008 de 15.3 millions Qx et une année d’abondance en 2009 de 61.2 millions Qx et cela était suite à l’augmentation des prix d’achat des céréales fixés par l’état. La production céréalière moyenne enregistrée est de 37.4 millions Qx (MADR Stat, série B 1998-2019).

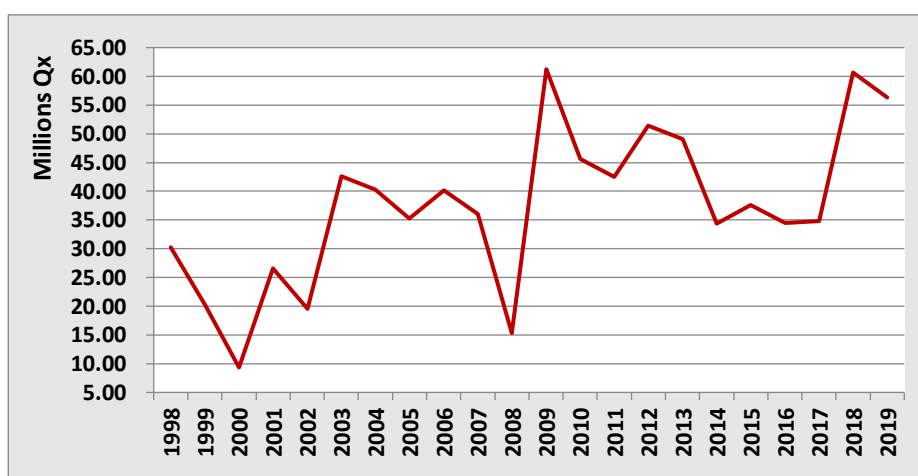


Figure 6: Evolution de la production céréalière en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B)

Les rendements céréaliers demeurent faibles et très irréguliers, Ce constat peut être expliqué par diverses contraintes comme les conditions climatiques et la pluviométrie, la non maîtrise des itinéraires techniques, l’utilisation insuffisante voire nulle des engrais, le non-respect de contrôle des adventices et les maladies fongiques. Il a été constaté des perturbations de rendement interannuelle de 1.8 Qx.Ha⁻¹ et 5 Qx.Ha⁻¹ arrivées jusqu’au 8.7 Qx.Ha⁻¹ en 2008/2009. Le rendement céréalière moyen ayant enregistré est 13.2 Qx.Ha⁻¹ qui est considéré assez faible

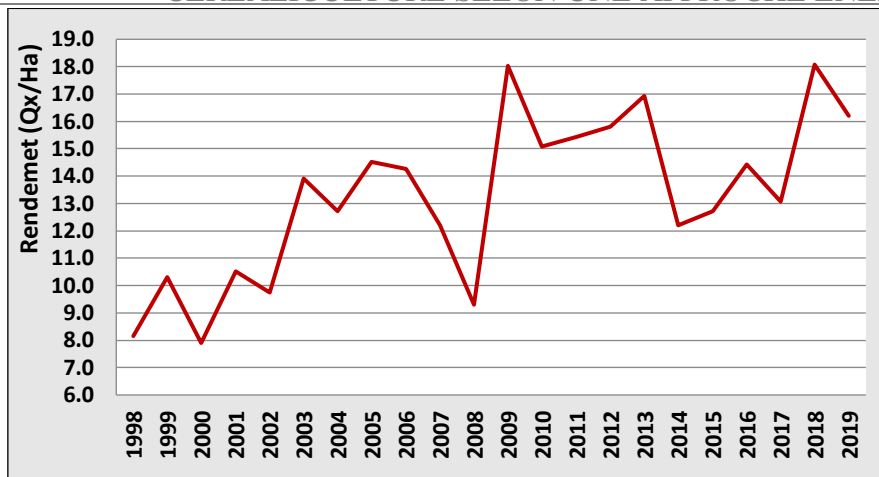


Figure 7: Evolution de rendement des céréales en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B)

A cause de sa dominance sur la superficie céréalière emblavée chaque année, blé dur reste la première espèce en matière de production. Entre 1998 et 2019 sa production moyenne a été de 18.2 millions Qx soit à 48.6 % de la production céréalière suivi par l’orge 11.1 millions Qx soit 29.8 %, le blé tendre 7.31 millions Qx soit 19.5% et l’avoine 733 mille Qx soit 1.96%, le maïs 18 392 Qx soit 0.49% et le sorgo 16 178 Qx soit 0.43%

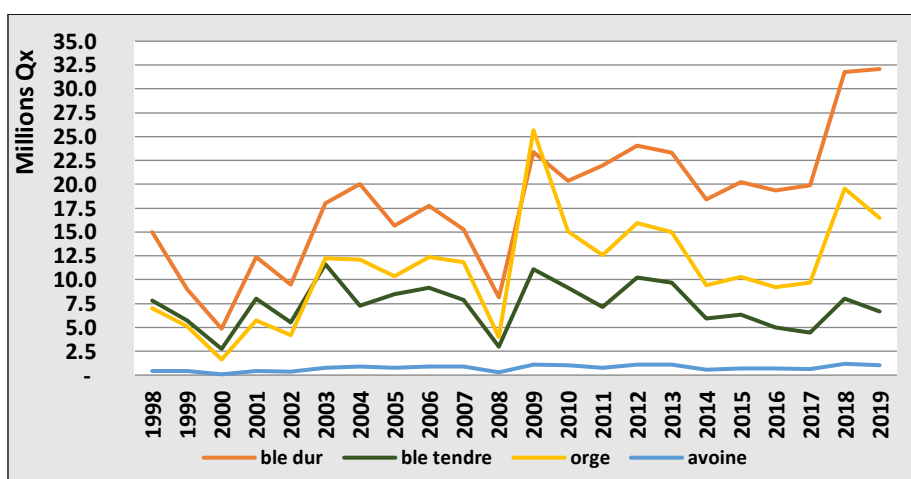
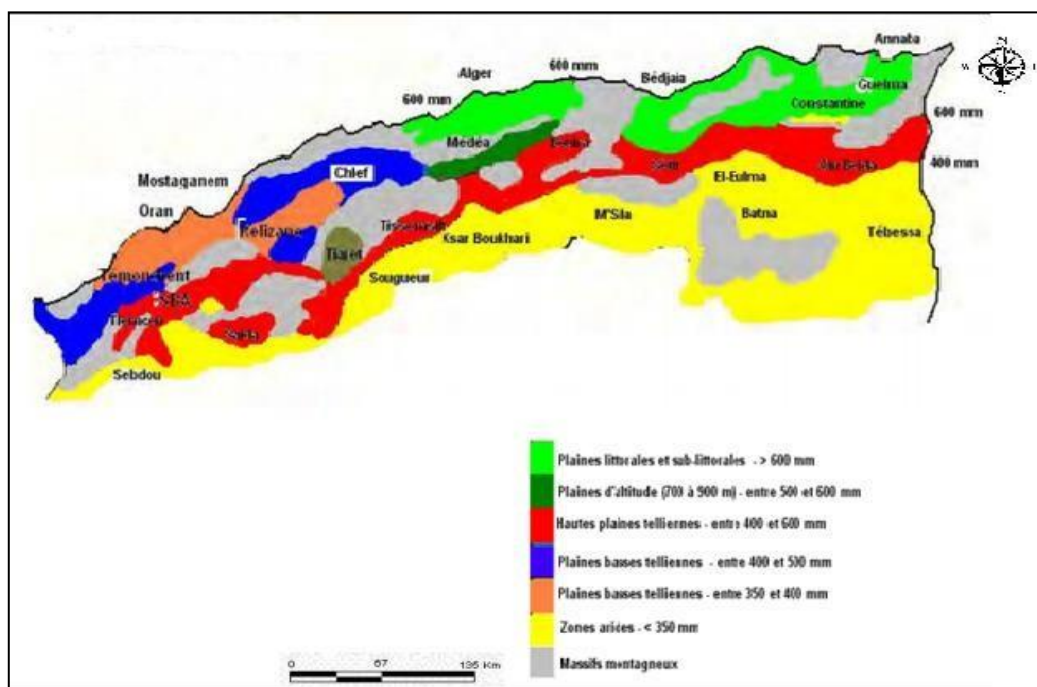


Figure 8: Evolution de la production de BD, BT, Orges et Avoine en Algérie de 1998 à 2019 (MADR, série B)

L’agriculture est généralement influencée par les conditions climatiques et édaphiques de chaque région. Pour la céréaliculture elle est répartie en fonction de leurs espèces et son type d’adaptation dans les étages bio-climatiques. Selon Feliachi (2000), la céréaliculture est pratiquée dans quatre grandes zones agro-climatiques.

- Un espace à haute potentialité : localisé entre les plaines littorales et sub littorale et le nord des Hauts Plateaux, occupe une superficie de 1.200.000 Ha, la pluviométrie est comprise entre 450 et 800 mm, et le rendement moyen est de 10- 15 Qx.Ha⁻¹.
- Un espace à faible potentialité : localisé dans le sud des Hauts Plateaux (zone agropastorale), 1.800.000 ha, pluviométrie inférieure à 450 mm et rendement de 5-6 Qx.Ha⁻¹;
- Un espace steppique : pratiquée dans un écosystème fragile, avec une surface de 300.000-800.000 Ha ;
- Un espace au niveau des zones sahariennes qui se subdivisent en deux catégories : la première est représentée par le système traditionnel, occupe une surface de 35.00 Ha, la deuxième draine une surface de 10.000 Ha concerne la céréaliculture sous pivot, localisée en zones semi-arides et arides ;

La figure 01 présente la carte agronomique en Algérie.



Source : (Belaid, 1986 ; Benabdallah, 2016)

Figure 9: Carte des zones céréalières en Algérie

2.2 L'importation des céréales en Algérie

L'Algérie l'un des pays du Maghreb où la consommation des céréales notamment le blé demeure une base essentiel de l'alimentation. La consommation annuelle par habitant serait de 105 Kg de farine, 76 Kg de semoule et 6 Kg de pâtes alimentaires et couscous industriel soit 187 Kg (DIVECO, 2011). Selon les données de MADRP, la consommation annuelle moyenne des céréales par habitant est estimée de 230 à 241.2 Kgs/hab entre 2004 et 2013. (O. Bessaoud, 2018). Face à cette demande céréalière locale importante et croissante, la

production locale, qui se caractérise par un faible niveau d'utilisation du progrès technique et une forte dépendance vis-à-vis aux conditions climatiques, assure une production moyenne de 3.74 millions Tn dont le blé est 2.55 millions Tn, orge 1.11 million Tn, maïs 1.83 mille Tn. Ce volume ne parvient pas à répondre aux besoins de la population locale qui compte 42 millions habitants en 2018. Dans ce contexte l'Algérie se trouve dans l'obligation d'avoir recours aux achats de céréales notamment de blé sur le marché international. Selon les statistiques de la FAO de 1998 à 2021, l'Algérie a importé une moyenne de 9.75 millions Tn des céréales dont le blé a atteint 6.23 millions Tn soit 63.8%, maïs 2.91 millions Tn soit 30 %, orge 438 mille Tn soit 4.5% et le riz 173 mille Tn soit 1.78%. En 2015 l'importation des céréales et du blé ont atteint son sommet avec 13.9 millions Tn dont 8.5 millions Tn du blé. La disponibilité du blé est assurée principalement par les importations du blé tendre à une hauteur de 78% des besoins (destinées à la transformation en farine panifiable) et par la production locale, 55% des besoins pour le blé dur (destiné à la fabrication de la semoule). Les importations du blé tendre continuent à alourdir la facture céréalière de l'Algérie qui produit de plus en plus le blé dur et l'orge dont la récolte s'améliore d'année en année. (O. Bessaoud, 2018).

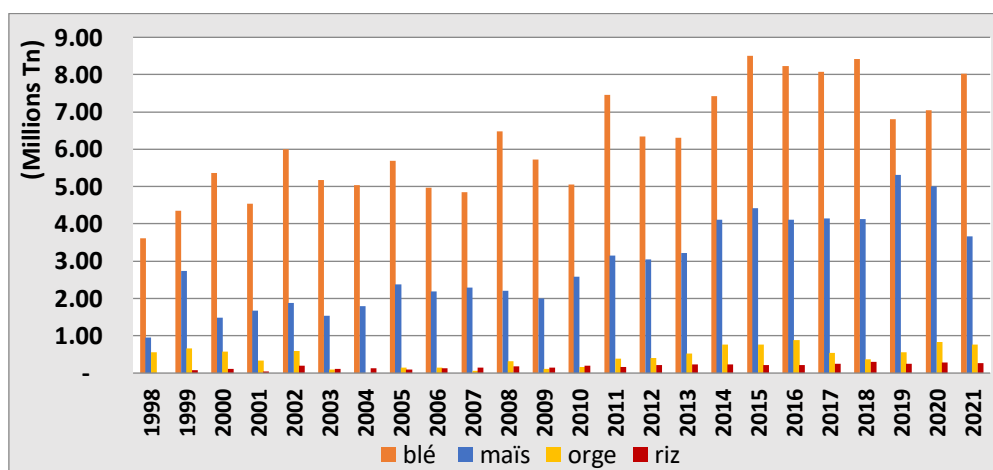


Figure 10: Evolution de l'importation des céréales en Algérie (FAO, 1998 à 2021)

2.3 L'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales OAIC

Dans le souci d'assurer l'alimentation de base de la population et d'assurer aussi une certaine stabilité sociale, les pouvoirs publics en Algérie ont décidé de créer, une semaine seulement après l'indépendance, un organisme étatique pour organiser et gérer le secteur céréalière considéré comme stratégique. Il s'agit de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (OAIC), créé par ordonnance le 12 Juillet 1962. Instrument important de la politique céréalière de l'Etat Algérien,

Les missions assignées à l'Office sont les suivantes :

- Veiller à la disponibilité permanente et suffisante des céréales et de ses dérivés en tout point du territoire national.
- Réaliser le programme national d'importation de céréales dans les meilleures conditions, de coût, de qualité et de délais.
- Organiser la collecte de la production nationale des céréales et la livraison des intrants aux céréaliculteurs
- Gérer et mettre en œuvre pour le compte de l'Etat l'ensemble des actions d'appui à la production de céréales.
- Mettre en œuvre l'ensemble des mesures tendant à assurer la péréquation des frais de transport.
- Encourager la production nationale de céréales et dérivés au moyen de mécanismes financiers et/ou d'intervention directe.
- Prendre en charge les deux campagnes d'intérêt national : labours semailles et moisson battage.
- Veiller à la constitution et à la régulation des stocks.
- Approvisionnement du marché national des céréales
- Stockage de la production céréalière nationale, des importations et des semences
- Transport : organiser le transport le long de la filière céréales locale et à l'importation
- Régulation du marché national des céréales sur l'ensemble du territoire algérien (en termes de prix et quantités) entre production nationale et importation.
- Contrôle La qualité est une préoccupation permanente pour garantir la valeur commerciale des produits et la sécurité des consommateurs.
- Les analyses en laboratoire : demeurent l'instrument fondamental de la politique qualité de l'Office.
- Enquêtes pour le contrôle de la qualité de la production : évaluation des performances (J.O.R.A.D.P ,2013)

2.4 Les enjeux et perspectives de la filière de céréale en Algérie

La hausse de la production des céréales en Algérie a été le résultat d'une politique de l'encadrement technique et économique, ainsi qu'aux conditions climatiques devenues favorables au niveau des principales régions céréalières. Autrement dit, l'agriculture demeure largement dépendante de la pluviométrie. La politique du développement du système d'irrigation des céréales lancée par le ministère de l'agriculture et du développement rural est importante et nécessaire en vue de développer ce secteur stratégique. Cette option est

considérée comme la mieux indiquée pour sécuriser la production sans oublier les efforts déployés en matière de recherche et de développement pour améliorer la performance technique. En effet, le contexte du programme de sécurisation de la production céréalière par l'irrigation, lancée en 2008-2009 au niveau de 13 wilayas avant sa généralisation à 43 wilayas commence à donner ces fruits (FCE, 2019).

Dans le cadre du programme « renouveau agricole et rural », lancé en 2010 par le ministère de l'agriculture et le développement rural (Anonyme, 2012). Selon la CCI Algéro- Française (2016), le gouvernement ambitionne d'atteindre 600 000 hectares de périmètres irrigués pour la filière céréales à l'échéance 2019. Des orientations et des instructions ont été données aux opérateurs, institutions et organismes du secteur pour entamer la mise en œuvre de ce plan d'action. Dans ce cadre, des conventions ont été signées entre l'Office algérien interprofessionnel des céréales (OAIC), la caisse nationale de mutualité agricole (CNMA), l'Institut technique des grandes cultures (ITCG) et l'Institut national des sols, de l'irrigation et du drainage (INSID) afin de contribuer chacun dans son domaine à la réalisation de ce programme. Par ailleurs et pour encourager le système d'irrigation, l'état algérien accorde aux producteurs de céréales un soutien financier de 50% pour l'acquisition d'équipements et des facilités sous forme de crédit de type Ettahaddi.

Dans le cadre de l'intensification de la production céréalière l'OAIC s'attelle actuellement à assurer la consolidation de la mécanisation de l'agriculture, l'amélioration des semences et la disponibilité des engrais.

3 Céréaliculture dans la wilaya de Biskra

La région de Biskra a été connue depuis l'époque des romains comme grenier de l'Europe en céréales et d'autres produits. Seulement pendant le règne des turques et les français, on constate que la phoeniciculture a pris de l'ampleur au détriment des autres cultures dans les Zabans en raison de sa valeur marchande. La céréaliculture est très anciennement pratiquée sur l'épandage des crues d'oueds dans la région de Biskra durant les périodes pluvieuses des centaines d'hectares seront labourés chaque année soit :

- Par les éleveurs pour un complément de fourrage à leurs cheptels et l'autoconsommation.
- Par les sédentaires pour l'affouragement de l'élevage familial et l'autoconsommation. (MICL Biskra, 2023)

3.1 La production des céréales à Biskra

La superficie agricole total SAT de la wilaya de Biskra est de 1 652 751 Ha dont la superficie agricole utilisée est de 185 473 Ha à laquelle près de 104 000 Ha sont irrigués dont la céréaliculture est considérée comme la deuxième culture emblavée après la phoeniciculture. Selon les données statistiques de la MADR, durant la période de 1998 à 2019, la culture des céréales a occupé une superficie de 23 152,8 Ha soit 24,9 % de la superficie agricole emblavée de la wilaya de Biskra. (MADR Stat, série B 1998-2019)

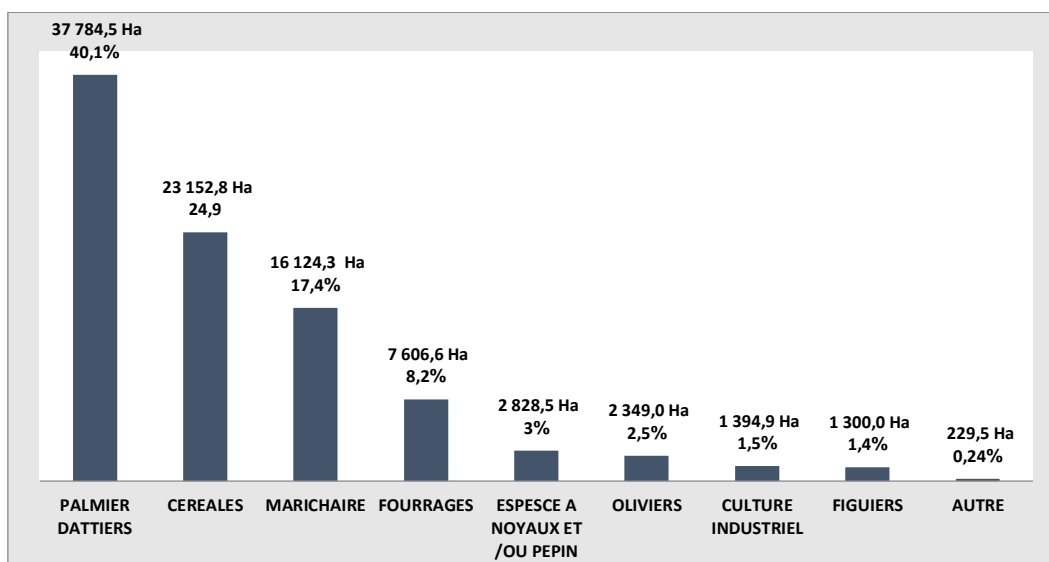


Figure 11: les superficies agricoles utilisées à Biskra de 1998 à 2019 (MADR, série B)

Les principales communes en céréaliculture dans la wilaya de Biskra sont Ain Naga, Elfeidh, Elhaouche, Eloutaya, Mziraa, Oumache, Ourlal, Sidi Okba, Tolga et Zeribet eloued. En 2021, leur production a franchi 886 mille Qx soit 86% de la production céréalière de la wilaya.

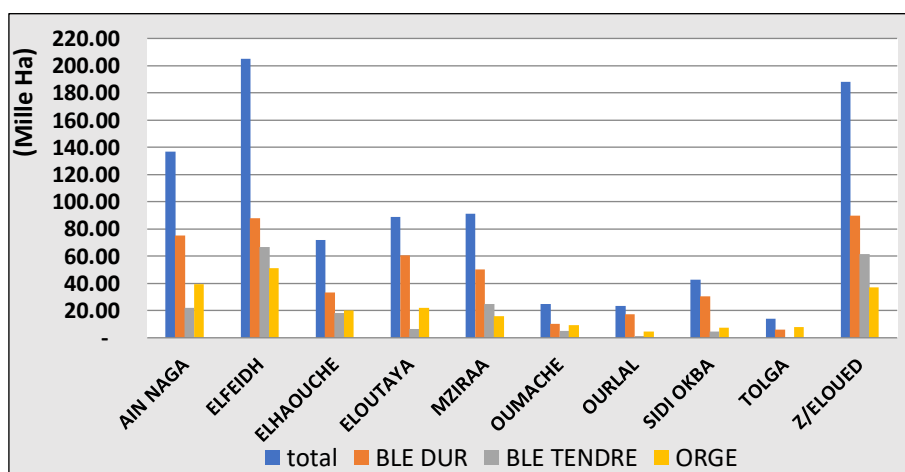


Figure 12: les principales communes en céréaliculture à Biskra (DSA, stat série B, 2021)

La céréaliculture dans la wilaya de Biskra s'est exercée sur une superficie moyenne de 23 mille Ha. Il a été constatée une progression importante presque triplée de la superficie de 10.1

CEREALICULTURE SELON UNE APPROCHE ENERGETIQUE

mille Ha en 1999 à 31.9 mille Ha en 2021 et une année exceptionnelle en 2009 enregistrant un pic de 47 mille Ha et cela suite à l'augmentation des prix d'achat des céréales fixé par l'état se qui a encouragé les l'ensemble des agriculteurs à redoublé leurs efforts. (MADR stat, série B 1998-2019) (DSA Biskra stat, série B 2020-2022)

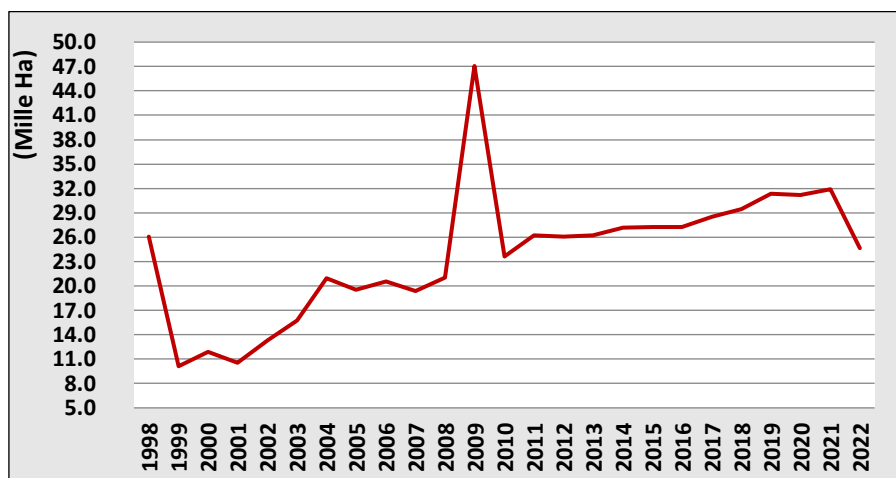


Figure 13: Evolution des superficies céréalières à Biskra de 1998 à 2022 (MADR, DSA Biskra, série B)

Dans la wilaya de Biskra les superficies réservées au blé dur et celle des orages partagent les mêmes importances voir une petite dominance du blé dur. Cela d'une part s'explique par la valeur du blé dur dans la région en matière de rendement par rapport aux autres céréales et sa valeur nutritionnelle alors que pour les orges par le fait que la plupart des agriculteurs de la région sont des éleveurs de bétails et qu'ils profitent chaque campagnes de leurs parcelles pour satisfaire leurs besoins en orges. Selon les statistiques des ministres de l'agriculture et de développement rural, il a été constaté que le blé dur a occupé moyennement une superficie de 10.2 mille Ha soit 42.9 % de la superficie céréalière suivi directement par l'orge 9.5 mille Ha soit 39.8 %. Le blé tendre 4.1 mille Ha soit 17 % et l'avoine 50 ha soit 0.2 %. (MADR stat ,série B 1998-2019) (DSA Biskra stat, série B 2020-2022)

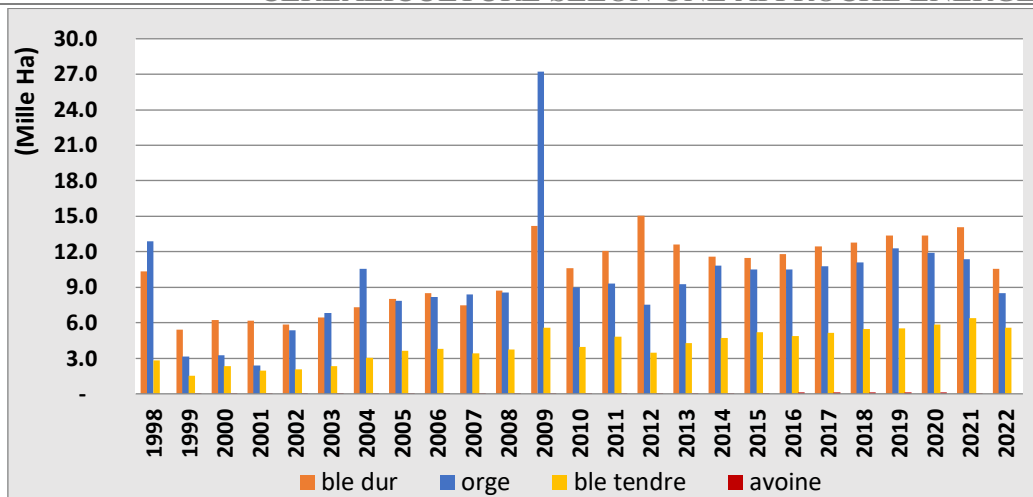


Figure 14: Evolution des superficies emblavées en céréales à Biskra de 1998 à 2022 (MADR, DSA Biskra série B)

Généralement, la production des céréales à Biskra augmente d’une année à une autre, cela s’explique par le redoublement des superficies emblavées. Entre les campagnes 1998 à 2022, la production céréalière moyenne a passé de 245 mille Qx en 2001 à 1.09 million Qx en 2019 dont la production moyenne enregistrée est de 672 mille Qx. Il a été enregistré un pic de production en 2008 lord d’une chute de la production à 434 mille Qx, une année après, et suite à l’augmentation du prix d’achat de la production céréalière locale en 2009, la production est arrivée au 1.15 million Qx avec un augmentation de 680 mille Qx soit 128%.

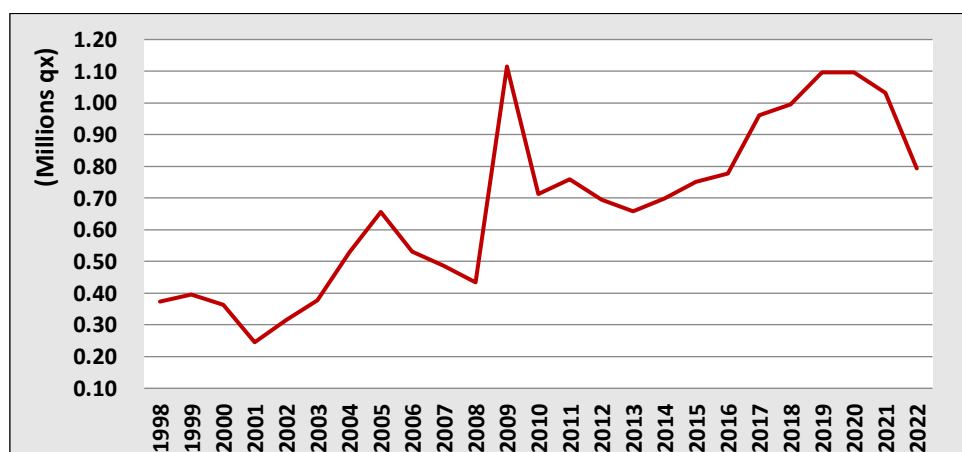


Figure 15: Evolution de la production des céréales à Biskra de 1998 à 2022 (MADR, DSA Biskra série B)

Les rendements des céréales au niveau de la wilaya de Biskra est faible et progresse d’une manière lente. Ce constat peut être expliqué par les conditions agroclimatiques sahariennes cruelles telles que le vent, la température élevée et la pluviométrie quasi absente ainsi que, la non

maitrise de la conduite céréalière . Le rendement moyen enregistré est de 26.5 Qx.Ha⁻¹ . Il a été constaté deux pic de rendement en 1999 et 2005 respectivement 35.075 et 34.85 Qx.Ha⁻¹.

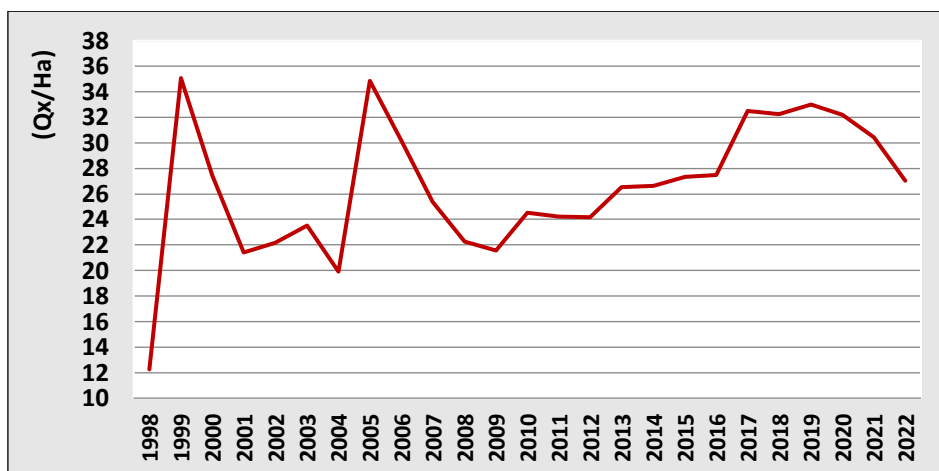


Figure 16: Evolution du rendement des céréales à Biskra de 1998 à 2022 (MADR, DSA Biskra série B)

Selon les statistiques de MADR, le blé dur reste le premier, sa production moyenne est 339 mille Qx soit à 50.5 % de la production céréalière suivi par l’orge 204 mille Qx soit 30.3 % , le blé tendre 127 mille Qx soit 19 % et l’avoine 1.08 mille Qx soit 0.15 % .Le blé dur reste l’espèce céréalière dominante à Biskra à cause de son adaptation climatique et son rendement moyen de 32.5 Qx.Ha⁻¹ suivi par blé tendre 30.7 Qx.Ha⁻¹ , l’orge 23.4 Qx.Ha⁻¹ et l’avoine 19.3 Qx.Ha⁻¹ .

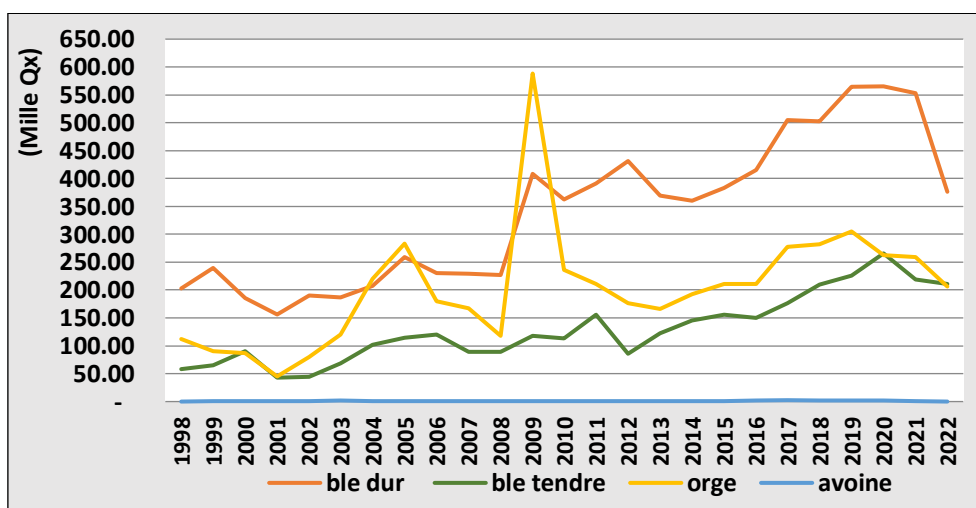


Figure 17: Evolution de la production de BD, BT, Orge et Avoine à Biskra de 1998 à 2022 (MADR, DSA Biskra série B)

4 Importance du blé dur

En Algérie, la culture du blé dur est une ancienne dont l'origine remonte à la venue des arabes (Ducellier, 1931). La culture des céréales et plus particulièrement celle du blé dur, est l'activité principale de l'agriculture algérienne. Les consommations annuelles par habitant seraient 76 Kg de semoule et 6 Kg de pâtes alimentaires et couscous industriel (DIVECO, 2011). D'après les stat MADR en 2019 en Algérie et durant les campagnes agricole entre les années 1998 et 2019, l'emblavement du blé dur a occupé 1.17 million Ha soit environ 45.6 % de la superficie céréalière qu'est 2.56 millions Ha et 24.3 % de superficie agricole irriguée qui est 4.81 millions Ha et. A Biskra et durant les campagnes 1998 à 2022, la superficie emballée en blé dur a été 10.26 mille Ha soit 42.9% de superficie céréalière qu'est 23.88 mille Ha. Cette inclination de l'agriculteur algérien vers la culture du blé dur est raisonné par :

- Son caractère physiologie résistante aux hautes températures qui lui permettrait de se maintenir dans certaines zones chaudes, à pluviosité faible ou mal répartie ;
- Son rendement élevé par rapport aux autres céréales et son poids spécifique qui peut atteint 83 Kg/Hectolitres ;
- Sa valeur nutritionnelle élevée et sa qualité technologique et organoleptique (vitrosité de l'albumen, teneur élevée en protéines et pigments caroténoïdes, ténacité du gluten après cuisson) ;
- Sa tolérance aux plusieurs maladies cryptogrammes.

5 Utilisation du blé dur

En Algérie, les utilisations de blé dur sont multiples. Globalement, classés en quatre catégories : Galettes, pâtes et couscous, gâteaux et confiseries plus d'autres produits, tel que le Frik" très apprécié, qui est utilisé dans les soupes (Benbelkacem, A., Sadli, F., & Brinis, L. 1995). Quant aux résidus de la mouture des grains (son), ils. Sont utilisés dans l'alimentation humaine et animale puisqu'ils permettent d'ajouter des fibres aux aliments. Les résidus de récolte du blé dur (pailles et chaumes) sont la base de l'alimentation des petits et grands ruminants. Par ailleurs, les produits du blé (gluten et amidon) sont également utilisés dans la fabrication de produits non alimentaires, tels que des produits de beauté, des films et sacs de plastique, des savons, produits en papier et de la colle.

5.1 La valeur nutritive du blé dur

D'après Favier 1989, les céréales apparaissent ainsi comme des aliments essentiellement énergétiques : 330 à 385 kcal en 100 g. En considérant le grain entier de diverses céréales, il existe une grande analogie dans leur composition chimique mais aussi quelques différences.

Dans toutes les espèces, le grain est essentiellement glucidique avec 60 à 75 % de glucides digestibles (amidon principalement) (Godon, 1986 in Godon, 1991).

La composition en acides aminés des protéines du blé dur est voisine de celle des grains du blé tendre, néanmoins, la teneur en lysine, leucine et arginine est souvent supérieure et il existe quelques variétés ayant des teneurs en lysine de l'ordre de 0,50 %, soit une production de lysine de 30 Kg.Ha⁻¹. Or, cet acide aminé essentiel est toujours fortement déficitaire dans une ration à base de grains de céréale. Malheureusement, une partie importante de la lysine se trouve concentrée dans les protéines du germe qui, normalement, dans les techniques modernes, est supprimé avant la mouture. La teneur en lipides du grain entier atteint comme chez le Blé tendre 1,5 à 2 %, mais les acides linoléiques et linoléique se trouvent en plus grande proportion, ce qui entraîne une concentration plus élevée en vitamine E, surtout présente dans le germe. Les autres vitamines du groupe B (thiamine, riboflavine et niacine) se rencontrent surtout dans le germe, le scutellum et la couche à aleurone. Enfin, les matières minérales (teneur variable 1,2 à 2,2 % du grain total) sont surtout concentrées dans les enveloppes et le germe et sont constituées de potassium, phosphore, soufre et magnésium. (Feillet P et al, 1974)

Tableau 1: Composition chimique du blé dur (pour 100g de grain)

Composants	Teneur
Eau	13 g
Protéines	13 g
Lipides	1.8 g
Glucides disponibles	61.6 g
Fibres diététiques	11 g
Calcium	60 mg
Phosphor	312 mg
Fer	7.6 mg
Thiamine (Vit,B1)	0.35 mg
Riboflavine (Vit,B2)	0.12 mg
Acide pantothénique	0.8mg

Favier, 1989 ; Aykroyd et Doughty, 1970.

5.2 La valeur agronomique du blé dur

En Algérie, les troupeaux ovins transhument vers le nord et passent l'été dans les hautes plaines céréalières se nourrissant de chaumes, le plus souvent non complémentés ou

complémentés avec de l'orge en grain, du gros son. Ces compléments plutôt riches en énergie sont peu appropriés pour accompagner les chaumes (Houmani, 2007).

La paille des céréales est ramassée après la moisson, elle est mise en botte et conservée pour être distribuée au cours de l'automne et en hiver. Elle contient 85 % de matière sèche, formée de 60 % de cellulose, 25 % d'hémicellulose et de 10 % de lignine. Elle contient des quantités variables de glucides (1,5 %) et des matières azotées (2 à 4 %) et des éléments minéraux en très faibles quantités 2 à 5 g/Kg de matière sèche. La cellulose et l'hémicellulose isolées de la lignine dégradée par les enzymes du rumen, sont les principales sources d'énergie utilisable par les animaux (Mossab, 1991 in: Mossab, 2007). Ainsi que les résidus de moisson comme la paille utilisée comme un engrais organique par son enfouissement sur les champs.

Elle contient des quantités variables de glucides (1,5 %) et des matières azotées (2 à 4 %) et des éléments minéraux en très faibles quantités 2 à 5 g/Kg de matière sèche. La cellulose et l'hémicellulose isolées de la lignine dégradée par les enzymes du rumen, sont les principales sources d'énergie utilisable par les animaux (Mossab, 1991 in Mossab, 2007). La paille qui reste après moisson sur les champs peut être rentrée à la ferme ou enfouie dans le sol. Il ne faut jamais la brûler, car on perd ainsi une matière organique précieuse, l'humus (Gondé et Jussiaux, 1980).

6 Cycle de développement du blé

Selon Soltner (2005), le cycle de développement du blé est constitué d'une série d'étapes séparées par des stades repérés, permettant de diviser en deux périodes la vie des céréales : une période végétative durant laquelle la plante ne différencie que des feuilles et des racines ; une période reproductrice dominée par l'apparition de l'épi et la formation du grain.

6.1 La période végétative

Elle s'étend de la germination à l'ébauche de l'épi. On y trouve deux stades :

6.1.1 Phase Germination – Levée

La germination est le passage de la semence de l'état de vie lente à l'état de vie active (Chabi et al., 1992). Elle se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et la date de la levée est définie par l'apparition de la première feuille qui traverse le coléoptile, gaine rigide et protectrice enveloppant la première feuille. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol (Soltner, 2005). On parlera de levée lorsque 50% des plantes seront sorties de la terre (Chabi et al., 1992 ; Gate, 1995).

Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont la chaleur, l'aération et l'humidité (Eliard, 1974 ; Soltner, 2005).

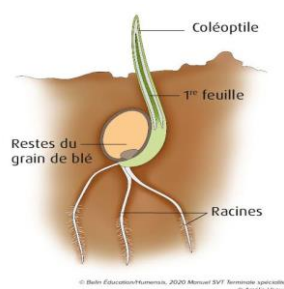


Figure 18: Phase Levée du blé

6.1.2 Phase Tallage

Lorsque la plante a trois feuilles, une nouvelle tige apparaît à l'aisselle de la feuille la plus âgée, c'est « le maître brin ». L'émergence de cette première talle hors de la gaine de la première feuille est le repère conventionnel du début de tallage (Gate, 1995). Les talles secondaires peuvent apparaître et être susceptibles d'émettre des talles tertiaires. Le nombre de talles produites est fonction de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (Masale, 1980 in Nadjem, 2012). Le tallage 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 (Gate, 1995).

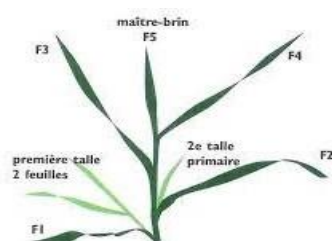


Figure 19: Phase Tallage du blé

6.2 La période reproductrice

Elle comprend la formation et la croissance de l'épi ; elle se caractérise par :

6.2.1 Phase Montaison – Gonflement

Ce stade est repérable une fois l'ébauche de l'épi du brin-maître atteint 1cm de hauteur à partir de la couronne ou plateau de tallage (Gate, 1995). Elle est d'une durée peu variable 28 à 30 jours (Soltner, 2005).

Selon Clément-Grandcourt et Prat (1971), au cours de cette phase, un certain nombre de talles herbacées vont évoluer vers des tiges couronnées d'épis, tandis que d'autres commencent à

régresser. La croissance en taille et en matière sèche est alors active et les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus.

Cette phase se termine par la différenciation des stigmates des fleurs et le gonflement que provoque l'épi qui s'apprête à émerger de la gaine des dernières feuilles (Soltner, 2005).



Figure 20: Phase Epi 1cm du blé

6.2.2 Phase Epiaison – Fécondation

Selon Soltner (2005), elle est marquée par la méiose pollinique. C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux et s'effectue la fécondation. Le nombre de fleurs fécondées au cours de cette troisième période critique dépendra de la nutrition azotée disponible et d'une évapotranspiration pas trop élevée. 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 nutrition minérale et de la transpiration qui influencent le nombre final des grains par épi (Masale, 1980).

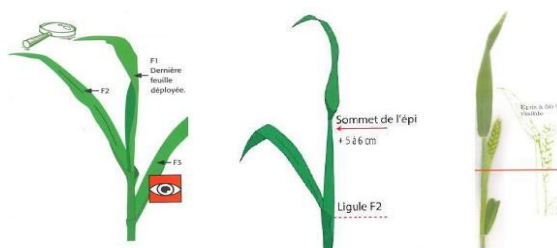


Figure 21: Phase Epiaison du blé

6.2.3 Phase Grossissement du grain

Selon Soltner (2005), cette phase est d'une activité photosynthétique intense. Comme il n'y a plus de croissance des feuilles et des tiges, la matière sèche synthétisée dans les feuilles est entièrement destinée à l'accumulation des réserves.

A la fin de cette courte phase de 15 à 18 jours, 40 à 50% des réserves se sont accumulées dans le grain. Celui-ci, bien qu'ayant sa taille définitive, est mou et encore vert. C'est le stade

«grain laiteux ». L'autre partie des réserves se retrouve encore dans les tiges et les feuilles, qui commencent bientôt à jaunir.

6.2.4 Phase Maturation du grain

Au cours de cette phase, l'embryon se développe et l'albumen se charge de substances de réserve (Zaghouane et Boufnar, 2006). Ces dernières, proviennent de la photosynthèse qui persiste dans les dernières feuilles vertes ainsi que de la migration des réserves accumulées dans les feuilles et les tiges jaunissantes mais non séchées. Cette migration nécessite une circulation de l'eau dans la plante pour éviter le phénomène de l'échaudage (Soltner, 2005).

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. Le grain ne perdra que l'excès d'eau qu'il contient et passera progressivement aux stades «rayable à l'ongle» (20% d'humidité) puis « cassant sous la dent » (15 à 16% d'humidité)

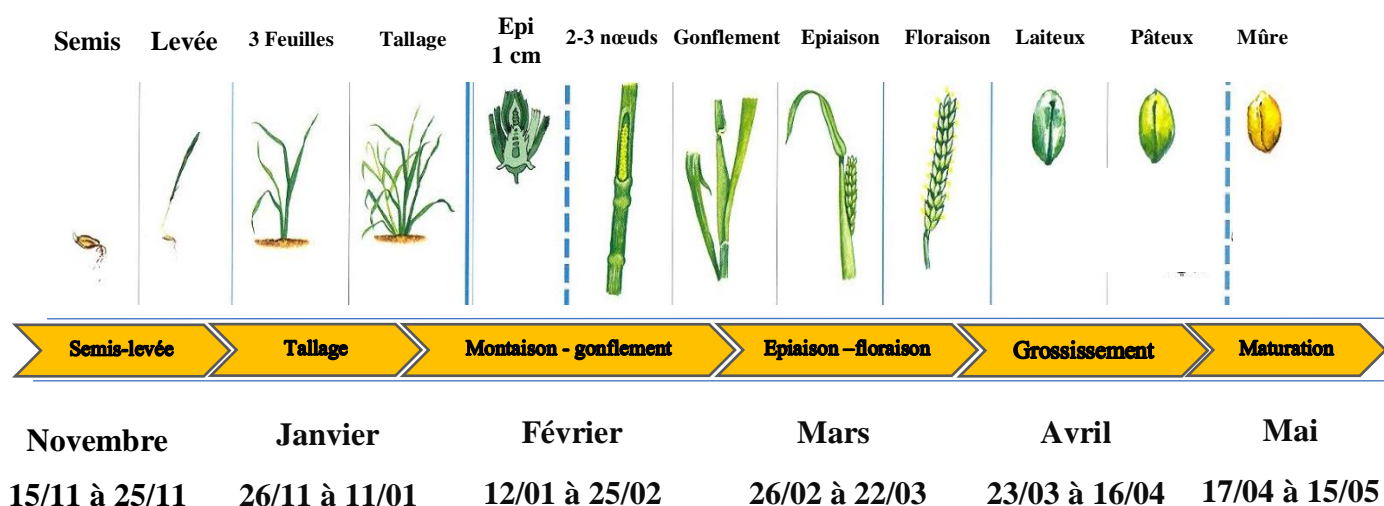


Figure 22: Cycle de développement du blé

7 Caractéristiques de milieux des régions sahariennes

La connaissance de caractéristiques est très importante pour élaborer une conduite céréalière efficace, estimation des besoins en irrigation et la préservation des cultures contre les effets climatiques (chaleur, gelée, vent de sable...).(ITGC, 1992). Les régions sahariennes sont considères comme des milieux particulier pour les pratiques agricoles dont le tableau № 02 présente les principales caractéristiques.

Tableau 2: Caractéristiques de milieux des régions sahariennes

CLIMAT	SOL	EAU
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pluviométrie quasi absente ; ➤ Forte amplitudes thermiques journalières et saisonnières > 25c° de février à avril ; ➤ Forte évapotranspiration ➤ Variation journalière élevées du taux d'humidité dans l'air et sol ; ➤ Luminosité intense 10 heure ; ➤ Vents de sable fréquents surtout pendant mars et avril 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Généralement sablonneux ; ➤ Faible taux d'argile ; ➤ Squelettique ; ➤ Fertilité faible ; ➤ Éléments minéraux faibles ; ➤ Texture grossière; ➤ Perméable ; ➤ PH >7.5 ➤ Ca, k élevé 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Parfois teneur en sels élevée ; ➤ Chargée de sels ➤ Présence d'importants éléments primaires et secondaires

(ITGC, 1992)

8 Exigences de la culture du blé et mesures d'adaptations dans les régions sahariennes

8.1 Les exigences écologiques

8.1.1 Température

Le blé est une espèce des climats tempérés qui s'adapte aux hautes altitudes. La température optimale de germination se situe entre 15 et 22 °C , inférieur à 10 °C au tallage , supérieur à 4 à l'épiaison et supérieur à 25°C à la maturation . Il est sensible aux basses températures, notamment les gelées printanière qui provoquent la coulure des fleurs. Les hautes températures (vents chaude) qui coïncide avec le remplissage du grain ; provoquent l'échaudage, ce qui réduit le rendement et affecte la qualité de la récolte. (ITGC 1992, 2020).

Les régions sahariennes se caractérisent par des températures élevées après tallage dont la correction se fait par le bon choix de la variété adaptée et la date de semis idéale au mois de novembre (ITGC, 1992)

8.1.2 Eau

L'eau joue un rôle important dans la croissance de la plante (Soltner, 1990). Les besoins en eau de la culture varient de 450 à 650 mm répartie selon les besoins de la plante .A partir de la phase épi 1 cm jusqu'à la floraison, les besoins en eau sont très plus importants. Les besoins en eau du blé dur sont plus importants entre les stades de développement-montaison et remplissage des grains (ITGC, 2020). Le stade juste avant épiaison demeure le plus sensible

au déficit hydrique puisqu'une sécheresse survenant à ce stade peut réduire les rendements en grains d'environ 70% (Ben Naceur et al., 1999).

Vu les caractéristique climatique chaude des régions sahariennes et la nature de sol et de l'eau chargée en sel, le besoin en eau d'irrigation du blé s'élève de 800 à 1000 mm et cela est assurée par une irrigation total et sous-solage chaque 3 années (ITGC, 2006).

8.1.3 Sol

Soltner (2005) cite trois caractéristiques d'une bonne « terre à blé » :

- Une texture fine, limono-argileuse, qui assurera aux racines fasciculées du blé une grande surface de contact donc une bonne nutrition ;
- Une structure stable, qui résiste à la dégradation par les pluies d'hiver. Le blé n'y souffrira pas d'asphyxie et la nitrification sera bonne au printemps ;
- Une bonne profondeur et une richesse suffisante en colloïde argile et humus, capable d'assurer la bonne nutrition nécessaire aux forts rendements.

Les sols les plus favorable à la culture du blé dur sont les sols limoneux-argileux, profonds (plus de 40 cm), riches en matières organiques et minérales, PH neutre à légèrement alcalin, bien drainés et ayant une bonne capacité de rétention .(ITGC, 2020)

Les sols sahariens sont généralement sablonneux faible en argile de PH légèrement élevée et d'une fertilité faible, cela est corrigée par amendements organiques à long terme, apports de fumier et rotations culturales (ITGC, 1992).

8.1.4 Eclairage

La lumière est la source d'énergie qui permet à la plante de décomposer le CO₂ atmosphérique pour en assimiler le carbone et réaliser la photosynthèse des glucides. La lumière est donc un facteur climatique essentiel et nécessaire pour la photosynthèse (Diehl, 1975). Néanmoins, elle peut devenir une source de stress par son intensité, éclairage trop faible ou trop élevé, conduisant à des phénomènes de photosensibilisation dangereux pour la plante (Leclerc, 1988). Sous les conditions de cultures des hautes plaines, c'est plutôt l'excès de l'éclairage qui est un stress, conduisant à la photo-inhibition des centres réducteurs des photo-systèmes (Ykhlef, 2001).

9 Itinéraire technique du blé et mesures d'adaptations dans les régions sahariennes

9.1 Le choix variétal

Selon Vilain (1989), les principaux critères de choix des variétés sont : la productivité, la précocité, l'alternativité, la résistance au froid, la sensibilité aux principales maladies ou encore la tolérance aux variations hydriques. Aussi, le choix de la variété est indissociable du

choix de la date et de la densité de semis, facteurs qui eux-mêmes ont des conséquences en matière de développement parasitaire, de maladies et d'adventices (Viaux, 1999).

Le choix variétal est un choix stratégique qui permet de réduire d'une manière générale les coûts de production, et en particulier de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires (Viaux, 1999). Il est primordial de choisir les variétés homologuées par CNCC (ITGC, 2020)

Dans les zones sahariennes, il est recommandé le choix des variétés

- Potentiel de production élevée ;
- Précoce ou semi précoce (140 à 150 jours) ;
- Hauteur de la paille de 90 à 100 cm ;
- Bonne résistance à la verse et à l'égrenage et résistance aux maladies.

La date de semis idéale à partir du mois de novembre (ITGC, 1992).

Tableau 3: Caractéristiques des variétés du blé dur adaptées aux régions sahariennes

Variété	Préciosité	Hauteurs (cm)	Rendement (Qx.Ha ⁻¹)		Principales caractéristiques agronomiques et technologiques
			El Menia Ghardaia	Ngoussa Ouargla	
VITRON (HOGGAR)	Précoce	80	66 à 74	72	Tolérante au froid , à la verse et à la helminthosporiose.
SIMETO (SERSOU)	Semi précoce	100	68 à 78	72	Sensible à la sécheresse, et tolérante à la verse.
OUED ELBARED	Précoce	100	65 à <u>72</u>	74	Tolérante au froid et à la fusariose et helminthosporiose. Bonne productivité
GTA DUR	Précoce	80	65 à <u>72</u>	68	Tolérante à la verse, à la rouille brune et à l'oïdium. Productivité moyenne à bonne
BOUSSALLEM	Semi précoce	90	60 à 70	64	Résistante au froid, à la verse et à la sécheresse. Résistante aux maladies (aux rouilles jaunes, brunes et noires) au piétin échaudage à l'oïdium et à la fusariose.
WAHA	Précoce	90	60 à 68	70	Tolérante au froid à la rouille et à la septoriose. Sensible à la sécheresse, aux gelée et au piétin verse.
CIRTA	Semi précoce	-	60 à 70	67	Sensible à la sécheresse, et tolérante à la rouille brune et l'oïdium.
CHEN	Semi précoce	-	/	74	Tolérance à la sécheresse à la verse et à la rouille bonne productivité.

(ITGC Oued Smar, 2006)

9.2 L'assolement /Rotation

C'est une pratique agricole importante pour l'amélioration de la fertilité des sols et la gestion des bioagresseurs abrités dans le sol. Elle consiste à alterner des cultures sur la même parcelle de manière à échelonner l'installation de la même espèce et ceux dans le but de mieux gérer la fertilité des sols, de casser les cycles de reproduction et d'évolution des ravageurs telluriques (Le vers blancs des céréales, les taupins), et de lutter contre certaines mauvaises herbes. (DFRV, 2021)

Le meilleur précédent du blé dur est une culture sarclée (pomme de terre, betterave), une légumineuse alimentaire (pois chiche ou lentille) ou une légumineuse fourragère (bersim)

Il est recommandé en zone subhumide, l'assolement triennal (ITGC, 2020).

- Pomme de terre/blé dur/ légumineuse alimentaires
- Betterave/blé dur /bersim

en zone semi-aride, l'assolement biennal :

- Légumineuses alimentaires/blé dur
- Bersim/blé dur
- Pomme de terre/blé dur

9.3 Le Travail du sol

Le travail du sol est l'ensemble des opérations visant à mettre celui-ci dans un état tel que les plantes y trouvent les conditions de développement idéales en lui donnant la structure physique la plus favorable à la culture pratiquée et en favorisant l'activité biologique du sol (Aubert, 1977).

Dans les régions sahariennes, la préparation de sol commence par à partir de mois d'octobre, (ITGC, 1992)

9.3.1 Sous- solage

Réaliser à l'aide d'une sous-soleuse à dents est une technique agricole de travail du sol en profondeur à 50 cm, permettant de lui redonner de la perméabilité en améliorant le drainage naturel et la circulation capillaire horizontale de l'eau sur les sols labourés ou compactés.

- Elle est nécessaire en première année de mise en culture ;
- Recommandé toutes les trois années après la mise en culture du sol pour éviter l'accumulation des sels dans le profil ;
- Nécessaire en cas de présence d'encrouement calcaire en profondeur (ITGC, 1992)

9.3.2 Déchaumage

C'est un travail superficiel du sol destiné à enfouir les chaumes et le reste des cultures précédentes afin de favoriser leur décomposition. On l'utilise pour diminuer le stock

semencier des adventices et couper le cycle des maladies fongiques et des ravageurs. Le déchaumage se pratique soit à l'aide d'un déchaumeur, instrument aratoire de divers types, à disque ou à dents soit par incinération des pailles afin de profiter des matières organiques et minérales qui résultent dans le sol .Il s'effectue après la récolte du précédent et avant les labours profonds. (DFRV, 2021)

9.3.3 Analyses du sol

L'analyse du sol est indispensable avant mise en place de toutes cultures. Pour les céréales elle se fait d'un à quelques mois avant le semis. Son objectif est de caractériser le sol sur les plans physique, chimique et biologique, afin de calculer la dose d'engrais à appliquer selon les besoins de la culture tout en tenant compte de l'état de fertilité du sol et de choisir le type d'engrais à apporter en fonction des paramètres du sol (calcaire, pH, salinité, concentration en N, P et K,etc.). Sur le plan phytosanitaire, il est préconisé aussi d'effectuer des analyses nématologiques avant la mise de la culture pour la recherche de nématodes à kystes (*Heterodera* sp) et d'autres nématodes filiformes (*Pratylenchus*).

Les analyses s'effectuent au niveau des laboratoires étatiques ou privés (DFRV, 2021)

9.3.4 Pré- irrigation

Cette opération permet de rendre le sol plus compact surtout celle qui est faible en argile tel que les sols saharienne, permet le repousse des mauvaises herbes et assure la levée des grains Cela est réalisé par un apport d'eau de 5 mm/jours/Ha pendant une semaine avant le labour et 7 mm/jours/Ha pendant une semaine entre la reprise de labour et le semis (ITGC, 1992)

9.3.5 Labour

La valorisation des facteurs de développement (semences, mode de semis, irrigation, désherbage chimique, fertilisation, etc..) dépend en grande partie du travail du sol (DFRV, 2021)

Les labours profonds (25 à 30 cm) permettent d'assurer l'accumulation de l'eau des pluies d'automne (Clément-Grancourt et Prats, 1971), la destruction des mauvaises herbes, le maintien et l'amélioration de la structure du sol et d'augmenter des réserves hydriques en profondeur du sol, lessivage des sels, l'amélioration de la fertilité de sol par la restitution et l'enfouissement des résidus de récolte. On utilise généralement une charrue à socs ou à disques (Belaid, 1996).

En conditions sèches, sur sols légers et peu profonds, comme les sols sahariennes, le chisel et recommandé pour remplacer la charrue à socs, travaillant ainsi le sol moyennement (ITGC, 2020).

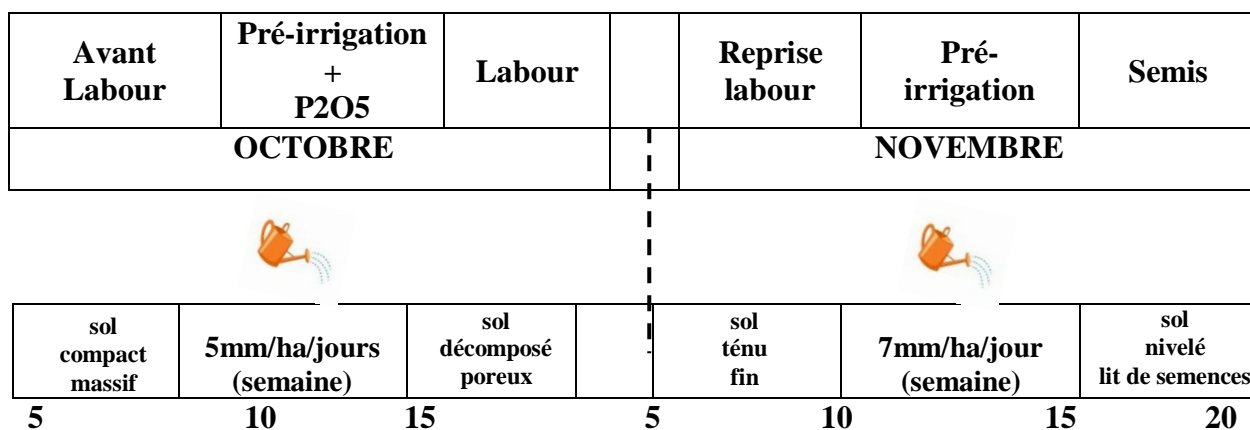


Figure 23: Evolution du structure du sol au cours de la phase du labour (ITGC, 1992)

9.3.6 Orientation du labour

Sur les terrains plats bien drainés, l'orientation du labour peut être réalisée dans n'importe quelle direction. Et sur les terrains en pente, il est recommandé de travailler le sol perpendiculairement au sens de la pente, afin d'éviter les problèmes d'érosion (DFRV, 2021)

9.3.7 Reprise du labour (Recroisement)

Cette opération succède au labour pour compléter la préparation du sol, tout en diminuant le volume des mottes. Elle permet aussi de mélanger les débris végétaux à une profondeur comprise entre 10 et 15 cm et d'éliminer les repousses, assurer une bonne aération de sol. Les outils utilisés sont le pulvériseur (cover-crop) ou le cultivateur à dent en deux passages croisés. Ce dernier est préconisé en sols secs et sur sols peu profonds afin de limiter l'émiettement excessif du sol et l'érosion. (ITGC, 2020)

Dans les régions sahéliennes, le reprise de labour commence au début du mois de novembre, (ITGC, 1992).

9.3.8 Façons superficielles

Réalisées avec une herse ou roto herse (à cages roulantes ou lames). C'est une étape très importante et obligatoire car elles permettent de bien niveler le sol et un affinement adéquat du lit de semences. (ITGC, 2020)

9.4 La Fumure de fond

Le phosphore et le potasse sont deux éléments fertilisants à apporter au moment de labours. Le phosphore est apporté à la dose de 92 Unités/Ha en zone de plus de 600 mm de pluviométrie et à la dose de 46 Unités /Ha en zone entre 400 et 600mm. Le potassium est apporté à la dose de 50 Unités /Ha (ITGC, 2020).

Pour produire un quintal du blé il faut 1,7 Kg de P et 2,2 Kg de K. Les besoins de la culture dépendent du rendement objectif (Alaoui, 2005).

Il doit être raisonné en fonction des analyses du sol. Il est admis que les sols et les eaux des régions sahariennes sont riches en potassium échangeable alors l'apport de cet élément n'est donc pas nécessaire alors que l'élément de phosphore son présence est faible ou bloqué à cause de la présence de calcaire ou une sur-fertilisation en azote dans le sol. (ITGC, 1992)

Le phosphore est apporté en trois reprises 1/3 au labour lors de la première pré-irrigation, 1/3 au semis et 1/3 au stade trois feuilles (ITGC, 1992)

Les besoins des céréales en phosphore et potassium en début de végétation son à plus de 80%. Les engrais de fond sont apportés dans les 15 jours avant semis ou pendant le semis, par enfouissement par des façons culturales afin de les mélanger au sol pour que la répartition soit homogène. Le phosphore et le potassium étant des éléments peu mobiles, ils sont retenus par le sol et ne risquent d'être entraîné par les eaux du lessivage. (DFRV,2021)

9.5 Le Semis

9.5.1 Traitement de semences

L'utilisation de la semence traitée représente le seul moyen de protéger les cultures contre les attaques de maladies fongiques et des ravageurs telluriques pendant la levée (Fusariose, ver blanc) et tout au long du cycle de développement (Piétin échaudage, charbons et carie). Cette opération permet également d'éviter la propagation de certaines maladies transmises par semence dans les parcelles indemnes (Helminthosporium, charbons et carie). Le traitement de la semence contre les maladies doit se faire avec des produits homologués (fongicides/ insecticides) par le biais d'un matériel spécial pour assurer un enrobage homogène de la semence. Les agriculteurs doivent acquérir les semences traitées homologuées par CNCC ou bien faire traiter leurs semences de ferme auprès des CCLS avant semis. (DFRV, 2021)

9.5.2 Période de semis

La date de semis dépend de chaque variété. Elle permet de maîtriser la période optimale de floraison pour éviter les gelées tardives et les siroccos précoces (Chabi et al.,1992). La période la plus favorable de semis est comprise entre mi-novembre et mi-décembre. Les variétés tardives sont semées plus tôt que les variétés précoces (ITGC, 2020) .La période de semis variée selon le type de la variété et le climat de la zone de culture. Il doit être raisonnée en fonction de la température et le stade végétatif de la plante afin d'éviter des crises éventuelles.

- Idéalement d'avoir une température inférieur à 20c° durant la phase levée-tallage ;
- Une température supérieure à 20c° accélère le cycle végétatif de la culture et peut l'exposé aux bases base températures à l'épiaison ;
- Une température basse <4C° à l'épiaison provoque l'avortement ;

- Une température supérieure à 30 C° au moment de remplissage du grain provoque l'échaudage et tout particulièrement en semis tardif.

Dans les régions sahariennes, La période idéale de semis est le mois de novembre alors que le semis au mois de décembre régresse le rendement jusqu'à 25% (ITGC, 1992)

9.5.3 Densité de semis

Le nombre de plantes par mètre carré est raisonnée par :

- La variété : selon l'indice de tallage de la variété
- Le taux de précipitation
- Le climat : le froid favorise le tallage

9.5.4 Dose de semis

Le raisonnement de la dose de semis doit viser l'obtention d'un peuplement optimal.

La dose de semis est à raisonner en fonction des paramètres suivants

- La densité de semis recommandée selon la variété (grains /m²) ;
- Le poids de 1000 grains PMG (g) de la variété semis ; plus le grain est gros, plus la dose de semis augmente ;
- La faculté germinative FG (%) des semences utilisée : augmenter la dose en cas de faible faculté germinative ;
- Le teneur de sol et de l'eau en sels : augmenter la dose en cas de forte teneur en sels (possibilité d'inhibition de la germination d'une partie des graines semées).
-

$$\text{La dose de semis (Kg.Ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{PMG (g)} \times \text{Densité (grains /m}^2\text{)}}{\text{FG (\%)}}$$

Ex : pour la variété du Blé dur OUED ELBARED

$$\begin{aligned} \text{La dose de semis (Kg.Ha}^{-1}\text{)} &= \frac{\text{PMG (42 g)} \times \text{Densité (480 grains /m}^2\text{)}}{\text{FG (96\%)}} \\ &= 210 \text{ Kg.Ha}^{-1} \end{aligned}$$

Il est recommandé de semer à une densité de 350 à 400 grains / m² correspond à une dose de semis de 120 à 140 Kg.Ha⁻¹ dont l'écartement entre les lignes de semis est de 18 à 20 cm (ITGC, 2020).

Les variétés adaptées dans les régions sahariennes la dose de semis recommandés est de 200 à 250 Kg.Ha⁻¹ soit 450 à 550 plantes/m² (ITGC, 1992).

9.5.5 Profondeur de semis

Les graines doivent être placées à une profondeur de 2 à 4 cm. En conditions sèches, il est recommandé de semer à une profondeur de 3 à 6 cm. Il est recommandé de réaliser un semis en ligne avec un semoir mécanique, équipé de ses tubes de descente préalablement bien réglé. Il est fortement déconseillé l'utilisation des l'épandeur centrifuge comme outil de semis, généralement utilisé pour l'épandage des engrais, et ce pour éviter la cassure de la graine, hétérogénéité de la levée au niveau de la parcelle. (DFRV, 2021)

9.5.6 Réglage du semoir

Un semis réussi est la meilleure façon de réaliser le reste de l'itinéraire technique dans de bonnes conditions, et réussir son semis c'est d'abord vérifier son semoir (le semoir en lignes doté de ses tubes de descente, doit être bien réglé pour assurer une profondeur de 3-4cm et une densité de semis homogène ainsi qu'une levée uniforme). Le réglage du semoir est une étape très importante pour la réussite du semis et assurer par la suite une bonne levée et avoir de bons résultats. Donc réussir son semis, c'est d'abord vérifier son semoir en s'assurant des opérations suivantes :

- Déterminer la largeur de travail (en mètre). Elle correspond à la largeur de semis du semoir ;
- Déterminer la vitesse d'avancement ($V = \text{Km/H}$) ;
- Déterminer la dose de semis (Q) en Kg.Ha^{-1} ;
- Calculer le débit théorique de semoir en Kg/min .

Dans le cas de non maîtrise de ces opérations indispensables, il devient impératif de solliciter l'assistance d'un machiniste qualifié auprès de la CCLS (DFRV, 2021)

9.5.7 Roulage

Après le semis, en conditions de sécheresse, il est important d'effectuer un roulage au moyen d'un rouleau croskill (sur les sols lourds pour éviter le tassement de sol) ou lisse (sur les sols légers), pour assurer un bon contact de la graine avec le sol favorisant son ensemencement et plus tard le tallage. En conditions assez humide, il est déconseillé d'effectuer le roulage (ITGC, 2020)

9.6 L'irrigation

La culture du blé dur convient dans les zones à pluviométrie comprise entre 400 et 600 mm. Les besoins en eau d'irrigation du blé dur sont plus importantes entre les stades de développement montaison et remplissage des grains.

L'apport de complément d'eau d'irrigation est recommandé en cas de sécheresse (irrigation d'appoint), notamment durant les phases critiques de développement de la culture qui

CEREALICULTURE SELON UNE APPROCHE ENERGETIQUE

se situent de la montaison au stade grain pâteux. En cas de sécheresse printanière, il est conseillé, en général, de réaliser trois (03) irrigations de 30 à 40 mm chacune, durant les phases critiques de développement du blé. L'irrigation d'appoint peut dépasser 200 mm durant la campagne (ITGC, 2020).

Dans les régions sahariennes les besoins du blé dur en eau d'irrigation est estimée entre 800 et 1000 mm. Elle doit être raisonnée en fonction des paramètres suivants

- La période de semis : plus d'eau en semis précoce et moins en semis tardif (décembre)
- La variété : plus d'eau pour les variétés tardive et moins pour les variétés précoces ;
- Le stade de la culture : moins d'eau durant la période végétative (Levée- Montaison) et plus durant la période reproductrice (après Epiaison) ;
- La teneur du sol en sel : plus d'eau en cas de forte accumulation des sels dans le profil pour favoriser le lessivage (ITGC, 2020).
- Doit être raison à fin de limiter les pertes d'azote liée au lessivage de sol ou volatilisation (ITGC, 2022)

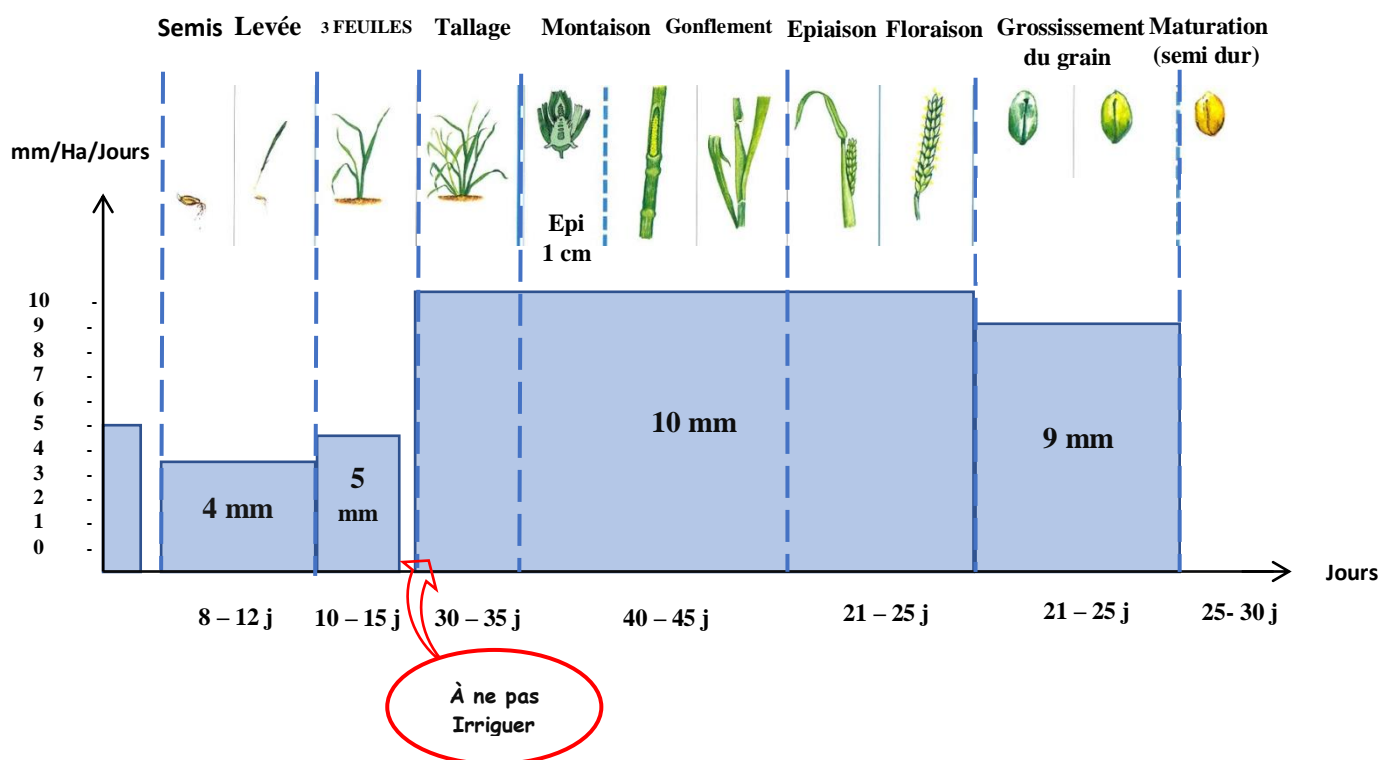


Figure 24: Exigences du blé en eau d'irrigation (ITGC, 2020)

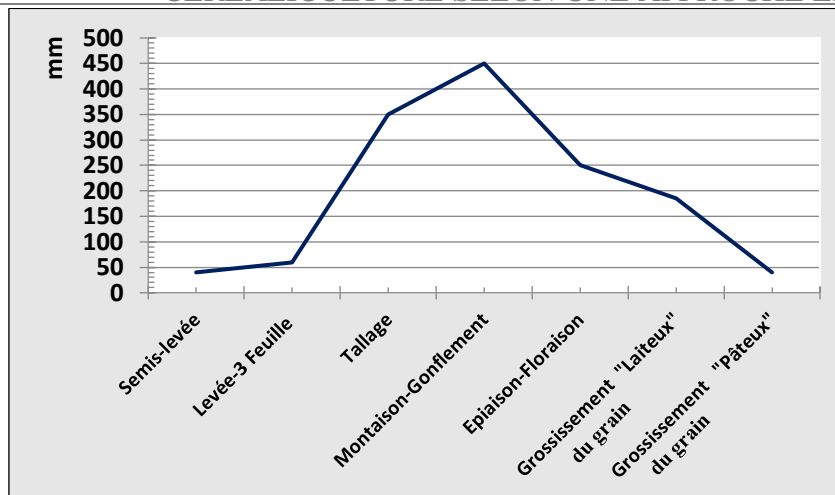


Figure 25: Evolution des exigences du blé en eau d'irrigation (ITGC, 2020)

9.7 La Fertilisation azotée

Il doit être raisonné en fonction des analyses du sol. La fertilisation raisonnée est une des composantes de l'agriculture raisonnée, respectueuse de l'environnement. Elle consiste à maintenir et à améliorer le pouvoir nutritionnel d'un sol en vue de satisfaire les exigences des cultures afin d'atteindre les potentialités de production du sol tout en respectant l'environnement. Chaque culture reçoit une fertilisation adaptée à ses besoins, tout en prenant en compte le sol et le climat pour le calcul des doses d'engrais à apporter (DFRV, 2021). Le blé dur est relativement exigeant en azote, il a besoin de la plus grande part de ses besoins en azote pendant la phase tallage-remplissage du grain (Alaoui, 2005).

Au tallage, il agit sur la première composante du rendement c'est-à-dire l'augmentation de nombre de talles par mètre carré. Au stade montaison et floraison, il agit respectivement sur l'allongement de la tige et intervient dans la fécondation en diminuant l'avortement des fleurs. Durant, le remplissage du grain, cette phase est marquée par la migration de l'azote des organes végétatifs vers les grains (Belaid, 1986).

La bonne alimentation en azote est importante pour le blé dur pour maîtriser le mitadinage, dû à un déséquilibre entre l'eau azote qui déprécie la qualité du grain et affecte son rendement semoulier. En général, il est recommandé d'apporter 92 Unités/Ha d'azote en zone de plus de 600 mm de pluviométrie et 46 Unités/Ha en zone de 400 à 600 mm. Etant donné la forte mobilité de l'azote, il est très important de fractionner l'apport d'engrais azoté en deux ou trois fois, dont il est nécessaire d'irriguer 15 mm dans les 15 jours qui suivent chaque apport d'azote afin de limiter les pertes par lessivage ou volatilisation. À l'aide d'un épandeur d'engrais bien réglé, la dose totale est fractionnée en trois temps, (ITGC, 2020)

- 1/3 au premier apport (stade 3 à 4 feuilles) pour obtenir un peuplement épi suffisant ;

- 1/3 au deuxième apport (épi 1cm) pour améliorer le nombre de grains/épi et éviter la régression des talles ;
- 1/3 au troisième apport (3ème nœud), aura un effet sur la teneur en protéines du grain.

Une forte fumure azotée provoque un déséquilibre entre les matières organiques (glucides, protide) aboutissant à la verse. A l'inverse une carence, conduit à une réduction du nombre de grains par épis (Belaid, 1986).

9.8 Les Oligo-éléments

Suite aux observations faites sur terrain, il apparaît des carences en certains oligoéléments tels que le zinc, le cuivre, le manganèse et le soufre. Il est donc nécessaire de faire des apports pour satisfaire les exigences de la culture. Il est recommandé d'apporter une dose de 5 litres par hectare du produit commercial avec les eaux d'irrigation à partir de stade de épi 1cm. L'élément de soufre recommandé à partir de stade tallage (ITGC, 2020)

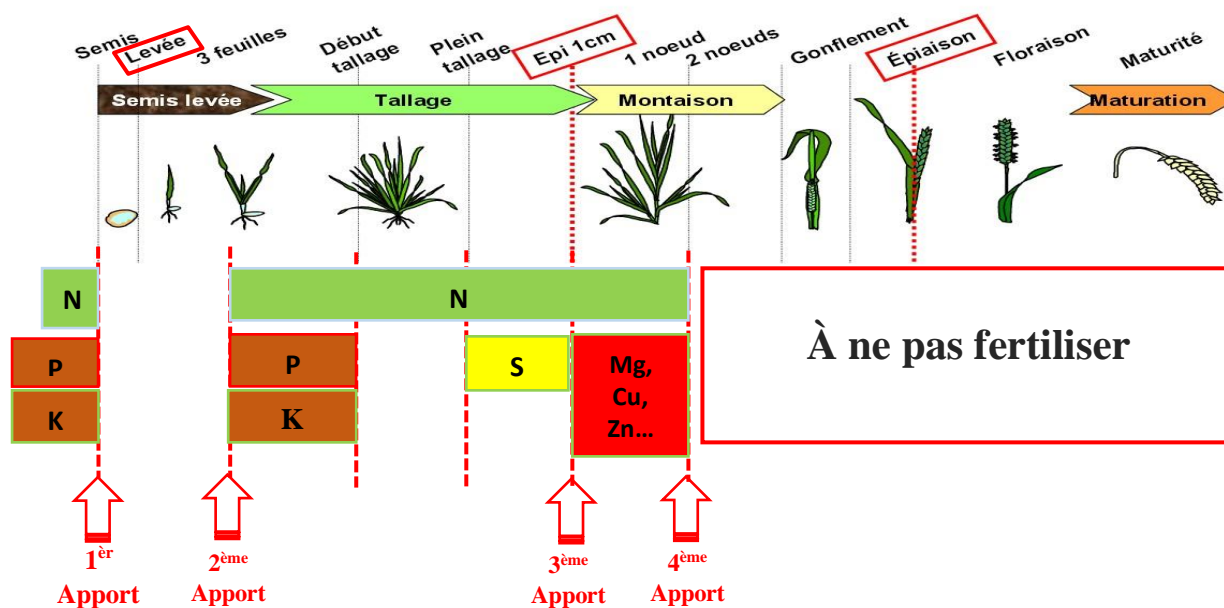


Figure 26: Les besoins du blé en engrais et oligo-éléments (ITGC, 2020)

Pour produire un (01) quintal de blé dur, il suffit

- Azote : 3.5 Unité (Kg) ;
- Phosphore : 1.5 Unité (Kg) ;
- Potasse : 2 Unités (Kg).

Ainsi pour produire 60 Qx, il suffit

- Azote : 210 Unités (Kg) d'où 1 Qx UREE 46% contient 46 Unités donc on est besoin de 4.5 Qx

- Phosphore : 90 Unités (Kg) d'où TSP 46% contient 46 Unités donc on est besoin de 2 Qx (ITGC, 2020)

9.9 Le Désherbage

Le désherbage est une opération culturale importante pour le contrôle des principales adventices rencontrées dans la culture du blé dur, telle que les monocotylédones (folle Avoine , phalaris,, Ray-grasse) et les dicotylédones (coquelicot, moutarde , fumeterre). Les mauvaises herbes régressent de 20 à 30% du rendement attendu de fait qu'ils profitent d'eaux, les éléments organiques et minéraux présentent dans le sol.

Le désherbage peut être

9.9.1 Lutte intégrée

Il est plus judicieux de considérer le contrôle des adventices, dans un contexte de protection de l'environnement et du consommateur ; à cet effet il est préconisé avant de recourir à une lutte chimique de procéder comme suit :

- La lutte agronomique qui consiste à utiliser les méthodes culturales telles que la rotation des cultures, le faux semis et le décalage de la date de semis ;
- La Lutte mécanique Consiste à l'utilisation des outils de travail du sol tel que tracteurs, charrue, cover-crop, chisel, au cours de l'opération de labour à fin d'arracher les racines des mauvaises herbes et d'enterrer leurs stocks de semences ;
- L'utilisation de la semence certifiée ou la semence réglementaire pour éviter l'introduction de nouvelles espèces nuisibles. (DFRV, 2021)

9.9.2 Lutte chimique

La lutte chimique consiste à détruire les adventices par l'application d'herbicides anti-monocotylédones, anti-dicotylédones ou polyvalents. Une application assez précoce, au stade 3 à 4 feuilles de la culture, est recommandée pour un désherbage efficace. Toutefois, on peut prolonger le désherbage, au plus tard, jusqu'à la fin tallage de la céréale et au stade plantule des adventices. L'utilisation des herbicides est raisonnée en fonction du type de mauvaises herbes présentes et du taux d'infestation caractérisant la parcelle de culture.

Le succès d'une telle opération dépend de la période d'intervention et des conditions d'application qui demandent de la précision et du savoir-faire.

Pour réussir le désherbage chimique, il est recommandé de respecter les conditions suivantes :

- Choisir l'herbicide en fonction du type d'adventice, de la plante cultivée et du taux d'infestation. En présence d'adventices monocotylédones et dicotylédones, il est préconisé d'utiliser un herbicide polyvalent ;

- Régler le pulvérisateur, de manière à ce que le jet soit homogène et vaporisant ;
- Epandre la dose prescrite par le fabricant (le surdosage provoque la phytotoxicité de la culture et le sous-dosage favorise la résistance des adventices ;
- Traiter sous conditions climatiques favorables (Vitesse du vent <11Km/H, $25^{\circ}\text{C} \geq \text{Température} \geq 8^{\circ}\text{C}$ et Humidité relative $\leq 60\%$) ;
- Alternner les herbicides pour éviter l'apparition des phénomènes de résistance des adventices aux herbicides : il est conseillé d'alternner les produits en utilisant des herbicides à différents modes d'action ;
- Un deuxième traitement au printemps est parfois nécessaire, Si les adventices persistent, comme la folle avoine, le chardon ou les renouées.

La meilleure des stratégies d'un désherbage efficace est de combiner les deux luttas (mécanique et chimique). (ITGC, 2020)

9.10 Le Contrôle des maladies et ravageurs

Comme pour le désherbage chimique, il est préférable de recourir aux méthodes de lutte intégrée par notamment la pratique de la rotation des cultures et l'utilisation de variétés tolérantes aux maladies mais aussi par une utilisation raisonnée et efficace des pesticides, afin d'éviter les phénomènes de résistance et préserver l'environnement. Les ennemis des cultures du blé sont divers et peuvent intervenir en végétation, à l'épiaison ou au cours du stockage des grains. Pour le contrôle de ces maladies et ravageurs, il existe deux alternatives :

9.10.1 La lutte intégrée

C'est un moyen préventif par l'application de certaines techniques culturales, telles que :

- Eviter la pratique de la monoculture (céréale sur céréale) et adopter plutôt une rotation de cultures bien raisonnée ;
- Effectuer le travail du sol et le déchaumage pour la destruction des œufs, des spores parasites et des mauvaises herbes qui sont des foyers de parasites ;
- Utiliser des variétés résistantes ou tolérantes aux maladies ;
- Eviter les semis denses ;
- Eviter les fumures azotées excessives éviter les sols mal drainés (DFRV, 2021)

9.10.2 La lutte chimique

Qui consiste à l'utilisation des produits fongicides et/ou insecticides homologués et appropriés, en végétation ou en traitement de semences. Les maladies les plus importantes rencontrées sur le blé dur en Algérie sont : la rouille brune la rouille jaune, la septoriose, l'helminthosporiose, le charbon, la carie, et la jaunisse naissante. Certains maladies fongiques sont contrôlées par le traitement chimique des semences (caries, charbons), d'autres

sont traitées par les fongiques en végétation en préventif ou en curative dès l'apparition de la maladie.

Le traitement de la maladie en végétation est raisonné en fonction de la sévérité de la maladie prévalente (taux d'infection). Par ailleurs, l'utilisation de variétés tolérantes à une maladie donnée, constitue un moyen stratégique de lutte.

Le blé dur est également sensibles aux attaques d'insectes nuisibles tel que les pucerons qui sont transmetteurs de maladies virales (cas de jaunisse naissante), les vers blancs, la mouche de Hesse ou cécidomyie, le céphe des chaumes, les punaises et le criocères.

Le traitement en végétation par insecticides appropriés est recommandé dès l'apparition des insectes. (ITGC, 2020).

9.11 La Récolte

La récolte est la dernière opération culturale du cycle de la céréale. Cette opération est importante et délicate, elle peut entraîner une perte plus ou moins importante si celle-ci est faite dans de mauvaises conditions. Au moment de la récolte des céréales, un ensemble d'opérations doit être effectué pour prévenir la dégradation de la qualité des graines.

La période de la récolte diffère selon les variétés et la région. Elle s'effectue entre fin mai et juin pour l'orge et l'avoine et entre juin et juillet pour les blés et le triticale. Il faut récolter en combinant le stade optimum de maturité avec une humidité du grain entre 12 à 13%.

- La paille et la végétation sont totalement jaunâtres
- La tige ne se plie pas mais se casse facilement.
- Les grains se détachent facilement par frottement de l'épi entre les mains ;
- Les graines se cassent sous la dent

Pour limiter au maximum les pertes à la récolte et minimiser la présence des impuretés, il est important de commencer tôt la récolte, de procéder aux réglages appropriés de la moissonneuse- batteuse liée à :

- La vitesse de rotation du batteur ;
- Ecartement batteur – contre batteur ;
- Ouverture de grille supérieure ;
- Ouverture de la grille inférieure ;
- Vitesse d'avancement. (ITGC, 2020)

9.12 Les facteurs influents sur le rendement du blé dur selon les phases de développement

- La dose de semis : 2 à 2.5 Qx.Ha⁻¹ (selon la variété) (la phase semis)
- Le nombre de plantes par m² (la phase levée)
- Le nombre des talles par plante (la phase tallage)

- Le nombre d'épi par plante (la phase montaison - gonflement – épiaison)
- Le nombre de grains par épi (la phase floraison)
- Le poids de mille grains PMG (la phase grossissement - maturation de grains)

9.13 Le Calcul théorique du rendement

Se fait à partir de trois composants :

- Le nombre d'épi par mètre carré
- Le nombre de grains par épi
- Le poids de mille grains PMG (g)

Le rendement (g/m²) = Nbr d'épis/m² X Nbr grains/épis X PMG

CHAPITRE II : CADRE METHODOLOGIQUE

Dans ce chapitre, nous allons présenter la région de notre étude, la wilaya de Biskra, particulièrement sa situation géographique et ses facteurs édaphiques et climatiques et la méthode adoptée pour procéder notre étude énergétique.

SECTION I : PRESENTATION DE LA REGION DE L'ETUDE BISKRA**1 Situation géographique et limites de la région de Biskra**

La wilaya de Biskra est située dans la partie sud-est de l'Algérie à 400 km de la capital Alger, sous les pentes du massif des Monts des Aurès, qui représente la frontière naturelle entre celui-ci et le nord. Elle se trouve à une altitude de 124m, sa latitude est de 34,48°N et une longitude de 05,44°E et s'étend sur une superficie estimée à 21 509.8 Km² et comprend 33 communes et 12 daïra. Elle est bordé par la wilaya de Batna du nord, la wilaya de M'sila du nord-ouest, la wilaya de Khenchela du nord-est, la wilaya de Djelfa du sud-ouest, la wilaya de El-oued du sud-est et la wilaya de Ouargla du sud. En 2015 il y a été crié une nouvelle wilaya mandaté d'Ouled djellal comprenant les daïra Ouled djellal et Sidi khaled. Le dénombrement des habitants jusqu'au 13/12/2015 est 869 215 hab soit 40 hab/km². (MIDR, Biskra, web 2023)

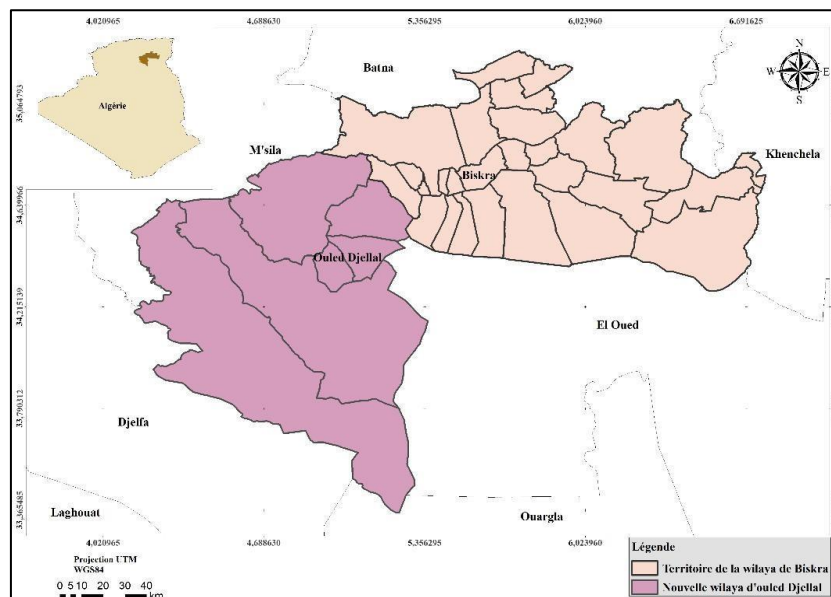


Figure 27: Carte de la région de Biskra

2 Données édaphique**2.1 Le Relief**

Selon Djebaili (1978) la géomorphologie d'une zone est régie par les facteurs topographiques, qui sont eux-mêmes les résultats soit de la configuration du terrain

(à l'échelle régionale) ou bien des accidents de reliefs (à l'échelle locale). Ces facteurs ont également pour effet de modifier les autres facteurs écologiques, tels que la température et les précipitations.

La région de Biskra constitue la transition entre les domaines atlasiques plissés du Nord et les étendues plates et désertique du Sahara au Sud. Elle se présente, en général, comme un piémont sans relief marqué, qui relie par une pente douce; les chaînes atlasiques aux étendues Sahariennes du Sud (GOSKOV, 1964).

La morphologie de la région des Ziban est constituée de quatre grands ensembles écologiques qui a permis de développer une agriculture très diversifiée qui caractérise chaque zone :

- **Les montagnes:** Situées au Nord de la wilaya, elles sont généralement dénudées de toute végétation naturelle, le point culminant est Djebel Taktiout d'une altitude de 1924 m
- **Les plateaux:** Localisés en grande partie à l'Ouest de la wilaya, ils s'étendent sur une superficie de 1210848 hectares (soit 56% de l'étendue de la wilaya).la végétation des plateaux est maigre constituée des sites privilégiés de parcours.
- **Les plaines:** Elles s'étendent dans l'axe Est - Ouest de la wilaya de Biskra, et couvrent la quasi-totalité des Daïra d'El-Outaya et Sidi-Okba et la commune de Doucen.
- **Les dépressions:** Sont situées au Sud-Est de la wilaya, elles constituent une assiette où se forment des nappes d'eau très minces constituant ainsi les chotts dont le plus important est le chott Melghir dont le niveau peut atteindre moins 33m au-dessous de la mer (Anonyme, 2005).

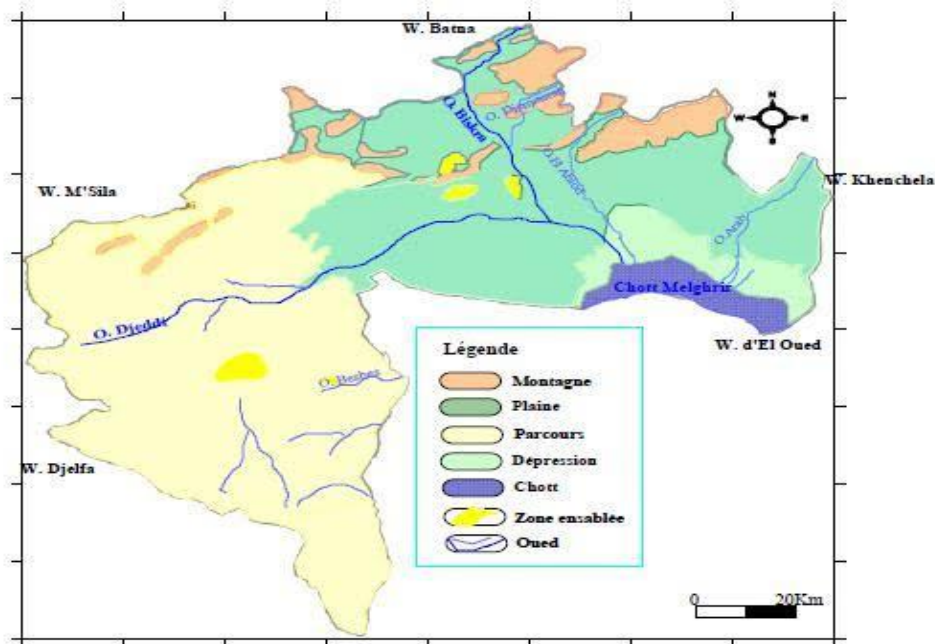


Figure 28: Carte d'esquisse géologique de la wilaya de Biskra

2.2 Le Sol

L'étude morpho analytique des sols de la région de Biskra montre l'existence de plusieurs types de sols. D'après des études pédologiques réalisées par Khachai (2001), les sols présentent les caractéristiques suivantes:

- Les régions Sud, sont surtout caractérisées par les accumulations salées, gypseuses et calcaires.
- Les régions Est, sont définies par les sols alluvionnaires et les sols argileux fertiles.
- Les zones du Nord (ou zones de montagne) sont le siège de la formation des sols peu évolués et peu fertiles.
- La plaine située au Nord-ouest de Biskra est caractérisée par des sols argileux-sodiques irrigués par les eaux fortement minéralisées constituent le caractère de la pédogenèse de cette région.

Selon l'étude réalisée par l'ITA Mostaganem (1975), les sols de Biskra sont caractérisés comme suit :

- Carence prononcée en matière organique (0,39 à 1,8 %)
- Carence prononcée Phosphore (4 %).

2.3 Le réseau hydrographique

Le bassin hydrographique, ou bassin versant est l'unité ou le cadre de toute étude hydrologique. Les limites d'un bassin sont formées par les lignes de partage des eaux ; qui le séparent des bassins adjacents. Elles sont facilement réparables dans les régions où le relief est bien marqué, il n'en est pas de même dans les régions très plates, où les eaux divaguent dans celles où les écoulements temporaires se perdent dans les sables ou dans les cuvettes désertiques (Meguenni-tani, 2013).

La wilaya de Biskra est traversée par plusieurs oueds qui constituent un réseau hydrographique simple qui ne fonctionne qu'en hivers ou pendant les pluies exceptionnelles.

Ces Oueds prennent naissance dans le massif des Aurès. Leur importance dépend des bassins versants qu'ils drainent.

Divers oueds et cours d'eau temporaires à écoulement principal sillonnent la région et se déversent dans la dépression du Chott Melghir. Les plus importants sont Oued Djedi, Oued Biskra, Oued El-Arab et Oued El-Abiod (Bouammar, 2010).

L'ensemble des Oueds parcourant la région fait partie du grand bassin versant Saharien du Chott Melghir.

- L'Oued Djeddi (l'oued le plus important du bassin), présente l'axe de drainage d'un bassin versant de 9130 Km²; il constitue un collecteur des eaux de ruissellement d'une superficie importante du flanc Sud de l'Atlas Saharien.
- L'Oued Biskra, son réseau hydrographique est constitué par un grand nombre d'affluent qui collectent les eaux de ruissellement du Sud-Ouest de l'Aurès. Cet Oued a formé une vallée alluviale qui recèle une importante nappe d'inféro-flux actuellement exploitée.
- L'Oued El Arab prend sa source des monts qui constituent la partie Orientale des Aurès et se jette dans la zone dépressionnaire du chott Melghir (ANRH, 2008)

Les ressources en eau superficielles sont relativement peu importantes et peu exploitées. Elles sont irrégulières et par conséquent, leur utilisation se limite à la pratique de l'agriculture de crue qui reste marginale

Les caractéristiques de ces Oueds sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 4: Les caractéristiques des Oueds de la wilaya de Biskra

Désignation de bassin	Superficie (ha)	Nom de l'oued principal	Principaux affluents
Bassin versant de l'oued EL Arab	20 8500	Oued El Arab	Oued Mestaoua
Bassin versant De l'oued Labiod	24 500	Oued Labiod	Oueds (Latrous et Elkatar)
Bassin versant De l'oued Djeddi	21 6000	Oued Djeddi	Oueds (Trifia, Boumlili, Tamda, Ouzen, Elhai, Branis)

(ANRH, 2008)

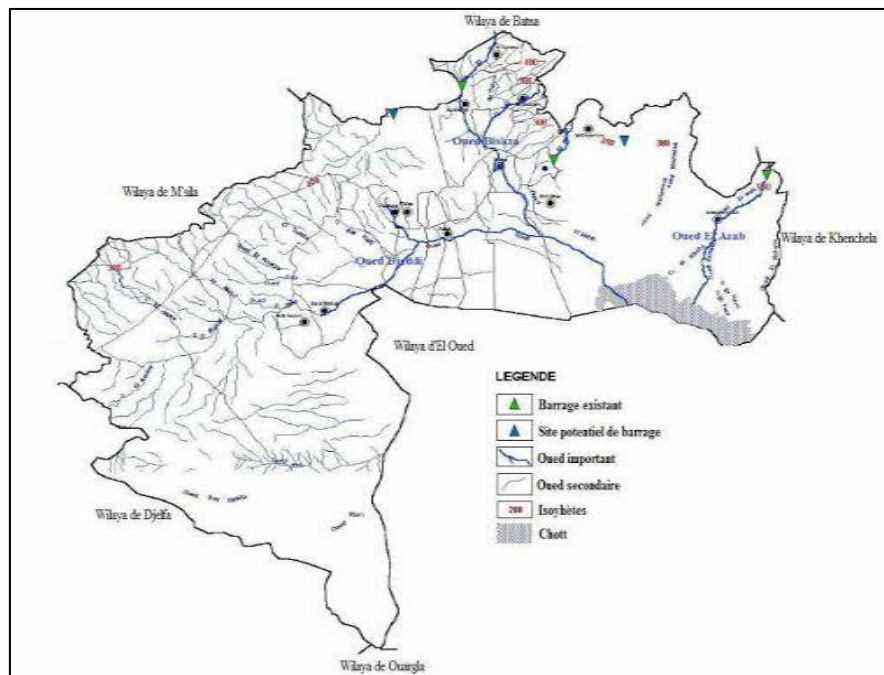


Figure 29: Carte du réseau hydrographique de la wilaya de Biskra (ANAT, 2003)

2.4 Le réseau hydrogéologique :

Les principaux aquifères exploités dans la région de Biskra appartiennent aux étages suivants :

- Le Mio-Plio-Quaternaire (représenté par la nappe des sables et la nappe superficielle). ;
- l'Eocène inférieur (nappe des calcaires) ;
- Le Sénonien supérieur (Maestrichtien) ;
- L'Albien et le Barrémien (nappe du continental intercalaire) (ANAT, 2003).

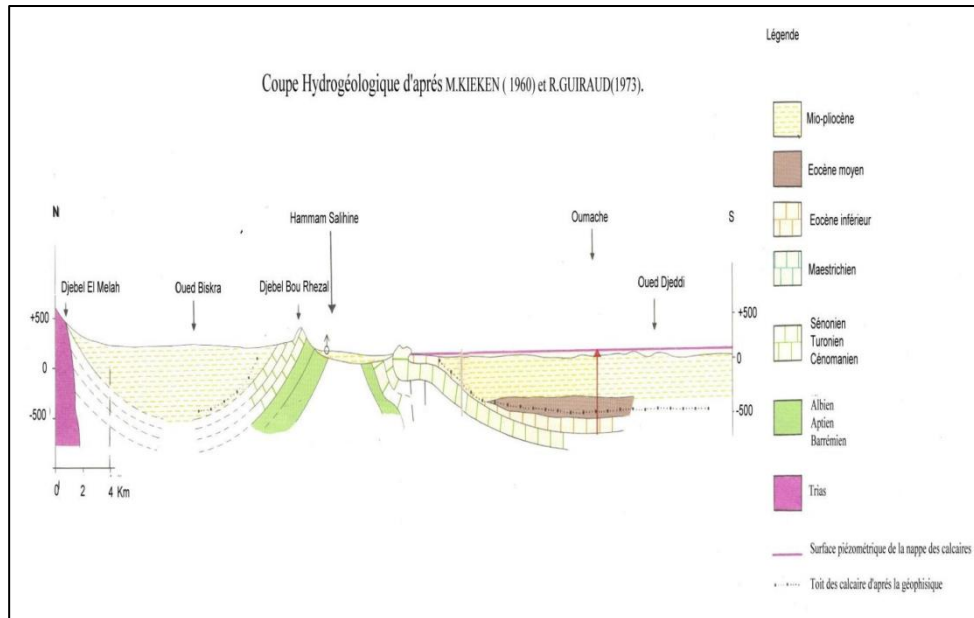


Figure 30: Coupe hydrogéologique dans la région de Biskra (Kieken, 1960 et Guiroud, 1973)

2.4.1 Les nappes superficielles :

Cette nappe se localise généralement dans les accumulations alluvionnaires, et c'est au niveau des palmeraies qu'elles sont le mieux connues avec une profondeur comprise entre 20 et 150 m et un débit de 5 à 10 l/s. Les nappes les plus importantes dans la wilaya, sont celles de l'Oued Biskra et de l'Oued Djeddi. Leur alimentation est assurée par les précipitations atmosphériques, l'infiltration des eaux des oueds en période de crue et par les eaux d'irrigation. (ANAT, 2003).

2.4.2 Les nappes des sables :

Constituée par une alternance de niveaux d'argile, sable et cailloutis d'âge Mio-pliocène, elle couvre une grande superficie de la wilaya. Cette nappe est fortement exploitée dans la partie Est de la Wilaya et notamment dans la zone de M'Zirâa.

Du point de vue hydrodynamique, cette nappe présente un système très hétérogène représenté par des couches de diverses perméabilités. La profondeur de cette nappe est de 100 à 300 m, avec un débit moyen de 15 l/s.

A l'Est de la wilaya de Biskra, cette nappe se subdivise en deux aquifères séparés par une épaisse couche d'argile et d'argile sableuse, l'un profond désigné sous le nom du Pontien et l'autre moyennement profond qui est la nappe du Mio-pliocène connue dans cette région.

Le sens d'écoulement principal de la nappe des sables est vers la zone du chott Melghir

2.4.3 Les nappes des calcaires :

Cette nappe est constituée essentiellement de calcaires fissurés d'âge Eocène inférieur. Elle est la plus sollicitée dans les palmeraies des Ziban, où elle est appelée « Nappe de Tolga ».

La profondeur de cette nappe varie de 100 m dans la zone de Tolga à 500 m dans la zone de Lioua. Le débit varie de 10 l/s par pompage jusqu'à 30 l/s jaillissant (cas d'Ourlal et Lioua).

Les différents sondages réalisés dans cette région montrent qu'il existe une continuité hydraulique entre la nappe de l'éocène inférieur et celle du sénonien supérieur sous-jacente. Par contre, dans la zone d'Oumache et M'lili, ces deux nappes sont séparées par une épaisse couche de marne et de marno-calcaire et où la profondeur est d'environ 900 m.

Au Nord et au Nord Est de la wilaya, la nappe des calcaires est représentée par un aquifère très important qui est le Maestrichtien et le Campanien d'une profondeur comprise entre 200 et 900 m et d'une bonne qualité chimique d'eau. On note par ailleurs l'existence de la nappe du Turonien qui n'est pas très exploitée dans la région (ANAT, 2003).

2.4.4 Les nappes du continental intercalaire :

C'est un réservoir très important constitué essentiellement de grès et de marne d'âge Albien et Barrémien, d'une profondeur comprise entre 1600 et 2500 m, et un débit moyen de 80 l/s jaillissant. Son exploitation est très coûteuse en raison de sa profondeur. En outre sa température excessive la rend difficilement utilisable aussi bien pour l'alimentation en eau potable que pour l'irrigation.

Cette nappe est exploitée dans 19 forages dans la wilaya.

3 Le Climat

L'ensemble agro-écologique des Ziban appartient à l'étage bioclimatique saharien, caractérisé par un hiver doux peu pluvieux et un été sec et chaud (Le Houérou, 1995).

Le climat saharien est caractérisé notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de températures (Ozenda, 1991). Les principaux paramètres climatiques retenus dans cette étude sont: les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative. Nous avons utilisé les données climatiques de l'Office National de Météorologie (ONM) de la wilaya de Biskra.

3.1 La Température

D'après les résultats reportés dans le graphe montrent que la région de Biskra est caractérisée par de fortes températures pouvant atteindre une moyenne annuelle de 22.59 °C. Nous relevons aussi des fortes variations saisonnières entre le mois le plus chaud (Juillet) avec une moyenne mensuelle de 34.81°C et le mois le plus froid (Janvier) avec une moyenne mensuelle de 11.86°C.

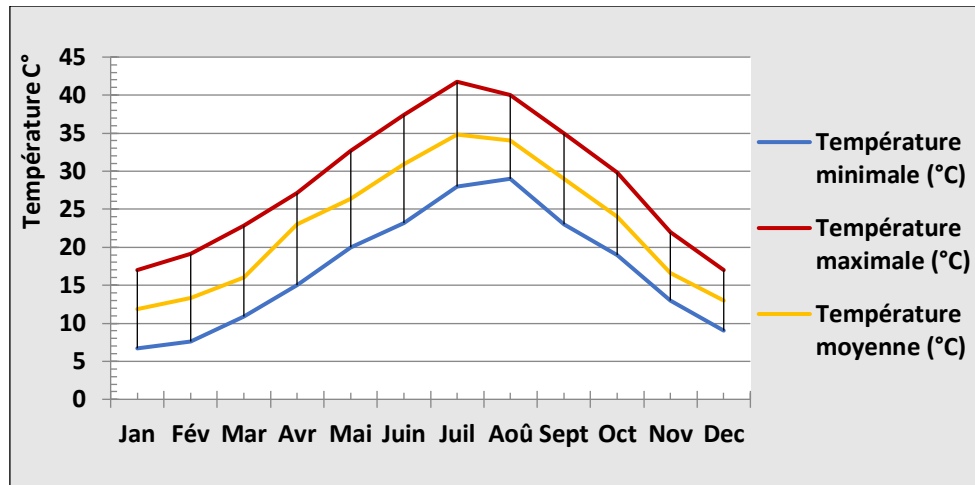


Figure 31: Les températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période de 2000 à 2016)

3.2 Les Précipitations

Le terme « précipitations » englobe toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, que ce soit sous forme liquide (pluie) ou sous forme solide (neige, grêle). Dans notre région d'étude, les précipitations sont faibles (Megueni, 2013). La région des Zibans est caractérisée par des précipitations faibles inférieure 200 mm, brutales, très localisées, irrégulières et mal réparties au cours de l'année.

Il ressort d'après le graphe que les précipitations annuelles dans la région de Biskra sont très faibles de 116.89 mm et caractérisées par une irrégularité remarquable. Le mois de juillet a été le plus sec avec 0.16 mm de pluies enregistrées, en revanche, le mois de janvier a été le plus arrosé avec 20.33 mm de précipitations.

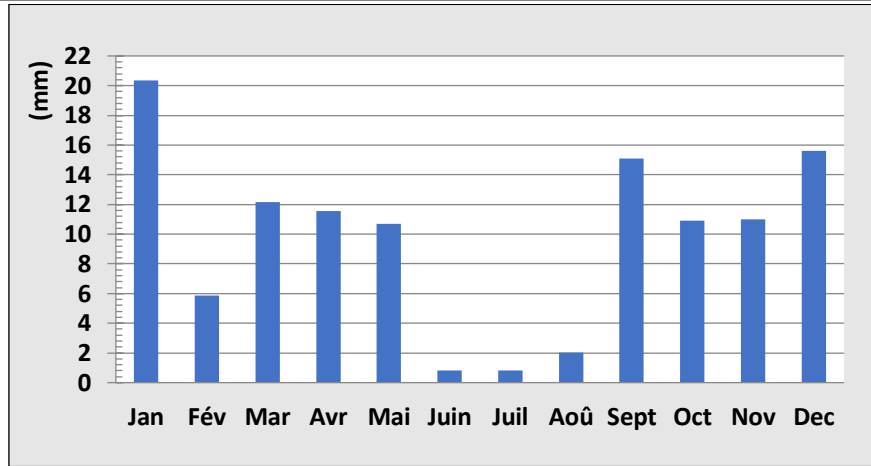


Figure 32: Les précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période de 2000 à 2016

3.3 Le Vent

C'est un phénomène continu au désert où il joue un rôle considérable en provoquant une érosion intense grâce à la particule sableuse qu'il transporte. Nous observons en contrepartie une sédimentation assez importante qui se traduit par la formation des dunes (Ozenda, 1983).

Le vent augmente l'évapotranspiration et contribue à dessécher l'atmosphère (Diarra, 2018; Monod, 1992). Il inhibe la croissance des végétaux et élimine certaines espèces d'Arthropodes en partie ou en totalité dans les lieux ventés (Mutin, 1977).

Les vents sont fréquents et répartis sur toute l'année avec des vitesses moyennes mensuelles de 4,33 m/s dont la moyenne de la vitesse maximale du vent a été enregistrée au cours du mois d'avril avec 5.73 m/s. Par contre, la minimale a été relevée en octobre avec 3.57 m/s.

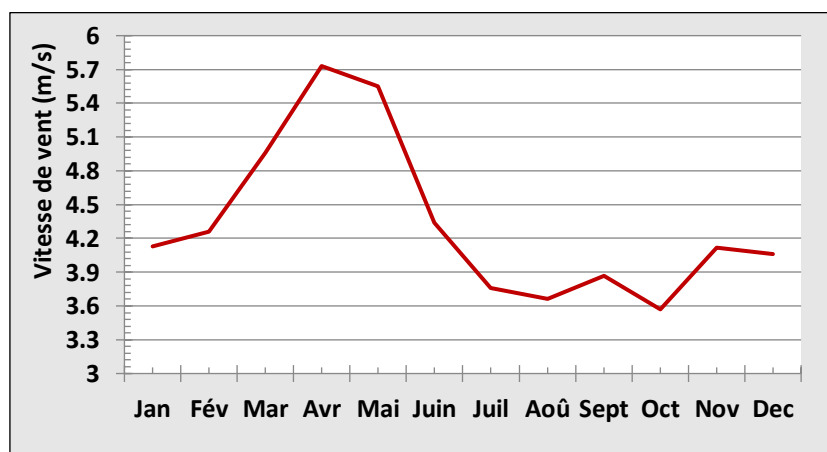


Figure 33: Les vitesses moyennes mensuelles du vent de la région de Biskra durant la période de 2000 à 2016

3.4 L'Humidité

L'hygrométrie ou bien humidité relative de l'air est le rapport entre la quantité effective de la vapeur d'eau dans un volume d'eau donnée, par rapport à la quantité maximale dans ce même volume avec la température. (Khachai, 2001). L'humidité relative de l'air varie sensiblement en fonction des saisons. L'humidité moyenne annuelle enregistrée est de 42.3%, durant l'été, elle chute jusqu'à 25,9 % en Juillet et sous l'effet d'une forte évaporation. Par contre, en hiver, elle s'élève jusqu'à 58,7% au maximum en Décembre.

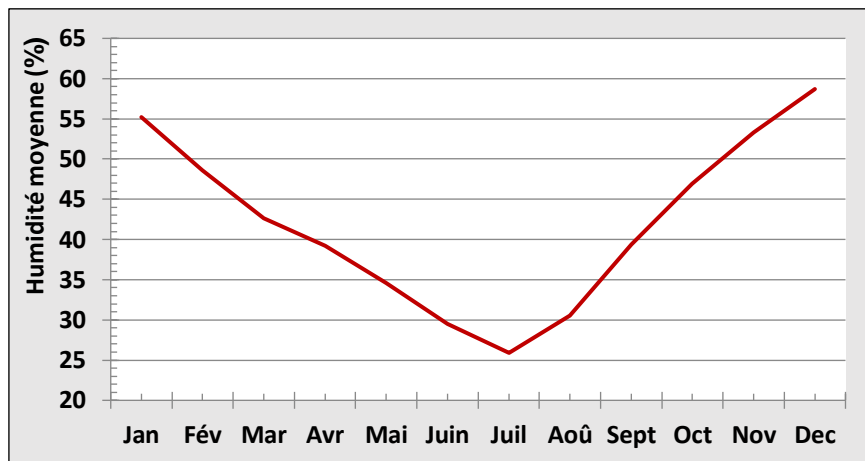


Figure 34: l'humidité moyenne mensuelle de la région de Biskra durant la période de 2008 à 2018.

3.5 La Synthèse climatique

La synthèse climatique consiste à déterminer la période sèche et la période humide par le biais du diagramme ombrothermique de Gaussen ainsi que l'étage bioclimatique des régions d'étude grâce au climagramme pluviométrique d'Emberger.

3.5.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen met en évidence la notion des saisons humides et sèches. La figure 34 représente en abscisse les mois et en ordonnée les températures (T) et les précipitations (P) ayant une échelle double pour les premières où $P = 2 T$.

Gaussen considère qu'il y'a une sécheresse lorsque les précipitations mensuelles exprimées en millimètres sont inférieures au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés Celsius (Dajoz, 1971).

L'analyse de la figure nous indique que la période sèche dans la région de Biskra durant la période 2000 à 2016 s'étale durant presque sur toute l'année, elle est plus accentuée en été.

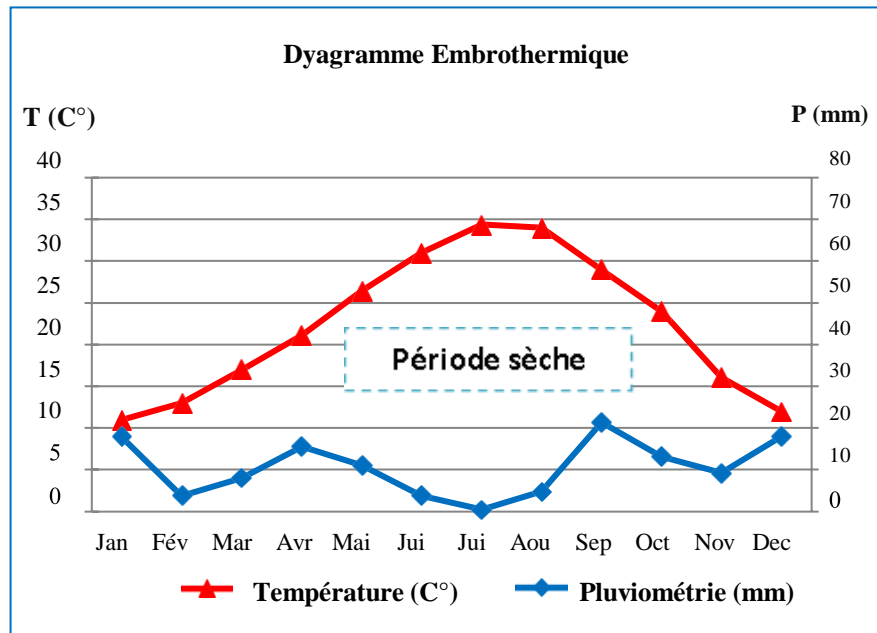


Figure 35: le diagramme ombrothèrmique de Gausson de la région de Biskra durant la période de 2000 à 2016

3.5.2 Climagramme d'Emberger

La formule du quotient pluviométrique d'Emberger a été modifiée par STEWART (1969), elle se calcule comme suit:

$$Q = 3,43 \times P / M - m$$

- P est les précipitations annuelles en mm.
- M est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.
- m est la moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

Pour une approche bioclimatique de la région de Biskra durant la période de 2000 à 2016, les valeurs de ce quotient sont de l'ordre de 11,3 où P est égal à 116,89 mm; M à 41,28 °C et m à 5,81 °C. En rapportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger (Figure 35), nous trouvons que la région de Biskra se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré et se caractérise par des précipitations faibles, de fortes températures, une grande luminosité et une évaporation intense

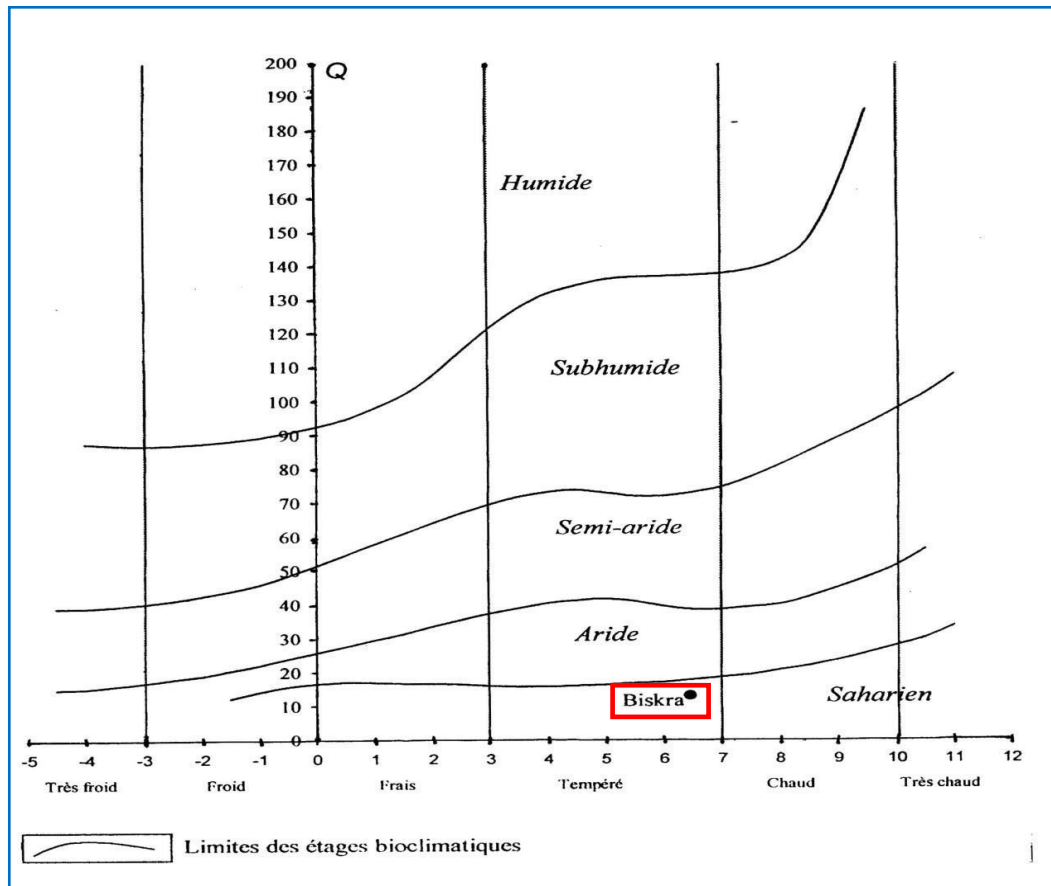


Figure 36: Localisation de la région de Biskra sur le climagramme d'Emberger

4 Diversité végétale

4.1 Le Milieu naturel

La structure végétale est fortement liée aux sols et au climat, la végétation naturelle de la région de Biskra est adaptée à un climat aride presque toute l'année. Selon Schiffers (1971), le milieu désertique est caractérisé par un couvert floristique très clairsemé, discontinu, à aspect généralement nu et isolé et très irrégulier sous l'influence des facteurs édapho-climatiques qui sont très rudes. En revanche Halitim (1988) montre que ces facteurs n'inhibent pas l'apparition ou la prolifération d'une flore saharienne spontanée caractéristique sous l'existence des conditions plus ou moins favorables offrant par des zones géomorphologiques spécifiques. Les caractéristiques du milieu physique de la région de Biskra affectent la détermination et la répartition de la végétation ainsi que l'activité agricole (Figure № 36)

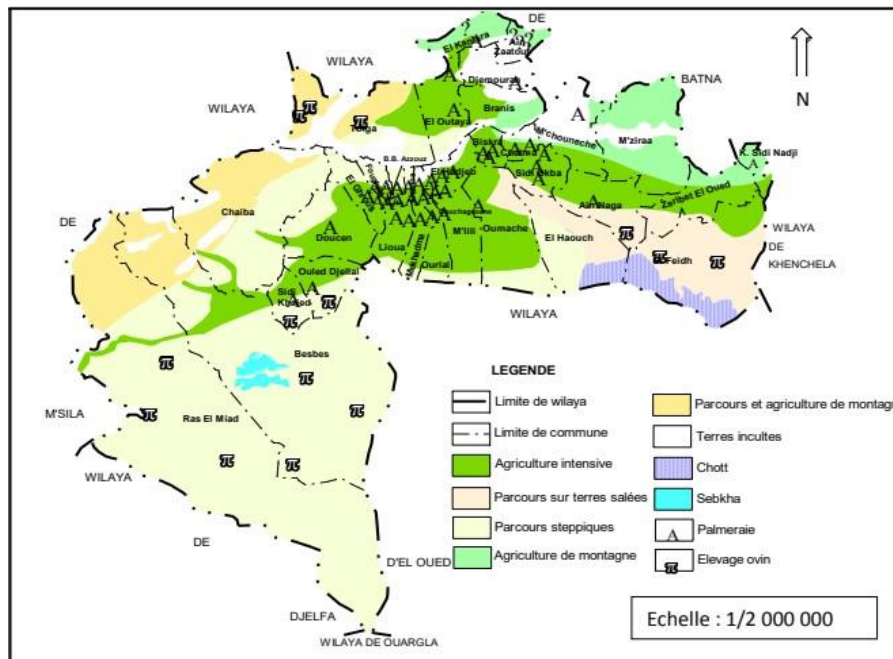


Figure 37: Carte des activités agricoles de la région de Biskra (Anonyme, 2003)

Sous l'effet de plusieurs facteurs, différents milieux steppiques sont répartis dans la région de Biskra, parmi lesquels on mentionne la présence ou l'absence de sable, l'affleurement de rocher, la concentration de différents sels sous l'influence de remontée par la nappe phréatique, ainsi que des immersions humides plus ou moins salées (Halilet, 1998).

Les steppes sont des formations naturelles herbacées et arbustives très ouvertes, clairsemées, à aspects généralement nues, isolées et très irrégulières (Moussi, 2012). La végétation steppique est caractérisée par un ensemble de communautés qui doivent leur physionomie, à caractère herbacé et/ou plus ou moins arbustif, à l'abondance soit de graminées cespiteuse (steppe à *Stipa tenacissima*, steppe à *Lygeum spartum*), chaméphytique (steppe à *Artemisia herba-alba*) et les steppes crossulantes. mais aussi à la fréquence et au mode de distribution, le plus souvent irréguliers, des espèces annuelles. Cette végétation reflète les conditions édapho-climatiques (steppe halophile à salsolacées et la forêt-steppe à *Tamarix articulata*) (Kaabeche, 1990; Khachai, 2001; Diab, 2011). A toutes ces steppes s'ajoute un cortège floristique d'espèces annuelles très important.

Les espèces identifiées sont regroupées dans l'annexe (01).

4.2 Le Milieu cultivé

Le Palmier dattier *Phoenix dactylifera* représente la plus importante culture dans la région de Biskra, avec une estimation de 50 200 24 palmiers dont 32 500 40 de la variété Deglet Nour (D.S.A, 2017). Sa diffusion est liée à la forte adaptation aux milieux arides, voir hyperarides, de cet arbre qui s'accommode aisément à des fortes températures ainsi que du faible bilan

pluviométrique qui définit l'espace saharien (Kouzmine, 2003). Il est noté que le palmier dattier est en association avec une flore originale qui comprend des halophytes. La présence de ces dernières s'explique par la remontée de sels et des adventices liées aux cultures elles-mêmes (Kaabeche, 1990). L'espace entre les palmiers dans la plupart des cas est occupé par des cultures intercalaires, comme les arbres fruitiers notamment l'olivier (*Olea europaea*), figuiers (*Ficus carica*), grenadiers (*Punica granatum*) et de la vigne (*Vitis vinifera*). Et Les cultures annuelles: la fève (*Vicia faba*), l'oignon (*Allium cepa*), l'ail (*Allium sativum*), le petit pois (*Pisum sativum*), la courgette (*Cucurbita pepo*), la carotte (*Daucus carota*), le navet (*Brassica rapa*) et surtout des aires de blé dur (*Triticum turgidum*), blé tendre (*Triticum aestivum*) et d'orge (*Hordeum vulgare*) font place en été aux tomates (*Solanum lycopersicum*), piments (*Capsicum annuum*), melons (*Cucumis melo*) et pastèques (*Citrullus lanatus*) et parfois aux quelques aires de culture industrielle de tabac (*Nicotiana tabacum*) et de henné (*Lawsonia inermis*). La culture d'oasis est intensive; c'est une culture dont les travaux se font manuellement, et exigent beaucoup d'eau, surtout en été (Ozenda, 1991; Dubost et Larbi, 1998).

La situation géographique de la wilaya de Biskra, sa diversité écologique, ces ressources hydriques, ces terres plates et ses potentialités humaines avec leurs cultures ont donnée à la région des Ziban sa vocation agro-pastorale.

SECTION II : MATERIEL ET METHODE

1 Objectif de l'étude

Notre étude consiste à réaliser une enquête avec un échantillon de l'ensemble des agriculteurs céréaliers de la wilaya de Biskra sur la base d'un questionnaire établi préalablement dont l'objectif est de connaître, durant la campagne agricole 2021/2022, les quantités ou bien les volumes d'heures des entrées exploités dans un système de production du blé dur que ce soit machinerie, approvisionnements, eau d'irrigation et main d'œuvres d'une part et les sorties de la production d'autre part.

2 Préparation de l'enquête

Notre enquête portée sur l'évaluation de bilan énergétique du blé dur dans la région des Ziban. Il a été commencé par la collecte de données à partir

- ITGC de Sétif ; données relatives à l'itinéraire technique de la conduite du blé dur dans les régions sahariennes et cela pour l'objectif de formaliser le questionnaire selon une base chronologique et méthodologique.

- DSA de Biskra ; données concernant le nombre de céréaliculteurs par commune ayant emblavé le blé dur durant la campagne agricole 2021/2022 et cela pour l'objectif d'établir l'échantillon moyen des agriculteurs avec lesquelles nous allons réaliser notre enquête.

3 Echantillonnage des enquêtés

Le tableau ci-après représente les statistiques de DSA de Biskra portées sur les superficies semis et le nombre des céréaliculteurs du blé dur par communes durant la campagne agricoles 2021/2022,

Tableau 5: Les superficies et le nombres des céréaliculteurs ayant semis le blé dur durant la campagne 2021/2022

COMMUNE	SUPERFICIE EMBLAVEE TOTAL (Ha)	SUPERFICIE EMBLAVEE BLE DUR (Ha)	NOMBRE CEREALICULTEURS TOTAL	NOMBRE CEREALICULTEURS BLE DUR
ELOUTAYA	2 450	1250	153	88
ELKANTRA	20	0	10	0
TOLGA	945	610	68	42
OUMACHE	497	163	42	14
MLILI	331	221	29	24
OURLAL	260	218,3	28	19
MKHADMA	105,9	22,3	36	14
LIOUA	272	64	137	51
SIDI OKBA	854,5	444,5	107	64
AIN NAGA	2 600,9	2 013,04	195	155
ELHAOUCHE	24 96,03	1965	83	54
CHETMA	26	8	4	2
MCHOUNECHE	26	9,5	10	2
Z/ELOUED	5249	2256	645	577
ELFEIDH	5 718,5	2 117,5	472	323
MZIRAA	1 982,5	741,5	341	328
KS NADJI	125	60	14	13
BISKRA	24,5	4	8	3
ELHADJEB	7,5	0	3	0
DJEMOURA	20,4	0	17	9
BRANIS	90,5	25	10	4
TOTAL WILAYA	24 102,23	12 192,64	2 412	1 786

Selon le tableau №5, le nombre total des céréaliculteurs ayant semis le blé dur est de 1 786 agriculteurs. Vu le temps et les difficultés du terrain, nous avons arrivé de réaliser un

échantillon de 100 céréaliculteurs de blé dur qui englobe tous les type de production que ce soit Smid, Semences ou Frik, répartie sur les onze (11) communes ayant enregistré les moyens de production du blé dur le plus élevée au niveau de la wilaya de Biskra durant la campagne 2021/2022 et qui sont (Elfeidh, Zeribet eloued, M'ziraa, Ain naga, Sidi okba, Elhaouche, Eloutaya, Tolga, Oumahe, Ourlal et Mlili). Cet échantillon est reparti comme suite ;

- Soixante (60) enquêtés producteurs de Smid
- Vingt (20) enquêtés producteurs de Semences
- Vingt (20) enquêtés producteurs de Frik

4 Présentation du questionnaire

Nous avons pris en considération la diversité des niveaux d'instructions de nos agriculteurs, pour cela, notre questionnaire a été établi de façon qui permettrait un axée facile et rapide de la question en utilisant un langage fellah simple et compréhensible par l'ensemble des agriculteurs. Le contexte des questions vise à connaître les différents processus que les agriculteurs adoptent dans leurs travailles ainsi que les quantités utilisées et produites pour le rapport entrées-sorties.

5 Organisation de questionnaire

Notre questionnaire est composé de quatre (04) parties qui sont

- Identification de l'exploitant : comprenant les informations personnelles de l'agriculteur (nom, prénom, adresse, niveau d'instruction...) ;
- Identification de l'exploitation : comprenant les informations sur l'exploitation (localité, lieu-dit, SAT, SAU ...) ;
- Identification des entrées exploités et leurs quantités ou volumes d'heures utilisés pour chacun (matériels, approvisionnements, eau d'irrigation et main d'œuvres...) et d'autre part les sorties récoltés et leurs quantités ;
- Identification des contraintes rencontrées par les agriculteurs.

6 Analyse des données

Après avoir collecté les données du questionnaire, nous avons les saisi dans le programme de SPSS pour procéder à l'analyse statistique sur l'échantillon des enquêtés à travers des variables statistiques comme l'âge des céréaliculteurs, rendement de production....etc, puis

nous avons utilisé le programme d'EXCEL pour réaliser notre analyse énergétique à travers des coefficients énergétiques équivalentes (MJ/ Unité).

7 Calculs importants

L'enquête a été réalisée dans la limite de confiance de 90%, dont 10% reste correspond à l'erreur acceptable. Cent (100) céréaliculteurs ont été sélectionnés au hasard pour cette étude. Les calculs ont été faits sur l'apport énergétique total en unité de surface (Ha) qui constitue l'ensemble apports énergétiques totaux des entrées : travail humain, machinerie et approvisionnements (semences, engrais chimiques, produits chimiques), eau d'irrigation, électricité et carburants. Les Ratios de l'énergie sorties / entrées des entreprises compris dans l'agriculture du blé dur.

Les calculs du bilan énergétique ont été faits pour déterminer le niveau de productivité et la durabilité agricole de système de production du blé dur. Les unités indiquées dans le tableau 5 ont été utilisées pour calculer les valeurs des entrées /sorties de la production de blé dur. Énergie précédente des études d'analyse (sources) ont été utilisées lorsque déterminer les coefficients équivalents en énergie. Par ajouter les équivalents énergétiques de toutes les entrées dans l'unité MJ, l'équivalent énergétique total a été trouvé. afin de déterminer l'efficacité de la consommation d'énergie de production du blé dur, Mohammadi et al. (2010) ont indiqué que «l'efficacité de l'utilisation de l'énergie» la productivité, et l'énergie nette ont été calculé en utilisant les formules suivantes (Mandal et al, 2002) et (Mohammadi et al, 2010)

$$\text{Efficacité énergétique} = \frac{\text{Energie produite (MJ.Ha}^{-1}\text{)}}{\text{Energie consommée (MJ.Ha}^{-1}\text{)}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Productivité énergétique} = \frac{\text{Production (Kg.Ha}^{-1}\text{)}}{\text{Energie consommée (MJ.Ha}^{-1}\text{)}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Energie spécifique} = \frac{\text{Energie consommée (MJ.Ha}^{-1}\text{)}}{\text{Production (Kg.Ha}^{-1}\text{)}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Énergie nette} = \text{Energie produite (MJ.Ha}^{-1}\text{)} - \text{Énergie consommée (MJ.Ha}^{-1}\text{)} \dots\dots\dots (4)$$

Tableau 6: Les unités et les équivalents énergétiques utilisés dans le bilan énergétique de production du blé dur

Entrées / Sorties	Unité	Energie équivalente (MJ / Unité)	Source
Entrées			
Semence de blé	Kg	14.7	Mani, 2007
Engrais chimique			
Azote (N)	Kg	66.14	Mohammadi et al, 2010
Phosphore (P2O5)	Kg	12.44	Mohammadi et al, 2010
Potasse (K2O)	Kg	11.15	Mohammadi et al, 2010
Pesticide			
Désherbant	Kg	310	Saunders, 2006
Fongicide	Kg	210	Saunders, 2006
Insecticide	Kg	315	Saunders, 2006
Electricité	KWh	3.6	Ghorgani et al, 2011
Eau d'irrigation	M ³	1.02	Erdal et al, 2007
Machinerie	H	62.70	Kızılaslan, 2009
Carburant	L	56.31	Contraras et al, 2010
Travail humain	H	1.96	Mani, 2007
Sorties			
Grain de blé	Kg	14.7	Mani, 2007
Paille	Kg	12.5	Mani, 2007

Tableau 7: Les unités et les équivalents CO2 utilisé dans l'évaluation des émissions de GES de la production du blé dur

Entrées	Unité	GHG équivalent (Kg CO2éq/unité)	Source
Entrées			
Engrais chimique			
Azote (N)	Kg	4.570	Eren et al, 2019
Phosphore (P2O5)	Kg	1.180	Eren et al, 2019
Potasse (K2O)	Kg	0.640	Eren et al, 2019
Pesticide	Kg	5.100	Eren et al, 2019
Electricité	KWh	0.167	Eren et al, 2019
Machinerie	H	0.071	Eren et al, 2019
Carburant	L	2.760	Eren et al, 2019
Travail humain	H	0.700	Eren et al, 2019

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Dans ce chapitre, nous allons présenter les principaux résultats de notre enquête repartis en deux volets ; l'identification des céréaliculteurs enquêtés et leurs exploitations agricoles ainsi que le bilan énergétique et émissions de gaz à effet de serre de leur système de production du blé dur.

SECTION I : IDENTIFICATION DES CEREALICULTEURS ENQUETES ET LEURS EXPLOITATIONS AGRICOLES

1 Age des enquêtés

L'enquête s'est déroulée avec 100 céréaliculteurs de la région des Ziban. L'âge moyen des enquêtés est de 53,54 ans (Sdt écart-type -14,223), il varie entre 26 et 88 ans. 25% des enquêtés ont un âge inférieur ou égal à 45 ans et 50% ont un âge inférieur ou égal à 53,50 ans, alors que 75% sont inférieure ou égales à 64 ans dont 47 ans est l'âge le plus fréquent. Cela nous indique que l'ensemble des enquêtés présente un âge légèrement avancé.

Tableau 8: Répartition des enquêtés par classe d'âge

Classe (xi)	Effectifs (ni)	Fréquence (fi)	Cumulé (fcc)
26 - 33	9	0.09	0.09
34 - 41	12	0.12	0.21
42 - 49	22	0.22	0.43
50 - 57	23	0.23	0.66
58 - 65	11	0.11	0.77
66 - 73	14	0.14	0.91
74 - 81	8	0.08	0.99
82 - 89	1	0.01	1
N	100	1	/

2 Rendement de production des exploitations des enquêtés

Le rendement moyen de production des exploitations des enquêtés est de 28,80 Qx.Ha⁻¹ (Sdt écart-type -6.919), il varie entre 17,85 et 47,50 Qx.Ha⁻¹. 25% des exploitations ont un rendement inférieur ou égal à 24 Qx.Ha⁻¹ et 50% sont inférieur ou égal à 27.20 Qx.Ha⁻¹, alors que 75% des exploitations sont inférieur ou égales à 32 Qx/Ha. Cela nous indique sur la faiblesse du rendement de production du blé dur dans l'ensemble des exploitations des enquêtés.

Tableau 9: Répartition des enquêtés par classe des rendements de la production par hectare des exploitations

Classe (xi)	Effectifs (ni)	Fréquence (fi)	Cumulé (fcc)
[17 , 20]	8	0.08	0.08
] 20 , 23]	15	0.15	0.23
] 23 , 26]	26	0.26	0.49
] 26 , 29]	18	0.18	0.67
] 29 , 32]	10	0.10	0.77
] 32 , 35]	8	0.08	0.85
] 35 , 38]	5	0.05	0.90
] 38 , 41]	3	0.03	0.93
] 41 , 44]	4	0.04	0.97
] 44 , 47]	3	0.03	1
N	100	1	/

3 Communes des exploitations des enquêtés

Rappelons que dans cette étude énergétique nous avons choisi un échantillon de 100 enquêtés des onze (11) communes ayant enregistré les moyens de production du blé dur le plus élevée au niveau de la wilaya de Biskra durant la campagne 2021/2022 selon les statistique de DSA et qui sont les communes d’Elfeidh, Zeribet eloued, M’ziraa, Ain naga, Sidi okba, Elhaouche, Eloutaya, Tolga, Oumache, Ourlal et Mili. Le tableau № 10 présente la répartition par communes des exploitations de production des enquêtés

Tableau 10: Répartition des enquêtés par communes des exploitations de production

Communes d’exploitation	Nombre d’enquêtés
Zeribet eloued	12
El feidh	12
M’ziraa	6
Sidi okba	7
Ain naga	19
Elhaouche	12
Tolga	6
Eloutaya	9
Oumache	8
Ourlal	4
Mili	5
N	100

4 Mode d'acquisition des exploitations des enquêtés

L'analyse statistique nous a montré que le plus grand pourcentage des enquêtés 60% exploitent leurs parcelles dans le cadre de la mise en valeur par APFA.

Tableau 11: Répartition par mode d'acquisition de l'exploitation des enquêtés

Mode d'acquisition de l'exploitation	Nombre d'enquêtés
Propriétaire par achat	16
Propriétaire par héritage	10
Mise en valeur par concession	11
Mise en valeur par APFA	60
Achat depuis un attributaire d'APFA	1
Location	2
N	100

5 Contraintes rencontrés par les enquêtés

L'analyse statistique nous a montré que le plus grand pourcentage des enquêtés 37% ont souffert du problème faiblesse de rendement. 20% des enquêtés ont déclaré avoir souffert de problème de rareté de la main d'œuvre, 12% de l'insuffisance logistique liée à l'absence de rabattement d'électricité alors que 13% de rabattement des nappes et ceux-ci sont les céréaliculteurs des communes de Zeribet eloued , Elfeidh et M'ziraa.

Tableau 12: Répartition des enquêtés par contraintes rencontrés

Contraintes rencontrés	Nombre d'enquêtés
l'insuffisance logistique liée à l'absence de rattachement d'électricité	12
Faible rendement	37
Rareté de la main d'œuvres	20
Rabattement de la nappe	13
Salinité	2
Aléas climatique inattendus	16
N	100

SECTION II : EVALUATION DU BILAN ENERGETIQUE ET EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE (GES) DU SYSTEME DE PRODUCTION DU BLE DUR

1 EVALUATION DU BILAN ENERGETIQUE

Les résultats de notre enquête sur le bilan énergétique de production du blé dur dans la région des Ziban sont basés sur les données collectées de la campagne 2021/2022 avec lesquelles nous avons pris comme échantillon 100 céréaliculteurs d'une superficie totale semis de 1 554.50 Ha dont la production moyenne a été de 2 880.93 Kg Ha⁻¹. Comme il est présenté dans le tableau №13, les résultats de l'analyse énergétique nous ont montré, que la consommation d'énergie par l'ensemble des entrées a été 41 545.36 MJ.Ha⁻¹ réparti comme suite ; la grande partie de l'énergie a été consommé par l'électricité avec 12 235.83 MJ.Ha⁻¹ (29.45%) suivi par l'eau d'irrigation 9 552.32 MJ.Ha⁻¹ (23.00%), engrais chimiques 7 381.13 MJ.Ha⁻¹ (19.70%), carburant 7 346.92 MJ.Ha⁻¹ (17.68%), semence 2 683.26 MJ.Ha⁻¹ (6.45%), machinerie 1003.5 MJ.Ha⁻¹ (2.45%), travail humain 373.25 MJ.Ha⁻¹ (0.88%) et pesticide 162.97 MJ.Ha⁻¹ (0.39%). L'énergie des sorties a été 48 086.19 MJ.Ha⁻¹ dont les grains de blé dur est de 42 349.62 MJ.Ha⁻¹ (88.07%) et les pailles 5 736.57 MJ.Ha⁻¹ (11.92%).

Tableau 13: calculs énergétiques de production du blé dur

Entrées / Sorties	Unité	Energie équivalent (MJ / unité)	Unité par hectare (unité.Ha ⁻¹)	Valeur énergétique (MJ.Ha ⁻¹)	Rapport (%)
Entrées					
Semence de blé	Kg	14.7	182.53	2 683.26	6.45
Engrais chimiques				8 187.31	19.70
Azote (N)	Kg	66.14	115.29	7 625.10	18.35
Phosphore (P2O5)	Kg	12.44	34.78	432.67	1.04
Potasse (K2O)	Kg	11.15	11.62	129.54	0.31
Pesticide				162.97	0.39
Désherbant	Kg	310	0.42	131.22	0.31
Fongicide	Kg	210	0.13	26.48	0.06
Insecticide	Kg	315	0.02	5.27	0.01
Electricité	KWh	3.6	3 398.84	12 235.83	29.45
Eau d'irrigation	M³	1.02	9 365.02	9 552.32	23.00
Machinerie	H	62.70	16.0	1003.5	2.41
Carburant	L	56.31	130.47	7 346.92	17.68
Travail humain	H	1.96	190.43	373.25	0.89
Total Entrées				41 545.36	100
Sorties					

Grain de blé	Kg	14.7	2 880.93	42 349.62	88.07
Paille	Kg	12.5	458.93	5 736.57	11.92
Total Sorties				48 086.19	100

L'énergie entrée peut-être divisée en deux groupes (directs et indirects) ou (renouvelable et non-renouvelable). L'énergie indirecte compris : semences, engrais chimique, pesticide, machinerie alors que l'énergie directe inclue : travail humain, carburant, électricité, eau d'irrigation. L'énergie renouvelable compris : travail humain et eau d'irrigation alors que l'énergie non-renouvelable inclue: machinerie, semence, engrais chimique, pesticide, électricité, carburant. Comme il est présenté dans le tableau №14, l'énergie directe est de 29 508.32 MJ.Ha⁻¹ soit 71.02% alors que l'énergie indirecte est de 12 037.04 MJ.Ha⁻¹ soit 28.97%. L'énergie renouvelable est de 9 925.57 MJ.Ha⁻¹ soit 23.89% alors que l'énergie non-renouvelable est de 31 619.79 MJ.Ha⁻¹ soit 76.10%.

Tableau 14: Types d'énergies entrées dans la production du blé dur

Type d'énergie	Energie entrées (MJ.Ha⁻¹)	Rapport (%)
Energie directe	29 508.32	71.02
Energie indirecte	12 037.04	28.97
Total	41 545.36	100
Energie renouvelable	9 925.57	23.89
Energie non-renouvelable	31 619.79	76.10
Total	41 545.36	100

Les calculs des indicateurs énergétiques nous ont démontré ce qui suit (tableau №15) :

- L'efficacité énergétique qui est le rapport entre l'énergie produite et l'énergie consommée est égale à 1.15 supérieur à un 1,0 donc le bilan énergétique est positif ce qui nous démontre sur l'efficacité de processus de production de blé dur dans la région des Ziban pour l'ensemble des céréaliculteurs enquêtés durant la campagne 2021/2022, c'est-à-dire que le système produise plus d'énergie qu'il en a consommé (système productif).
- Productivité énergétique qui est le rapport entre la production et l'énergie consommée; cette valeur nous indique sur la productivité d'un 1MJ consommée lord de processus de production du blé dur et qui nous a donné 0.08 Kg.MJ⁻¹
- Energie spécifique qui est le rapport entre énergie consommée et la production, cette valeur nous indique sur énergie consommée pour produire un 1Kg du blé dur et de la paille et qui nous a donné 12.43 MJ.Kg⁻¹.

- Energie nette qui est l'écart entre l'énergie sortante et entrante et qui nous a donné + 6 540.83 MJ.Ha⁻¹. Cette valeur positive nous indique sur la durabilité de ce système de production du blé dur dans la région des Ziban pour l'ensemble des céréaliculteurs enquêtés durant la campagne 2021/2022. (système durable)

Tableau 15: Calculs des indicateurs énergétiques de production du blé dur

Calcul	Unité	Valeurs
Production	Kg.Ha⁻¹	3 339.86
Energie consommée	MJ.Ha⁻¹	41 545.36
Energie produite	MJ.Ha⁻¹	48 086.19
Efficacité énergétique	-	1.15
Productivité énergétique	Kg. MJ⁻¹	0.08
Energie spécifique	MJ. Kg⁻¹	12.43
Energie nette	MJ.Ha⁻¹	+ 6 540.83

Précédemment, des études en Turquie et en Iran liées à la production du blé ont été faites. Les calculs du rapport d'énergie produite /consommée ont donné les résultats suivant (tableau N°16):

Tableau 16: Etudes sur les calculs de l'efficacité énergétique

Etudes	Rendement Kg.Ha ⁻¹	Energie entrée MJ.Ha ⁻¹	Energie sortie MJ.Ha ⁻¹	Rapport
Tipi et al. (2009)	4346	20653.54	63686.20	3.09
Shahin et al. (2008)	3675	38356.39	120097.90	3.13
Kardoni et al. (2013)	4285	35605	62989.50	1.76
Karaağaç et al. (2011)	2587.20	16553.94	63686.20	3.09
Moghimi et al. (2013)	5537.50	42998.44	97935.53	2.28

2 EMISSIONS DE GAZ A EFFETS DE SERRE

La production de blé dur et comme toutes les productions végétales, responsable d'une partie des émissions de gaz à effet de serre. Les résultats des calculs et de la quantification, nous a donné les résultats ci-après (tableau N°17) où la quantité totale d'émissions de gaz à effet de serre des entrées a été 1 682.39 KgCO₂éq.Ha⁻¹ réparti comme suit :les engrais chimiques et

principalement l'azote ont émis 575.34 KgCO₂éq.Ha⁻¹ (34.19%) de la totalité des émissions carbonique suivi directement par l'électricité 562.56 KgCO₂éq.Ha⁻¹ (33.43 %), carburants 407.16 KgCO₂éq.Ha⁻¹ (24.20%), travail humain 133.30 KgCO₂éq.Ha⁻¹ (7.92%), pesticides 2.89 KgCO₂éq.Ha⁻¹ (0.17%) et la machinerie 1.14 KgCO₂éq.Ha⁻¹ (0.06%).

Tableau 17: Calculs des émissions de gaz à effet de serre de production du blé dur

Entrées / Sorties	Unité	GHG Equivalent (KgCO ₂ éq/unité)	Unité par hectare (unité.Ha ⁻¹)	GHG Emissions (KgCO ₂ éq.Ha ⁻¹)	Rapport (%)
Entrées					
Engrais chimique			161.69	575.34	34.19
Azote (N)	Kg	4.570	115.29	526.86	31.31
Phosphore (P ₂ O ₅)	kg	1.180	34.78	41.04	2.43
Potasse (K ₂ O)	Kg	0.640	11.62	7.44	0.44
Pesticide	Kg	5.100	0.57	2.89	0.17
Electricité	KWh	0.167	3 368.61	562.56	33.43
Machinerie	h	0.071	16.0	1.14	0.06
Carburant	L	2.760	147.52	407.16	24.20
Travail humain	h	0.700	190.43	133.30	7.92
Total Entrées				1 682.39	100

SECTION III : COMPARAISON ENTRE LES BILANS ENERGETIQUES DE PRODUCTION DE SMID, DE SEMENCES ET DE FRIK DU BLE DUR

1 EVALUATION DU BILAN ENERGETIQUE DE PRODUCTION DE SMID DU BLE DUR

Nous avons pris comme échantillon 60 producteurs de smid avec une superficie totale semis de 895 Ha dont la production moyenne été 2 817.65 Kg Ha⁻¹. Les résultats de l'analyse énergétique nous ont montré comme il est présenté dans le tableau №18, la consommation d'énergie par l'ensemble des entrées a été 37 853.29 MJ.Ha⁻¹ répartie comme suite ; la grande partie de l'énergie a été consommé par l'électricité 12 584.72 MJ.Ha⁻¹ (33.24%) suivi par l'eau d'irrigation 9 618.30 MJ.Ha⁻¹ (25.40%), engrais chimique 6 895.15 MJ.Ha⁻¹ (20.19%), carburant 4 002.73 MJ.Ha⁻¹ (10.57%), semences 2 549.92 MJ.Ha⁻¹ (6.73%), machinerie 948.35 MJ.Ha⁻¹ (2.50%), travail humain 374.86 MJ.Ha⁻¹ (1.00%) et pesticide 129.26 MJ.Ha⁻¹ (0.34%). L'énergie des sorties a été 47 327.33 MJ.Ha⁻¹ dont les grains de blé dur est de 41 419.51 MJ.Ha⁻¹ (87.51%) et les pailles 5 907.82 MJ.Ha⁻¹ (12.48%).

Tableau 18: Calculs énergétiques de production de Smid du blé dur

Entrées/ Sorties	Unité	Energie équivalent (MJ / unité)	Unité par hectare (unité.Ha ⁻¹)	Valeur énergétique (MJ.Ha ⁻¹)	Rapport (%)
Entrées					
Semence de blé	Kg	14.7	173.46	2 549.92	6.73
Engrais chimiques				7 645.15	20.19
Azote (N)	Kg	66.14	106.97	7 074.98	18.69
Phosphore (P ₂ O ₅)	Kg	12.44	37.06	461.04	1.21
Potasse (K ₂ O)	Kg	11.15	9.79	109.13	0.28
Pesticide				129.26	0.34
Désherbant	Kg	310	0.33	103.22	0.27
Fongicide	Kg	210	0.12	26.04	0.06
Insecticide	Kg	315	0.05	-	-
Electricité	KWh	3.6	3 495.75	12 584.72	33.24
Eau d'irrigation	M ³	1.02	9 429.71	9 618.30	25.40
Machinerie	H	62.70	15.13	948.35	2.50
Carburant	L	56.31	71.08	4 002.73	10.57
Travail humain	H	1.96	191.26	374.86	1.00
Total Entrées				37 853.29	100
Sorties					
Grain de blé	Kg	14.7	2 817.65	41 419.51	87.51
Paille	Kg	12.5	472.63	5 907.82	12.48
Total Sorties				47 327.33	100

Les calculs des indicateurs énergétiques nous ont démontré ce qui suit (tableau №19):

- L'efficacité énergétique est de 1.25 ; cette valeur est supérieur à un 1 nous indique que le bilan énergétique de production de smid est positif (système efficace et productif)
- Productivité énergétique est de 0.08 Kg.MJ⁻¹
- Energie spécifique est de 11.50 MJ.Kg⁻¹
- Energie nette est de + 9 474.04 MJ.Ha⁻¹ ; cette valeur positive nous indique sur la durabilité de ce processus de production de smid du blé dur (système durable)

Tableau 19: Calculs des indicateurs énergétiques de production de Smid du blé dur

Calcul	Unité	Valeurs
Production	Kg.Ha ⁻¹	3 290.28
Energie consommée	MJ.Ha ⁻¹	37 853.29

Energie produite	MJ.Ha⁻¹	47 327.33
Efficacité énergétique	-	1.25
Productivité énergétique	Kg. MJ⁻¹	0.08
Energie spécifique	MJ. Kg⁻¹	11.50
Energie nette	MJ.Ha⁻¹	+ 9 474.04

2 EVALUATION DU BILAN ENERGETIQUE DE RODUCTION DE SEMENCES DU BLE DUR

Nous avons pris comme échantillon 20 multiplicateurs de semences avec une superficie totale semis de 555 ha dont la production moyenne été 3 030.45 Kg Ha⁻¹. Comme il est présenté dans le tableau №20, les résultats de l'analyse énergétique nous ont montré que la consommation d'énergie par l'ensemble des entrées a été 46 717.91MJ.Ha⁻¹ répartie comme suite ; la grande partie de l'énergie a été consommé par le carburant avec 12 895.50 MJ.Ha⁻¹ (27.60%) suivi par l'électricité 11 040 MJ.Ha⁻¹ (23.63%), eau d'irrigation 9 397.31 MJ.Ha⁻¹ (20.11%), engrais chimiques 7 992.87 MJ.Ha⁻¹ (18.97%), semences 2 940 MJ.Ha⁻¹ (6.29%), machinerie 1 018.90 MJ.Ha⁻¹ (2.18%), travail humain 340.80 MJ.Ha⁻¹ (0.72%) et pesticide 220 MJ.Ha⁻¹ (0.47%). L'énergie des sorties a été 50 625.32 MJ.Ha⁻¹ dont les grains du blé dur est de 44 547.62 MJ.Ha⁻¹ (88.00%) alors que les pailles est de 6 077.70 MJ.Ha⁻¹ (12.0%).

Tableau 20: Calculs énergétiques de production de Semences du blé dur

Entrées / Sorties	Unité	Energie équivalent (MJ / unité)	Unité par hectare (unité.Ha⁻¹)	Valeur énergétique (MJ.Ha⁻¹)	Rapport (%)
Entrées					
Semence de blé	Kg	14.7	200	2 940.0	6.29
Engrais chimiques				8 865.40	18.97
Azote (N)	Kg	66.14	125.75	8 316.84	17.80
Phosphore (P2O5)	Kg	12.44	32.69	406.62	0.87
Potasse (K2O)	Kg	11.15	12.73	141.94	0.30
Pesticide				220.0	0.47
Désherbant	Kg	310	0.58	178.74	0.38
Fongicide	Kg	210	0.13	26.5	0.05
insecticide	Kg	315	0.05	14.76	0.03
Electricité	KWh	3.6	3 066.67	11 040.00	23.63
Eau d'irrigation	M³	1.02	9 213.05	9 397.31	20.11
Machinerie	H	62.70	16.25	1 018.90	2.18

Carburant	L	56.31	229.01	12 895.50	27.60
Travail humain	H	1.96	173.88	340.80	0.72
Total Entrées				46 717.91	100
Sorties					
Grain de blé	Kg	14.7	3 030.45	44 547.62	88.0
Paille	Kg	12.5	486.22	6 077.70	12.0
Total Sorties				50 625.32	100

Les calculs des indicateurs énergétiques nous ont démontré ce qui suit (tableau №21):

- L'efficacité énergétique est de 1.08; cette valeur est supérieur à un 1 donc le bilan énergétique de production de semences est positif (système efficace et productif)
- Productivité énergétique est de 0.07 Kg.MJ⁻¹
- Energie spécifique est de 13.28 MJ.Kg⁻¹
- Energie nette est de + 3 907.41 MJ.Ha⁻¹ ; cette valeur positive nous indique sur la durabilité de ce processus de production de semences du blé dur.

Tableau 21: Calculs des indicateurs énergétiques de production de Semences du blé dur

Calcul	Unité	Valeurs
Production	Kg.Ha⁻¹	3 516.67
Energie consommée	MJ.Ha⁻¹	46 717.91
Energie produite	MJ.Ha⁻¹	50 625.32
Efficacité énergétique	-	1.08
Productivité énergétique	Kg. MJ⁻¹	0.07
Energie spécifique	MJ. Kg⁻¹	13.28
Energie nette	MJ.Ha⁻¹	+ 3 907.41

3 EVALUATION DU BILAN ENERGETIQUE DE PRODUCTION DE FRIK DU BLE DUR

Nous avons pris comme échantillon 20 producteurs de Frik du blé dur avec une superficie totale semis de 104.55 Ha dont la production moyenne été 2 628.71 Kg Ha⁻¹. Les résultats de l'analyse énergétique nous ont montré selon le tableau № 22 que la consommation d'énergie par l'ensemble des entrées a été 45 694.95 MJ.Ha⁻¹ répartie comme suite ; la grande partie de l'énergie a été consommé par l'électricité avec 15 598.85 MJ.Ha⁻¹ (34.13%) suivi par l'irrigation 9 810.45 MJ.Ha⁻¹ (21.46%), engrais chimique 8 294.50 MJ.Ha⁻¹ (20.197%), carburant avec 6 520.11 MJ.Ha⁻¹ (14.56%) , semences 2 461.72 MJ.Ha⁻¹ (5.50%), machinerie 1 394.10 MJ.Ha⁻¹ (3.05%), travail humain 531.73 MJ.Ha⁻¹ (1.16%) et pesticide 148.80

MJ.Ha⁻¹ (0.32%). L'énergie des sorties a été 41 100.14 MJ.Ha⁻¹ dont les grains de blé dur est de 38 642.01 MJ.Ha⁻¹ (94.01%) et les pailles 2 458.13 MJ.Ha⁻¹ (5.98%).

Tableau 22: Calculs énergétiques de production de Frik du blé dur

Entrées / Sorties	Unité	Energie équivalent (MJ / unité)	Unité par hectare (unité.Ha ⁻¹)	Valeur énergétique (MJ.Ha ⁻¹)	Rapport (%)
Entrées					
Semence de blé	Kg	14.7	167.46	2 461.72	5.38
Engrais chimique				9 229.19	20.19
Azote (N)	Kg	66.14	130.98	8 662.76	18.95
Phosphore (P2O5)	Kg	12.44	26.36	327.96	0.71
Potasse (K2O)	Kg	11.15	21.39	238.47	0.52
Pesticide				148.80	0.32
Désherbant	Kg	310	0.38	118.66	0.25
Fongicide	Kg	210	0.14	30.14	0.06
Insecticide	Kg	315	-	-	-
Electricité	KWh	3.6	4 333.01	15 598.85	34.13
Eau d'irrigation	M ³	1.02	9 618.09	9 810.45	21.46
Machinerie	H	62.70	22.23	1 394.10	3.05
Carburant	L	56.31	115.79	6 520.11	14.26
Travail humain	H	1.96	271.29	531.73	1.16
Total Entrées				45 694.95	100
Sorties					
Grain de blé	Kg	14.7	2 628.71	38 642.01	94.01
Paille	Kg	12.5	196.65	2 458.13	5.98
Total Sorties				41 100.14	100

Les calculs des indicateurs énergétiques nous ont démontré ce qui suit (tableau № 23):

- L'efficacité énergétique est de 0.90, cette valeur est inférieure à un 1 donc le bilan énergétique de production de Frik est négatif (système non efficace et consommateur)
- Productivité énergétique est de 0.06 Kg.MJ⁻¹
- Energie spécifique est de 16.17 MJ.Kg⁻¹
- Energie nette est de - 4 594.81 MJ.Ha⁻¹ ; cette valeur négative nous indique que le système de production de Frik du blé dur n'est pas durable.

Tableau 23: Calculs des indicateurs énergétiques de production du Frik du blé dur

Calcul	Unité	Valeurs
Production	Kg.Ha ⁻¹	2 825.36

Energie consommée	MJ.Ha⁻¹	45 694.95
Energie produite	MJ.Ha⁻¹	41 100.14
Efficacité énergétique	-	0.90
Productivité énergétique	Kg. MJ⁻¹	0.06
Energie spécifique	MJ. Kg⁻¹	16.17
Energie nette	MJ.Ha⁻¹	- 4 594.81

4 COMPARAISON ENTRE LES TROIS SYSTEMES DE PRODUCTION DU BLE DUR

Comme il est présenté dans le tableau 24, les résultats des analyses obtenus sur l'évaluation de bilan énergétique de production du blé dur et la comparaison entre les trois systèmes de production du blé dur ; production de Smid, de Semences et de Frik, nous a démontré que les deux systèmes de production de Smid et de Semences sont des systèmes efficaces (productives) c'est-à-dire que les systèmes produisent plus d'énergie qu'ils en a consommé. Le système de production de Smid est plus efficace (1.25) que celui de production de Semences (1.08). La productivité énergétique c'est-à-dire la productivité d'un 1 MJ d'énergie consommée de système de production de Smid (0.08 Kg.MJ⁻¹) est supérieure à celle de production de Semences (0.07 Kg.MJ⁻¹). Cependant, les résultats d'analyse énergétique de système de production de Frik nous ont démontré qu'il s'agit d'un système non efficace (consommatif) c'est-à-dire que le système produise moins d'énergie qu'il en a consommé.

Tableau 24: Comparaison entre les trois systèmes de production du blé dur (Smid, Semences et Frik)

Calcul	Unité	Valeurs		
		Smid	Semences	Frik
Production	Kg.Ha⁻¹	3 290.28	3 516.67	2 825.36
Energie consommée	MJ.Ha⁻¹	37 853.29	46 717.91	45 694.95
Energie produite	MJ.Ha⁻¹	47 327.33	50 625.32	41 100.14
Efficacité énergétique	-	1.25	1.08	0.90
Productivité énergétique	Kg. MJ⁻¹	0.08	0.07	0.06
Energie spécifique	MJ. Kg⁻¹	11.50	13.28	16.17
Energie nette	MJ.Ha⁻¹	+ 9 474.04	+ 3 907.41	- 4 594.81

CONCLUSION

Notre étude est intitulée sur l'évaluation du bilan énergétique et émissions de gaz à effet de serre d'un système de production du blé dur dans la région de Ziban et cela pour l'adjectif d'évaluer la productivité et la durabilité agricole de ce processus à partir des indicateurs énergétiques calculés. Pour cela, nous avons procédé à la collection d'une base de données à partir d'un échantillon pour étude constitué de cent (100) céréaliculteurs ayant produit le blé dur durant la campagne 2021/2022 et qui sont répartis dans les onze (11) communes classées en tête de production de la wilaya de Biskra. La superficie traitée a été 1554.50 Ha dont la production moyenne du blé dur a été 2 880.93 Kg.Ha⁻¹. Les résultats de l'analyse énergétique nous ont montré que l'énergie totale entrée a été 41 545.36 MJ.Ha⁻¹ dont la grande partie de l'énergie a été consommée par l'électricité avec 12 235.83 MJ.Ha⁻¹ soit 29.45 % de l'énergie total entrée suivi par l'énergie d'eau d'irrigation avec 9 552.32 MJ.Ha⁻¹ soit 23.00 % suivi par l'énergie d'engrais chimique avec 8 187.31 MJ.Ha⁻¹ soit 19.70% au quelle l'azote a consommé 7 625.10 MJ.Ha⁻¹ soit 18.35% suivi par l'énergie du carburant avec 7 346.92 MJ.Ha⁻¹ soit 17.68% suivi l'énergie de la semences avec 2 683.26 MJ.Ha⁻¹ soit 6.45% suivi par l'énergie de la machinerie avec 1 003.5 MJ.Ha⁻¹ soit 2.41% suivi par l'énergie du travail humain avec 373.25 MJ.Ha⁻¹ soit 0.89% et l'énergie du pesticide avec 162.97 MJ.Ha⁻¹ 0.39%. L'énergie totale sortie a été de 48 086.19 MJ.Ha⁻¹ dont la grande partie de l'énergie sortante a été fourni par les grains du blé dur avec 42 349.62 MJ.Ha⁻¹ soit 88.07% suivi par l'énergie des pailles avec 5 736.57 MJ.Ha⁻¹ soit 11.92 %. Les calculs des indicateurs énergétiques nous ont montré que les valeurs de l'efficacité énergétique, la productivité énergétique, l'énergie spécifique et l'énergie nette ont été respectivement 1.15, 0.08 Kg. MJ⁻¹, 12.43 MJ. Kg⁻¹ et + 6 540.83 MJ.Ha⁻¹. Les résultats de l'évaluation des émissions du gaz à effet de serre de ce système, nous ont montré que la quantité totale équivalente CO₂ émis des entrées a été 1 682.39 KgCO₂éq.Ha⁻¹ dont la grande quantité de CO₂ équivalent a été émis par l'engrais chimique avec 575.34 KgCO₂éq.Ha⁻¹ soit 34.19% au quelle l'azote a émis 526.86 KgCO₂éq.Ha⁻¹ soit 31.31% suivi par les émissions de l'électricité avec 562.56 KgCO₂éq.Ha⁻¹ soit 33.43% suivi par les émissions du carburant 407.16 KgCO₂éq.Ha⁻¹ soit 24.20% suivi par les émissions du travail humain 133.30 KgCO₂éq.Ha⁻¹ soit 7.92% suivi les émissions du pesticide 2.89 KgCO₂éq.Ha⁻¹ soit 0.17% et les émissions de la machinerie 1.14 KgCO₂éq.Ha⁻¹ soit 0.06%. Les résultats obtenus nous ont montré que le système de production du blé dur dans la région de Ziban durant la campagne agricole 2021/2022, est un système efficace, productif et durable c'est-à-dire qu'il produise plus d'énergie qu'il en a consommée

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alaoui S B, 2005. Référentiel pour la Conduite Technique de la Culture du blé dur (*Triticum durum*) 15p.

A.N.R.H. (2008). Inventaire des points d'eau et enquête sur les débits extraits de la wilaya de Biskra (2008), rapport.

A.N.A.T. (2003). Schéma directeur des ressources en eau de la Wilaya de Biskra, Dossier 2, Agence nationale de l'aménagement du territoire, Algérie.

Anonyme, 2012. Le renouveau agricole et rural en marché, revue et perspectives. Ministère de l'agriculture et du développement rural de l'Algérie. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/alg149516F.pdf>

Anonyme, 2005. La monographie de la wilaya de Biskra. Direction d'aménagement de territoire et de planification, 7p.

Anonyme, 2003. Rapport de synthèse. Direction des ressources en eau. Agence nationale d'aménagement des territoires, wilaya de Biskra, 65p

Ait Kaki S, (2008). Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. *Thèse doctorat*, Université d'Annaba, 174 p.

Ait Kaki Y, (2007). Etude comparative des potentialités technologiques des blés durs Algériens anciens et récents: Revalorisation de la qualité de ces blés par différentes stratégies d'études: Critères technologiques (infra rouge), Biochimiques (électrophorèse bidimensionnelle) et Moléculaire (P.C.R.). Thèse Doctorat. Univ. Annaba. 137 + Annexes. Alimentation et Céréales-INRA 07, pp 1-4.

Aubert C, 1977. L'agriculture biologique pourquoi et comment la pratiquer. 4ème Ed. Agri décisions, Paris, 383 p

Aykroyd W.R . & Doughty J, 1970. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Distributed by UNIPUB. <https://doi.org/10.2136/sssaj1971.03615995003500030011x>.

Beheshti Tabar, I., A. Keyhani and S. Rafiee. 2010. Energy balance in Iran's agronomy (1990-2006). *Renew. Sust. Energy Rev.* 14.2: 849-855

Belaid D, 1996. Aspects de la céréaliculture Algérienne. Office des publications universitaires .Alger, 208 p.

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

Bencharif A., Tozanli S., 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.

- Benabdallah M.E., 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. Université de Tlemcen. P 8.
- Benbelkacem A. et Kellou K.,** « Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L.var.durum) cultivées en Algérie », Options Méditerranéennes, 2000, pp: 105 -110.
- Benbelkacem, A., Sadli, F., & Brinis, L. (1995).** Research on durum wheat quality in Algeria. *Options Méditerranéennes. Serie A: Seminaires méditerranéens (CIHEAM)*.
- Benbelkacem, A., Kellou, K.,(2001).** Évaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. durum) cultivées en Algérie. Options méditerranéennes. 6: 105-10.
- Ben Naceur M., Gharbi M. S. et Paul R. 1999.** L'amélioration variétale et les autres actions contribuant à la sécurité alimentaire en Tunisie en matière de céréales.Sécheresse.10:27-33p.
- Bouammar B, (2010).** Le développement agricole dans les régions Sahariennes, Etude de cas de la région d'Ouargla et de la région de Biskra (2006-2008). Thèse de Doctorat en Sciences économiques, Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie.
- DFRV, 2021 ;** Direction de la Formation de la Recherche et de la Vulgarisation ; guide de bonnes pratiques de la céréaliculture novembre 2021
- Chabi H., Derouiche M., Kafi M. et Khilassi E., 1992.** Estimation du taux d'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le Nord de la wilaya de sétif. Thèse. Ing. INA. El Harrach. 317p
- Chabi H., Derouiche M., Kafi M. et Khilassi E., 1992.** Estimation du taux d'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le Nord de la wilaya de sétif. Thèse. Ing. INA. El Harrach. 317p
- Clerget Y., 2011.** Biodiversité des céréales : Origine et évolution. Montbéliard.
- Clément-Grancourt M et Prats J., 1971.** Les céréales. Ed. J.B Bailliers et Fils, 360 p.
- Dajoz R., 1971 –** Précis d'écologie. 2a Edition. Dunod, Paris.
- Djermoun A., 2009.** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques, Revue Nature et Technologie. n 01, 45-53 pp.
- Diab N., 2011.** Valorisation et conservation des ressources naturelles des steppes algérienne (Ouled Djellel). Atelier international sur la connaissance, la valorisation et la gestion durable des ressources durables naturelles dans les zones arides. Communication orale
- Diarra A., 2018.** Suivi de l'évapotranspiration des cultures irriguées du Sud de la Méditerranée par télédétection multi-capteurs et modélisation globale. Thèse doctorat. Université Pierre et Marie Curie.
- Djebaili S., 1978.** Recherche phytosociologique et écologique sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'atlas saharien algérien .Thèse doctorat, Languedoc, p 299
- Diehl.R. (1975).** Agriculture générale. Editions J.B.Baillière.396 pages.
- DSA Biskra:** Direction des Services Agricole Biskra stat, série B 2021

DSA Biskra: Direction des Services Agricole Biskra stat, série B de 2020 à 2022

Ducellier L., 1931. Espèces et variétés de céréales cultivées en Algérie. Direction de l'agriculture et de la colonisation, 130 pages

Dubost D. & Larbi Y., 1998. Mutations agricoles dans les oasis algériennes: l'exemple des Ziban. Sécheresse (103-110).

Eliard J.L., (1979). Manuel d'agriculture générale. Bases de la production végétale. Ed. J.B. Bailliére, 344p

FAO state, 2013. eurostat, agreste.2013

FAO state, 2023. *www.FAOstate.com*

Favier J.C., 1989. Valeur nutritive et comportement des céréales au cours de leurs transformations. Céréales eu régions chaudes. AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris, pp. 285-297.

F.C.E (Forum des Chefs d'Entreprise), 2019. revue de presse, dimanche 19 juin 2019.

Feillet P., Jeanjean M. F., Kobrekkel K. et Laignelet B., 1974 ; le bisenessment des pâtes alimentaires .Bul Ecole Meune 262 juin-aout 190-194

Feliachi K., 2000. Programme de développement de la céréaliculture en Algérie ITGC, El- Harrach : Actes du premier Symposium International sur la filière Blé 2000 : Enjeux et Stratégies/ Alger 7-9 février 2000 : 21-27.

Gate P., 1995. Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. Ed Lavoisier. 429p.

Ghorbani, R., F. Mondani, S. Amirmoradi, H. Feizi, S. Khorramdel, M. Teimouri, S. Sanjani, S. Anvarkhah and H.A. Aghel. 2011. Case study of energy use and economical analysis of irrigated and dryland wheat production systems. Appl. Energy. 88.1: 283-288

Godon B. et Willm C., « Les Industries de Première Transformation des céréales », ed. Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 1991, 679 p.

Goscov H., 1964. «Notice explicative de la carte hydrogéologique de Biskra», p 40.

Guiraud R, (1973). Evolution post-Triasique de l'Avant pays de la chaine alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines.Thèse Sci.Univ.Nice, 270 p, 114 fig., 12 pl.h.t.

Hamadache A., 2011. Effets de quelques facteurs agro-techniques sur la qualité du grain du blé pluvial. Impact de la fertilisation azotée et de la protection phytosanitaire. Céréaliculture, 56 1er semestre, pp: 57-62.

Halitim A., 1988. Les sols des régions arides d'Algérie. Ed. O.P.V, Alger, pp. 83-86 et 325-384.

Halilet M.T., 1998. Etude expérimentale de sable additionné d'argile : Comportement physique et organisation en conditions salines et sodiques. Thèse Doctorat, INA Paris. France. 229 p.

Houérou H. N., 1995. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Algérie, diversité biologique, développement durable et désertification. Options Méditerranéennes Série B : Etudes et Recherches. Ed. CIHEAM, Montpellier-France, 396p

- Houmani, 2007.** Situation alimentaires du bétail en Algérie recherche agronomique INRA 35-45
- ITGC, 1992 ;** Institut Technique des Grands Cultures ; l'itinéraire technique de blé dur dans les régions sahariennes février 1992
- ITGC, 2020;** Institut Technique des Grands Cultures; l'itinéraire technique des céréales sous l'irrigation totale, 2020
- ITGC, 2020 ;** Institut Technique des Grands Cultures ; culture du blé dur 2020
- Jean-Luc BOCHU –octobre 2002 :** Texte colloque SOLAGRO .doc page 1
- Jean-Luc BOCHU –octobre 2002:** Texte colloque SOLAGRO .doc page 2
- Les flux énergétiques dans une exploitation agricole
- Jean-Luc BOCHU –octobre 2002 :** Texte colloque SOLAGRO .doc page 3 les émissions de gaz à effets de serre
- Jean-Luc BOCHU –octobre 2002:** Texte colloque SOLAGRO .doc page 3 les coefficients énergétiques
- Jean-Luc BOCHU –octobre 2002 :** Texte colloque SOLAGRO .doc page 4 les unités énergétiques
- J.O.R.A.D.P** Journal Officiel de la République Algérien Démocratique et Populaire, 2003 arrêté interministériel fixant l'organisation interne de l'OAIC , 9 juin 2003
- Kaabeche M., 1990.** Les groupements végétaux de la région de Bou Saada (Algérie). Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse Doctorat. Université Paris sud centre d'Orsay.134p.
- Khachai S., 2001.** Contribution à l'étude du comportement hydro physiques des soles des périmètres d'I.T.D.A.S, plaine de l'Outaya. Thèse Magister., Ins. Agro. Université de Batna, 223 p.
- Kouzmine Y., 2003 -** L'espace saharien Algérien, dynamiques démographiques et migratoires. Université de Franche-Comté .U.F.R Sciences du Langage, de l'Homme et de la Société. Institut de Géographie, 201 p.
- Lemeilleur S., Selma Tozanli S. & Bencharif A., 2009.** Dynamique des acteurs dans les filières agricoles et agroalimentaires. Paris : CIHEAM. Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n°64, pp: 93-141.
- Lusson et Bochu, 2003 :** Cahier technique de l'agriculture durable, Réseau agriculture durable, SOLAGRO, octobre 2003, 60 pages
- M.A.D.R ; Ministère d'Agriculture et de Développement Rural stat 2019,** statistique agricole superficies et productions série b 2019
- M.A.D.R ; Ministère d'Agriculture et de Développement Rural stat 1998 à 2019,** statistique agricole superficies et productions série B 1998 à 2019
- Masale M.J., (1980).** L'élaboration du nombre d'épi chez le blé d'hiver. Influences de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. *Thèse.Doc. Ing. INA, Paris Grignon, 274 p.*

- Meguenni-Tani A, (2013).** Contribution a l'étude hydrogéologique de la nappe du Moi-Plio-Quaternaire de la région Sud de la ville de Biskra, Algérie. Mémoire Master Académique, en Géo-ressources, Université Abou Bekr BelKaid-Tlemcen, Algérie
- Meguenni-Tani A. ,2013 .** Contribution à l'étude hydrogeologique de la nappe duu Moi-Plio-Quaternaire de la région e la ville de Biskra, Algérie. Le diplôme master académique. Université Aboubeker belkaid -Tlemcen.16p
- MICL Biskra, web 2023** Ministre de l'Intérieur de de Collectivité Locaux Biskra ; www.wilayabiskra.dz
- Moussi A., 2012.** Analyse systématique et étude bio-écologique de la faune des acridiens (Orthoptera, Acridomorpha) de la région de Biskra. Thèse Magister. Université Constantine. 132p.
- Monod T., 1992.** Du désert. Sécheresse, (3): 7-24
- Nadjem. K., (2012).** Contribution a l'étude des effets du semis direct sur L'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse Magister Université Ferhat Abbas Sétif, p : 31.
- O.A.I.C ;** Office Algérien Interprofessionnels des Céréales ,2013: note de conjoncture 3^{ème} trimestre 2013
- O. Bessaoud, 2018 :** Section 10, économie et politique « géostratégie alimentaire en méditerranée : l'enjeu céréalier » l'Algérie et le marché des céréales.
- Ozenda P., 1991.** Flore et végétation du Sahara, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Ozenda P., 1983.** Flore de sahara. Ed.CNRS. Paris. 622p.
- Rastoin J.L. & Benabderrazik H., 2014.** Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb: pour un co-développement de filières territorialisées. Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb: pour un co-développement de filières territorialisées (2014).
- Rafiee, S., SH. Mousavi- Avval, A. Mohammadi. 2010.** Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. Energy. 35: 3301-3306.
- Risoud et Bochu, 2002 :** alter agri №55 septembre – octobre 2002 pp 10 - 13
- Samavatean N., Rafiee S. and Mobli H., (2011),** An Analysis of Energy Use and Estimation of a Mechanization Index of Garlic Production in Iran, Journal of Agricultural Science, Vol.3, issue 2, pp. 198-205; Canadian Centre of Science and Education, Toronto/Canada.
- Schhiffers H., 1971.** Die Sahara undihre randgebiete. Ed Welforum Verlac- Mumchen, p.674.
- Slama A., Ben Salem M., Ben Naceur M., &Zid E. D., (2005).** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse* (16) 3 : 225-9.
- Soltner., 2005.** Les grandes productions végétales céréaliers, plantes sarclé- prairies. 20 ème Ed, collection sciences techniques agricoles.
- Tabatabaeefar, A., H. Emamzadeh, M.G. Varnamkhasti, R. Rahimizadeh and M. Karimi. 2009.** Comparison of energy of tillage systems in wheat production. Energy. 34.1: 41-45.

Viaux P., 1999. Une 3 ème voie en grande culture. Environnement Qualité Rentabilités. Ed. Agridécisions, Paris. 211p.

Vilain M., 1989. La production végétale. Volume 2 : La maîtrise technique de la production. 1ère édition, Ed. Lavoisier Tec & Doc, Paris. 361p.

Ykhlef N. (2001) Photosynthèse, activité photochimique et tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de doctorat d'Etat, Université Mentouri Constantine. 146p.

Zaghouane O., Boufnar F., 2006. Guide des principales variétés des céréales, 1ère édition ITGC.

ANNEXES

Annexe : 01- Inventaire de la flore dans la région de Biskra, (Sana, 2003).

Famille	Espèce	Noms Vulgaire	Nom Vernaculaire	Nom Arabe
Graminées Ou Poacées	<i>Aristida pungens</i>		Drinn	
	<i>Avena sterilis</i>	Folle avoine	khortal	الشونان العقيم
	<i>Bromus rubens</i>	Brome rougeâtre	Samâa	العنبة الحمراء
	<i>Cynodon dactylon</i>	Chiendent	N'jem	النجيل
	<i>Dactyloctenium aegyptiacum</i>	Dactyle d'égypte	-----	الصبغة
	<i>Diditaria sanguinalis</i>	Digitaire sanguine	Hamraya	الصبغة
	<i>Hordeum murinum</i>	Orge de rat	Sboulet el far	سبولة الفار
	<i>Imperata cylindrica</i>	Imperata cylindrica	Diss	الديس
	<i>Koeleria pubescens</i>	Koleria grêle	Ferias	-----
	<i>Lolium multiflorum</i>	Ivraies	Madhoune	الشيلم كندبر الأزهار
	<i>Polypogon monspeliensis</i>	Polypogon de Montpellier	-----	-----
	<i>Phalaris brachystachys</i>	Phalaris à épis courts	Demmia	نالرس وصبر السزبابة
	<i>Phalaris paradoxa</i>	Phalaris paradoxal	Demmia	النالرس المزايض
	<i>Pholiurus incurvus</i>	Lepture incurvé	-----	-----
	<i>Phragmites sp</i>	Roseaux	Ksab / Berbit / Akrich	الزصب / البراع
	<i>Setaria verticillata</i>	Setaire verte	Laffa	السنر الدواري
<i>Sphenopus divaricatus</i>	-----	Berraka	-----	
<i>Tetrapogon villosus</i>				
Composées Ou Astéracées	<i>Anacyclus clavatus</i>	Anacycle en massue	Zagouga	الربابة الزينة
	<i>Calendula arvensis</i>	Souci des champs	-----	حامة الحقول
	<i>Carduus pycnocephalus</i>	Chardon à têtes serrées	Chouk	شوك شايك الرؤوس
	<i>Centaurea omphylotricha</i>	Centaurée	Bounegar	الزطريون
	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Chrysanthème des couronnes	Nouara safra	الأزحوان المئوج
	<i>Chrysanthemum segetum</i>	Chrysanthème des moissons	-----	أزحوان الزرع
<i>Crepis sp</i>	Crépides			

	<i>Echinops spinosus</i>	Echinopode	Chouk	الْبَزْبَذِيَّةُ الْفَرْوِيَّةُ
	<i>Enthemis fuscata</i>	Anthémis précoce	-----	-----
	<i>Erigeron bovei</i>	Erigeron	Agremène	شَبِيخُ الرَّبِيْعِ
	<i>Filago spathylata</i>	Cotonnière	-----	-----
	<i>Inula viscosa</i>	Inule	-----	-----
	<i>Lactuca serriola</i>	Laitue scarole		الخَسُّ الْحَرْشَفِيُّ
	<i>Pulicaria vulgare</i>	Pulicaire	-----	الرَّعْرَاعُ
	<i>Senecio vulgaris</i>	Séneçon commun		بَابُوْنَجُ الطَّيْبُوْر
	<i>Sonchus arvensis</i>	Laiteron champs	Roghim	الْبَنْفَالُ الْجَوْلِيُّ
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Laiteron maraîcher	Telfal	الْبَنْفَالُ الْبَزْلِيُّ
	<i>Urospermes picroides</i>	Urosperme	-----	طَبَاقُ
Chénopodiacées Ou Salsolacées	<i>Atriplex halimus</i>	Arroche	Gtaf	الزُّطْفُ
	<i>Bassia muricata</i>	-----	-----	-----
	<i>Chenopodium murale</i>	Chénopode murs	Ramram	الْإِلْوَزُ الْجِدَارِيُّ
	<i>Chenopodium polyspermum</i>	Chénopode à gaines nombreuses	Blikech	رَجُلُ الْإِلْوَزِ
	<i>Suaeda fruticosa</i>	Soude en arbre	Souida	السُّوَيْدُ الدَّخْلُ
	<i>Salsola foetida</i>	Salso vie fétide		حَرْضُ زَنْنِ
	<i>Salsola vermiculata</i>	Salsovie		حَرْضُ
		vermiculaire		دُوْدِي
<i>Hamada cimitiane</i>		Baguel		
Plantaginacées	<i>Plantago ciliata</i>	Plantain cilié	Dil lekhrouf	لَسْرَانُ الْحَمْلِ الْهَدْبِيِّ
	<i>Plantago coronopus</i>	Plantain couronné	-----	لَسْرَانُ الْحَمْلِ الْكَلْبِيَّي
	<i>Plantago major</i>	Grand plantain	Massassa	لَسْرَانُ الْحَمْلِ الْكَبِيْر
	<i>Plantago maritime</i>	Plantain maritime	Krâa el djaja	لَسْرَانُ الْحَمْلِ الْمَائِيِّ
	<i>Plantago ovata</i>	Plantain ovoïde	Dil lekhrouf	لَسْرَانُ الْحَمْلِ الْبَيْضِيِّ
Crucifères Ou Brassicacées	<i>Diplotaxix erucoïdes</i>	Fausse roquette	Harra	نَزَائِي الْعَرْفِ
				الْوَرْوَكَاتِي
	<i>Erica vesicaria</i>	Roquette enflée	Harfil	الْفَنَاءَةُ الْحَوْبِيَّةُ
	<i>Moricandia arvensis</i>	Moricandie champ	H'mim	لَفْرَزْبُ الْحَمْلِ
	<i>Sinapis arvensis</i>	Moutarde	Harra	الْخَرْدَلُ
Ombellifères	<i>Ammi majus</i>	Ammi élevée	Kessiba	الْخَمِيَّةُ الْكَبْرِي
	<i>Bupleurum lancifolium</i>	Buplèvre lancéolé		
	<i>Conium maculatum</i>	Grande ciguë	Derias	شَوْكْرَانُ سَامِ
	<i>Daucus carota</i>	Fausse carotte	Khodrat douab	الْجَزْرُ الْبَرِي
	<i>Torilis arvensis</i>	Torilis champ	-----	الْجَزْرُ الشَّيْطَانِيُّ

Polygonacées	<i>Emex spinosa</i>	Emex épineux	-----	-----
	<i>Polygonum patulum</i>	Renouée étalée	Assa raï	البطاط
	<i>Rumex sp</i>	Oseille	Homida	الحموضة
Papilionacées Ou Fabacées	<i>Astragalus armatus</i>	Astragale	Kdad	الزنادة
	<i>Lathyrus sylvestus</i>	Gesse	Djelbana	
	<i>Medicago hispida</i>	Luzerne à gousses hispides	Fassa/	الفصة
	<i>Melilotus indica</i>	Melilot à ptites fleurs	Nfel	الخزذقوق
	<i>Vicia calcarata</i>	Vesce à fleurs solitaires	Djelbana	
Liliacées	<i>Allium roseum</i>	Ail rose	Lazoule	النوم
	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	Asphodel à feuilles fines	Tasia	برواق نجيل الورق
	<i>Ornithogalum narbonense</i>	Ornithogale de Narbonne	Bessila	أشراس
Malvacées	<i>Lavatera trimestris</i>	Lavatières		النانثيرة
	<i>Malva parviflora</i>	Mauve à petites fleurs	Khobiz	الخبيز صغبر
	<i>Malva sylvestris</i>	Grande mauve	Khobiz	الخبيز الكبير
Convolvulacées	<i>Cuscuta epithimum</i>	Cuscute de thym	-----	الكثوث
	<i>Convolvulus arvensis</i>	Liseron	Louaya	الديالب البري
Solanacées	<i>Hyoscyamus albus</i>	Jusquiame blanche	Habbala	البنج البيض
	<i>Solanum nigrum</i>	Morelle noire	Aneb dib	المغد الأسود
Euphorbiacées	<i>Euphorbia serrata</i>	Euphorbe	Lebbine	
	<i>Euphorbia peplis</i>	Euphorbe	Lebbine	
Renonculacées	<i>Adonis annua</i>	Adonis annuel	Netine	الدونيز السنوي
	<i>Adonis dentata</i>	Adonis denté	Netine	الدونيز المسنن
Résédacées	<i>Reseda alba</i>	Réséda blanc	Djaneb lekhrouf	البليحاء البيضاء
	<i>Reseda lutea</i>	Reseda jaune	Djaneb lekhrouf	البليحاء الصفراء
Zygophyllacées	<i>Peganum harmala</i>	Harmel	Harmal	الحرمل
	<i>Zygophyllum album</i>	-----	Bougriba / agga	الذالب
Papavéracées	<i>Glaucium corniculatum</i>	Glaucie	Bougaroune	السماميزا
	<i>Papaver rhoes</i>	Coquelicot	Bougaroune	الخخشاش الحداري
Amarantacées	<i>Amaranthus lividus</i>	Amarante verte	-----	الزطينة الخضراء
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amarante réfléchie	-----	الزطينة
Primulacées	<i>Anagallis arvensis variété phoenica</i>	Mouron rouge	Lebbine	الزغول الحوالي
	<i>Anagallis arvensis variété caerulea</i>	Mouron bleu	Lebbine	الزغول الحوالي

Plumbaginacées	<i>Limonium delicatulum</i>	Statice	Odnine deb	
	<i>Limnstrum guyanianum</i>		Zita	
Cucurbitacées	<i>Ecballium eclatum</i>	Ecballium	Feggous lehmir	بناء الحمار
	<i>Colocynthis vulgaris</i>	Coloquinte	Haj : hadadj	الحزطل
Cypéracées	<i>Cyperus rotundust</i>	Souchet à Tubercules	Timo saya	السعد المدندير
Urticacées	<i>Urtica dioica</i>	Orties dioïques	Horrag	الحرق
Rubiaceés	<i>Rubia peregrina</i>	Garance voyageuse	Foua	الفوة
Portulacacées	<i>Portulaca oleracea</i>	Pourpier	Berzgala	الرجلة
Oxalidées	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalide	Hommda	الحميدة
Tamaricacées	<i>Tamarix gallica</i>	Tamaris	Tarfa	الطرفة
Juncacées	<i>Juncus maritimus</i>	Jonc	Smar	السمار
Caryophyllacées	<i>Vaccaria pyramidata</i>	Saponaire	-----	الصايونبة
Labiées	<i>Marrubium bulgare</i>	Marrube	Meriouat	المرسبون
Orobanchacées	<i>Orobanche sp</i>	Orobanche	-----	الرحمبول
Thymeleacées	<i>Thymelea microphylla</i>	Thymélé	Methnane	مثنان
Géraniacées	<i>Erodium triangulare</i>	Bec de grue		أبلشون
Borraginacées	<i>Echium trygorrhizum</i>	Vipérine		زهرة الأندعى
Asclépiadacées	<i>Pergularia tomentosa</i>	Asclépi detomen teux	Bouticha	لصوالب اللبدي
Frankeniaceés	<i>Frankenia pulverulenta</i>			
Rosacées	<i>Poterium sanguisorba</i>	Pimprenelle	Zitia	لغزيرة البغيب
Scrofulariacées	<i>Veronica sp</i>	Véronique		

Résumé

Résumé :

Notre travail a pour objectif d'avoir une idée sur le bilan énergétique et émissions de gaz à effet de serre du système de production du blé dur dans la région de Biskra durant la campagne 2021/2022. Les données ont été collectées en utilisant un questionnaire réalisé auprès de cent (100) céréaliculteurs (60 producteurs de Smid, 20 producteurs de Semences et 20 producteur de Frik). Les agriculteurs ont été sélectionnés au hasard et le questionnaire a été formalisé pour qu'il soit simple et compréhensible par l'ensemble des céréaliculteurs. La superficie traitée a été 1 554.50 Ha dont la production moyenne du blé dur a été 2 880.93 Kg.Ha⁻¹.

Les résultats ont révélé que l'énergie entrée est de 41 545.36 MJ.Ha⁻¹ alors que l'énergie sortie est de 48 086.19 MJ.Ha⁻¹. Les calculs des indicateurs énergétiques nous ont montré que les valeurs de l'efficacité énergétique, la productivité énergétique, l'énergie spécifique et l'énergie nette ont été respectivement 1.15, 0.08 Kg. MJ⁻¹, 12.43 MJ. Kg⁻¹ et + 6 540.83 MJ.Ha⁻¹. Ces résultats nous a permet de déduire que ce système, est un système efficace, productif et durable c'est-à-dire qu'il produise plus d'énergie qu'il en a consommé.

Summary:

Our work aims to get an idea of the energy balance and greenhouse gas emissions of the durum wheat production system in the Biskra region during the 2021/2022 campaign. The data was collected using a questionnaire carried out with one hundred (100) cereal farmers (60 producers of Smid, 20 producers of Seeds and 20 producers of Frik). Farmers were randomly selected and the questionnaire was formalized to be simple and understandable way by all grain farmers. The area treated was 1,554.50Ha which the average production of durum wheat was 2,880.93 Kg.Ha⁻¹.

The results revealed that the input energy is 41 545.36 MJ.Ha⁻¹ while the output energy is 48,086.19 MJ.Ha⁻¹. Calculations of energy indicators showed us that the values of energy efficiency, energy productivity, specific energy and net energy were respectively 1.15, 0.08 Kg. MJ⁻¹, 12.43 MJ. Kg⁻¹ and + 6 540.83 MJ.Ha⁻¹. These results allowed us to deduct that this system is a efficient, productive and sustainable system, it mean that it produces more energy than it has consumed

ملخص

يهدف عملنا إلى تكوين فكرة عن توازن الطاقة و انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري في نظام انتاج القمح الصلب في منطقة بسكرة خلال الموسم الفلاحي 2022/2021، وقد تم جمع البيانات باستخدام استبيان مع 100 منتجاً للحبوب (60 منتج سميد, 20 منتج بذور و 20 منتج فريك) تم اختيار طريقة المعاينة العشوائية وقد تم اعداد الاستبيان حتى يكون بسيط و سهل للفهم من طرف جموع الفلاحيين. المساحة المعالجة هي 1554.50 هك حيث ان الانتاج المتوسطي كان 2880.93 كغ/هك

أوضحت النتائج أن الطاقة المدخلة هي 41545.36 ميغاجول/هك بينما الطاقة المخرجة هي 19.48086 ميغاجول/هك . حساب المؤشرات الطاقوية بين ان قيم الفعالية الطاقوية , الانتاجية الطاقوية , الطاقة الخاصة و الطاقة الصافية كنت على التوالي 1.15, 0.08 كغ/ميغاجول, 12.43 ميغاجول/كغ و 6540.83 + ميغاجول/هك . هاته النتائج سمحت لنا ان نستخلص بان هذا النظام هو نظام فعال, منتج و دائم اي انه ينتج طاقة اكثر مما يستهلكها