

**INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE-EL HARRACH-ALGER**  
THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT : GENIE RURAL  
SPECIALITE : HYDRAULIQUE AGRICOLE

# ***CLIMAT ET DYSFONCTIONNEMENT DES AGRO-SYSTEMES CEREALIER***

**CAS DES WILAYAS SETIF, BORDJ BOU ARREIRIDJ  
ET MILA.**

**Réalisée par M. KOLAI Toufik**

Directeur de thèse : M. Zella L. Maître conférence (Université de Blida)

Année universitaire 2007-2008

Jury : Président : M. Abdelguerfi A. Professeur (INA) Examineurs : M. Benmoussa M. Professeur  
(Université de Blida) M. Mouhouche B. Maître conférence (INA)



# Table des matières

Dédicace . . .	6
Remerciements . . .	7
Résumé: . . .	8
Summary: . . .	9
ص: خلم . . .	10
INTRODUCTION . . .	11
PARTIE I. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE . . .	13
CHAPITRE I. CARACTERISTIQUES AGRONOMIQUES DES CEREALES . . .	13
1. Nutritions . . .	13
2. Agronomie et géographique . . .	13
3. Appareil végétatif . . .	13
4. Composantes du rendement . . .	15
CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES D'EVOLUTIONS DES CEREALES . . .	15
1. Climat . . .	15
2. Besoins en eau de la plante . . .	17
3. Sol . . .	20
4. Fertilisation . . .	22
5. Semis . . .	23
6. Introduction des variétés des céréales d'hiver en Algérie . . .	24
CHAPITRE III. LES CONTRAINTES A LA PRODUCTION . . .	25
1. Les contraintes climatiques . . .	25
2. Autres contraintes . . .	27
CHAPITRE IV. SYNTHÈSE DE QUELQUES ETUDES . . .	28
PARTIE II. MATERIELS ET METHODES . . .	30
CHAPITRE I. REGION D'ETUDE . . .	30
1. Situation géographique . . .	30
2. Climat . . .	32
3. Pédologie . . .	33
4. Relief . . .	33
CHAPITRE II. METHODOLOGIE DE TRAVAIL ADOPTÉE . . .	33
1. Travaux de laboratoire . . .	33
2. Travail de terrain . . .	35
PARTIE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS . . .	37
CHAPITRE I. EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE DANS LES TROIS ETAGES CLIMATIQUES DE LA ZONE D'ETUDE DU 1998 A 2002 . . .	37
1. Evolution de la pluviométrie mensuelle moyenne . . .	37
CHAPITRE II. EVOLUTION DES FACTEURS AGRICOLES DES CEREALES D'HIVER DANS LES TROIS ETAGES CLIMATIQUES DE LA ZONE D'ETUDE DE LA COMPAGNE 1998/1999 AU 2002/2003 . . .	38
1. Evolution de la superficie emblavée moyenne des céréales d'hiver . . .	38

2. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen des céréales d'hiver . . .	41
<b>CHAPITRE III.EVOLUTION DES FACTEURS AGRICOLES DES CEREALES D'HIVER PAR ETAGE CLIMATIQUE DANS LA ZONE D'ETUDE DE LA CAMPAGNE 1998/1999 AU 2002/2003 . . .</b>	<b>45</b>
1. Evolution de la superficie emblavée moyenne des céréales d'hiver . . .	45
2. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen des céréales d'hiver . . .	47
<b>CHAPITRE IV. CORRELATION ENTRE LA PLUVIOMETRIE ET LES FACTEURS AGRICOLES DES CEREALES D'HIVER . . .</b>	<b>50</b>
1. Corrélation entre la pluviométrie et la superficie emblavée . . .	51
2. Corrélation entre la pluviométrie et la production . . .	53
3. Corrélation entre la pluviométrie et le rendement . . .	56
<b>CHAPITRE IV. FONCTIONNEMENT DE L'EXPLOITATION ET CONTRAINTES . . .</b>	<b>59</b>
1. Précédent cultural . . .	59
2. Travail du sol . . .	59
3. Semis . . .	60
4. Fertilisation . . .	60
6. Récolte . . .	61
7. Problèmes de l'exploitation . . .	61
<b>Conclusion générale . . .</b>	<b>63</b>
<b>Références bibliographiques . . .</b>	<b>65</b>
<b>Annexes . . .</b>	<b>69</b>
QUESTIONNAIRE . . .	69
<b>ANNEXE 1.</b> Données pluviométriques mensuelles des trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	73
<b>ANNEXE 2.</b> Surface emblavée moyenne, production moyenne et rendement moyen du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine dans les trois étages climatiques de la zone d'étude du 1998/1999 au 2002/2003. . .	74
<b>ANNEXE 3.</b> Précédent cultural des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	75
<b>ANNEXE 4.</b> Date de labour des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	77
<b>ANNEXE 5.</b> Date de travail superficiel du sol des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	79
<b>ANNEXE 6.</b> Densité de semis des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	82
ANNEXE 7. Date de semis des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	85
ANNEXE 8. Variétés semés au niveau des exploitations agricoles dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	88
ANNEXE 9. Date de récolte des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	90
<b>ANNEXE 10.</b> Fertilisation des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	93
<b>ANNEXE 11.</b> Maladies et traitement des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	98

<b>ANNEXE 12.</b> Mauvaises herbes et traitement des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	99
<b>ANNEXE 13.</b> Problèmes climatiques et socio-économiques des exploitations agricoles dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. . .	100

## Dédicace

*Ce modeste travail est dédié à l'ensemble des personnes qui me sont très chères : A mes parents, les êtres les plus tendres à mes yeux et les plus chers à mon cœur, à qui je dois énormément et que je ne remercierai jamais assez, qui sans eux je ne serai pas là où je suis A ma sœur A mes frères A toute ma famille A l'ensemble de mes amis (es) qui ont toujours répondu présent à mon appel Enfin à tous ceux que j'aime et qui m'aiment Melle. salima Kolai*

## Remerciements

Au terme de cette étude, il m'est agréable d'exprimer ma profonde gratitude et d'adresser, mes plus vifs remerciements ainsi que ma reconnaissance envers les personnes qui m'ont aidé tout au long de la réalisation de ce travail.

En premier lieu monsieur Zella L, maître de conférence à l'université de Blida, département agronomie, spécialité hydraulique, pour son encadrement, son aide et sa bonne volonté.

Mes remerciements vont également à monsieur Abdelguerfi A, professeur à l'institut national agronomique, El Harrach, Alger, pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury, qu'il trouve l'expression de notre profonde gratitude.

Ainsi que à monsieur Ben moussa M, professeur à l'université de Blida, département agronomie et à monsieur Mouhouche B, maître de conférence à l'institut national agronomique, El Harrach, Alger, qu'ils trouvent ici mes remerciements les plus sincères pour bien avoir acceptés d'examiner mon travail.

Je tiens à remercier l'ensemble des enseignants du département génie rural qui ont contribué à ma formation.

Je remercie également monsieur Semiani M, directeur de laboratoire bioclimatologie INRAA Baraki, pour son aide dans la conduite du présent travail.

Je n'oublierai jamais de remercier Mme Smadhi D, chercheur au laboratoire bioclimatologie INRAA Baraki, qui malgré les conditions difficiles de travail et la surcharge de son emploi du temps, m'a guidée pas à pas dans le présent travail. Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance et mes respects.

Mes remerciements s'adressent également:

A monsieur Tahar E bibliothèque de l'ANRH pour son aide,

A monsieur Brahim chauffeur INRAA Baraki, pour sa gentillesse,

A monsieur le directeur de L'INRA Sétif pour son aide et son encouragement,

Aux directeurs des services agricoles (D.S.A) des wilayates de Bordj Bou Arreiridj, Sétif et Mila qui m'ont facilité la collecte des informations nécessaires à la réalisation de cette étude.

Aux directeurs et personnels des subdivisions agricoles des communes où le travail a été réalisé : El Hammadia, El Ach, Ras El Oued, Bordj Ghidir, Bir Kasdali, Sidi M'barek, Bordj Bou Arreiridj, Medjana, Bir Haddada, Ain Oulmene, Salah Bey, Bellaa, Bir El arch, El Oueldja, Beni Fouda, Ain Arnet, Mezloug, Ain Roua, Beni Oussine, Ben Zrigue, pour leur aide sur terrain.

Aux gérants des exploitations agricoles pour leur accueil et leur gentillesse de nous avoir fournis les informations nécessaires à la réalisation de ce travail.

Enfin que tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail, trouvent ici mes sincères remerciements et ma profonde reconnaissance.

Mr Toufik Kolai

## Résumé:

Les céréales occupent, à l'échelle mondiale, une place primordiale dans les programmes de recherche agricole. En Algérie, cette place est d'autant plus importante que le pays aspire atteindre une production stable de céréales, en particulier des céréales d'hiver.

Toutefois, la céréaliculture algérienne reste très dépendante des conditions climatiques et en particulier de la pluie surtout en zone semi aride et aride. Vu la faiblesse de la production des céréales d'hiver en zone semi aride et aride des Hauts Plateaux telliens de l'Est algérien cas des wilayas Sétif, Bordj Bou Arreiridj et Mila. De très nombreux travaux se sont intéressés à l'étude de ce problème dans cette région afin d'augmenter la production céréalière. Notre étude s'intéresse à l'analyse des données recueillies, à comprendre le dysfonctionnement induisant à une faible productivité de céréales d'hiver dans cette région. Nous avons procédé par entretien direct. Notre échantillon a concerné 72 unités de production dans 20 communes céréalières de la région et porte sur le fonctionnement de l'exploitation agricole. Les exploitations agricoles choisies sont réparties sur les trois étages climatiques SAS, SAC et SAI&A de la région d'étude. Des corrélations sont faites entre les factures de production céréalière; superficie, production et rendement et pluviométrie. Des corrélations positives sont obtenues, leur coefficient varie entre 0,6 et 0,97. L'itinéraire technique préconisé n'est plus suivi : le travail de sol, la fertilisation, le calendrier des semis n'est plus respecté, les traitements phytosanitaires nécessaires ne sont pas faits. Tous ces facteurs croisés influencent la production et le rendement des céréales dans cette région d'étude.

**Mots clés :** céréales d'hiver, climat, hauts plateaux telliens, rendement, technique de culture.

## Summary:

The cereals occupy, on a worldwide scale, a paramount place in the research programs agricultural. In Algeria, this place is all the more important as the country aspires to reach a stable production of cereals, in particular of cereals of winter.

However, the Algerian cultivation of cereals remains very dependant on the climatic conditions and in particular on the rain especially in arid area and arid. Considering the weakness of the production of cereals of winter in semi arid area and arid of the High plateaus telliens of the Algerian East case of the wilayas Sétif, Bordj Bou Arreiridj and Mila. Very many works was interested in the study of this problem in this area in order to increase the cereal production. Our study is interested in the data analysis collected, to include/understand the dysfunction inducing with a low cereal productivity of winter in this area. We proceeded by direct maintenance. Our sample related to 72 production units in 20 cereal communes of the area and relates to the operation of the farm. The selected farms are distributed on three climatic stages SAS, SAC and SAI&A of the area of study. Correlations are made between the invoices of cereal production; surface, production and yield and pluviometry. Positive correlations are obtained, their coefficient varies between 0,6 and 0,97. The recommended technical route is not followed any more: the work of ground, the fertilization, the calendar of sowings is not respected any more, the plant health treatments necessary are not made. All these cross factors influence the production and the yield cereals in this area of study.

**Key words:** Cereals of winter, climate, high plateaus telliens, yield, farming technique.

## ص خلم:

تحلل الحبوب على المستوى العالمي، مكانة مهمة في برنامج البحث الزراعي. في الجزائر تلك المكانة مهمة لأن البلاد تزداد اتوصول إلى منتج مستقر في الحبوب وبالخصوص الحبوب الشتوية .

يبقى إنتاج الحبوب في الجزائر جد مرتبط بالمواسم المناخية وبالآخص المطر في المناطق الشبه الجافة والجاف. نظرا إلى قلة منتج حبوب الشتاء في المناطق الشبه الجافة والجافة للهضاب العليا التلية للشرق الجزائري مثل ولايات: سطيف، برج بوعريج وميلة. أعمال كثيرة اهتمت بدراسة هذا المشكل في تلك المنطقة، من أجل زيادة إنتاج الحبوب

دراستنا اهتمت بتحليل المعلومات المحصل عليها وإلى فهم المشكل الذي ادى إلى قلة إنتاج الحبوب الشتوية في هذه المنطقة. لقد قمنا بمقابلة مباشرة. عينتنا ضمت 72 وحدة إنتاجية في 20 بلدية مخصصة في إنتاج الحبوب في المنطقة، واهتمت بطريقة عمل المستثمرة الفلاحية. المستثمرات الفلاحية المختارة موزعة على ثلاثة طبقات مناخية من منطقة SAI&A الدراسة

علاقات حسابية عملت بين عوامل إنتاج الحبوب: المساحة، الإنتاج، المحصول والمطر. وجدت علاقات SAC, SAS. إيجابية بينهم، ما بين 0.6 و 0.97. العمل التقني المناسب ليس منتج: عمل الأرض، التسميد، تواريخ الزرع غير متبعة والعلاج النباتي لالزم غير مطبق. كل هذه العوامل تؤثر على إنتاج و محصول الحبوب في تلك المنطقة. كلمات مفتاح: حبوب شتوية، المناخ، الهضاب العليا التلية، المحصول، التقنية الزراعية.

---

# INTRODUCTION

Les céréales constituent la base du régime alimentaire algérien. Elles fournissent respectivement 60 % et 80 % de l'apport calorifique et protéique de la ration alimentaire nationale (Talamali, 2000). La consommation se situe aujourd'hui autour de 200 à 250 kg par habitant et par an, alors que les besoins théoriques du pays s'élèvent à 8 250 000 tonnes par an (CIHEAM, 2006). Les céréales occupent annuellement selon Malki et al (2000), presque 50 % en moyenne de la superficie céréalière agricole utile (SAU). Cette superficie emblavée est dominée par le blé dur qui conserve la première place avec 43 %, suivi de l'orge qui représente 34 %, le blé tendre 20 % et enfin l'avoine avec 2,8 %. Malgré cette suprématie dans l'occupation du sol et dans la consommation de la population, la production nationale des céréales soumise quasiment au régime pluvial, demeure insuffisante et ne couvre pas plus de 25 à 30 % des besoins nationaux (Malki et al, 2000). Elle connaît des fluctuations importantes. Ces fluctuations sont marquées par des productions et des rendements relativement faibles. La production céréalière pour la période 1965-2004 est en moyenne de deux millions de tonnes, avec un rendement est de 9 q/ha. Face à une telle situation, l'Etat a recours annuellement, à des importations massives de céréales pour combler le déficit lié à la demande. L'Algérie est classée parmi les dix premiers pays importateurs mondiaux de blé et de céréales secondaires, avec une moyenne variant de 5 à 6 millions de tonnes en 1990-1992 et 2000-2003 (Rachedi, 2003 ; FAO, 2005).

La contribution de cette étude porte essentiellement sur la variabilité spatiotemporelle des facteurs agricoles; superficie, production, et rendement des céréales d'hiver et des facteurs climatiques plus précisément la pluviométrie. Les céréales concernées sont le blé dur, le blé tendre, l'orge et l'avoine en zones semi-aride et aride de l'Est algérien. Ainsi que les différentes techniques culturales suivies dans la zone d'étude.

Le climat, notamment la pluviométrie, est un facteur prédominant qui conditionne fortement les récoltes (Feliachi, 2000), néanmoins il n'est pas le seul. Les techniques culturales, la semence, la fertilisation sont aussi d'autres facteurs qui influencent la productivité. Environ 1,4 millions d'hectares soit 45 % de la surface agricole utile céréalière sont localisés dans des zones agro écologiques semi arides, et reçoivent une pluviométrie annuelle entre 350 à 450 mm/an (Feliachi, 2000). Ces zones ont des microclimats généralement contraignants ; une saison hivernale froide à très froide et une saison estivale chaude à très chaude et sèche.

Les Hauts Plateaux telliens céréalières de l'Est algérien ont fait l'objet de notre étude, à l'échelle communale 1/50 000. L'objectif vise essentiellement la caractérisation, l'évaluation et la hiérarchisation des facteurs climatiques (précipitation, température, etc.), et leur effet sur les facteurs agricoles (superficie, production et rendement des céréales d'hiver), dans le temps et dans l'espace. L'accent est porté sur le système de fonctionnement des exploitations agricoles, afin d'élaborer une base de données exploitables. Des enquêtes ont été réalisées dans la région d'étude qui englobe trois wilayas de l'Est algérien à savoir Bordj Bou Arreidj, Sétif et Mila. Des questionnaires ont été remplis auprès des agricultures et des services agricoles. Dans chaque wilaya, six communes ont été désignées, et au niveau de chaque commune, quatre exploitations agricoles de statut juridique différent

ont été choisies ; ferme pilote, exploitation agricole collective (EAC), exploitation agricole individuelle (EAI) et exploitation agricole privée.

L'objectif consiste à analyser les données recueillies, à comprendre le dysfonctionnement induisant à une faible productivité et tirer les conclusions nécessaires. L'étude s'articule sur une synthèse bibliographique qui regroupe les notions théoriques liées à la culture des céréales et leurs exigences agronomiques et climatiques. Elle résume aussi les résultats des travaux scientifiques réalisés dans ce domaine. La deuxième partie présente le matériel et les méthodes utilisés. Elle englobe d'une part, les caractéristiques climatiques, pédologiques de la région d'étude et d'une autre part les principes des méthodes de travail.

Les résultats obtenus au cours de notre recherche, suivis de commentaires sont regroupés dans la troisième partie. Enfin une conclusion générale synthétise les résultats de notre travail et les perspectives qui pourraient contribuer au développement de la céréaliculture algérienne.

---

# PARTIE I. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

## CHAPITRE I. CARACTERISTIQUES AGRONOMIQUES DES CEREALES

### 1. Nutritions

---

De la famille des Poacées ou graminées, les céréales annuelles sont principalement utilisées dans l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques. Utilisées sous forme de farines moulues, de grains et de fourrages, les céréales sont une source de vitamines et de fibres alimentaires. Elles contiennent 70% à 80% de glucides sous forme d'amidon, 15% de protéines et 5% de lipides (Belaid, 1986). Leurs protéines manquent de certains acides aminés essentiels, comme la lysine ou le tryptophane. Les céréales sont également, une source de sucres lents dont l'apport énergétique est essentiel à l'organisme.

### 2. Agronomie et géographique

---

Les céréales sont subdivisées en céréales d'hiver et de printemps de part leurs caractéristiques agronomiques et géographiques.

Les céréales d'hiver sont de loin les plus importantes en Algérie. Elles sont représentées principalement par :

- Leblé dur (*Triticum turgidum* ssp *durum*) cultivé dans les zones chaudes et sèches. Riche en gluten, il est utilisé pour produire les semoules et les pâtes alimentaires.
- Leblé tendre, ou froment, (*Triticum aestivum*) moins important, est cultivé dans les hautes latitudes. Il est souvent utilisé comme farine panifiable pour le pain.
- l'orge (*Hordeum vulgare*) plus rustique, est relégué aux régions les plus sèches. Réservé à l'alimentation humaine, mais surtout à celle des animaux, son principal débouché est la brasserie.
- l'avoine (*Avena sativa*), tout comme le froment, semé en automne et moissonné en été.

### 3. Appareil végétatif

---

#### 3.1. Système racinaire et aérien

Le système racinaire des céréales est de type fasciculé. Il est formé par un système primaire et l'autre secondaire. Le système primaire ou séminale est fonctionnel de la germination à la ramification de la plantule « tallage » (Belaid, 1986). Ce système éphémère est remplacé par un système de racines adventives, elles prennent naissance sur la tige qui assure la nutrition et le développement de la plante. Le système secondaire ou système de racines coronaires apparaît à la ramification de la plante. Les racines partent des nœuds

les plus bas. Au même niveau, elles constituent une touffe dense, appelée « plateau de tallage ». Chaque talle donne naissance à un chaume et à une inflorescence.

La tige de forme cylindrique est formée d'entre-nœuds séparés par des nœuds plus ou moins saillant. Les entre-nœuds sont généralement, creux chez les blés tendres, l'orge et l'avoine. Ils sont pleins chez les blés durs (Belaid, 1986). Les feuilles sont à nervures parallèles et formées de deux parties. La partie inférieure entoure la jeune pousse ou la tige ; la gaine. La partie supérieure en forme de lame est le limbe. Les fleurs sont groupées en inflorescences formant un ensemble d'unités morphologiques de base qui sont les épillets.

### 3.2 Cycle végétatif

Le cycle végétatif est subdivisé en trois grandes phases. Chaque phase comporte différents stades.

#### \* Phase végétative

- Germination levée

Une fois en terre, le grain de blé absorbe 40 à 65% de son poids d'eau. A la germination, la graine a déjà absorbé 25% de son eau (Anonyme, 2007). La racine principale recouverte du coléorhize apparaît, puis la gemmule, recouverte du coléoptile, qui donne naissance à la tige primaire ou maître-brun. Cette phase dure 4 à 10 jours selon la disponibilité de l'eau dans le sol.

- **Levée tallage**

La première feuille se déroule et laisse voir la pointe de la seconde feuille. Le jeune plant possède 5 à 6 racines primaires. Lorsque les deux premières feuilles sont presque développées et laissent apparaître la pointe de la troisième feuille, on peut voir en transparence à travers le coléoptile, un filament très fin appelé rhizome. Lorsque le jeune plant possède 5 feuilles, il y a formation de l'épi sur le maître brin. Enfin toutes les tiges secondaires commencent à croître activement. Ce stade dure 44 jours (Kolai, 2002).

#### \* Phase reproduction

- Montaison

Au sommet du bourgeon terminal se produit le début du développement de l'épi. Parallèlement, on assiste à l'allongement des entrenœuds. Le stade « épi à 1 cm » du plateau de tallage est caractérisé par une croissance active des talles. Ce stade dure environ 24 jours (Kolai, 2002).

- **Épiaison floraison**

Durant ce stade, les épis apparaissent à l'extérieur des tiges. L'épiaison est terminée lorsque l'épi du maître brin est complètement sorti hors de la gaine. La majeure partie des épillets des épis fleurit. Une fois la fécondation terminée, les étamines apparaissent. Ce stade dure environ 22 jours (Kolai, 2002).

### 3.3. Phase formation et maturation des grains

Les grains passent par les stades laiteux, pâteux et dur. Au bout de 18 à 19 jours, le grain a acquis sa forme et sa taille définitive, mais il est encore mou, on dit que le blé est au stade laiteux. En tout, cet stade dure de 30 à 34 jours (Kolai, 2002). La durée totale du cycle végétatif du blé est donc de 120 à 150 jours, suivant les variétés et les conditions de culture.

## 4. Composantes du rendement

Les composantes du rendement représentent les caractéristiques mesurables telles que le nombre de plantes par mètre carré ( $m^2$ ), le nombre d'épis par plante, le poids de mille grains (Belaid, 1986; Soltner, 1990) :

- le peuplement est influencé par la dose de semis, le poids de mille grains, la qualité de la semence, les caractéristiques du lit de semence et les conditions climatiques avant et après le semis. Pour des doses de semis allant de 120 à 140 kg/ha, il a été observé des peuplements de 18 à 108 pieds au mètre carré ( $m^2$ ), soit un taux de levée de 7 à 36 %.
- le tallage-épiest influencé par les caractéristiques variétales, la date de semis, le peuplement, l'azote disponible dans le sol, l'eau disponible, l'enracinement, la concurrence des adventices et du climat.
- le nombre de grains par épisest influencé par le nombre d'épis par mètre carré, par les caractéristiques variétales, par la disponibilité en eau et par la nutrition azotée et phospho-potassique.
- le poids de mille grainsest influencé par le nombre de grains par épi par mètre carré ainsi que par l'alimentation hydrique.

# CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES D'EVOLUTIONS DES CEREALES

## 1. Climat

Le climat joue un rôle prépondérant dans le cycle végétatif de la céréaliculture, à travers les caractéristiques des sols qui se forment sous des conditions climatiques bien particulières (Euverte, 1959). Il est directement responsable de la sécheresse agroclimatique par la combinaison de l'ensemble des conditions atmosphériques (précipitation, humidité, température, lumière, vent, évapotranspiration potentielle), et indirectement par la pédologie (Lafarge, 1986). C'est dans ce milieu ambiant que la culture trouve la satisfaction de ses besoins physiologiques ; eau, oxygène, chaleur... et ses besoins nutritifs ; eau, gaz carboniques, éléments nutritifs minéraux et organiques.

### 1.1. Précipitations

Les précipitations représentent la source principale d'eau pour la production agricole pluviale. Elles s'évaluent en hauteur d'eau équivalente (mm) sur une période donnée (Guyot, 1997). Dans ce cadre, les étages bioclimatiques favorables à l'évolution de la céréaliculture sont situés entre 600 mm au Nord et 200 mm au Sud. Ces étages représentent respectivement le per humide à l'aride avec des variantes thermiques allant du froid au chaud (El Mahi in Bouchetata, 2006).

Tableau I. Les étages bioclimatiques en Algérie

Etages bioclimatiques	Pluviosité annuelle (mm)	Superficie en ha	Pourcentage de la superficie totale (%)
Per humide	1200-1800	185 275	0,08
Humide	900-1200	773 433	0,32
Sub humide	600-900	3 401 128	1,43
Semi aride	300-600	9 814 985	4,12
Aride	100-300	11 232 270	4,72
Saharien	< 100	212 766 944	89,3

Source : El Mahi A. in Bouchetata (2006)

En effet, la répartition des emblavures céréalières dépend des conditions climatiques à travers la notion de l'évapotranspiration potentielle (Choisnel, 1997). Selon cet auteur, cette notion représente la demande climatique en eau imposée à une culture recouvrant entièrement le sol, bien alimentée et en phase active de croissance. Cette eau peut être apportée par les précipitations et/ou l'irrigation. Toutefois, les précipitations peuvent être néfaste pour la culture à travers un déficit hydrique (Douguedroit, Durbiano et al, 1998). Celui-ci correspond à une situation où la culture n'a pu trouver dans le sol l'eau nécessaire pour compenser son vapotranspiration. Par conséquent, l'état de sécheresse correspond à un "manque d'eau" (Choisnel, 1997).

En effet, l'Algérie est caractérisée par des précipitations qui accusent une grande variabilité mensuelle et surtout annuelle, provoquant d'importantes fluctuations spatio-temporelles de la production agricole. Cette variabilité est due à l'existence de gradients longitudinal, latitudinal et altitudinal (Djellouli in Nedjraoui, 2001).

- le gradient longitudinal se caractérise par une pluviosité qui augmente de l'Ouest à l'Est. Ce gradient est dû à deux phénomènes : à l'Ouest, la Sierra Nevada espagnole et l'Atlas marocain agissent comme un écran éliminant ainsi, l'influence atlantique (Djellouli in Nedjraoui, 2001). A l'Est, les fortes précipitations sont attribuées aux perturbations pluvieuses du Nord de la Tunisie.
- le gradient latitudinal : les précipitations moyennes annuelles varient de 50 mm dans la région du M'Zab à 1500 mm à Jijel. Cette diminution depuis le littoral vers les régions sahariennes est due à la grande distance traversée par les dépressions qui doivent affronter sur leur parcours les deux chaînes atlassiques.
- un gradient altitudinal universel qui varie en fonction de l'éloignement de la mer.

## 1.2. Température

La chaleur constitue l'élément le plus important du climat. Elle règle le rythme de développement des plantes et limite leur aire culturale (Diehl, 1995). Le choix d'une culture et le choix de la date de semis tiennent compte du zéro de végétation (0°C) qui correspond à la température au dessous de laquelle, la plante ne pousse pas. Une température supérieure comprise entre 24 à 26 °C est exigée pour la germination des céréales et un abaissement de température pendant l'hiver est nécessaire aux variétés non alternatives dites « d'hiver » Soltner (1990). Pour chaque culture, la réalisation de chaque stade de développement nécessite des conditions de températures précises. Les résultats de recherche de Belaid (1990) et Anonyme (2007) ont montré que chaque stade de croissance de blé nécessite une température bien déterminée. Les températures moyennes qui les caractérisent sont consignées dans le tableau II. Les températures influencent beaucoup l'évapotranspiration et peuvent provoquer le stress hydrique.

Stade	Température idéale en °C
Germination	24-26
Tallage	7-8
Montaison	12
Floraison	16-17
Remplissage	14

Tableau II. Température idéale en °C pour chaque période de croissance de blé.

Source : Anonyme (2007)

L'activité physiologique du blé est maximale entre 20 et 30°C. Par ailleurs, le cycle de développement du blé nécessite une somme de températures journalières comprise entre 1800 - 2400°C pour le blé d'hiver et 1300 - 1600 °C pour le blé de printemps (Anonyme, 2007). A ce niveau, Grignac in Belaid (1990) a déterminé que les sommes de températures nécessaire pour le blé dur, variété BIDI 17 est de 410°C pour le stade semis-tallage. Elles sont de 200°C et 300°C respectivement pour les phases tallage-montaison et floraison. Elles augmentent à 790°C pour la phase floraison-maturité. Ces valeurs sont relativement constantes d'une année à l'autre et sont caractéristiques de l'espèce végétale.

### 1.3. Lumière

Le facteur lumière, en dehors de son action thermique qui maintient la température du globe terrestre entre les limites favorables à la vie et qui permet les transferts de masse d'air et d'eau, le rayonnement solaire a des actions physico-chimiques nombreuses et spécifiques (Belaid, 1990). En effet, il va agir sur plusieurs pigments photosensibles, responsables de la photosynthèse, c'est le photopériodisme. La quantité d'éclairement optimum diffère selon les espèces. Les céréales sont classées parmi les plantes de jours longs et fleurissent d'autant plus rapidement et abondamment que les journées sont très longues. Eliard, (1979), considère que la montaison chez cette culture, ne peut se réaliser que si la longueur du jour est suffisante; les semis effectués précocement ne montent pas beaucoup plus tôt que les semis tardifs; ils permettent à la plante de mieux taller .

## 2. Besoins en eau de la plante

Des travaux de recherches ont montré que les exigences en eau de la céréaliculture diffèrent, selon les caractéristiques climatiques, à savoir les précipitations, les températures extrêmes, le vent, le sol et surtout l'évapotranspiration qui caractérisent chaque région bioclimatique (Baldy, 1974, Kehal, 1974). Suivant le critère altitudinal, l'Algérie se subdivise en trois grandes zones :

- les Hautes Plateaux comprises entre 750 et 1100 m d'altitude. Ils comprennent les Plateaux composées de Bordj Bou Arreidj, Sétif, Ain Beida séparant les Monts des Bibans au Nord et les Monts du Hodna au Sud.
- les montagnes intérieures formées par les Monts du Hodna qui délimitent les Hauts plateaux semi-arides dans la partie Sud.
- les Hautes Plaines steppiques au Sud, ouvertes à un climat plus extrême (aride).

La consommation en eau liée aux facteurs cités, permet de définir l'évapotranspiration maximale (ETM) par rapport à l'ETP par la formule suivante :  $ETM = Kc \times ETP$ , Avec Kc, coefficient cultural qui dépend du type de culture et de son état de développement.

Le tableau III donne quelques valeurs du Kc et sa variation durant le stade végétatif.

Tableau III. Evolution des coefficients culturaux (Kc) de Blé

Stade	Période en jour (1)	Kc (2)
Période végétatif	44	0,30
Montaison	24	0,70
Gonflement	10	0,80
Epiaison	13	1,05
Floraison	8	1,20
Grain laiteux	13	0,75
Grain pâteux	6	0,65
Maturation	15	0,25

Source : (2) FAO (1986) ; (1) Kolai (2002).

La consommation totale en eau de la culture au cours de son cycle végétatif, n'est pas une constante. Cela pour deux raisons :

- d'une part, le niveau de la demande maximale en eau dépend du climat.
- d'autre part, le système de production peut être irrigué ou non irrigué.

Selon le climat et la longueur du cycle végétatif, les besoins en eau qui induisent à de bons rendements sont de 450 à 650 mm (Doorembos et al, 1987). Baldy (1974) estime en zones semi-arides, les besoins en eau des céréales pour une période optimale sont de l'ordre de 450 à 600 mm pour tout le cycle. La demande en eau de la céréale est évaluée à 400 mm en période des grands besoins de Mars à Juin (Deumier *in* Benabdesselam et Chourghal, 1997). Kribaa (1992) évalue la consommation en eau du blé dur variété Waha, en condition pluviale et en irrigué respectivement à 277,8 mm et 381,2 mm pour des rendements moyens de 25,08 et 38,12 q/ha.

Les résultats obtenues par Smadhi et al (2001) à la suite du calcul des besoins en eau de la culture de blé d'hiver d'une part (tableau IV), et de l'orge de d'autre part (tableau V) dans la région de Sétif et la région de Bordj Bou Arreiridj, ont permis de mettre en évidence la variation très nette de la consommation en eau en fonction des stades végétatifs.

Ces besoins augmentent graduellement à partir des mois d'automne aux mois de printemps avec une diminution durant les mois d'hiver. Ces besoins qui sont faibles pendant l'installation de la plante, peuvent s'accroître jusqu'à atteindre un maximum en moyenne au mois de mai qui sont respectivement de 146 mm à Sétif et de 166 mm à Bordj Bou Arreiridj pour la culture de blé.

Pour l'orge le maximum de la consommation coïncide avec le mois de Février pour Sétif avec 37,7 mm et le mois de Janvier pour Bordj Bou Arreiridj avec 42,7 mm.

Cette augmentation coïncide donc, avec l'apparition des stades physiologiques particulièrement sensibles (développement, floraison, grossissement du grain). L'évolution des apports d'eau ; pluies efficaces, suivent la même évolution que la consommation.

Par conséquent, les besoins totaux moyens sont évalués à 516,2 mm (Sétif) et à 573,9 mm (Bordj Bou Arreiridj) pour ce qui est du blé d'hiver ; et sont en moyenne évalués à 147 mm (Sétif) et 166 mm (Bordj Bou Arreiridj), en ce qui concerne l'orge.

	Stations	N	D	Jv	F	Ms	A	M	J	Total
Besoins en eau	Sétif	12,4	17,7	20,7	45,7	82,7	114	146	77	516,2
	BBA	13,7	21,3	23,9	48,1	87	127	166	86,9	573,9
Pluies efficaces	Sétif	10,8	21,9	31,7	27,4	23,3	25,8	38,2	10,1	189,2
	BBA	12,1	23,7	25,6	21	30,1	35,4	36,3	9,01	193,2
Besoins d'irrigation	Sétif	4,52	3,51	4,14	23,7	59,4	86,9	10,7	67,1	360
	BBA	5,39	4,38	5,56	26,1	87,7	126	126	80	461
Kc		0,6		1,20		0,7				

Tableau IV. Besoins en eau, pluies efficaces et besoins d'irrigation moyenne en mm du blé d'hivers durant le cycle végétatif des deux stations principales de la zone de Sétif et Bordj Bou Arreiridj période (1990-1998) (semis 15 novembre).

Source : Smadhi et al (2001)

	Stations	Oc	N	D	J	F	Total
Besoins en eau	Sétif	16,6	24,6	31	36,8	37,7	146,7
	BBA	18,6	27,2	37,4	42,7	39,9	165,8
Pluies efficaces	Sétif	14,8	22,7	21,9	31,7	27,5	118,6
	BBA	12,5	24,4	23,7	25,6	21	107,2
Besoins d'irrigation	Sétif	7,18	8,18	12,1	12,1	16,1	55,7
	BBA	8,29	8,11	15	17,4	21,6	70,4
Kc		0,4		1,15		0,4	

Tableau V. Besoins en eau, pluies efficaces et besoins d'irrigation moyenne en mm de l'orge durant le cycle végétatif des deux stations principales de la zone Sétif et Bordj Bou Arreiridj période (1990-1998) (semis : 15 Octobre).

Source : Smadhi et al (2001)

## 2.1. Evapotranspiration potentielle

L'évapotranspiration potentielle est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'une culture de référence (gazon). Couvrant totalement le sol, cette culture est caractérisée par une hauteur uniforme de quelques cm à son stade de développement végétatif maximal et dans des conditions optimales d'eau et de fertilisation (Doorembos et Pruitt, 1986; Choïsnel, 1997). La spécificité de l'évapotranspiration potentielle est de définir les besoins potentiels en eau et les limites d'extension des cultures considérées. Ces cultures jouent elles-mêmes un rôle dans l'évolution l'évapotranspiration (Choïsnel, 1997), par le biais du taux de couverture du sol et par l'état de développement physiologique de la culture (phase de croissance, phase de reproduction, phase de maturation).

En Algérie, les travaux réalisés par l'ANRH, montrent que l'évapotranspiration annuelle augmente du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest. Ces résultats complétés par Smadhi et al (2001), soulèvent que durant les périodes critiques de la culture céréalière en région

semi-aride et aride les fluctuations mensuelles et saisonnières sont très variables d'une région à une autre. Une élévation de l'ETP caractérise la saison automnale, elle diminue au début de la saison hivernale où elle atteint son minimum de diminution en décembre avec respectivement 29,4 mm à Sétif et 34,1 mm à Bordj Bou Arreiridj. Elle augmente avec la saison printanière pour atteindre le maximum au mois de Juillet avec respectivement 213,9 mm à Sétif et 216,2 mm à Bordj bou arreiridj (tableau VI). Cette fluctuation coïncide avec les phases sensibles de la plante.

Stations	J	F	Ms	A	M	J	Jt	At	Sp	Oc	N	D	Total	
Sétif	ETP	33	44	67,7	95	141	177,6	213,9	188,8	134	79,9	44	29,4	1248
	Phaie	36	36	39	41	47	21	4	6	39	32	27	30	358
	DHC	3	-8	-28	-54	-94	-156	-210	-183	-95	-48	-17	1	-890
BEA	ETP	38	50	77	111	150	191	216	187	130	102	60	34	1346
	Phaie	31	32	43	38	36	21	3	4	37	27	34	35	341
	DHC	-7,4	-18	-34	-73	-114	-170	-213	-183	-92,8	-74,5	-26	0,9	-
														1005

Tableau VI. Précipitations, évapotranspirations potentielles et déficits hydriques climatiques moyennes mensuelles (en mm) des deux stations principales Sétif et Bordj bou arreiridj, période (1990-1998).

Source : Smadhi et al (2001)

Nous constatons que le déficit hydrique cultural (DCH) est considérable durant la saison automnale et printanière, il coïncide avec la saison de semis et le remplissage du grain. La connaissance du DCH, permet d'évaluer la quantité d'eau qui manque à la plante au cours de la saison de croissance, donc permet d'estimer les besoins théoriques en eau de la culture.

### 3. Sol

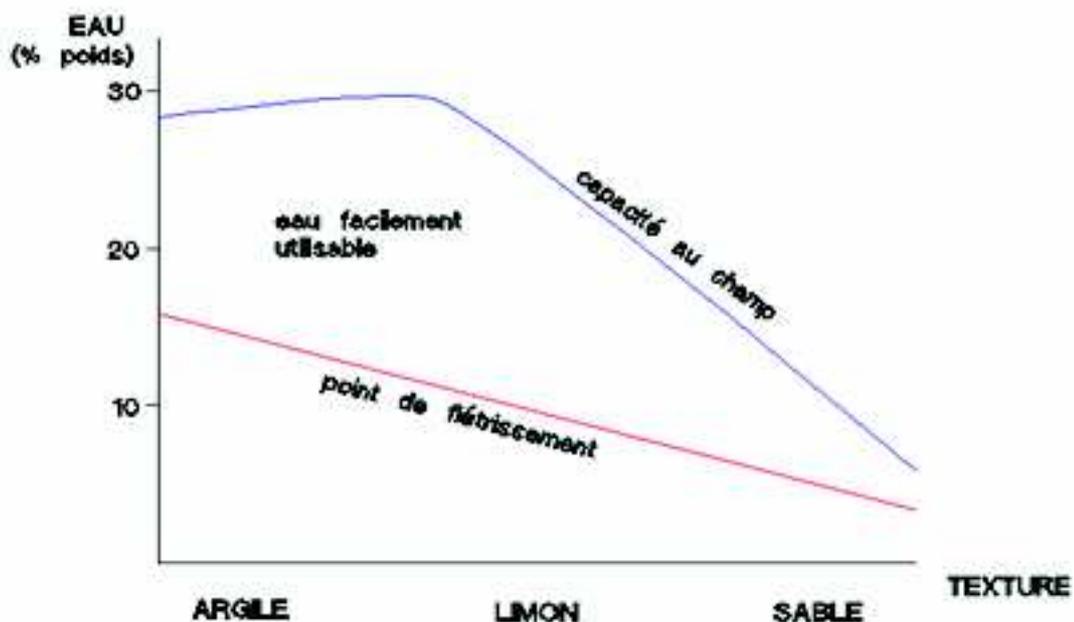
Le sol agricole est la partie de la couche superficielle de l'écorce terrestre qui, grâce à sa structure meuble et sa composition physico-chimique, est en mesure d'assurer un développement normal des végétaux cultivés (Diehl in Soltner, 1987). Avec le climat, le sol constitue le milieu dans lequel la plante se développe. Il est le support de la plante où les racines en occupent un volume plus ou moins important. Il est également son réservoir alimentaire. Les racines y puisent l'eau et les sels minéraux indispensables du sol et la disperse dans l'atmosphère par évapotranspiration (Eliard, 1979). Si l'eau disponible diminue tandis que la tension de succion du sol augmente (voir Tableau VII), les racines se retrouvent en difficulté d'extraction de l'eau et le stress apparaît. L'évapotranspiration diminue, elle devient inférieure à l'ETP: c'est l'ET Réelle. Au dessous d'une tension de succion de 1 atmosphère, l'absorption de l'eau par les racines est fortement diminuée; elle devient nulle lorsque le point de flétrissement est atteint (en général 16 atmosphères,

soit  $pF = 4,2$ ). Ce point de flétrissement permanent varie beaucoup avec la texture du sol (Beauchamp, 2006).

**Tableau VII. Point de flétrissement, capacité au champ et eau disponible pour la plante en fonction de différents types de sols. Les valeurs sont exprimées selon le rapport (volume de l'eau contenue/volume du sol) - inspiré de Rowell in Beauchamp, 2006.**

Sol	Point de flétrissement	Capacité au champ	Eau disponible pour la plante
Argile	0,28	0,44	<b>0,16</b>
Terre argileuse	0,23	0,44	<b>0,21</b>
Terre fertile	0,14	0,36	<b>0,22</b>
Terre sableuse	0,08	0,22	<b>0,14</b>
<b>Sable</b>	<b>0,05</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>

Le volume d'eau disponible pour les plantes (voir figure 1), appelé "*réserve utile*" comprend la "*réserve facilement utilisable*" et la "*réserve de survie*". Il dépend de deux paramètres, la profondeur du sol colonisée par le système racinaire ; un mètre environ pour une culture annuelle de blé ou de maïs, la texture du sol ; pour une profondeur de un mètre, les valeurs de réserve utile oscillent de 70 mm d'eau pour un sol sableux grossier à 200 mm d'eau pour un sol limono-argileux (Beauchamp, 2006).



*Figure 1. Eau contenue dans le sol selon sa texture (Duchaufour in Beauchamp, 2006).*

Les céréales sont connues par leur vaste adaptation aux différents types de sol. Cependant, des sols profonds 30 à 40 cm, non hydromorphes, bien structurés et de texture équilibrée, riches en humus au moins 1%, avec un pH de 6,5-7,5 pour le blé dur et de 6,0-7,5 pour le blé tendre et ne présentant pas de salinité, sont les plus adéquats à la culture de blé (Anonyme, 2007).

Les opérations retenues concernant la préparation de sol sont:

- un labour moyen de 20 cm ;
- 2<sup>ème</sup> recroisement au cover crop ;
- 3<sup>ème</sup> recroisement ; éventuellement un 4<sup>ème</sup> selon l'état du lit de semis ;
- Roulage.

Ces opérations dépendent de la nature du sol, de l'état d'humidité, de la rotation, du type de cultures ainsi que de la période d'intervention. Le choix des outils de travail est aussi important. Il dépend du comportement et de la consistance du sol, du mode d'action des différents outils de travail du sol.

#### 4. Fertilisation

Selon les données collectées par Djenane (1992) pour la période (1983-1991), aussi bien pour la zone nord que pour la zone Sud des Hauts Plateaux sétifiennes, les engrais les plus utilisés (voir tableau VIII), sont l'ammonitrate (33,5 %) puis d'autre engrais comme NPK, sont d 'usage aléatoire.

Les quantités d'engrais apportées sont souvent variables dans le temps et dans l'espace. Leurs utilisations sont dépendantes de la disponibilité des produits sur le marché et de leur prix et du transport. Rarement dosés, ils sont utilisés de manière aléatoire sans tenir compte des quantités disponibles dans le sol.

Pluviosité	< 400 mm		400-600 mm		> 600 mm	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Eléments fertilisants	Kg/ha					
Jachère travaillée	34	46	67	92	-	-
Fourrage	34	46	67	92	100	92
Légumes secs	-	-	67	92	100	92
Pomme de terre irriguée	-	-	34	46	67	92
Blé	34	46	67	46	100	92

Tableau VIII. Doses d'azote et de phosphore en fonction de la pluviosité

Source:INVA-ITGC in FAO (2005)

Dans les régions céréalières où le système de culture est basé sur les blés, l'orge, les fourrages et la jachère, le fumier est souvent utilisé au niveau des parcelles les plus proches des habitations, essentiellement pour améliorer les rendements de l'orge et des cultures fourragères (FAO, 2005).

La fumure azotée est nécessaire à la croissance et au développement des végétaux. Elle permet :

- une augmentation de la masse végétative de la plante;
- une augmentation du tallage-épi; plus de productivité;
- une amélioration du niveau de rendement et de niveau de qualité.

Les doses d'azote à apporter doivent être raisonnées en fonction de la plante, de la zone de production, de la pluviométrie, du type de sol et du précédent cultural (ITGC, 1999). A titre indicatif en fonction de la pluviométrie, il est recommandé pour la culture du blé d'apporter les doses suivantes indiquées dans le tableau IX.

**Tableau IX. Les doses d'azote recommandées pour la culture du blé en fonction de la zone de production (pluviométrie).**

	Quantité d'engrais à apporter en qx/ha	
	Sulfate d'ammonium 21 %	Urée 46 %
> 600 mm	3 q/ha fractionné 1,5 q/ha au semis 1,5 q/ha début tallage	1,5 q/ha fractionné 0,75 q/ha au semis 0,75 q/ha début tallage
400 - 600 mm	2 q/ha fractionné 0,5 q/ha au semis 1,5 q/ha début tallage	1 q/ha fractionné 0,30 q/ha au semis 0,70 q/ha début tallage
< 400 mm	1,5 q/ha début tallage	1 q/ha début tallage

Source: ITGC (1999).

## 5. Semis

C'est l'un des facteurs essentiels de la réussite d'une culture céréalière. Le semis mécanisé, réalisé par des semoirs de plus en plus perfectionnés, offre plusieurs avantages. Une répartition régulière et homogène des semences en ligne, permettant les interventions mécaniques, ainsi que la réduction des pertes de 20-30% par rapport au semis à la volée.

Pour réussir cette opération, plusieurs facteurs doivent être pris en considération :

- la dose de semis (kg/ha) =  $(\text{densité /m}^2) \times \text{poids de 1000 grains} \times 10) / (\text{valeur culturale} \times \text{indice de levée})$  où la valeur culturale des semences = faculté germinative  $\times$  pureté spécifique. L'indice de levée = % de plantes levées par apport au nombre de grains de semences
- la date de semis : les semailles de céréales en Algérie s'étalent d'octobre à décembre en fonction de la région et de la date des premières pluies de l'automne.
- la profondeur de semis : il est recommandé de semer à une profondeur comprise entre 3 et 5 cm, afin d'assurer à la graine l'eau suffisante pour germer et se développer.
- choix et réglage des outils de semis : l'agriculteur doit bien maîtriser son matériel de semis puisqu'un mauvais réglage peut causer des problèmes à l'opération de semis.

Semer très tôt dans une région semi-aride expose la semence à un manque d'humidité et à des pertes au semis dues aux prédateurs. Semer tardivement, la germination a lieu durant les mois d'hiver. Durant ces mois, beaucoup de pertes sont causées par les gelées de même que la phase tallage est raccourcie, aussi la plante termine son cycle en période de sécheresse et de sirocco provoquant l'échaudage de grains (Bouzerzour et Oudina, 1986). Ces deux contraintes climatiques coïncident avec la phase critique des céréales, c'est la période de reproduction. Le tableau X, montre la date de semis du blé conseillée en Algérie.

**Tableau X. Date de semis du blé conseillée en Algérie**

Zones	Date de semis
Zones Littorales et Sub-littorales : Variétés tardives Variétés précoces	20 Octobre au 10 Novembre 01 au 20 Novembre
Hauts plateaux : Variétés tardives Variétés précoces	25 Octobre au 31 Novembre 10 Novembre au 15 Décembre

Source : ITGC (2001)

A partir d'une étude expérimentale sur la date et la dose de semis faite sur le blé tendre et l'orge à l'ITGC de Sétif, région semi-aride, durant les campagnes 1983-1984 et 1984-1985, Bouzerzour et Oudina (1986), ont relevé que les meilleures dates de semis du blé tendre se situent en Novembre, du 1<sup>ier</sup> au 30 Novembre et pour l'orge, elle se situent durant la deuxième quinzaine d'Octobre, entre le 20 et le 30 du mois.

## 6.Introduction des variétés des céréales d'hiver en Algérie

La variété est un ensemble végétal cultivé, il se distingue par un certain nombre de caractères qui après multiplication, conserve ces caractéristiques. Durant la colonisation de l'Algérie en 1930, seul le blé dur se cultivait dans les zones telliennes. Le blé tendre n'existait qu'à l'état d'impuretés dans les emblavures (Laumont et *al*, in Benbelkacem, 1993). Les premiers colons ont apporté avec eux les semences des variétés cultivées dans leur pays d'origine. Vers les années 70, une sélection de variétés faisant la production céréalière en Algérie est établie (Benbelkacem, 1993). Ces variétés sont essentiellement :

- Bidi 17, Oued Zenati 368, Hedba 3, Mohamed Ben Bachir pour le blé dur.
- Mahon demias, Florence aurore, pour le blé tendre.
- Saida 183, Tichedrett, pour l'orge.

Les variétés des céréales d'hiver semées en Algérie suivant les zones de productions, sont représentées au niveau de tableau XI.

**Tableau XI.Variétés des céréales d'hiver semées en Algérie**

Situation	BLE DUR		BLE TENDRE	
	Variétés tardives	Variétés précoces	Variétés tardives	Variétés précoces
Plaines littorales Et sub-littorales		Mexicali INRAT69, Waha, Chen « S », GTA dur, Eider, Capeiti, Vitron.		Anza, HD1220, Arz, Ziad, Ain Abid.
Hautes Plateaux telliennes	Oued Zenati, Bidi 17, Mohamed Ben Bachir, Gloire de Mongolfier, Polonicum, Hedba 3.	Waha, INRAT 69, Capeiti, Vitron, Mexicali Sersou, Ouarsenis	Mahon Demias	Anza, HD1220, Arz.
Basses plaines telliennes	Oued Zenati, Bidi 17, Polonicum, Hedba 3.	Waha, INRAT 69, Vitron, Mexicali, Sersou, Ouarsenis, Chen « S ».	Mahon Demias.	Anza, HD1220, Arz.
Sud		Waha, Chen « S », Mexicali, Vitron, Sersou, Ouarsenis.	HD1220, Arz, Yacora Rojo, West Bred.	

Source: ITGC (2001)

Les variétés des céréales d'hiver semées en Algérie sont fonction de la zone agricole. Les variétés locales sont les plus semées suivi par les variétés récente plus productif.

## CHAPITRE III. LES CONTRAINTES A LA PRODUCTION

### 1. Les contraintes climatiques

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

#### 1.1. Précipitations

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

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

L'effet d'un déficit hydrique est variable selon son intensité, sa durée et le stade de développement durant lequel il intervient. L'impact sur le rendement est fonction de la composante affectée et de la possibilité de compensation ultérieure par d'autres composantes (Day et al, in Adda, 1996).

Le déficit hydrique de montaison réduit le nombre d'épis/m<sup>2</sup> et le nombre de grains/épi et affecte d'une manière indirecte le poids de mille grains (PMG) (Deumier; Gate et al., Debeke et al., in Mekliche et al., 2000) (voir figure 2).

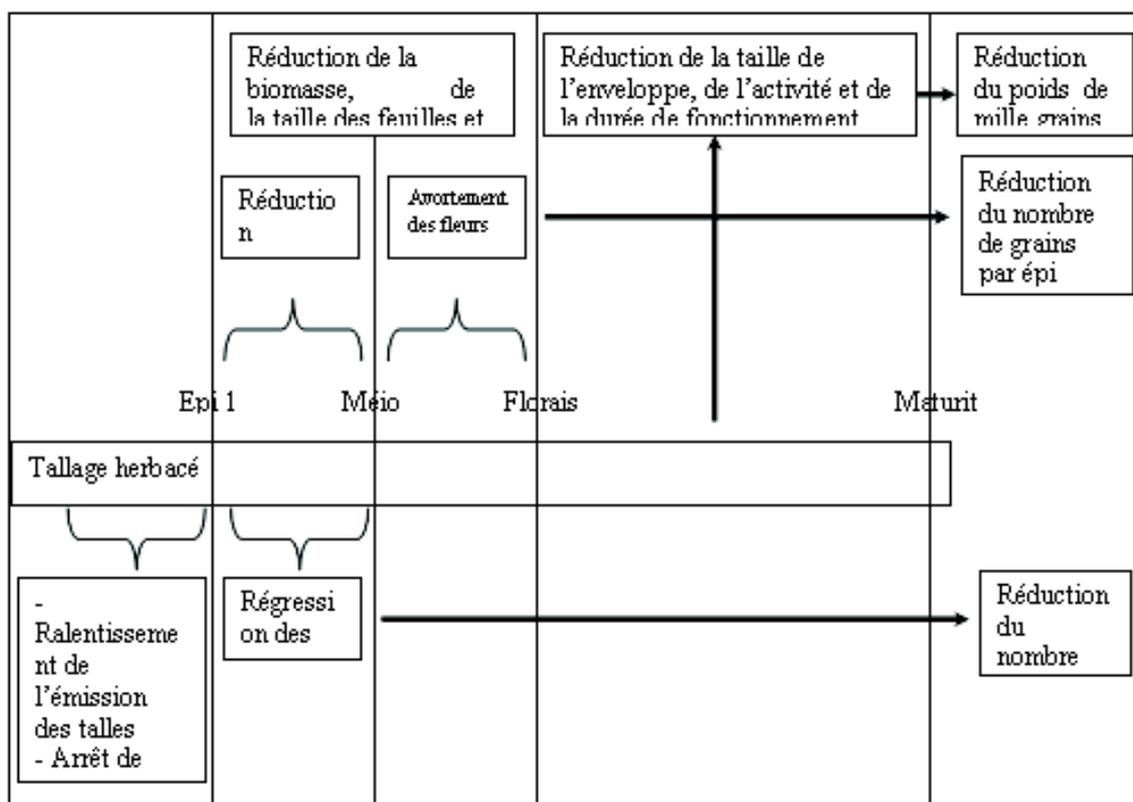


Figure 2. Les principaux effets du déficit hydrique sur les composantes du rendement (source : Gate, 1995)

### 1.2. Températures

A propos de la température, Oudina (1986) a cité deux autres phénomènes climatiques qui sont à craindre dans les zones céréalières. Il s'agit des gelées tardives, et des siroccos précoces pour l'ensemble des zones céréalières. Les températures varient considérablement autour du bassin méditerranéen en fonction de l'altitude, de l'éloignement

de la mer (Belaid, 1986). Elles interviennent au niveau de la plante par leurs valeurs extrêmes, gelées ou coup de chaleur.

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

Les températures basses entraînent la mort de certains organes. Le gel entraîne la formation de cristaux de glace entre les cellules qui se déshydratent progressivement. Leur

Eau de constitution se déplace vers les espaces intercellulaires et une déshydratation trop poussée entraîne la mort des cellules (Eliard, 1979). En Algérie les gelées tardives touchent les céréales vers la fin du mois d'Avril et le début du mois de Mai, au stade floraison et provoquent l'avortement /ou coulure.

### 1.3. Vents

Le vent est un élément important du climat. Il est comme le degré hygrométrique, un agent d'évaporation. En particulier, il risque d'augmenter les dégâts causés par l'échaudage (Eliard, 1979). Les siroccos précoces touchent les céréales en fin de cycle (remplissage du grain) et provoquent l'échaudage. Un coup de chaleur durant cette période (30°C + vent sec) dessèche la plante ; l'échaudage est plus grave si le coup de chaleur survient tôt que s'il survient tardivement (Soltner, 1990). Ces deux accidents donnent un poids de mille grains faible à nul et par conséquent, agissent directement sur le rendement des céréales (Oudina, 1986). Il peut également favoriser selon Eliard (1979), la verse de céréales ou l'égrenage sur pied des variétés sensibles.

## 2. Autres contraintes

---

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

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

## CHAPITRE IV. SYNTHESE DE QUELQUES ETUDES

L'histoire des pays développés montre que l'augmentation des rendements est réalisable malgré les effets des aléas climatiques. Le cas du Montana aux Etats-Unis en est un exemple très représentatif (Bouaziz, 1984). La figure 3 montre que la variabilité des rendements des céréales était, dans cette région, intimement liée aux variations climatiques jusqu'aux années 40 mais qu'actuellement leur effet est largement atténué. A partir de 1950 les rendements ont enregistré un saut quantitatif lié à l'augmentation du niveau technologique et à l'amélioration des techniques culturales.

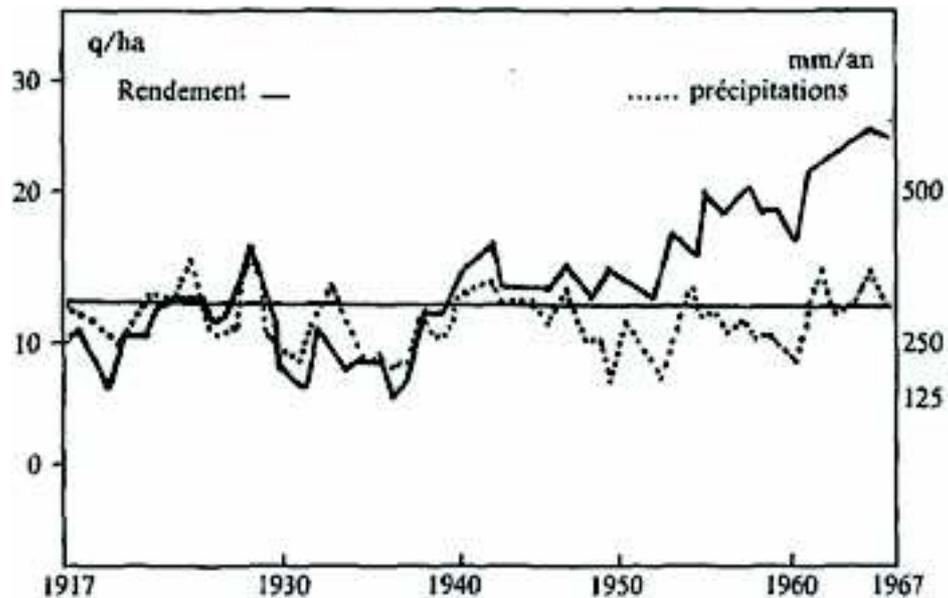


Figure 3. Évolution des précipitations et des rendements des céréales à l'Est du Montana, États-Unis (1917-1967) d'après Chapman in Bouaziz (1984)

Deux types de sécheresse sévissent au Maroc : l'une en début de cycle, assez aléatoire et l'autre en fin de cycle, quasi systématique. Ces déficits hydriques, intenses en zones arides et semi arides affectent négativement les rendements (Bouaziz, 1984). Cette caractéristique climatique est confirmée par les résultats de travaux de recherche telles que les études citées par Bouaziz(1984) qui établissent, pour l'étage aride, des corrélations positives entre les rendements céréaliers et le total des pluies entre le premier avril et le trentenovembre. Papy (1978) cité par Bouaziz(1984) a repris le même type de calculs pour plusieurs régions du Maroc. Il aboutit à des corrélations significatives pour les régions de Abda, Haouz et Sraghna (zones arides de pluviométrie inférieure à 300mm/an) et à des corrélations nulles dans la Chaouia ou le Sais où il pleut de 300 à 500 mm/an.

A l'inverse, dans les zones plus arrosées où la pluviométrie est répartie sur un nombre de jours faibles, des excès d'eau temporaires en hiver réduisent le nombre d'épis/m<sup>2</sup>, et donc le rendement par une asphyxie des racines et une limitation de la croissance. C'est ainsi que Papy cité par Bouaziz(1984), établit également qu'il existe des corrélations négatives entre la pluviométrie d'automne-hiver et les rendements du blé et de l'orge dans les régions de Fès, Meknès et Prérif. Ces résultats montrent que la fluctuation des rendements n'est pas uniquement due à la variation inter-annuelle des précipitations mais aussi liée à la variabilité inter-saisonnière, c'est-à-dire leur répartition au cours du cycle des cultures.

Notons que cette répartition saisonnière des pluies ne joue pas seulement sur l'alimentation hydrique mais aussi sur les conditions de la réalisation des techniques culturales.

En conclusion, si la quantité totale des pluies est déterminante dans les zones à pluviosité inférieure à 300mm, leur répartition inter-saisonnière est primordiale dans les zones plus arrosées.

Pour différentes régions de Tunisie, les rendements ont été considérés en relation avec la pluviométrie pour la période comprise entre Novembre et Mai pour les années 1980 à 1997 (Latiri, 2000). Selon cet auteur pour les séries considérées, la relation entre pluviométrie et rendement est une relation linéaire. La pente de la relation associant production et pluviométrie peut alors être considérée comme l'efficacité d'utilisation de la pluviométrie. Selon la région, la droite de la régression est différente mais on observe que quand la pluviométrie augmente, la pente de la droite et donc l'efficacité d'utilisation de la pluviométrie diminue. Cela correspondrait à une mauvaise valorisation des pluviométries élevées. Lorsque l'eau n'est plus limitante, d'autres éléments interviennent et empêchent l'utilisation efficace de la pluviométrie.

Djenane (1992) a montré que la pluviométrie du territoire de la wilaya de Sétif est loin d'être homogène. L'écart pluviométrique moyen pour 1980–1989 s'élève à plus de 500 mm/an entre la zone Nord et la zone Sud de la wilaya, spécialisées toutes les deux dans la céréaliculture. Cet écart s'observe également dans le temps. Alors que la moyenne pluviométrique annuelle est pour une période d'observation de 52 ans (1940–1991) de 422 mm, l'écart entre l'année la plus pluvieuse et l'année la plus sèche est de plus de 350 mm : 635 mm en 1951–52 contre 278 mm en 1977/78.

Dans ce sens, Djenane (1992) a tenté de quantifier le degré d'influence qu'exerce la pluviosité sur l'évolution des rendements. Il a considéré les rendements céréaliers obtenus pour la période 1940–1991 ainsi que les quantités de pluie annuelles pour la même période, il a retenu deux hypothèses :

- seule la pluviosité agit sur les rendements des céréales,
- plusieurs facteurs agissent simultanément sur la production des céréales.

Les résultats obtenus montrent une très forte corrélation statistique entre les deux variables étudiées. Ces résultats sont d'ailleurs confirmés par la seconde hypothèse où il a pu constater un coefficient de corrélation particulièrement significatif,  $r = 0,67$  pour la période d'indépendance nationale. Il y a donc une très forte corrélation entre les conditions climatiques et la production céréalière, ce qui peut être interprété comme l'incapacité des hommes à considérer l'indépendance de la céréaliculture des autres facteurs tels que les aléas naturels.

## PARTIE II. MATERIELS ET METHODES

### CHAPITRE I. REGION D'ETUDE

#### 1. Situation géographique

---

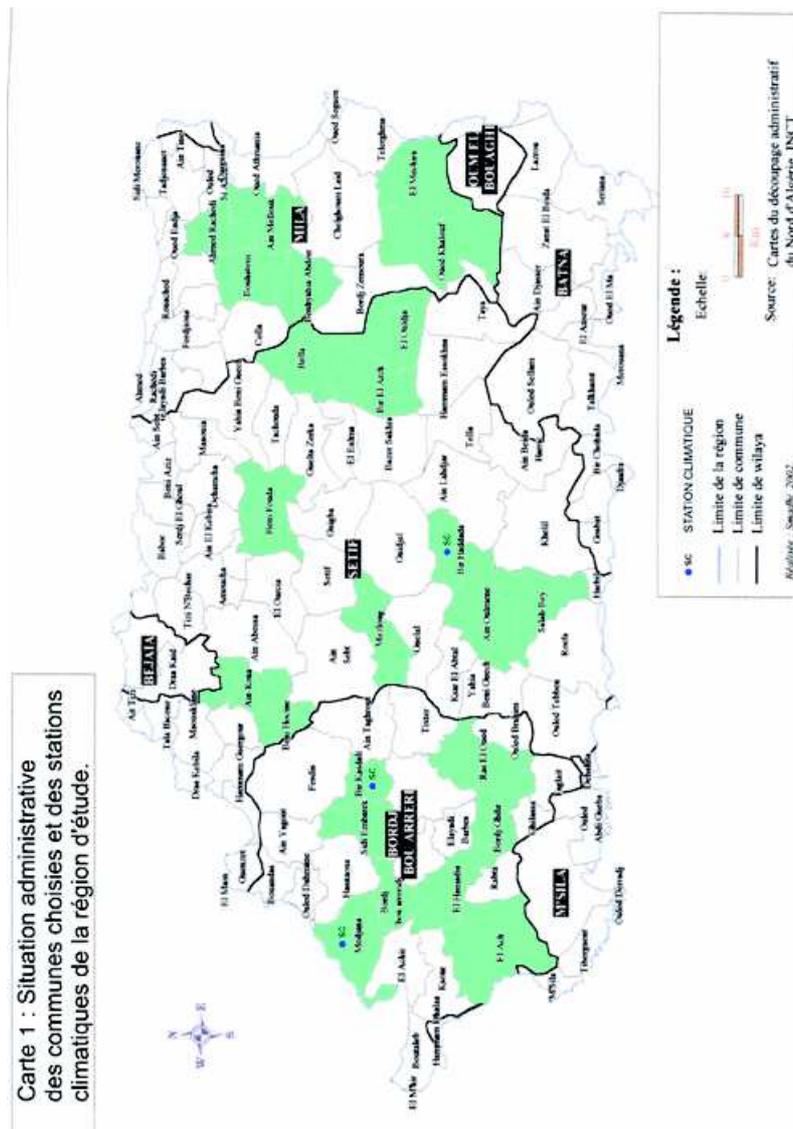
L'étude est portée sur quelques communes des régions de Bordj Bou Arreriedj, Sétif et Mila. Ces régions sont situées entre 35°39' et 36°43' de latitude Nord et entre 4°20' et 6°26' de longitude, appartenants aux Hauts Plateaux telliens connus par leur vocation céréalière. Du Nord au Sud, elles se distinguent par trois grands ensembles naturels, l'Atlas tellien « chaîne de babor », les Hauts Plateaux et les Monts du Hodna.

Le choix des communes est fait sur la base de :

- l'existence ou la proximité d'une station climatique ;
- pour mieux étudier l'évolution des céréales d'hiver, la dominance de la céréaliculture dans ces communes, on a choisis des communes au Nord, au Centre et au Sud, afin d'exploiter les résultats des études précédentes (Mohamdou, 2000 et Smadhi, 2002), ayant subdivisé la zone en trois zones de précipitations.
- Pour mieux comprendre aussi l'évolution des céréales d'hiver, au sein de la même commune, on a choisi quatre exploitations agricoles de statut juridique différent : ferme pilote, exploitation agricole collective (EAC), exploitation agricole individuelle (EAI) et privé (voir carte N° 1 et tableau XII).

N°	Communes	Situation géographique par rapport à la wilaya	Statut juridique de l'exploitation
<b>Wilaya de Bordj Bou Arreidj</b>			
01	El Hammadia, El Ach	Sud Ouest	<b>EAC, EAI, Privé</b>
02	Ras El Oued	Sud Est	<b>EAC, EAI, Privé</b>
03	Bordj Ghidir	Sud Est	<b>EAC, EAI, Privé</b>
04	Bir Kasdali	Nord Est	<b>Ferme pilote, EAC, EAI, Privé</b>
05	Sidi M'barek	Nord Est	<b>EAC, EAI, Privé</b>
06	Bordj Bou Arreniedj	Centre	<b>EAC, EAI, Privé</b>
07	Medjana	Nord Est	<b>EAC, EAI, Privé</b>
<b>Wilaya de Sétif</b>			
08	Bir Haddada, Ain Oulmene Salah Bey	Nord Est	<b>Ferme pilote, EAC, EAI, Privé</b>
09	Bellaa	Centre Est	<b>EAC, EAI, Privé</b>
10	Bir El arch, El Oueldja	Centre Est	<b>Ferme pilote, EAC, EAI, Privé</b>
11	Beni Fouda	Nord Est	<b>Ferme pilote, EAC, EAI, Privé</b>
12	Ain Arnet, Mezloug	Centre Ouest	<b>Ferme pilote, EAC, EAI, Privé</b>
13	<b>Ain Roua, Beni Oussine Ben Zrigue</b>	Nord Est	<b>Ferme pilote, EAC, EAI, Privé</b>

Tableau XII : Communes choisies



Carte 1: situation administrative des communes choisies et des stations climatiques de la région d'étude

## 2. Climat

Notre étude a porté sur la région céréalière des Hauts Plateaux de BBA et Sétif. Elle a concerné trois étages climatiques : le semi-aride supérieur (SAS) selon Seltzer (1979) pour la période (1913-1938) qui reçoit 400 à 500 mm/an en moyenne, le semi-aride central (SAC) recevant une pluviométrie moyenne de 300 à 400 mm ; et l'aride (A) et le semi-aride inférieur (SAI) d'après Smadhi (2002) pour la période (1970-1997) avec 200 à 300 mm en moyenne. Dans ces milieux, l'aléa climatique et la sécheresse sont des données cardinales des systèmes de production.

Sur le plan thermique, le climat est semi-tempéré avec une température moyenne du mois le plus froid, comprise entre 0° et 10° C et un hiver modéré à froid -1°C à 3°C. Sur le plan d'humidité atmosphérique, il correspond à un climat méso-méditerranéen accentué (OTI, 1974; Baldy, 1974).

### 3. Pédologie

Selon la caractéristique pédologique principale utilisée (texture) et reprise par Zitouni (1991) ; Mouhamedou (2000), nous distinguons :

#### 3.1. Les sols bruns calcaires

Ils représentent la principale unité pédologique de la région. Ce sont des sols qui se développent sur des alluvions, sur des colluvions ou des marnes. Ils occupent une grande partie des sols de la région d'étude.

#### 3.2. Les sols calciques

Ils sont caractéristiques des zones semi-arides à climat sec. Ils sont localisés au Sud de Daira d'El Eulma et de Bordj Bou Arreiridj

### 4. Relief

#### 4.1. Pente du relief

La topographie de la région est subdivisée en quatre classes de pentes qui se différencient entre-elles par la morphologie (tableau XIII).

Tableau XIII. Répartition des superficies par classes de pentes morphologiques.

Classe de pente (%)	Morphologie	Superficie (ha)
< 5	Glacis d'accumulation ou plaines	<b>535 210,27</b>
5-10	Zone d'épandage	<b>107 306,10</b>
10-20	Zone de drainage secondaire	<b>291 514,35</b>
20-30	Relief boisé et non boisé	<b>163 859,88</b>
<b>&gt; 30</b>	<b>Relief accidenté boisé et non boisé</b>	<b>201 127,47</b>

Source: Belcketel in Smadhi (2002)

#### 4.2. Altimétrie

L'altitude la plus élevée comprise entre 1800 à 2000 m est observée au Babor, djebel Takoucht situé au Nord de la région. Elle atteint 1400 à 1600 m au Sud représentant la chaîne du Hodna, (djebel Lakhdar et djebel Errekab). L'altitude la moins élevée est localisée à 300 m située au Nord-Nord-Est de la région. Quant à l'altitude moyenne comprise entre 700 et 1100 m, elle représente les Hauts Plateaux telliens de Bordj Bou Arreiridj, de Sétif et s'étend jusqu'à Oued Atmania.

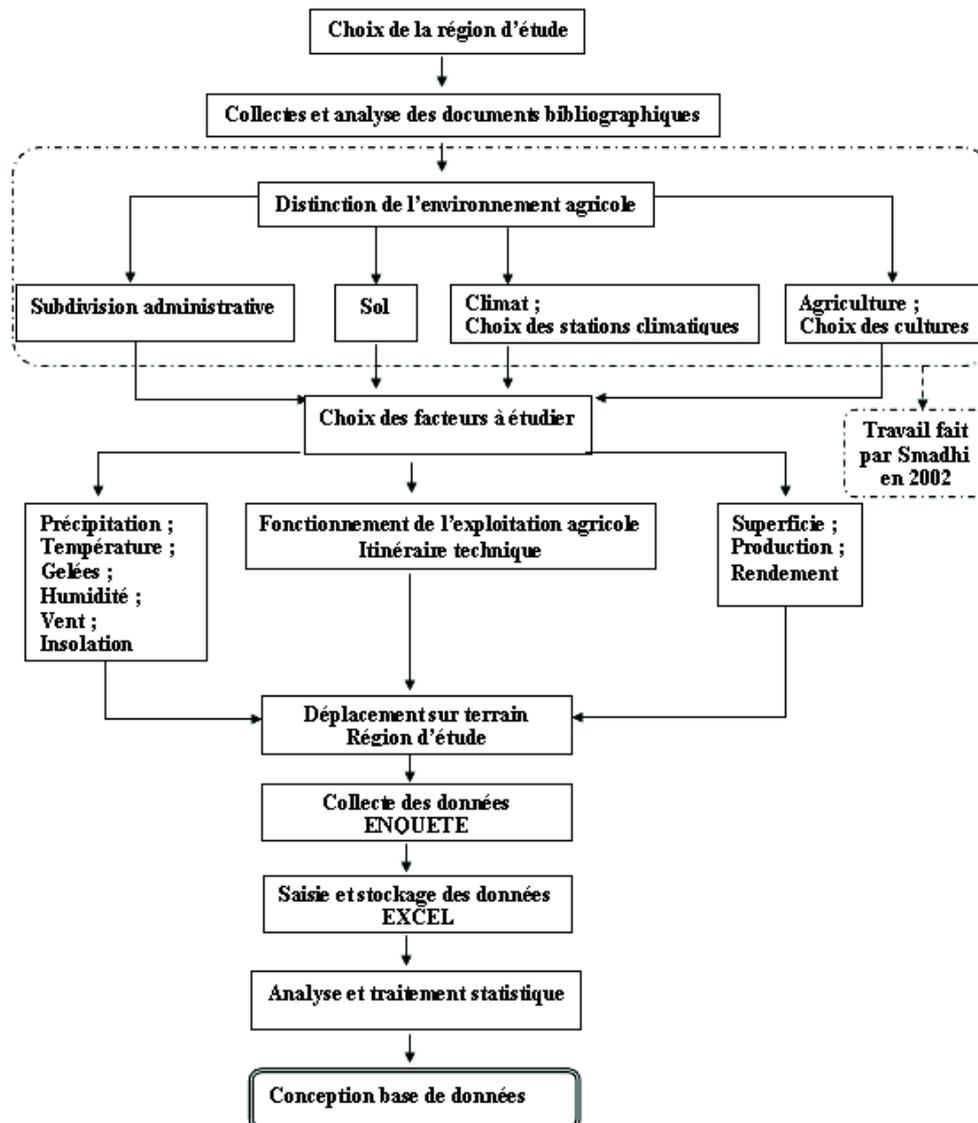
## CHAPITRE II. METHODOLOGIE DE TRAVAIL ADOPTEE

### 1. Travaux de laboratoire

Le principe de base pour la collecte des données agricoles et le choix des facteurs à étudier est effectué au laboratoire, selon un schéma directeur préétabli (organigramme 1). Ce schéma tient compte de la répartition de la céréaliculture et du réseau climatique, en particulier pluviométrique des wilayas représentant la région d'étude.

La conception de la base de données agroclimatiques de la région considérée s'articule sur les étapes suivantes :

- Bibliographie sur le thème de recherche
- Choix de la région d'étude;
- Collecte des données bibliographiques sur la région d'étude;
- Choix des communes d'étude selon des critères agro-topo-climatique;
- Choix des exploitations agricoles dont le statut juridique est différent ; ferme pilote, exploitation agricole collective « EAC », exploitation agricole individuelle « EAI », et exploitation agricole privé ; quatre exploitations agricoles par commune ;
- Etablissement d'un questionnaire d'enquête agro-climatiques ; situation géographique, végétation, sol, ressources en eau, climat, facteurs agricoles; superficie emblavée, production et rendement, fonctionnement de l'exploitation; techniques culturales, fertilisation, et traitements phytosanitaires.
- Saisie et stockage des données collectées.
- Analyses et traitements statistiques ; Il s'agit de faire une corrélation entre les données du climat et les données végétales pour voir le rapport existant entre eux. Cette étude concerne principalement les précipitations et les données concernant la culture céréalière ; superficie, production et rendement de la zone étudiée. Ainsi que l'évolution de fonctionnement des exploitations agricoles vis-à-vis la céréaliculture.



Organigramme 1. Démarche méthodologique des différentes étapes de l'élaboration de bases de données.

## 2. Travail de terrain

Une enquête destinée à analyser les éléments du système de production a porté sur un échantillon de 72 exploitations choisies dans vingt communes dont la vocation agricole est à dominance céréalière.

Les exploitations tirées avec l'aide des DSA sont réparties sur les trois étages climatiques, suivant un gradient d'aridité qui s'accroît du Nord au Sud, et variant par la nature du sol, le relief, la disponibilité de l'eau pour l'irrigation et la facilité d'accès à l'exploitation. Un questionnaire détaillé sur les exploitations ; nature et taille des productions, ressources en terre, données agricoles, itinéraire technique, etc., a abouti à la collecte d'une somme d'informations utiles.

### 2.1. Topographie et type de sol des exploitations

Les déplacements sur terrain nous ont permis de voir la topographie et le type de sol des exploitations agricoles sur lesquelles porte l'étude.

### **2.2. Acquisition des données climatiques**

Le choix des stations climatiques dans notre étude est basé sur les critères suivants :

- la répartition des stations par rapport à la diversité du relief et par rapport aux étages bioclimatiques de la région d'étude,
- la localisation par rapport à la répartition de la céréaliculture ;
- la période d'observation ;
- les facteurs mesurés dans chaque station.

Les stations pluviométriques faisant l'objet de l'étude sont collectées par l'A.N.R.H qui sont la station de Medjana portant le code 050906 et la station de Bir Kasdali portant le code 150707, et il y a la station pluviométrique de la ferme pilote de Bir Haddada. Il s'est avéré que l'ensemble des stations climatiques qui existent dans la région d'étude ne mesurent pour la plupart, que le facteur pluviométrique.

Nous constatons du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest de la région d'étude, que l'enregistrement de l'ensemble des facteurs du climat ; vent, insolation, humidité, sirocco, se limite aux stations synoptiques ou principales (O.N.M) et une dizaine de stations secondaires. Le manque et/ou l'absence des facteurs cités, pose un véritable problème pour constituer une base de données fiable, qui permet d'étudier l'évolution de ces facteurs et leur impact sur l'évolution des facteurs agricoles.

### **2.3. Acquisition des données agricoles**

#### **- Superficie, production et rendement**

Le choix des données agricoles a porté sur les facteurs de production des céréales d'hivers ; blé dur, blé tendre, l'orge et l'avoine, à savoir ; la superficie emblavée (ha), la production (q) et le rendement (q/ha). Ces facteurs ont été choisis par rapport à la faiblesse et à la fluctuation des résultats enregistrés ces dernières années, en relation avec les fluctuations des facteurs climatiques. La collecte des données agricoles a été faite auprès des différentes exploitations agricoles des deux wilayas BBA et Sétif à l'échelle communale 1/50 000. Il est à signaler que la région de Mila, très peu de données ont été collectées.

Sur l'ensemble des communes concernées par l'étude, les données récoltées n'excèdent pas une période plus de 5 ans (1998-2003).

#### **- Itinéraire technique**

La même démarche a été adoptée comme pour les facteurs de production des céréales d'hiver. On a collecté des données concernant le fonctionnement de l'exploitation agricole; itinéraire technique ; précédent culturel, travail de sol profond, travail de sol superficiel, semis et récolte ainsi que fertilisation, et traitements phytosanitaires.

En ce qui concerne ces deux derniers facteurs, très peu d'information est disponible.

Notre enquête nous a permis de noter les problèmes climatiques et socio-économiques empêchant le bon fonctionnement de l'exploitation.

# PARTIE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

## CHAPITRE I. EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE DANS LES TROIS ETAGES CLIMATIQUES DE LA ZONE D'ETUDE DU 1998 A 2002

### 1. Evolution de la pluviométrie mensuelle moyenne

L'étude de l'évolution de la pluviométrie mensuelle moyenne (figure 4) dans le temps et dans les trois étages climatiques semi aride supérieur (SAS), semi aride central (SAC) et semi aride inférieur et aride (SAI&A) montre que ces dernières sont très irrégulières, échelonnées sur la période 1998-2002. La pluviométrie mensuelle moyenne augmente progressivement d'Octobre avec 17 mm, pour atteindre leur maximum en Janvier pour les deux étages climatiques SAS avec 86 mm et SAC avec 58 mm et en Décembre pour l'étage climatique SAI&A avec 32 mm. Ensuite on constate une chute progressive de la pluviométrie jusqu'au mois de Mars pour les trois étages climatiques (environ 17 mm) suivie d'une légère augmentation au mois d'Avril. Enfin une diminution pour atteindre le minimum au mois de Juillet, 7,6 mm en SAS, 7 mm en SAC et 0 mm en SAI&A.

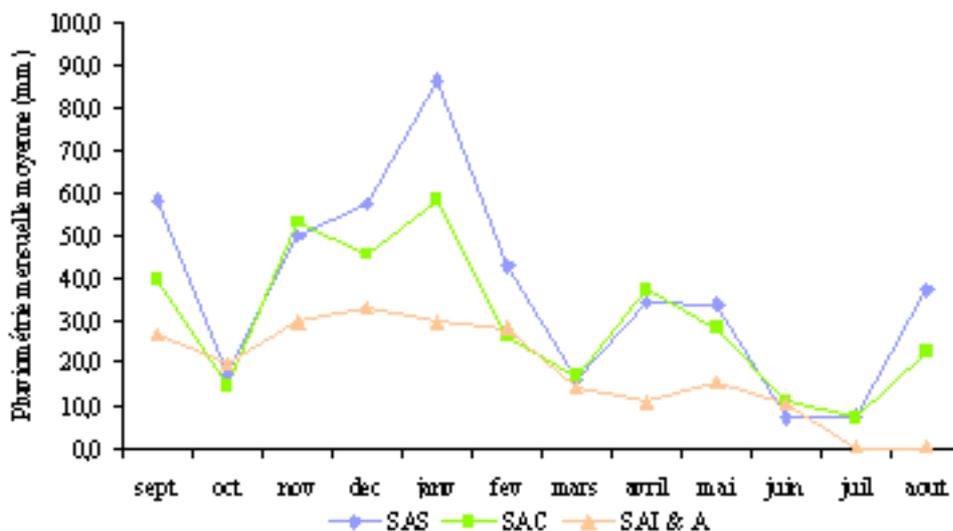


Figure 4. Evolution de la pluviométrie mensuelle moyenne dans les trois étages climatiques de la zone d'étude du 1998 à 2002

### 1.2 Evolution de la pluviométrie annuelle

L'étude de l'évolution de la pluviométrie annuelle (figure 5) dans le temps du 1998 au 2002, et dans les trois étages climatiques semi aride supérieur (SAS), semi aride central (SAC) et semi aride inférieur et aride (SAI&A) révèle des pluviométries irrégulières d'une année à l'autre dans les trois étages bioclimatiques de la zone d'étude avec un gradient pluviométrique qui décroît du Nord au Sud. L'étage climatique SAS reçoit des quantités

pluviométriques plus élevées avec un minimum de 298,9 en 1999 et maximum de 913,8 mm en 2002, suivi par l'étage climatique SAC avec un minimum de 247,4 mm en 2000 et un maximum de 732,50 mm en 2002 et enfin l'étage climatique SAI&A, qui a reçu un minimum de 79,5 mm en 2001 et un maximum de 474,3 mm en 2002.

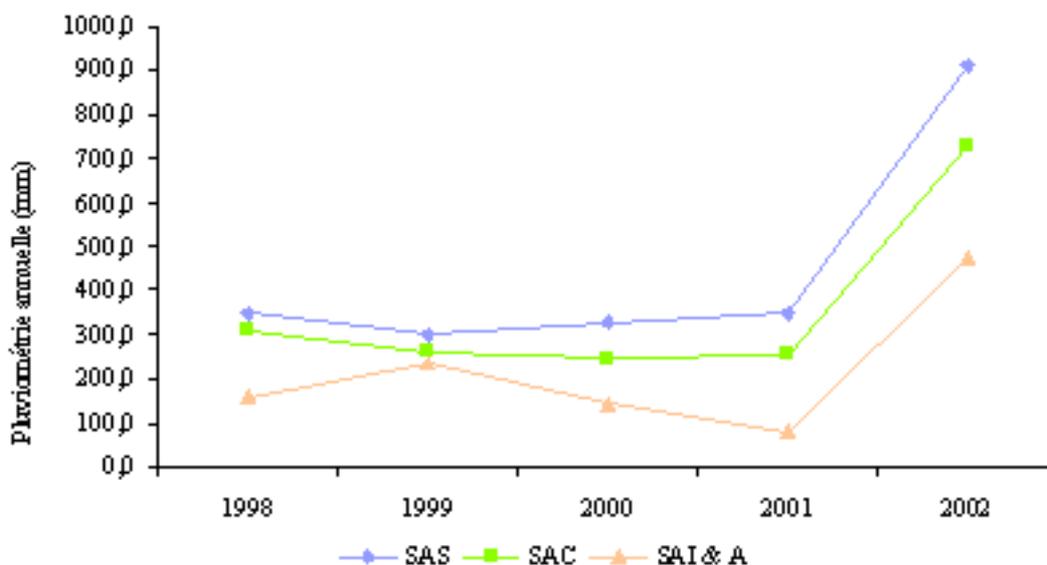


Figure 5. Evolution de la pluviométrie annuelle dans les trois étages climatiques de la zone d'étude du 1998 à 2002

Tableau XIV. Pluie en (mm) du 1998 à 2002, pour les trois étages climatiques de la région d'étude.

Etage climatique	Pluie en mm du 1998 à 2002		
	moyenne	minimum	maximum
SAS	387,64	279,20	595,80
SAC	360,20	247,40	736,00
SAI&A	217,26	79,50	474,30

## CHAPITRE II. EVOLUTION DES FACTEURS AGRICOLES DES CEREALES D'HIVER DANS LES TROIS ETAGES CLIMATIQUES DE LA ZONE D'ETUDE DE LA COMPAGNE 1998/1999 AU 2002/2003

### 1. Evolution de la superficie emblavée moyenne des céréales d'hiver

### 1.1. Evolution de la superficie emblavée moyenne du blé dur

On constate que la superficie emblavée moyenne du blé dur au cours de cinq campagnes agricoles est dominante à l'étage climatique SAS, suivie successivement par les étages climatiques SAC et SAI&A (voir figure 6).

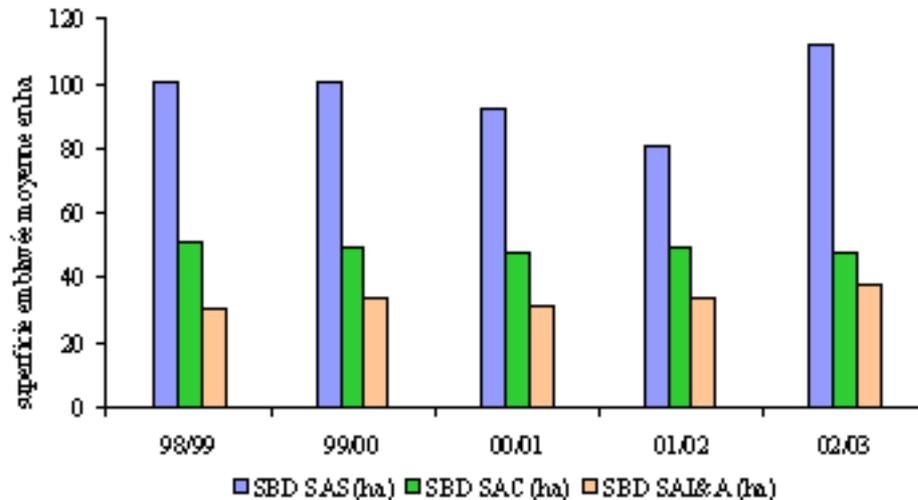


Figure 6. Evolution de la superficie emblavée moyenne du blé dur dans les trois étages climatiques de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

L'évolution de la superficie emblavée moyenne du blé dur (voir figure 6) au cours des cinq campagnes agricoles est presque stable pour les trois étages climatiques. Elle varie d'un minimum de 80 ha à la campagne 2001/2002 à un maximum de 110 ha à la campagne 2002/2003 pour l'étage climatique SAS. Pour le SAC et SAI&A la valeur de la superficie emblavée moyenne est successivement de l'ordre 50 et 30 ha.

### 1.2. Evolution de la superficie emblavée moyenne du blé tendre

On constate que la superficie emblavée moyenne du blé tendre au cour de cinq campagnes agricoles est dominante à l'étage climatique SAS, suivi successivement par les étages climatiques SAC et SAI&A sauf durant la campagne agricole 1999/2000 où on remarque que la superficie emblavée de cette culture à l'étage climatique SAI&A a dépassée, la superficie emblavée à l'étage climatique SAC (voir figure 7).

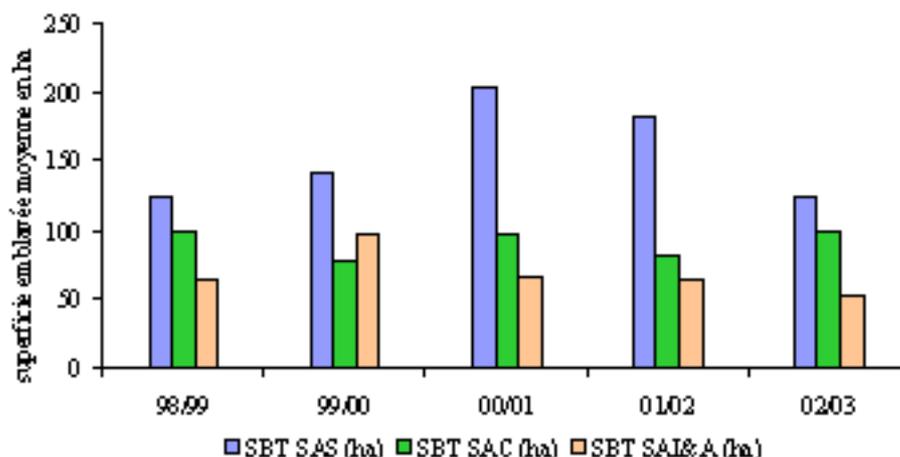


Figure 7. Evolution de la superficie emblavée moyenne du blé tendre dans les trois étages climatiques de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

L'évolution de la superficie emblavée moyenne du blé tendre (voir figure 7) au cours des cinq campagnes agricoles est variable d'une campagne à l'autre pour les trois étages climatiques. Elle varie d'un minimum de 124 ha à la campagne 2002/2003 à un maximum de 202 ha à la campagne 2000/2001 pour l'étage climatique SAS. A l'étage climatique SAC la superficie emblavée moyenne du blé tendre varie d'un minimum de 78 ha à la campagne 1999/2000 à un maximum de 98 ha à la campagne 2002/2003 et à l'étage climatique SAI&A elle oscille entre minimum de 52 ha à la campagne agricole 2002/2003 à un maximum de 96 ha à la campagne 1999/2000.

### 1.3. Evolution de la superficie emblavée moyenne d'orge

On remarque sur la figure 8, que la superficie emblavée moyenne d'orge au cours de cinq campagnes agricoles est dominante aux étages climatiques SAC et SAI&A, suivi par l'étage climatique SAS où on note une superficie emblavée moyenne faible, elle ne dépasse pas 26 ha.

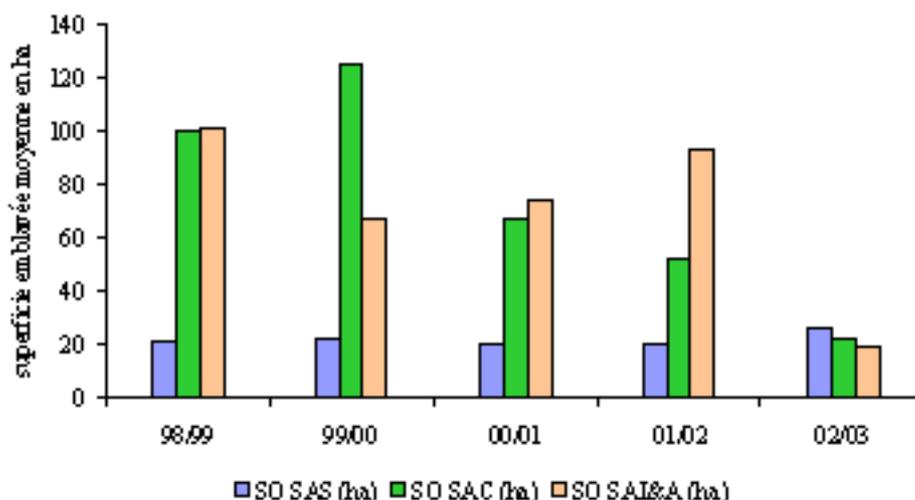


Figure 8. Evolution de la superficie emblavée moyenne d'orge dans les trois étages climatiques de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

L'évolution de la superficie emblavée moyenne d'orge (voir figure 8) au cours des cinq campagnes agricoles est irrégulière. Elle est presque stable au SAS sauf que on remarque une légère élévation à la campagne agricole 2002/2003 par rapport les campagnes précédentes et par rapport les étages climatiques SAC et SAI&A. Elle varie d'un minimum de 19,50 ha à la campagne 2002/2003 à un maximum de 100 ha à la campagne 2000/2001 pour l'étage climatique SAI&A. A l'étage climatique SAC la superficie emblavée moyenne d'orge a connue un maximum de 125 ha à la campagne 1999/2000 et après une régression continue jusqu'à qu'elle atteint un minimum de 21 ha à la campagne agricole 2002/2003.

#### 1.4. Evolution de la superficie emblavée moyenne d'avoine

On remarque que la superficie emblavée moyenne d'avoine au (voir figure 9) au cours de cinq campagnes agricoles est très irrégulière aux étages climatiques SAC et SAI&A, alors que à l'étage climatique SAS on note un accroissement de la superficie emblavée moyenne de la campagne agricole 1998/1999 à la campagne 2002/2003 qui varie de 5 à 44 ha Elle varie d'un minimum de 26 ha à la campagne 2002/2003 à un maximum de 60 ha à la campagne 1998/1999 pour l'étage climatique SAC. A l'étage climatique SAI&A la superficie emblavée moyenne d'avoine (voir figure 9) a connue un minimum de 11,50 ha à la campagne 2001/2002 et un maximum de 42 ha à la campagne 1998/1999.

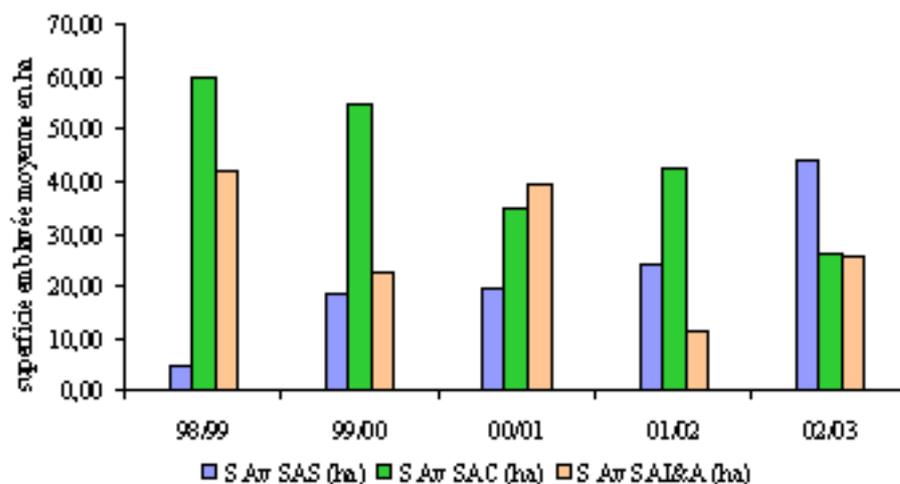


Figure 9. Evolution de la superficie emblavée moyenne d'avoine dans les trois étages climatiques de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

## 2. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen des céréales d'hiver

L'évolution de la production moyenne et de rendement moyen du céréale d'hiver dans la zone d'étude est irrégulière d'une année à l'autre ainsi que au sein des trois étages climatiques semi aride supérieur (SAS), semi aride central (SAC) et semi aride inférieur et aride (SAI&A).

### 2.1. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen du blé dur

La production moyenne de blé dur reste faible (voir figure 10). Elle varie entre 151 q et 860 q pour les campagnes agricoles 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002. On remarque

une augmentation significative de la production moyenne de blé dur dans la campagne agricole 2002/2003 sur les trois étages climatiques avec un ordre décroissant 1923q en SAS, 971 q en SAC et environ 600 q en SAI&A

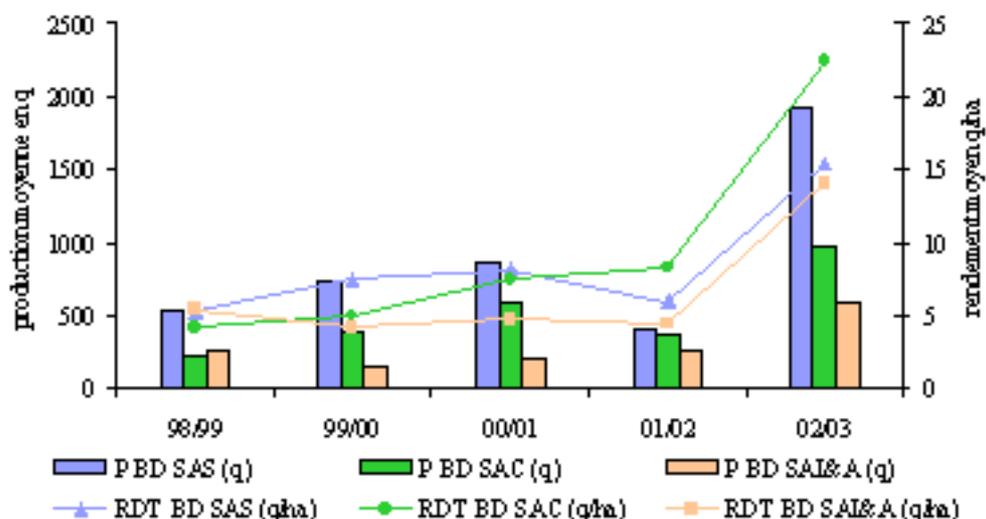


Figure 10. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen du blé dur dans les trois étages climatiques de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

Les rendements moyens de blé dur restent faibles se situent entre 4 et 8 q/ha pour les campagnes agricoles 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002. On constate un accroissement de rendement moyen de blé dur dans la campagne agricole 2002/2003 sur les trois étages climatiques avec ordre décroissant 22 q/ha en SAS, 15 q/ha en SAC et 14 q/ha en SAI&A (voir figure 10) . On note aussi que la production moyenne et le rendement moyen du blé dur sont plus élevés à l'étage climatique SAS au cour des cinq campagnes agricoles par apport les autres étages climatiques.

## 2.2. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen du blé tendre

La production moyenne de blé tendre (voir figure 11) reste faible dans la région d'étude, elle varie entre 151 q et 2736 q pour les cinq campagnes agricoles. On remarque une augmentation significative de la production moyenne de blé tendre dans la campagne agricole 2002/2003 sur les trois étages climatiques avec ordre décroissant 2736 q en SAS, 1842 q en SAC et environ 704,88 q en SAI&A.

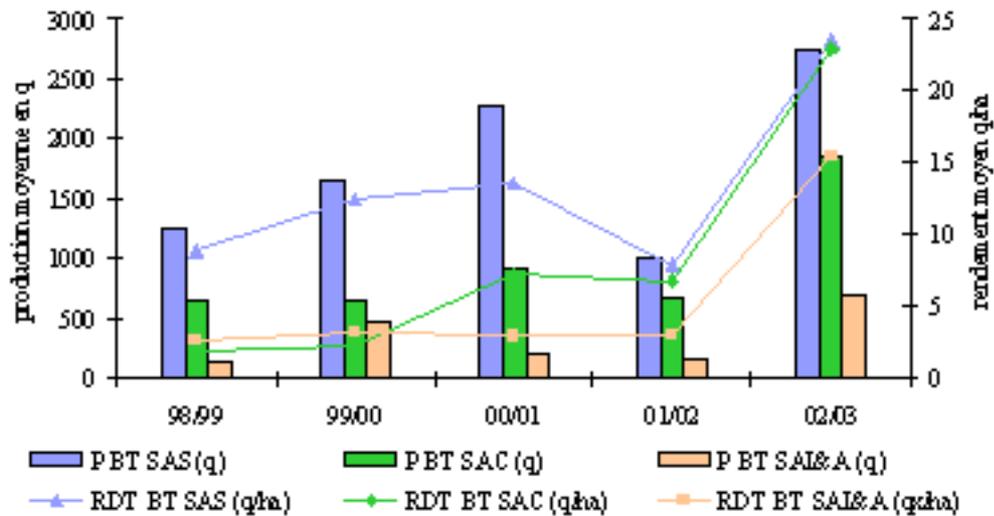


Figure 11. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen du blé tendre dans les trois étages climatiques de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

Les rendements moyens de blé tendre (voir figure 11) restent faibles se situent entre 2 et 13,5 q/ha pour les cinq campagnes agricoles 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002. On constate un accroissement de rendement moyen de blé tendre dans la campagne agricole 2002/2003 sur les trois étages climatiques avec ordre décroissant 23 q/ha en SAS, 22 q/ha en SAC et 15 q/ha en SAI&A.

On note aussi que la production moyenne et le rendement moyen du blé tendre sont plus élevés à l'étage climatique SAS au cour des cinq campagnes agricoles par apport les autres étages climatiques.

### 2.3. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen d'orge

La production moyenne de l'orge (voir figure 12) reste nulle à faible et variable sur les cinq campagnes agricoles de notre étude, elle varie entre 0 q et 773 q.

Les rendements moyens d'orge restent faibles se situent entre 0 et 13,60 q/ha pour les campagnes agricoles 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002. On constate un accroissement de rendement moyen d'orge dans la campagne agricole 2002/2003 sur les trois étages climatiques avec ordre décroissant 22 q/ha en SAS, SAC et 12,70 q/ha en SAI&A.

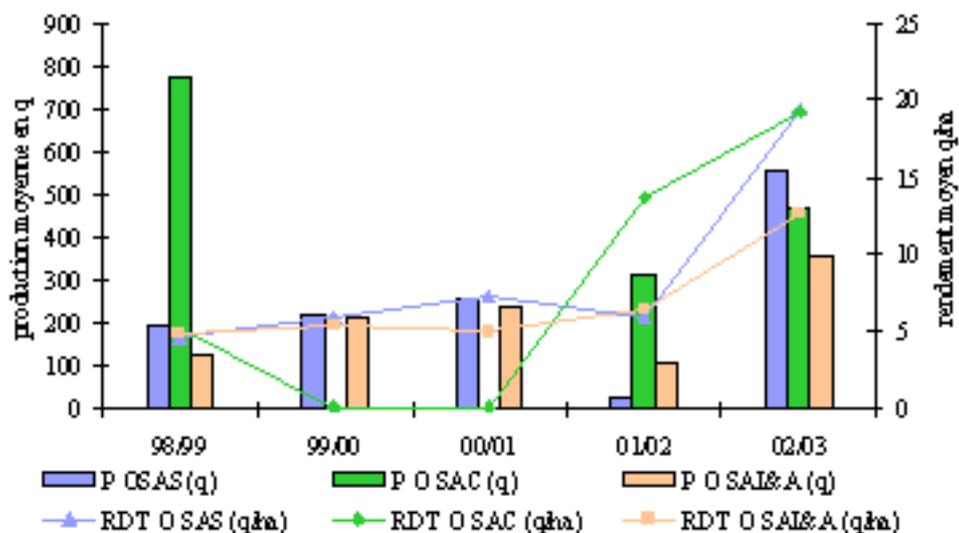


Figure 12. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen d'orge dans les trois étages climatiques de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

#### 2.4. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen d'avoine

La production moyenne d'avoine (voir figure 13) reste nulle à faible et variable sur les cinq campagnes agricoles de notre étude, elle varie entre 0 q et 759 q. Les rendements moyens d'avoine restent nul à faible sur les trois étages climatiques, se situent entre 0 et 12,75 q/ha pour les campagnes agricoles 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002. On constate un accroissement de rendement moyen d'avoine dans la campagne agricole 2002/2003 sur les trois étages climatiques avec ordre décroissant 24 q/ha en SAI&A, 19 q/ha en SAS et 14 q/ha en SAC.

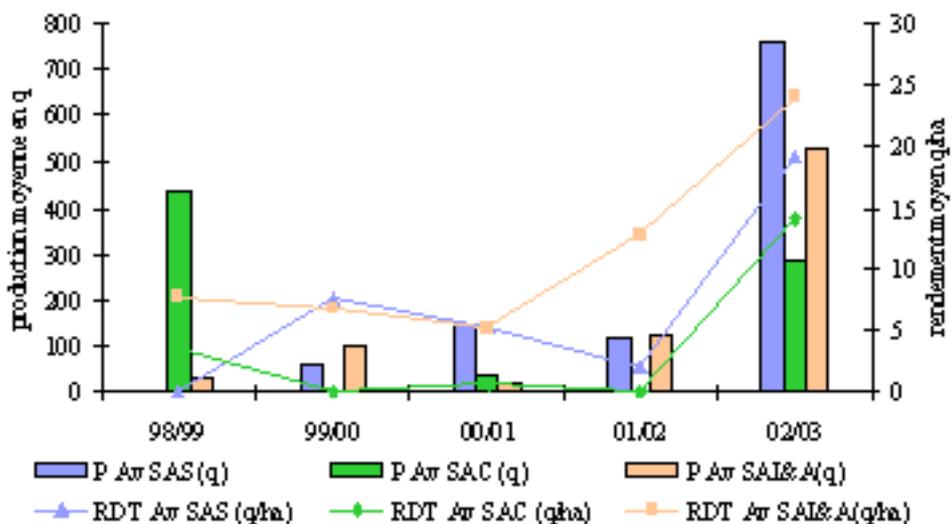


Figure 13. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen d'avoine dans les trois étages climatiques de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

## CHAPITRE III. EVOLUTION DES FACTEURS AGRICOLES DES CEREALES D'HIVER PAR ETAGE CLIMATIQUE DANS LA ZONE D'ETUDE DE LA CAMPAGNE 1998/1999 AU 2002/2003

### 1. Evolution de la superficie emblavée moyenne des céréales d'hiver

#### 1.1. Evolution de la superficie emblavée du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine à l'étage climatique SAS

On remarque que la superficie emblavée moyenne de blé tendre (voir figure 14) est dominante à l'étage climatique SAS au cours des cinq campagnes agricoles, suivi successivement par le blé dur, l'orge et l'avoine).

L'évolution de la superficie emblavée moyenne de blé tendre a connue un accroissement de la campagne 1998/1999 avec une valeur de 124 ha à la campagne 2000/2001 avec une valeur de 202 ha et après une régression à la campagne 2002/2003.

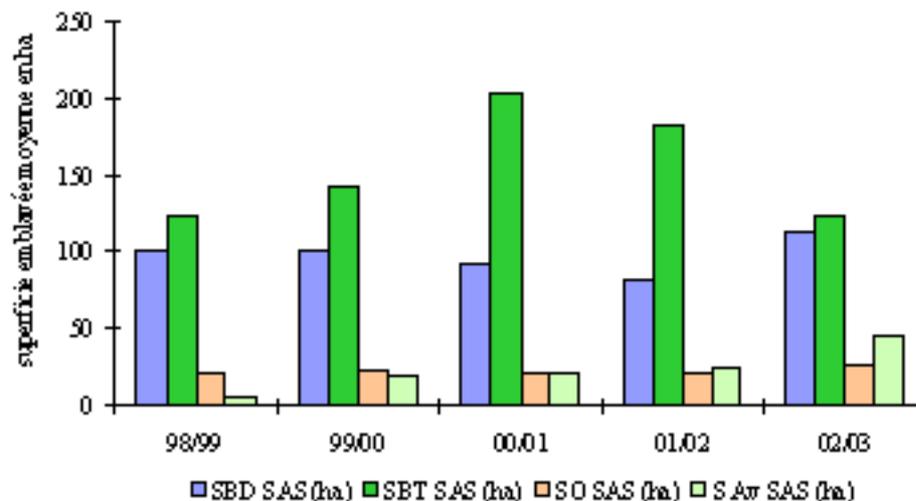


Figure 14. Evolution de la superficie emblavée moyenne du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine dans l'étage climatique semi aride supérieur de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

L'évolution de la superficie emblavée moyenne du blé dur et d'orge au cours des cinq campagnes agricoles est presque stable à l'étage climatique SAS, elle varie d'un minimum de 80 ha pour le blé dur et 20 ha pour l'orge à la campagne agricole 2001/2002 et un maximum de 110 ha pour le blé dur et 26 ha pour l'orge à la campagne agricole 2002/2003. Par contre on constate une élévation continue de la superficie emblavée moyenne d'avoine de la campagne agricole 1998/1999 avec une valeur de 05 ha et une valeur de 44 ha à la campagne agricole de 2002/2003.

#### 1.2. Evolution de la superficie emblavée du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine à l'étage climatique SAC

On remarque que la superficie emblavée moyenne de blé tendre est dominante à l'étage climatique SAC aux campagnes agricoles 2000/2001, 2001/2002 et 2002/2003, et aux campagnes agricoles 1998/1999 et 1999/2000 la dominance est pour l'orge (voir figure 15). La superficie emblavée moyenne du blé tendre fluctue d'une campagne à l'autre avec un maximum de 98 ha à la campagne agricole 2002/2003 et un minimum de 78 ha à la campagne agricole 1999/2000.

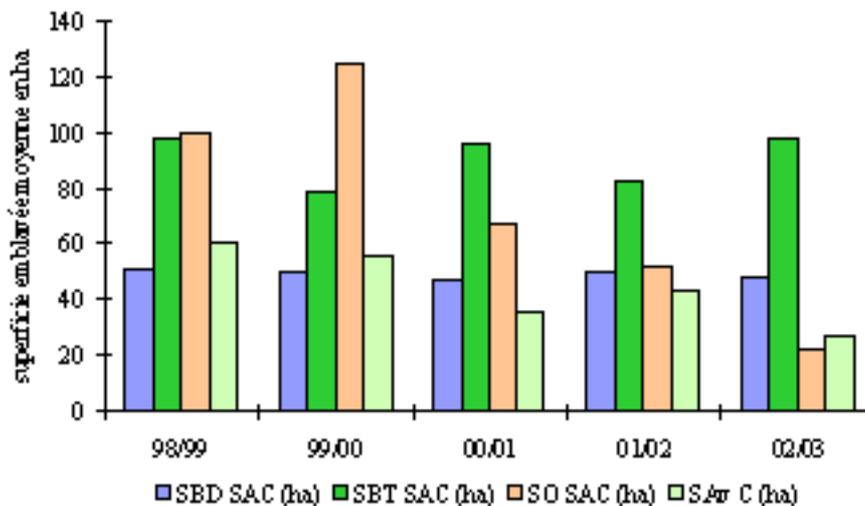


Figure 15. Evolution de la superficie emblavée moyenne du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine dans l'étage climatique semi aride central de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

On constate une diminution progressive de la superficie emblavée d'orge (voir figure 15) avec un maximum de 125 ha à la campagne agricole 1999/2000 et un minimum de 21 ha à la campagne agricole 2002/2003.

La superficie emblavée moyenne du blé dur pour les cinq campagnes agricoles est presque stable, avec une valeur de 49 ha, alors qu'on note une diminution progressive de la superficie emblavée d'avoine avec un maximum de 60 ha à la campagne agricole 1998/1999 et un minimum de 26 ha à la campagne agricole 2002/2003.

### 1.3. Evolution de la superficie emblavée du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine à l'étage climatique SAI&A

On remarque que à l'étage climatique SAI&A une dominance la superficie emblavée moyenne du blé tendre et d'orge (voir figure 16). On note une fluctuation de la superficie emblavée moyenne du blé tendre, d'orge et d'avoine d'une campagne agricole à l'autre, alors que le blé dur on remarque une stabilité sauf à la campagne agricole 2002/2003 où on remarque une légère élévation avec une valeur de 38 ha.

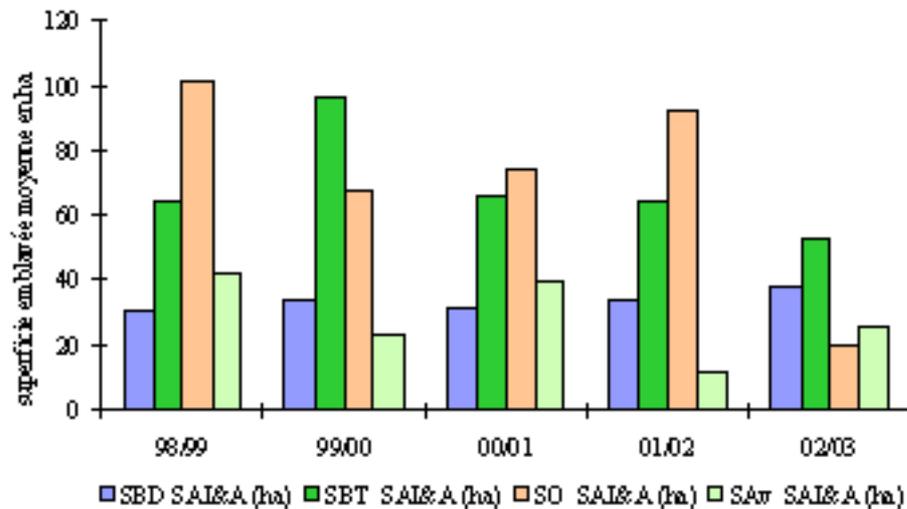


Figure 16. Evolution de la superficie emblavée moyenne du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine dans l'étage climatique semi aride inférieur et aride de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

La superficie emblavée moyenne du blé tendre (voir figure 16) varie d'un maximum de 96 ha à la campagne agricole 1999/2000 et un minimum de 52 ha à la campagne agricole 2002/2003, chez l'orge elle varie d'un maximum de 100 ha à la campagne agricole 1998/1999 et un minimum de 19 ha à la campagne agricole 2002/2003 et pour l'avoine, elle oscille entre un maximum de 42 ha à la campagne agricole 1998/1999 et un minimum de 11 ha à la campagne agricole 2001/2002

## 2. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen des céréales d'hiver

### 2.1. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine à l'étage climatique SAS

On remarque à partir de la figure 17, que la production et le rendement du blé tendre sont plus élevés par rapport les autres céréales d'hiver à l'étage climatique SAS durant les cinq campagnes agricoles. On constate un accroissement progressif de la production et du rendement du blé tendre et du blé dur durant les trois premières campagnes agricoles 1998/1999, 1999/2000 et 2000/2002, et ensuite une diminution significative à la campagne agricole 2001/2002 et après on note une élévation significative à la campagne 2002/2003.

La production moyenne du blé tendre et du blé dur oscille successivement entre un minimum de 1006 et 406 q, à la campagne 2001/2002 et un maximum de 2737 et 1923 q à la campagne 2002/2003. Le rendement moyen du blé tendre et du blé dur oscille successivement entre un minimum de 8 et 7 q/ha et un maximum de 23 et 15 q/ha à la campagne 2002/2003.

La production moyenne et le rendement moyen d'orge et d'avoine sont nuls à très faible durant les cinq campagnes agricoles, on note seulement à la campagne agricole 2002/2003 une légère élévation.

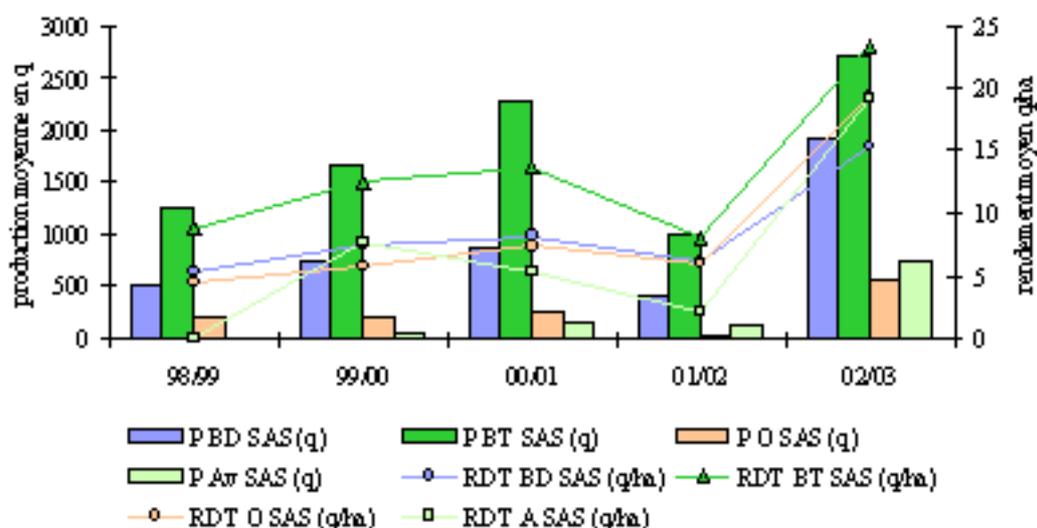


Figure 17. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine dans l'étage climatique semi aride supérieur de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

La production moyenne d'orge et d'avoine oscille successivement entre un minimum de 22 et 0 q, à la campagne 2001/2002 et 1998/1999 et un maximum de 557 et 759 q à la campagne 2002/2003. Le rendement moyen d'orge et d'avoine oscille successivement entre un minimum de 4,50 et 0 q/ha à la campagne agricole 1998/1999 et un maximum de 19,46 et 19,16 q/ha à la campagne 2002/2003.

## 2.2. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine à l'étage climatique SAC

On note un accroissement progressif de la production et du rendement du blé tendre et du blé dur (voir figure 18) à l'étage climatique SAC durant les trois premières campagnes agricoles 1998/1999, 1999/2000 et 2000/2002, et ensuite une légère diminution à la campagne agricole 2001/2002 et après on note une élévation significative à la campagne 2002/2003.

La production moyenne du blé tendre et du blé dur oscille successivement entre un minimum de 647 et 238 q, à la campagne 1998/1999 et un maximum de 1842 et 971 q à la campagne 2002/2003. Le rendement moyen du blé tendre et du blé dur oscille successivement entre un minimum de 2 et 4 q/ha à la campagne agricole 1998/1999 et un maximum de 23 et 22 q/ha à la campagne 2002/2003.

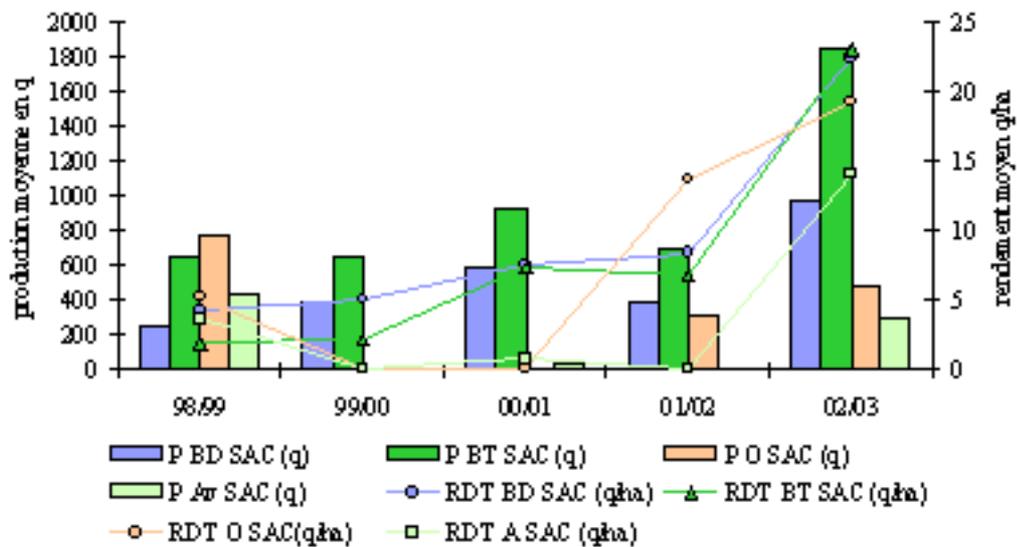


Figure 18. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine dans l'étage climatique semi aride central de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

La production moyenne et le rendement moyen d'orge et d'avoine sont nuls à très faible durant les cinq campagnes agricoles, on note seulement à la campagne agricole 2002/2003 des valeurs élevées par rapport les autres campagnes agricoles. La production moyenne d'orge et d'avoine oscille successivement entre un minimum de 0 q pour les céréales d'hiver, et un maximum de 773 et 437,50 q à la campagne 1998/1999. Le rendement moyen d'orge et d'avoine oscille successivement entre un minimum 0 q/ha aux campagnes agricoles 1999/2000 et 2000/2001 et un maximum de 19 et 14 q/ha à la campagne 2002/2003.

### 2.3. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine à l'étage climatique SAI&A

À l'étage climatique SAI&A, on remarque une fluctuation de la production moyenne des céréales d'hiver d'une campagne agricole à l'autre sauf pour le blé dur, où on note une élévation graduelle de la campagne agricole 1998/1999 à la campagne 2002/2003.

Le rendement moyen des céréales d'hiver (voir figure 19) à l'étage climatique SAI&A reste faible et presque stable durant les quatre premier campagnes agricoles du 1998/1999 au 2001/2002 sauf l'avoine ou on constate un écart significatif à partir de la campagne 2001/2002 par rapport les autres céréales. On remarque aussi qu'à cet étage climatique le rendement moyen d'avoine est dominant durant les cinq campagnes agricoles.

Le rendement varie d'un minimum de 2,60 q/ha chez le blé tendre à la campagne agricole 1998/1999 et un maximum de 24 q/ha chez l'avoine à la campagne agricole 2002/2003.

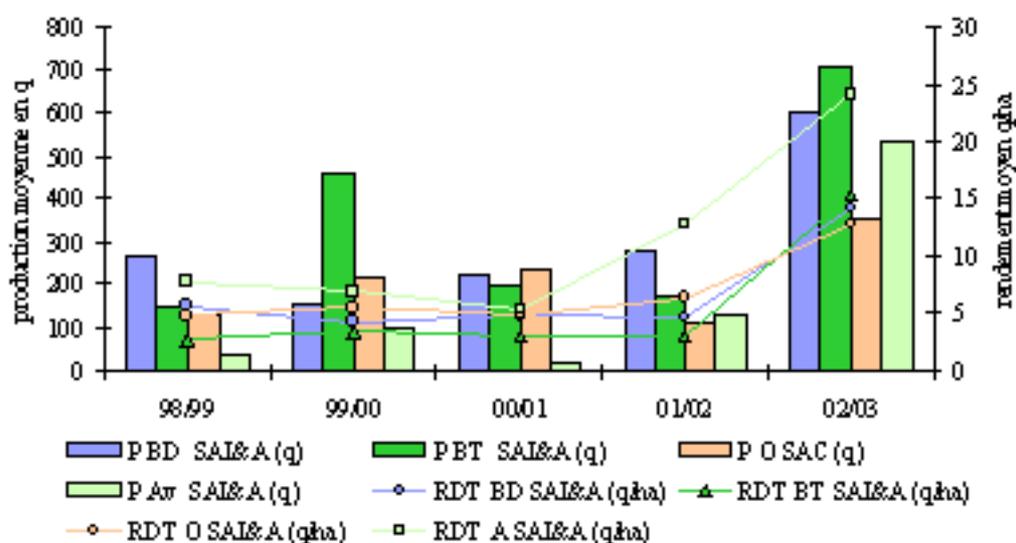


Figure 19. Evolution de la production moyenne et du rendement moyen du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine dans l'étage climatique semi aride inférieur et aride de la zone d'étude de la campagne 1998/1999 au 2002/2003

Etage climatique	Surface, production et rendement des céréales d'hiver du 1998/1999 au 2002/2003 pour les trois étages climatiques de la région d'étude											
	Surface blé dur (ha)			Surface blé tendre (ha)			Surface orge (ha)			Surface avoine (ha)		
	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max
SAS	97,05	80,76	111,79	155,00	124,00	202,67	21,90	19,89	26,10	22,27	5,00	44,25
SAC	49,01	47,50	50,86	90,59	78,00	98,38	73,13	21,67	125,00	43,87	26,33	60,00
SAI&A	33,50	30,06	38,00	68,66	52,50	96,30	70,79	19,50	100,83	28,30	11,50	42,00
	Production blé dur (q)			Production blé tendre (q)			Production orge (q)			Production avoine (q)		
SAS	890,52	405,84	1923,15	1783,05	1006,07	2736,86	249,59	22,22	557,43	216,16	0,00	759,15
SAC	516,29	238,23	971,40	949,05	647,26	1842,31	310,48	0,00	773,05	151,66	0,00	437,50
SAI&A	303,21	151,83	599,50	336,48	151,10	704,88	206,94	109,60	354,14	161,40	20,67	529,00
	Rendement blé dur (q/ha)			Rendement blé tendre (q/ha)			Rendement orge (q/ha)			Rendement avoine (q/ha)		
SAS	8,49	5,32	15,38	13,26	7,97	23,42	8,61	4,55	19,46	6,84	0,00	19,16
SAC	9,52	4,23	22,43	8,22	1,92	22,96	7,62	0,00	19,29	3,68	0,00	14,09
SAI&A	6,63	4,25	14,06	5,44	2,60	15,35	6,82	4,75	12,69	11,30	5,17	23,99
Total moyen (q/ha)	8,21	4,60	17,29	8,97	4,16	20,58	7,68	3,10	17,15	7,27	1,72	19,08

Tableau XV. Surface, production et rendement des céréales d'hiver du 1998/1999 au 2002/2003 pour les trois étages climatiques de la région d'étude.

## CHAPITRE IV. CORRELATION ENTRE LA PLUVIOMETRIE ET LES FACTEURS AGRICOLES DES CEREALES D'HIVER

L'étude de cette corrélation concerne la pluviométrie et les facteurs agricoles des céréales d'hiver; superficie emblavée, production et rendement dans les trois étages climatiques semi arides supérieur, semi aride central et semi aride inférieur et aride, pour voir la relation qui existe entre eux.

## 1. Corrélation entre la pluviométrie et la superficie emblavée

L'étude de la corrélation entre la pluviométrie annuelle et la superficie emblavée du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine dans les trois étages climatiques SAS, SAC et SAI&A a donné des coefficients de corrélations différents (voir les figures 17, 18 et 19).

On a obtenu des corrélations significatives pour l'orge avec 0,80 et l'avoine avec 0,72 dans l'étage SAS. On a enregistré aussi des corrélations significatives à l'étage SAI&A, avec 0,60 pour l'orge et 0,87 pour l'avoine. A l'étage SAC, on a enregistré des corrélations non significatives, qui oscillent entre 0,12 pour le blé dur et 0,45 pour l'orge.

On peut expliquer les corrélations significatives par le lien qui se trouve entre la superficie emblavée des céréales d'hiver et la pluie dans la zone semi aride et aride. Car si l'année est pluvieuse l'agriculteur sème une surface élevée. Pour les corrélations non significative, quelque soit l'année agricole la superficie emblavée est presque stable surtout chez les grandes exploitations agricoles.

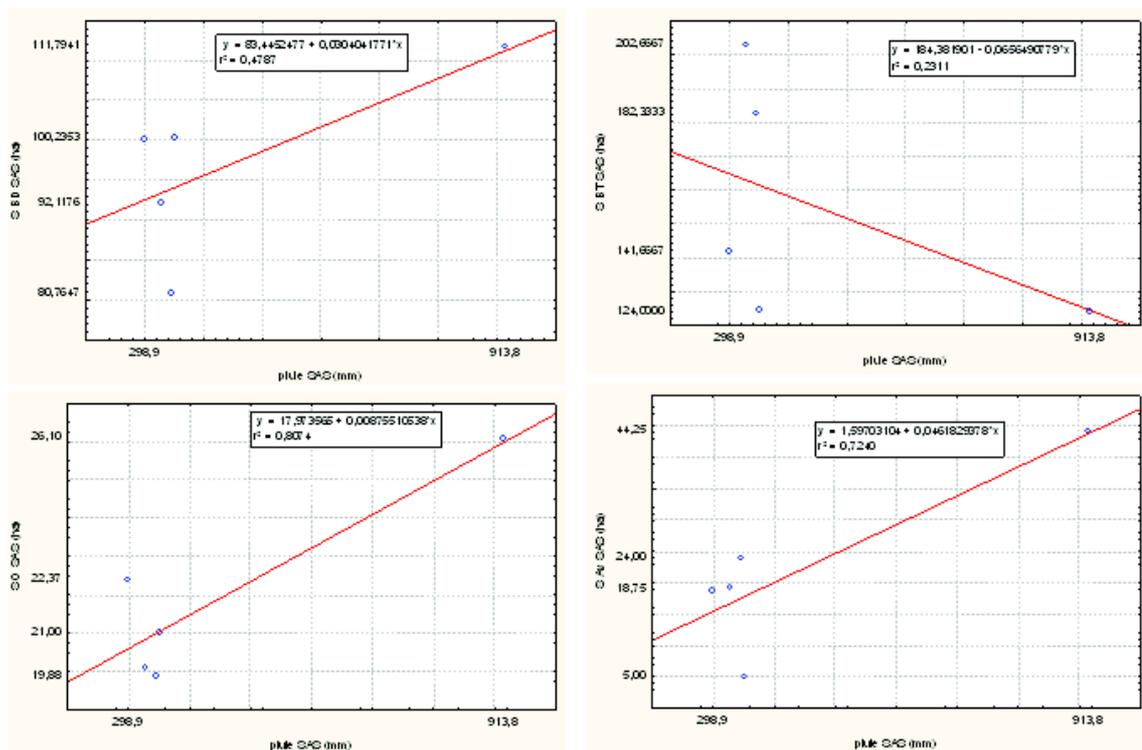


Figure 20. Corrélation entre la pluviométrie et la superficie emblavée du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine en étage climatique semi aride supérieur

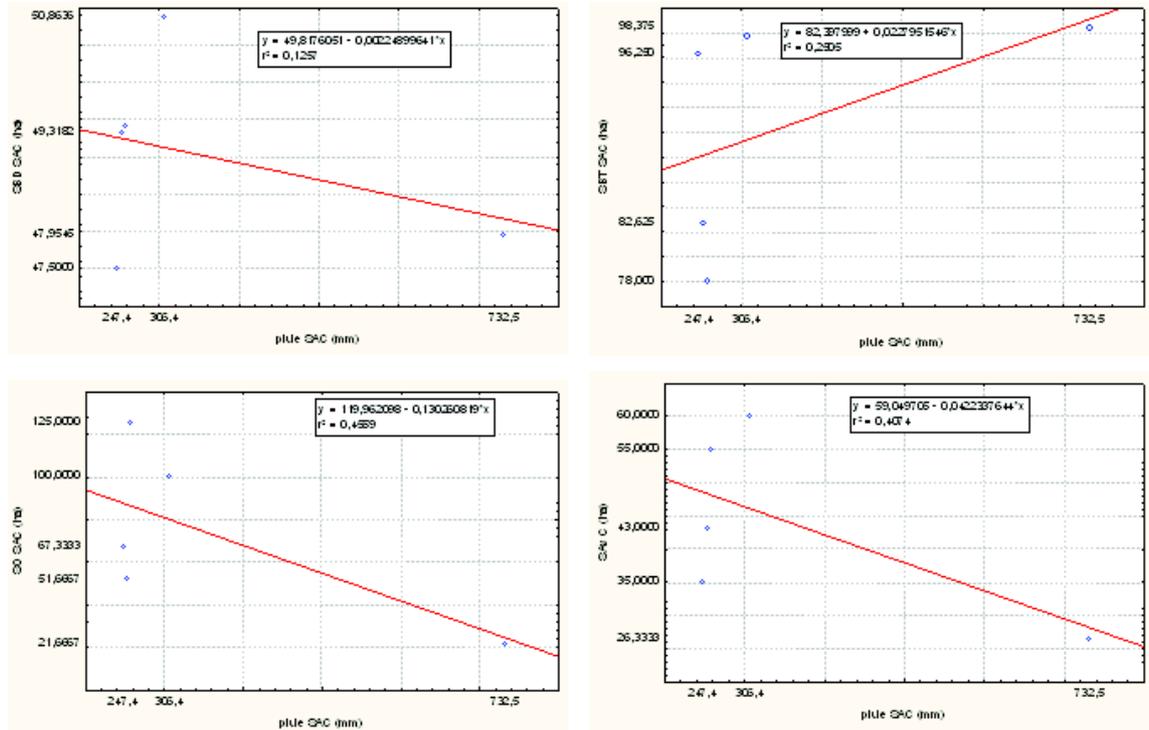


Figure 21. Corrélation entre la pluviométrie et la superficie emblavée du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine en étage climatique semi aride central

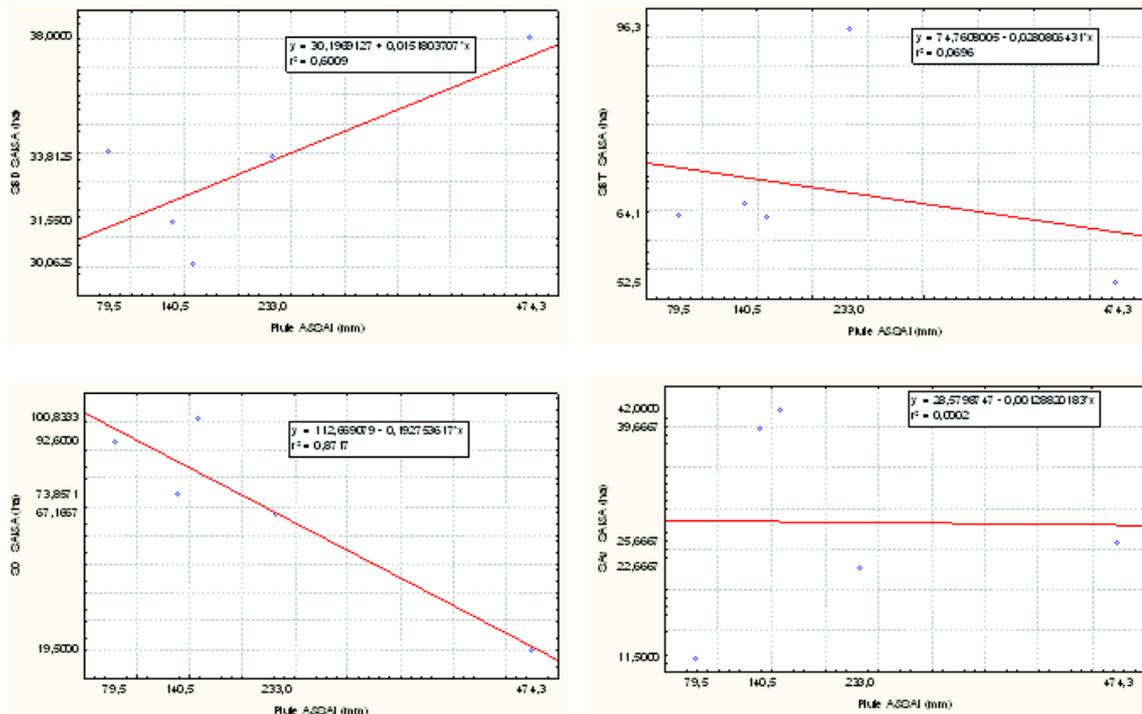


Figure 22. Corrélation entre la pluviométrie et la superficie emblavée du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine en étage climatique semi aride inférieur et aride

## 2. Corrélation entre la pluviométrie et la production

L'étude de la corrélation entre la pluviométrie annuelle et la production du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine dans les trois étages climatiques SAS, SAC et SAI&A a donné partout des corrélations significatives sauf à l'étage SAC, on a obtenu des corrélations non significatives avec 0,13 pour l'orge et 0,22 pour l'avoine (voir les figures 20, 21 et 22).

Les coefficients de corrélations oscillent entre 0,51 pour le blé tendre et 0,95 pour l'avoine à l'étage SAS, entre 0,72 pour le blé dur et 0,91 pour le blé tendre à l'étage SAC, et entre 0,65 pour le blé dur et 0,90 pour le blé tendre à l'étage SAI&A.

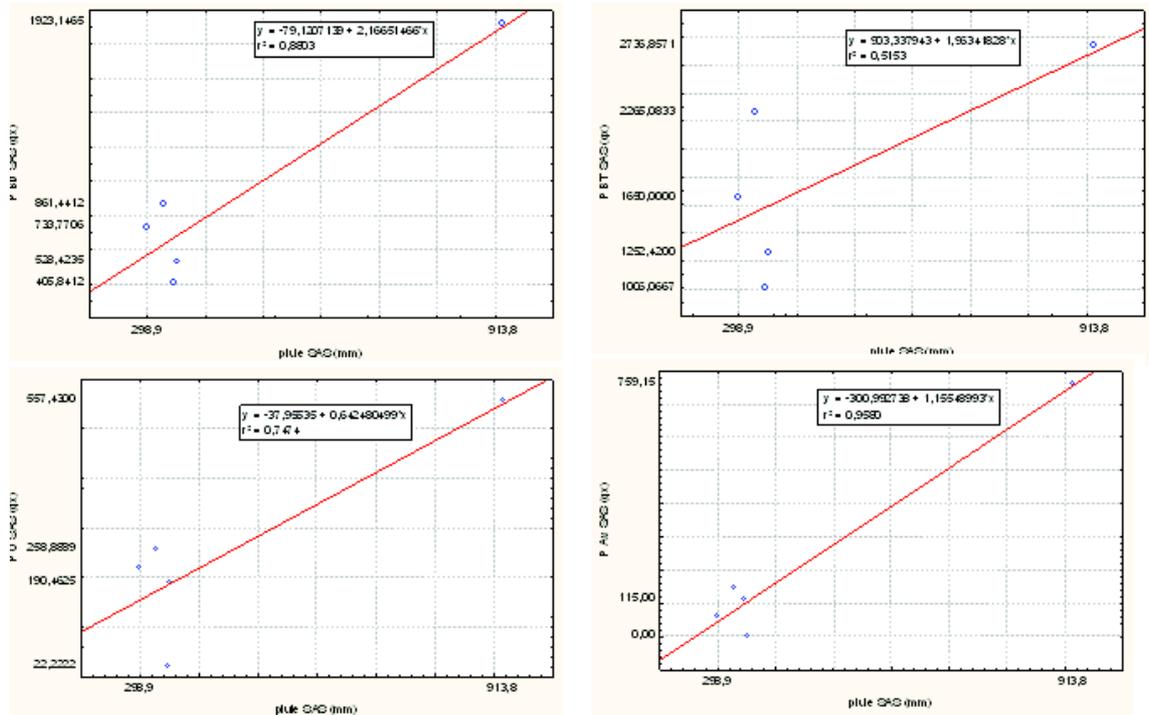


Figure 23. Corrélation entre la pluviométrie et la production du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine en étage climatique semi aride supérieur

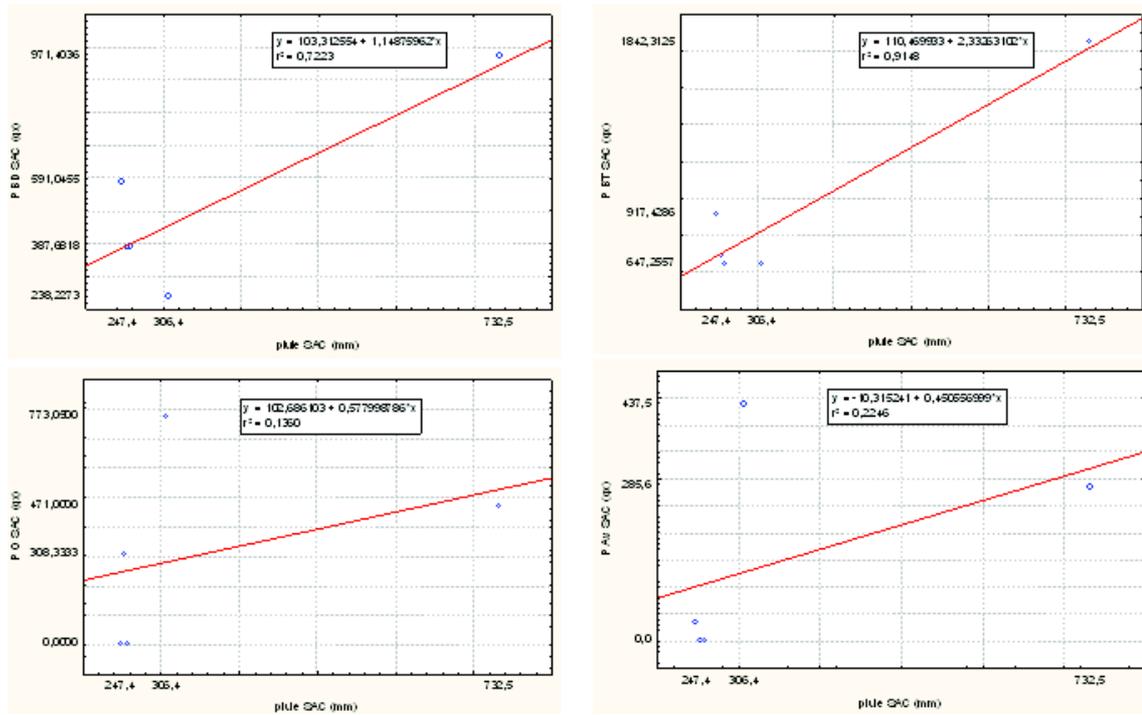


Figure 24. Corrélation entre la pluviométrie et la production du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine en étage climatique semi aride central

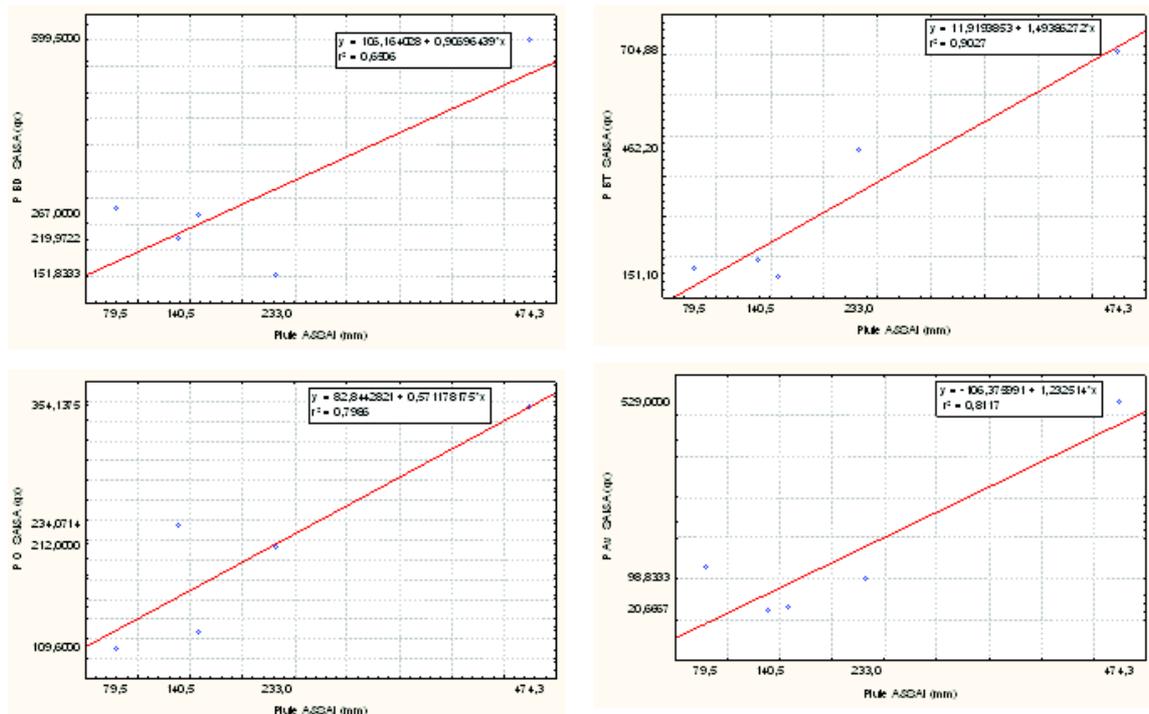


Figure 25. Corrélation entre la pluviométrie et la production du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine en étage climatique semi aride inférieur et aride

### 3. Corrélation entre la pluviométrie et le rendement

L'étude de la corrélation entre la pluviométrie annuelle et le rendement du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine dans les trois étages climatiques SAS, SAC et SAI&A a donné partout des corrélations significatives (voir les figures 23,24 et 25). Les coefficients de corrélations oscillent entre 0,78 pour l'orge et 0,95 pour l'avoine à l'étage SAS, entre 0,57 pour l'orge et 0,97 pour blé tendre à l'étage SAC, et entre 0,61 pour l'avoine et 0,87 pour le blé tendre à l'étage SAI&A.

Ces résultats confirment l'effet de la pluie sur le rendement des céréales d'hiver en zone semi aride et aride des Hauts Plateaux telliens de l'Est Algérien, parce que l'itinéraire technique de la culture n'est pas suivi correctement.

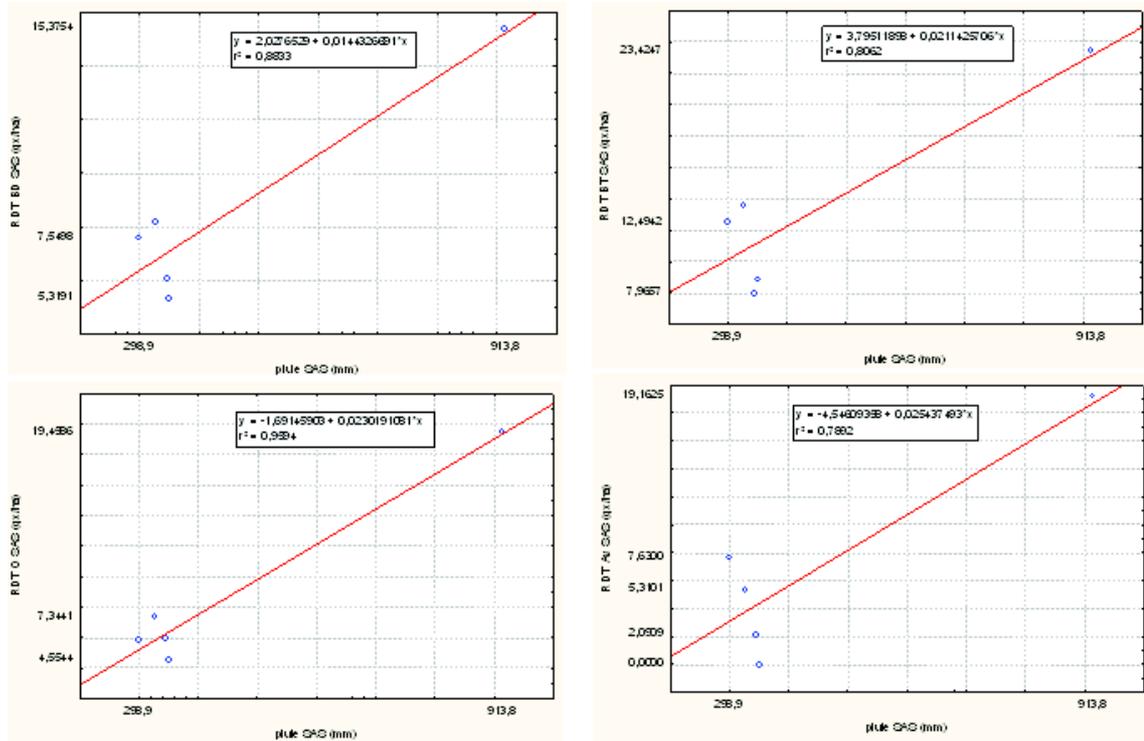


Figure 26. Corrélation entre la pluviométrie et le rendement du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine en étage climatique semi aride supérieur

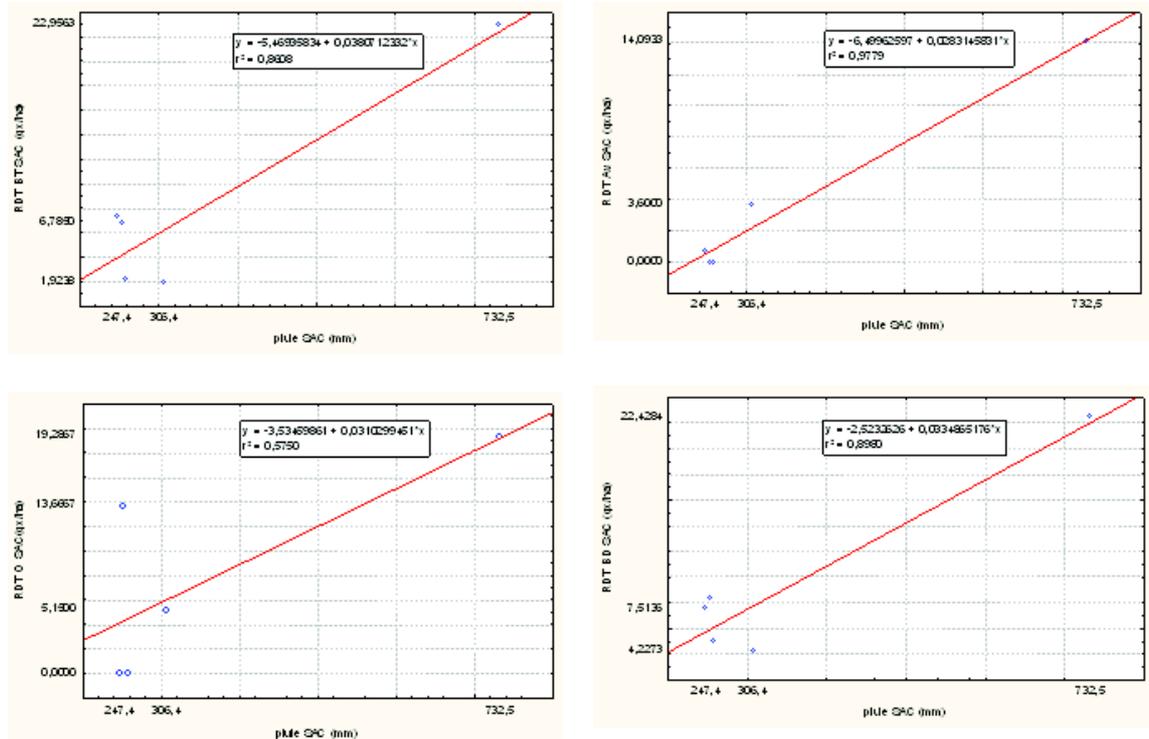


Figure 27. Corrélation entre la pluviométrie et le rendement du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine en étage climatique semi aride central

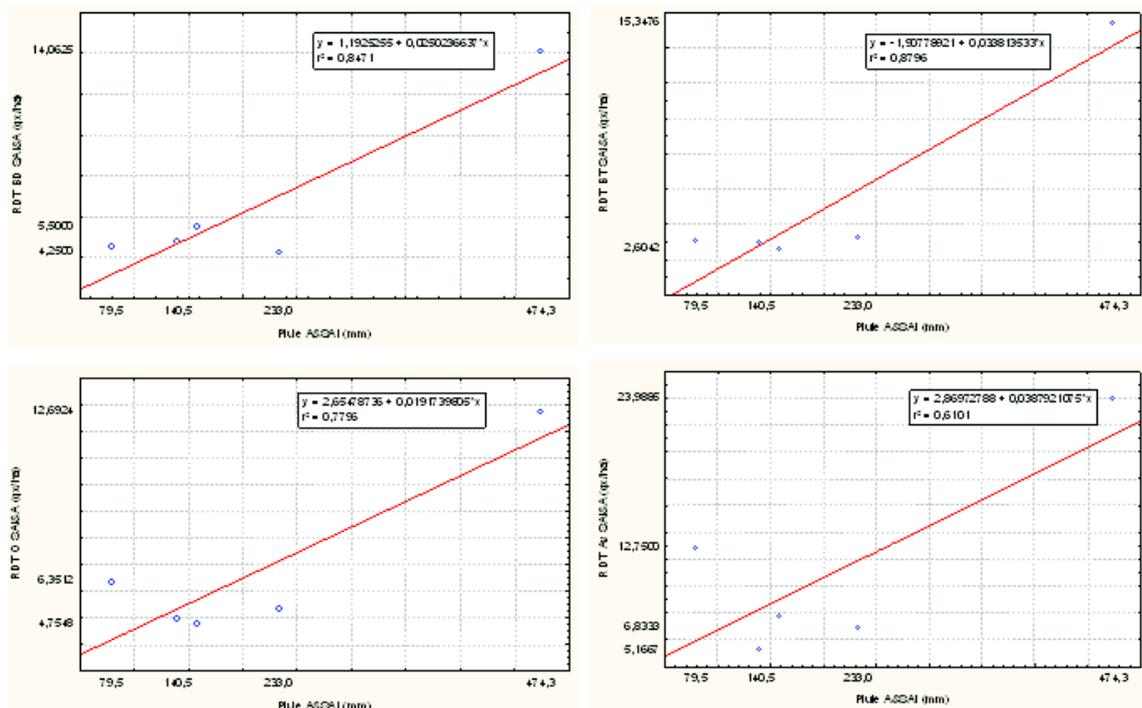


Figure 28. Corrélation entre la pluviométrie et le rendement du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine en étage climatique semi aride inférieur et aride

## CHAPITRE IV. FONCTIONNEMENT DE L'EXPLOITATION ET CONTRAINTES

### 1. Précédent cultural

Les céréales ont généralement comme précédent cultural, en ordre décroissant : (1) la jachère, (2) les céréales d'hiver, (3) le sorgho ou légumineuses, (4) un fourrage et une autre culture.

Selon le rôle et la conduite de la jachère, on distinguera la jachère travaillée et jachère pâturée. A l'étage climatique SAS de la région d'étude on a constaté la jachère travaillée comme précédent cultural (voir annexe 3).

A l'étage climatique SAC, on a remarqué la jachère travaillée, céréales d'hiver, culture maraîchage comme précédent cultural alors que à l'étage climatique SAI&A il se distingue par la jachère travaillée et la jachère pâturée (voir annexe 3).

### 2. Travail du sol

Différentes séquences sont couramment utilisées selon le type d'exploitation, le précédent cultural et le type de sol. Nous distinguons trois types :

- les travaux du sol en sec effectués avant l'arrivée des premières pluies qui ne sont possibles qu'avec la traction mécanique, car ils demandent beaucoup de puissance.

Ils sont pratiqués essentiellement pour le blé dur et le blé tendre sur les grandes exploitations, fermes pilotes et EAC. Les séquences de travaux sont à base de cover-crop, charrues à disques.

- les séquences avec travail du sol préalable au semis effectué après l'arrivée des premières pluies. On peut alors avoir : soit cover-crop – semis avec semoir de précision ou à la volée - cover-crop- roulage.
- des séquences sans travail préalable au semis, c'est-à-dire : semis - cover-crop.

On a remarqué que la date de travail du sol qu'il soit profond ou superficiel dans la région d'étude est différente d'une exploitation agricole à l'autre, même au sein de la même commune de même étage climatique (voir annexes 4 et 5).

### 3. Semis

---

- Densité et date de semis

Il est effectué généralement avec le semoir de précision dans les grandes exploitations. Aux petites exploitations EAI et privé, le semis est effectué à la volée, beaucoup plus à l'étage climatique SAI&A, suivi d'un recouvrement au cover-crop. Le résultat se sont des lits de semences assez creux avec un placement des graines très irrégulier et à des profondeurs de semis très variables.

La germination s'en trouve affectée, les levées sont échelonnées et souvent incomplètes, surtout en conditions sèches. D'où une perte considérable de semences. Les doses de semis sont assez variables selon les espèces (voir annexe 6), l'état de préparation du sol et les dates de semis. Pour le blé dur et l'orge, elles varient généralement entre 100 et 150 kg/ha et pour le blé tendre l'avoine, elles varient entre 80 et 140 kg/ha.

La plupart des semis commencent après les premières pluies et sont étalés en année normale, de début octobre à la fin de décembre (Voir annexe 7). Généralement, une partie des orges et des avoines est semée en premier, viennent ensuite les blés durs, puis les blés tendres.

- Variétés semés

Pour les blés durs, la variété généralement utilisée dans toutes les exploitations dans les trois étages climatiques est la variété locale ancienne ; Mohamed Ben Bachir (MBB), suivie par variétés récentes plus productive (voir annexe 8) ; VITRON, WAHA. Pour les blés tendres, HD1220 est la variété la plus cultivée suivi par ENZA. Pour les orges, les agriculteurs utilisent quasi systématiquement des semences locales ; TICHEDRET, AKSAD et BARBAROS, mais reste TICHEDRET la plus utilisée.

### 4. Fertilisation

---

L'utilisation des engrais reste faible avec de fortes variations d'un étage climatique à l'autre et d'une exploitation à l'autre.

On a constaté que l'engrais le plus utilisé est super 46 comme fumure de fond au labour et/ou au semis, épandu à des doses de 100 kg/ha environ, et l'urée (46%) ou l'ammonitrate (33%) comme fumure azotée au début du tallage ou à la montaison à des doses variant de 50 à 100 kg/ha. La maîtrise de cette technique de fertilisation reste loin d'être acquise.

On a noté aussi au niveau de certaines exploitations l'utilisation de fumier, vu la non disponibilité et le coût élevé des engrais (voir annexe 10).

## 5. Traitement phytosanitaire

- Maladies

Pour les maladies des céréales d'hivers on a noté à l'étage climatique SAS et SAC:

- le charbon sur le blé dur
- la rouille jaune sur le blé tendre et l'orge
- sporiose sur l'orge

La rouille jaune a été constatée au niveau de l'exploitation de Beni Fouda sur le blé tendre HD1220. Un traitement a été utilisé (Victra + konville) au début mai, au stade épiaison. Le traitement a donné des bons résultats (voir annexe 11).

A l'étage climatique SAI&A on a constaté la maladie du charbon sur blé dur.

La majorité des exploitations agricoles dans la région d'étude n'utilisent aucun traitement contre ces maladies (voir annexe 11).

- Désherbage

La pratique de la jachère contribue à la multiplication du stock de semences des adventices. La préparation rudimentaire du sol au semis n'empêche pas l'envahissement généralisé des céréales, notamment par les monocotylédones (folle-avoine) et les dicotylédones. Les adventices étant utilisés comme fourrage, certains agriculteurs évitent le désherbage précoce. Dans les grandes exploitations un désherbage chimique simple à base de 2-4 D, l'apirose, Hyloxant b, topik, mustang, kalif et grand star (voir annexe 12). L'épandage est réalisé à l'aide de pulvérisateur à dos ou au tracteur à l'aide d'épandeurs.

La maîtrise de ces désherbages est loin d'être parfaite (stade\ de la céréale, dose, dilution..).

On a remarqué à l'étage climatique SAI&A que cette technique est utilisée uniquement sur quelques exploitations (voir annexe). Les traitements fongicides inconnus de la plupart des agriculteurs sont quelquefois utilisés par certains grands exploitants pour protéger les cultures à haut potentiel.

## 6. Récolte

---

La récolte des céréales d'hivers ; blé dur, blé tendre, orge et avoine est faite avec la moissonneuse-batteuse dans toutes les exploitations. Les dates de récolte sont irrégulières d'une l'année à l'autre et dépendent de la disponibilité de la moissonneuse-batteuse, allant du fin mai au début août (voir annexe 9).

## 7. Problèmes de l'exploitation

---

- Problèmes climatiques

Sur les trois étages climatiques SAS, SAC et SAI, on a noté les problèmes climatiques suivantes ; la sécheresse, l'une en début de cycle assez aléatoire et l'autre en fin de cycle, des gelées précoces au mois de novembre décembre et des gelées tardives vers les mois

Mars et avril, des sirocco vers la fin de cycle de la culture et de la grêle au mois de Mai. Tous ces problèmes affectent directement la production et le rendement des céréales d'hiver dans ces zones (voir annexe 13).

- Problèmes pédologiques

On a noté généralement sur les exploitations céréalières des sol pauvre, Argileux, Argileux-calcaire, Limono-calcaire, Argilo-Sableux avec dominance de calcaire. Cette dominance s'accroît de Nord au Sud. La profondeur du sol est variable entre 30-100 cm, il y a par fois, l'affleurement de la roche calcaire.

- Problèmes socio-économiques

Les exploitations agricoles ; fermes pilotes, EAC, EAI et privés, vivent dans plusieurs problèmes socio-économiques empêchant le bon fonctionnement de l'exploitation (voir annexe 13). On peut citer :

- Manque du matériels agricoles,
- Problèmes entre les dirigeants des exploitations agricoles et les responsables locaux,
- Retard de livraison des semences et des engrais
- Hausse de prix de matériels et des intrants et des produits phytosanitaires,
- Manque d'infrastructure.
- Mains d'œuvre non qualifier
- Manque d'encadrement technique.

---

# Conclusion générale

L'étude du fonctionnement des exploitations agricoles des communes choisies dans la région semi-aride et aride des Hauts Plateaux de Sétif et Bordj Bou Arreiridj, a permis une meilleure caractérisation de la céréaliculture sur la base de données recueillies au niveau des exploitations agricoles et des directions des services agricoles. Au terme de cette étude et à travers les résultats d'analyses des données climatiques et les facteurs agricoles céréaliers, nous ont permis de déduire plusieurs résultats.

L'analyse de l'évolution de la pluviométrie annuelle dans le temps, et dans les trois étages climatiques semi aride supérieur (SAS), semi aride central (SAC) et semi aride inférieur et aride (SAI&A) révèle des pluviométries irrégulières d'une année à l'autre dans les trois étages climatiques de la zone d'étude. Le gradient pluviométrique décroît du Nord au Sud avec une moyenne de 447,6 mm au SAS, 359,50 mm au SAC et 217,3 mm au SAI&A. La pluviométrie mensuelle moyenne est très irrégulière dans le temps et dans les trois étages climatiques. On a constaté une concentration de la pluviométrie aux mois de décembre et janvier dans les trois étages climatiques avec un seuil décroissant du Nord au Sud, et un maximum de 86,5 mm au mois de Janvier. Durant cette période de mise en place de la culture, le besoin d'eau est faible. En revanche, on a enregistré des quantités faibles aux autres mois où le besoin en eau de la culture est élevé. Cette faiblesse pluviométrique mensuelle durant cette période conduit à des déficits hydriques temporaires ou permanents provoquant des pertes considérables aux productions et aux rendements des céréales d'hivers.

L'analyse de l'évolution spatiotemporelle des facteurs agricoles comme la superficie, la production, et le rendement dans la région d'étude de 1998/1999; 1999/2000; 2000/2001; 2001/2002 et de 2002/2003 a donné les résultats suivants.

La superficie emblavée moyenne du blé dur du blé tendre, d'orge et d'avoine au cours des cinq campagnes agricoles, dans la région d'étude sont successivement 179,56 ha, 314,25 ha, 165, 82 ha et 94,43 ha. On a remarqué une dominance de la superficie du blé tendre. On a constaté aussi une dominance de la superficie emblavée moyenne du blé dur du blé tendre à l'étage climatique SAS avec 97 ha pour le blé dur et 155 ha pour le blé tendre, suivi successivement par les étages climatiques SAC et SAI&A.

La superficie emblavée moyenne d'orge est dominante aux étages climatiques SAC et SAI&A avec 73 ha au SAC et 71 ha au SAI&A. La superficie emblavée moyenne d'avoine est très irrégulière aux étages climatiques SAC avec 44 ha et SAI&A avec 28 ha, alors qu'à l'étage climatique SAS on a noté un accroissement, elle ne dépasse pas 22 ha.

La production moyenne et le rendement moyen des céréales d'hiver dans la zone d'étude sont irréguliers d'une année à l'autre ainsi que au sein des trois étages climatiques SAS, SAC et SAI&A. La production du blé dur du blé tendre, d'orge et d'avoine au cours des cinq campagnes agricoles dans la région d'étude sont successivement, 1710 q, 3068 q, 767 q et 529 q. La production du blé dur, du blé tendre et d'avoine est dominante au SAS, avec des valeurs successives 890 q, 1783 q et 216 q. La production moyenne d'orge est dominante au SAC avec 310 q.

Les valeurs moyennes enregistrées de rendement dans la région d'étude au cours des cinq campagnes agricoles sont 8,21 q/ha pour le blé dur, 9 q/ha pour le blé tendre, 7,68 q/ha pour l'orge et 7,27 pour l'avoine. Se sont des valeurs très faible par rapport aux valeurs moyenne enregistrées à la campagne agricole favorable 2002/2003, 17 q/ha pour le blé dur, 20,60 q/ha pour le blé tendre, 17 q/ha pour l'orge et 19 q/ha pour l'avoine.

Les plus basses valeurs moyennes du rendement sont enregistrées à l'étage climatique SAI&A, sauf pour l'avoine, qui enregistre 11,30 q/ha.

Des corrélations positives (0,6 et 0,97) ont été établies entre la superficie emblavée, la production, le rendement des céréaliers d'hivers et le total des pluies.

L'analyse de fonctionnement des exploitations agricoles et les problèmes induisant le dysfonctionnement abouti aux conclusions suivantes.

Le travail du sol et le semis, en plus des études de recherches doivent être vulgarisés auprès des agriculteurs. Des actions de développement sur ces thèmes permettraient, en effet, de décaler les cycles des céréales vers des dates plus précoces de semis et d'affiner les lits de semences permettant un meilleur contrôle des levées et des peuplements. La réflexion doit donc porter sur l'équilibre entre ces différentes options et leur adaptation aux divers types d'exploitations et de terrains.

La fertilisation azotée, plus qu'ailleurs encore, est mal connue, les pertes par lessivage rarement mesurées et les périodes privilégiées de minéralisation mal identifiées. Ainsi, les connaissances demeurent insuffisantes pour déterminer les quantités d'azote minéralisé et leurs variations en fonction du précédent cultural, même si l'intérêt des précédentes légumineuses est prouvé. Toutes ces incertitudes limitent les possibilités de raisonner correctement la fertilisation azotée.

En fonction des conditions du milieu de chaque étage climatique et du degré de structuration de chaque type d'exploitation, les choix et les stratégies de production changent. Pour cela une typologie des exploitations agricoles par région est nécessaire de façon à pouvoir effectuer un conseil technique adapté aux caractéristiques de chaque type d'exploitation.

# Références bibliographiques

- Adda A., 1996.** Contribution à l'étude des caractéristiques morphologiques, physiologiques et anatomiques de la productivité chez le blé dur (*Triticum durum* Desf) dans une zone semi-aride. Thèse, Magist., Sci., Agro., Opti., Tech., Prod., Vég., INA, El Harrach, Alger, 114 p.
- Audinet-Conseil+, 2007.** Réussir une campagne de blé en Tunisie. Article, [APIA, l'investisseur agricole N° 69](#), Tunisie. <http://www.investir-en-tunisie.net/news/article.php?id=1060>
- Baldy Ch., 1974.** Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques. Leur influence sur la production des principales zones céréalières d'Algérie. Rapport, ITGC, Alger, 72 p.
- Beauchamp J., 2006.** L'eau et le sol. Université de Picardie Jules Verne. [www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/eau-sol.htm](http://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/eau-sol.htm)
- Belaid D., 1986.** Aspect de la céréaliculture algérienne. OPU, Alger, pp 2-49.
- Belaid., 1990.** Elément de phytotechnie générale. OPU, Alger, pp 1-10.
- Benabdesselam S et Chourghal N., 1997.** Optimisation de l'apport d'appoint d'eau à différents stades végétatifs sur trois espèces de céréales ; blé dur, blé tendre, et orge, cas des hautes plaines Sétifiennes. Mémoire d'ingénieur en agronomie, Dept., G.R., INA, El Harrach, Alger, 94 p.
- Benbelkacem A., 1993.** La recherche variétale sur le blé en Algérie. Revue céréalière n° 26, ITGC, Alger, 28 p.
- Bouaziz A., 1984.** Perspectives agronomiques de la céréaliculture au Maroc. Département d'agronomie, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II – RABAT. CIHEAM - Options Méditerranéennes, série études pp 29-40.
- Bouzerzour H. et Oudina M., 1986.** Effets des dates et densités de semis sur le rendement du blé et de l'orge dans la région de Sétif. Revue céréalière n°15, ITGC, Alger, 38 p.
- Choisnel M., 1997.** Agrométéorologie. Article, encyclopédie, universalis France S.A. p 12.
- CIHEAM., 2006.** Agri.Med. Agriculture, pêche, alimentation et développement rural durable dans la région Méditerranéenne. Rapport annuel. <http://www.ciheam.org>
- Daoud K., 1991.** Evaluation de l'évapotranspiration potentielle et des besoins en eau des céréales dans les hautes plaines sétifiennes. Thèse, Doct., Uni., Montréal., 158 p.
- Diehl R., 1975.** Agriculture générale. 2<sup>ème</sup> Editions J-B. Baillière, Paris, pp 5-90.
- Djenane A.M., 1992.** Quelques résultats du programme de la vulgarisation de l'intensification céréalière dans la région des Hautes Plaines Sétifiennes. Séminaire maghrébin La vulgarisation agricole au Maghreb: théorie et pratique, Alger, pp 99-112.

- Doorembos J. et Pruitt W.O., 1986** . Les besoins en eau des cultures. Bulletin. D'irrigation et de drainage, FAO N°24, Rome, 198 p.
- Douguedroit A., Durbiano C., Messaoudi A. et Ait Hamza M ., 1998**. Précipitations et rendements du blé dur et de l'orge en culture « bour » dans le Maroc du centre-Ouest. Revue, Géo., Médit., Tome n° 88, pp 39-49.
- Eliard L.J., 1979**. Manuel d'agriculture générale. Base de la production végétale 5<sup>éd</sup>, Paris.
- Euverte G., 1959**. Les climats et l'agriculture. Edit., Que sais-je, n° 824, Uni., France, 122 p.
- FAO., 2005**. Utilisation des engrais par culture en Algérie. Première édition, Rome.  
<http://www.fao.org>
- Feliachi K., 2000**. Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. Blé 2000-Enjeux stratégies, Actes du 1<sup>er</sup> symposium international sur la filière blé Alger. Ministère de l'agriculture, office Algérien interprofessionnel des céréales, Alger.
- Gate P., 1995**. Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. ITCF, Paris, pp 223-269.
- Guyot G., 1997**. Climatologie de l'environnement. De la plante aux écosystèmes. Masson, Paris, 505 p.
- Imache A., 2001**. Suivi du bilan hydrique du blé dur ; variété « Vitron » incidence sur le rendement et les composantes du rendement. Mémoire d'ingénieur en agronomie, Dept., G.R., INA, El Harrach, Alger, 85 p.
- ITGC., 1999**. Comment raisonner la fertilisation azotée de vos céréales ?. El Harrach, Alger.
- ITGC., 2001**. La culture intensive du blé. 2<sup>ème</sup> édition actualisée, El Harrach, Alger.
- Kehal N., 1974**. Etude agroclimatique des zones céréalieres des hauts plateaux de l'Est Algérien ; Sétif, Constantine, Guelma. Mémoire d'ingénieur en agronomie, Dépt., phyt., INA, El Harrach, Alger, 94 p.
- Kolai T., 2002**. Essai d'irrigation de complément du blé dur (variété vitron). Relation bilan hydrique-composantes de rendement. Mémoire d'ingénieur en agronomie, Dépt., G.R., INA, El Harrach, Alger, 86 p.
- Kribaa M., 1992**. Contribution à l'étude de l'irrigation d'appoint et fertilisation azotée du blé dur « Waha » en zone semi arides. Thèse, Magist., Sci., Agro., Opti., Hyd., INA, El Harrach, Alger, 104 p.
- Lafarge M., 1986**. Principaux effets du climat sur la croissance et le développement des céréales en altitude dans le massif central. Coll., INRA., M.N., Paris, pp 287-314.
- Lafon et al ., 1988**. Biologie des plantes cultivées. Tome 1, organisation physiologie de la nutrition. Tec doc Lavoisier, Paris, 235 p.
- Latiri K., 2000**. Conditions climatiques, production et fertilisation azotée. Institut National de Recherche en Génie Rural Eaux et Forêts, B.P. 10, 2080 Ariana, Tunisie. CIHEAM - Options Mediterraneennes, Série A, pp 591-593.

- Malki M et Redjel N., 2000.** Produire du blé dur et/ou conserver l'écosystème ? : standardisation des politiques, comportement des agricultures et dégradation de l'écosystème. Blé 2000-Enjeux stratégies, Actes du 1<sup>er</sup> symposium international sur la filière blé Alger. Ministère de l'agriculture, office Algérien interprofessionnel des céréales, Alger.
- Mohamedou M., 2000.** Evaluation et Caractérisation des facteurs agroclimatiques. Cas de la céréaliculture pluviales en zones semi-arides (BBA, Sétif, Mila). Mémoire d'ingénieur en agronomie, Dept., G.R., INA, El Harrach, Alger, 59 p.
- Mekliche A. et al., 2000.** Effet du déficit hydrique sur la production de deux variétés de blé dur (*Triticum turgidum L. var. durum*) en région semi aride. Options méditerranéennes, Durum wheat improvement in the in the mediterranean region : new challenges, séminaire méditerranéennes n°40.
- Nedjraoui D., 2001.** ALGERIE. L'Université des Sciences et de la Technologie H. Boumediene (USTHB) d'Alger. [http:// www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/ Algeria/Algerie.htm](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/Algeria/Algerie.htm) - 221k
- Oudina M., 1986.** Céréaliculture. Le choix variétal. Revue., n° 4, ITGC., pp10-19
- O.T.I., 1974.** Projet d'étude devant permettre la définition de programme de développement sur la zone de rénovation rurale des hautes plaines de Sétif. Org., Tech., Inter., Madrid, volume n°1, 450 p.
- Rachedi M F., 2003.** Céréaliculture. Les céréales en Algérie. Revue, n° 38, ITGC., pp 4-25
- Seltzer P., 1949.** Climat de l'Algérie. Alger, 219 p.
- Smadhi D., Mouhouche B., Mohamedou M et Semiani M., 2001.** Variabilité des précipitations et conséquence sur la céréaliculture en zones semi-arides. Sém., Ass., Maroc., « AMAECO », Rabat, pp10-19.
- Smadhi D., 2002.** Etude agroclimatique des grandes cultures pluviales en région semi-arides. Cas hauts plateaux telliens de l'Est d'Algérie. Thèse, Magist., Sci., Agro., Opti., Hyd., INA, El Harrach, Alger, 118 p.
- Smadhi D., Mouhouche B., Mohamedou M et Semiani M., 2001.** Bilan hydrique et besoin d'irrigation de la céréaliculture en région semi-aride. INRAA, CRP Mahdi Boualem, station de Baraki, Alger.
- Soltner D., 1987.** Phytotechnie spéciale : les bases de la production végétal : le sol - le climat - la plante. Collection sciences et technique agricole, 15<sup>ième</sup> édition, tome I, Paris, 464 p.
- Soltner D., 1990.** Phytotechnie spéciale : les grandes productions végétales : céréales plantes sarclées prairies. Collection sciences et technique agricole, 17<sup>ième</sup> édition, Paris, pp 25-41.
- Tarik-Boumediène Bouchetata., 2006.** Analyse des agro-systèmes en zone tellienne et conception d'une base de données, Mascara – Algérie. Série« Master of Science » n°80, CIHEAM, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier. [http:// www.iamm.fr](http://www.iamm.fr)

**Talamali L., 2000.** La libération du marché des céréales en Algérie. Blé 2000-Enjeux stratégies, Actes du 1<sup>er</sup> symposium international sur la filière blé Alger. Ministère de l'agriculture, office Algérien interprofessionnel des céréales, Alger.

**Zitoni A., 1991.** Contribution à l'étude de l'influence des brises vent sur les facteurs climatiques et la production céréalière en Algérie : région des hautes plaines de Sétif. Thèse, Doct., Uni., Paris., 188 p. [http://crdp.ac-amiens.fr/edd/sols/sol\\_maj\\_detailp2\\_1.htm](http://crdp.ac-amiens.fr/edd/sols/sol_maj_detailp2_1.htm)

# Annexes

## QUESTIONNAIRE

Date de passage	
Wilaya	
Commune	
Situation Géographique Nord Centre ou Sud	

### I. Informations à récolter au niveau des DSA et subdivisions agricoles

#### 1. La commune

##### a. Situation géographique/ Topographique

.....

##### b. Végétation dominante

Culture	%
Céréales	
Légumes secs	
Cultures fourragères	
Cultures maraîchères	
Cultures industrielles	
Arboriculture (total)	

##### c. Climat

Type de climat		
	Nombre de jour/an	Nombre de jour/période
Sirocco		
Gelées		
Température		
Vent (m/s)		
Précipitation annuelle (mm)		
Autres		

##### d. Sol

Type de sol .....

Structure .....

Texture .....

Profondeur .....

**e. Ressource en eau**

Puits .....  
 Forage .....  
 Cours d'eau .....  
 Pratique de l'irrigation de complément .....  
 Si oui  
     - surface irriguée .....  
     - type d'irrigation .....  
     - nombre d'irrigation .....  
 Si non pourquoi? .....  
 .....

**II. Informations a collecté auprès de l'exploitation agricole**

Nom .....

1. Le choix de l'exploitation

Situation géographique				
Topographie (relief et pente)				
Statut juridique	Ferme pilote	EAC	EAI	PRIVE
Existence d'une station météorologique				

2. Superficie de l'exploitation .....

3. l'exploitation est elle d'un seul bloc    oui        non

4. Si oui indiquez le nombre des parcelles .....

5. Si non, indiquez le nombre de blocs .....

6. Cultures pratiquées durant les cinq dernières années par l'exploitation

	Superficie (ha)				
	1999	2000	2001	2002	2003
Céréales (total)					
Blé dur					
Blé tendre					
Orge					
Avoine					
Arboriculture					

**7. Production et rendement des céréales pluviales**

	1999		2000		2001		2002		2003	
	prod	Rdt qx/ha								
Blé dur										
Blé tendre										
Orge										
Avoine										

**8. Production et rendement des céréales irriguées**

Pratique de l'irrigation de complément

Si oui

- surface irriguée
- type d'irrigation
- nombre d'irrigation
- dose par irrigation
- période d'apport

Si non, pourquoi ?

	Superficies irriguées (ha)				
	1999	2000	2001	2002	2003
Céréales (total)					
Blé dur					
Blé tendre					
Orge					
Avoine					
Arboriculture					

	1999		2000		2001		2002		2003		%
	prod	Rdt qx/ha									
Blé dur											
Blé tendre											
Orge											
Avoine											

**9. Les composantes du rendement**

- densité du peuplement .....
- nombre d'épi par plante .....
- nombre de grain par épi .....
- Poids de 1000 grains .....
- indice de récolte .....

**10. Le sol**

- Type de sol .....
- Structure .....
- Texture .....
- Profondeur .....
- Observation .....

**11. Fonctionnement de l'exploitation céréalière**

1. Techniques culturales

	Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Variétés semés				
Précédent cultural				
Densité de semis				
Date de travail de sol profond (Labour)				
Date de travail de sol superficiel				
Date de récolte				

**11.2 Fertilisation**

	Date	Type	Dose
Engrais de fond			
Fertilisation azoté			

**11.3 Traitement phytosanitaire**

	Date	Type	Type de traitement
Maladies			
Mauvaises herbes			

**11.4 Observation générale**

.....

12. Quelles sont les problèmes qui empêchent le bon fonctionnement de l'exploitation et qui induisent à des faibles rendements ?

**1. Problèmes climatiques**

.....

**2. Problèmes socio-économiques** .....

.....

.....

.....

.....

.....

## **ANNEXE 1. Données pluviométriques mensuelles des trois étages climatiques de la zone d'étude.**

													Pluie annuelle (mm) Medjana	
Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	SAS	
1998	87,0	8,5	50,4	31,7	67,7	36,0	22,3	0,0	11,0	10,8	0,0	25,0	350,4	
1999	73,0	21,1	21,2	84,0	0,0	0,0	23,2	17,2	55,7	3,5	0,0	0,0	298,9	
2000	23,0	30,0	19,0	57,5	108,5	30,5	5,5	28,0	12,0	0,0	0,0	14,0	328,0	
2001	53,0	4,0	19,5	3,0	25,0	34,0	12,5	16,5	28,0	16,0	25,2	110,0	346,7	
2002	54,0	22,5	138,0	110,0	231,0	113,5	16,0	110,0	63,0	5,8	13,0	37,0	913,8	

													Pluie annuelle (mm) Bir Kasdali	
Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	SAC	
1998	78,8	6,8	51,9	20,1	75,2	33,6	20,2	7,7	2,3	0,7	0,0	9,1	306,4	
1999	40,2	9,2	15,4	60,0	0,6	0,0	15,9	12,8	83,1	17,5	0,0	3,5	258,2	
2000	11,0	23,3	12,9	61,9	63,1	21,5	7,2	33,8	12,4	0,0	0,0	0,3	247,4	
2001	65,7	8,2	32,6	8,7	13,9	27,3	5,2	11,2	8,5	0,4	31,0	40,3	253,0	
2002	0,4	25,2	152,7	76,0	137,7	49,8	36,7	121,0	34,5	35,9	4,0	58,6	732,5	

													Pluie annuelle (mm) Bir Haddada	
Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	SAI & A	
1998	51,0	17,5	16,0	3,5	31,0	22,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	159,0	
1999	35,0	53,0	10,5	47,0	13,0	0,0	14,0	7,5	41,0	12,0	0,0	0,0	233,0	
2000	14,0	17,0	8,0	24,0	47,0	19,5	0,0	1,0	3,0	7,0	0,0	0,0	140,5	
2001	28,5	0,0	26,0	0,0	10,0	6,5	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,5	
2002	4,3	10,0	87,0	90,0	47,0	94,0	29,0	46,0	34,0	33,0	0,0	0,0	474,3	

## ANNEXE 2. Surface emblavée moyenne, production moyenne et rendement moyen du blé dur, du blé tendre, d'orge et d'avoine dans les trois étages climatiques de la zone d'étude du 1998/1999 au 2002/2003.

Année	SBD SAS (ha)	SBD SAC (ha)	SBD SAI&A (ha)	P BD SAS (g)	P BD SAC (g)	P BD SAI&A (g)	RDT BD SAS (q/ha)	RDT BD SAC (q/ha)	RDT BD SAI&A (q/ha)
98/99	100,35	50,86	30,06	528,42	238,23	267,00	5,32	4,23	5,50
99/00	100,24	49,41	33,81	733,77	393,10	151,83	7,55	5,06	4,25
00/01	92,12	47,50	31,55	861,44	591,05	219,97	8,15	7,51	4,78
01/02	80,76	49,32	34,05	405,84	387,68	277,75	6,04	8,34	4,56
02/03	111,79	47,95	38,00	1923,15	971,40	599,50	15,38	22,43	14,06
Année	SBT SAS (ha)	SBT SAC (ha)	SBT SAI&A (ha)	P BT SAS (g)	P BT SAC (g)	P BT SAI&A (g)	RDT BT SAS (q/ha)	RDT BT SAC (q/ha)	RDT BT SAI&A (q/ha)
98/99	124,33	97,71	64,10	1252,42	647,26	151,10	8,84	1,92	2,60
99/00	141,67	78,00	96,30	1650,00	649,11	462,20	12,49	2,15	3,24
00/01	202,67	96,25	66,10	2265,08	917,43	193,60	13,57	7,27	2,96
01/02	182,33	82,63	64,30	1006,07	689,14	170,60	7,97	6,79	3,04
02/03	124,00	98,38	52,50	2736,86	1842,31	704,88	23,42	22,96	15,35
Année	SO SAS (ha)	SO SAC (ha)	SO SAI&A (ha)	P O SAS (g)	P O SAC (g)	P O SAI&A (g)	RDT O SAS (q/ha)	RDT O SAC (q/ha)	RDT O SAI&A (q/ha)
98/99	21,00	100,00	100,83	190,46	773,05	124,88	4,55	5,15	4,75
99/00	22,38	125,00	67,17	218,96	0,00	212,00	5,83	0,00	5,34
00/01	20,11	67,33	73,86	258,89	0,00	234,07	7,34	0,00	4,96
01/02	19,89	51,67	92,60	22,22	308,33	109,60	5,86	13,67	6,35
02/03	26,10	21,67	19,50	557,43	471,00	354,14	19,46	19,29	12,69
Année	S Av SAS (ha)	S Av SAC (ha)	S Av SAI&A (ha)	P Av SAS (g)	P Av SAC (g)	P Av SAI&A (g)	RDT Av SAS (q/ha)	RDT Av SAC (q/ha)	RDT Av SAI&A (q/ha)
98/99	5,00	60,00	42,00	0,00	437,50	31,00	0,00	3,60	7,75
99/00	18,75	55,00	22,67	59,98	0,00	98,83	7,63	0,00	6,83
00/01	19,33	35,00	39,67	146,67	35,20	20,67	5,31	0,70	5,17
01/02	24,00	43,00	11,50	115,00	0,00	127,50	2,09	0,00	12,75
02/03	44,25	26,33	25,67	759,15	285,60	529,00	19,16	14,09	23,99

### ANNEXE 3. Précédent cultural des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude.

Commune	Etagé climatique	Statut juridique	Précédent cultural			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Benifouda	SAS	Ferme pilote	jachère travaillée			
		EAC				
		EAI				
		Privé				
Ain Roua Beni Oussine Ben Zrigue		Ferme pilote	jachère travaillée			
		EAC				
		EAI				
		Privé				
Bir Kasdali		Ferme pilote	jachère travaillée			
		EAC				
		EAI				
		Privé				
Sidi M'barek		Ferme pilote	jachère travaillée			
		EAC				
		EAI				
		Privé				
Medjana	Ferme pilote	jachère travaillée				
	EAC					
	EAI					
	Privé					

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Précédent cultural			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bellaa	SAC	Ferme pilote	Maraîchage jachère travaillée	jachère travaillée		
		EAC				
		EAI				
		Privé				
Bir El Arch El Oueldja		Ferme pilote	Céréale jachère travaillée	jachère travaillée		Céréale
		EAC				
		EAI				
		Privé				
Ain Amat Mezloug		Ferme pilote	jachère travaillée			
		EAC				
		EAI				
		Privé				
BBA		Ferme pilote	jachère travaillée			
		EAC				
		EAI				
		Privé				

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Précédent cultural			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bir Haddada ain Oulmene Salah Bey	SAI&A	Ferme pilote	jachère travaillée			
		EAC				
		EAI				
		Privé				
El hamadia El Arch		Ferme pilote	Jachère pâturée			
		EAC				
		EAI				
		Privé				
Ras El-Oued		Ferme pilote	jachère travaillée			
		EAC				
		EAI				
		Privé				
Bordj Ghidir		Ferme pilote	jachère travaillée			
		EAC				
		EAI				
		Privé				

## ANNEXE 4. Date de labour des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude.

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Date de labour			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Benifouda	SAS	Ferme pilote		Fin décembre au Avril Mai	*	*
		EAC		Janvier/Mars	*	*
		EAI		Début Mars	*	*
		Privé		Février/Mars	*	*
Ain Roua Beni Oussine Ben Zrigue		Ferme pilote		Mai /Juin	*	*
		EAC		Début Février au début Avril	*	*
		EAI		Fin Février 15 Mars	*	*
		Privé		Mars	*	*
Bir Kasdali		Ferme pilote				
		EAC	Fin Février début Mars	*	Fin Février début Mars	*
		EAI	Février	*	*	*
		Privé	Mars	*	*	*
Sidi M'barek	Ferme pilote		15 Février/Mars			
	EAC	Avril	*	*	*	
	EAI	Avril- Mai	*	*	*	
	Privé		Février-Mars			
Medjana	Ferme pilote					
	EAC	Mars	*	*	*	
	EAI	Février/Mars	*	*	*	
	Privé	Mars	*	Mars	*	

Commune	Etagé climatique	Statut juridique	Date de labour			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bellaa	SAC	Ferme pilote				
		EAC	15-Mars	*	*	*
		EAI		*	*	*
		Privé	Mars			*
Bir El Arch El Oueldja		Ferme pilote	Aout- Septembre	Août/Septembre Mars/Avril	Mars/Avril	Août/Septembre
		EAC	Mars-Avril			*
		EAI				*
		Privé	15 Mars			*
Ain Arnat Mezloug		Ferme pilote		Début Février - fin Mars	*	*
		EAC				
		EAI		15 Mars/15 Avril	*	*
		Privé	Février/Avril			
BBA		Ferme pilote				
		EAC	Mars	*	*	*
		EAI		*	*	*
		Privé		*	*	*

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Date de labour			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bir Haddada Ain Oilmen Salah Bey	SAI&A	Ferme pilote	Décembre / avril			
		EAC	Fin août / début octobre			
		EAI	*	*	Fin Août, début Octobre	*
		Privé	Fin Août	*	Fin Août	*
El Hamadia El Ach		Ferme pilote				
		EAC				
		EAI	lière précipitation d'automne	Mars	*	*
		Privé	lière précipitation d'automne	Mars	*	*
Ras El-Oued		Ferme pilote				
		EAC	Début février/ fin Mars			
		EAI	Mars	*	Mars	*
		Privé	Début mars			
Bordj Ghidir	Ferme pilote					
	EAC	Début mars				
	EAI		*		*	
	Privé	Mars/ avril	*	*	*	

**ANNEXE 5. Date de travail superficiel du sol des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude.**

Commune	Etagé climatique	Statut juridique	Date de travail du sol superficiel			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Benifouda	SAS	Ferme pilote	Avril - mai fermeture, recroisement septembre - octobre			
		EAC		3-4 fois couvrir crop au Septembre	Selon l'année : scarifiage + hersage + roulage	*
		EAI	*	Mars et avant le semis	*	*
		Privé		Septembre - Octobre	*	*
Ain Roua Beni Oussine Ben Zrigue	SAS	Ferme pilote		Septembre	*	*
		EAC		Juin- Octobre-début Novembre	*	*
		EAI		Juin - Juillet-début Novembre avant le semis	*	*
		Privé		Juillet et début Novembre avant le semis	*	*
Bir Kasdali	SAS	Ferme pilote				
		EAC	Septembre / Octobre			
		EAI	Fin Octobre début Novembre	*	*	*
		Privé	Octobre	*	*	*
Sidi Mbarek	SAS	Ferme pilote	Fin Octobre début Novembre			
		EAC	Octobre	*	*	*
		EAI	Octobre	*	*	*
		Privé	Octobre			
Medjana	SAS	Ferme pilote				
		EAC	Octobre	*	*	*
		EAI	Début Septembre fin Octobre	*	*	*
		Privé	Fin Mai début Octobre			

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Date de travail du sol superficiel			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bellaa	SAC	Ferme pilote				
		EAC	Fin Août, début Octobre	*	*	*
		EAI	Mi Juillet	*	*	*
		Privé	Après le labour profond et avant le semis			
Bir El Arch El Ouedja		Ferme pilote	Octobre Novembre	Septembre Octobre Novembre	Septembre Octobre	Octobre Novembre
		EAC	Août -Septembre		*	*
		EAI	Août -Septembre			*
		Privé	Août -Septembre			*
Ain Amat Mezloug		Ferme pilote		Fin Juin, Septembre et avant le semis	*	*
		EAC		Juin, septembre et Octobre	*	*
		EAI		Fin Juin, Septembre et avant le semis	*	*
		Privé			*	*
BBA	Ferme pilote					
	EAC	Octobre	*	*	*	
	EAI	Octobre	*	*	*	
	Privé	Octobre	*	*	*	

Commune	Etagé climatique	Statut juridique	Date de travail du sol superficiel			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bir Haddada Ain Oulmene Salah Bey	SAI&A	Ferme pilote	*	Début Novembre		
		EAC	15 Novembre			
		EAI	*	*	15 Novembre	*
		Privé	Décembre	*	Décembre	*
El Hamadia El Ach		Ferme pilote				
		EAC				
		EAI	Juste avant le semis			*
Ras EL-Oued		Privé	Juste avant le semis	*	*	*
		Ferme pilote				
		EAC	Septembre- Octobre			
		EAI	Mai -Octobre	*	Mai- Octobre	*
Bordj Ghidir		Privé	Mai- Septembre- Octobre			*
	Ferme pilote					
	EAC	Septembre- Octobre				
	EAI	Septembre- Octobre	*	Septembre- Octobre	*	
	Privé	Septembre- Octobre	*	*	*	

## ANNEXE 6. Densité de semis des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude.

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Densité de semis			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Benifouda	SAS	Ferme pilote	1 ql 20 - 1ql 25/ha	1 ql 20/ha	1 ql 10/ha	1 ql 10/ha
		EAC	1 ql 20- 1ql 50/ha (300-320)	0,80 - 1ql/20 ha (250-300)	0,80-1 ql/20/ha (150)	*
		EAI	*	1 ql	*	1ql 20
		Privé	1 ql 20	*	1 ql 30	*
Ain Roua Beni Oussine Ben Zrigue		Ferme pilote	1 ql 20 /ha	1 ql 20/ha	1 ql 10/ha	1 ql 10/ha
		EAC	1 ql 20 /ha	1 ql 20/ha	1 ql 40/ha	1 ql 30/ha
		EAI	1 ql /ha	*	1 ql/ha	*
		Privé	1 ql /ha	*	1 ql/ha	*
Bir Kasdali		Ferme pilote				
		EAC	1 ql 20/ha	*	1 ql/ha	*
		EAI	1 ql 20/ha	*	*	*
		Privé	1 ql 20/ha	*	*	*
Sidi M'barek		Ferme pilote	1 ql 20/ha	1 ql 20/ha	1-1,10 ql/ha	1 ql/ha
		EAC	1 ql 20/ha	*	*	*
		EAI	1 ql 20/ha	*	*	*
		Privé	1 ql 20/ha	1 ql 20/ha	1 ql/ha	1 ql/ha
Medjana	Ferme pilote					
	EAC	1 ql 20/ha	*	*	*	
	EAI	1 ql 20/ha	*	*	*	
	Privé	1 ql 20/ha	*	1 ql 40/ha	*	

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Densité de semis			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bellaa	SAC	Ferme pilote				
		EAC	1 ql 20/ha	*	*	*
		EAI	1ql 20, 1ql 30, 1ql 40/ha	*	*	*
		Privé	1 ql 20/ha	1 ql 20/ha	1 ql/ha	*
Bir El Arch El Ouedja		Ferme pilote	1 ql 20/ha	1 ql 20/ha	1 ql 10/ha	1 ql 20/ha
		EAC	1 ql 20/ha	1 ql 20/ha	*	*
		EAI	1 ql 20/ha	1 ql 20/ha	1 ql 25/ha	*
		Privé	1 ql 20- 1ql 25/ha	1 ql 20- 1ql 25/ha	1 ql 30- 1ql 40/ha	*
Ain Arnat Mezloug		Ferme pilote	1 ql 30/ha	1 ql 30/ha	1 ql 10/ha	1 ql 40/ha
		EAC	1 ql 30- 1 ql 35 /ha	1 ql 30- 1 ql 35/ha	*	*
		EAI	1 ql 20 -1 ql 30/ha	1 ql 20/ha	1 ql 10/ha	1 ql 30-1 ql 40/ha
		Privé	*	1 ql 20- 1 ql 25/ha	*	*
BBA		Ferme pilote				
		EAC	1,20 ql/ha	*	*	*
		EAI	1,20 ql/ha	*	*	*
		Privé	1 ql 20/ha	*	*	*

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Densité de semis			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bir Haddada Ain Oulmene Salah Bey	SAI&A	Ferme pilote	*	01 ql 20/ha	01 ql/ha	01 ql/ha
		EAC	01 ql 10/ha	01 ql 10/ha	01 ql/ha	01 ql/ha
		EAI	*	*	01 ql/ha	*
		Privé	01 ql 10/ha	*	01 ql 50/ha	*
El Hamadia El Ach		Ferme pilote				
		EAC				
		EAI	1 ql/ha (à la volé)	1 ql/ha (à la volé)	1 ql /ha (à la volé)	*
		Privé	1 ql/ha (à la volé)	*	*	*
Ras El-Oued		Ferme pilote				
		EAC	1,20-1,30 ql/ha	*	1 ql/ha (à la volé)	1-1,10 ql/ha
		EAI	1,20-1,30 ql/ha	*	1,50-2 ql/ha	*
		Privé	1 ql 20/ha	1 ql 20/ha	0,80 - 1 ql/ha	*
Bordj Ghidir		Ferme pilote				
		EAC	1,20-1,30 ql/ha	1 ql 40/ha	1 ql/ha	*
		EAI	1 ql 20/ha	*	1 ql/ha	*
		Privé	1,10-1,20 ql/ha	*	*	*

## ANNEXE 7. Date de semis des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude.

Commune	Etagé climatique	Statut juridique	Date de semis			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Benifouda	SAS	Ferme pilote		Début Novembre - fin Décembre		
		EAC	20-30 Octobre	15 Novembre	Fin Novembre début Décembre	*
		EAI				
		Privé		Novembre - Décembre		
Ain Roua Beni Oussine Ben Zrigue	SAS	Ferme pilote	Novembre	Début Décembre	Novembre	
		EAC		Début Novembre		
		EAI		15 Novembre		
		Privé		15-20 Novembre		
Bir Kasdali	SAS	Ferme pilote				
		EAC		*		*
		EAI	15-20 Novembre	*		*
		Privé	Début Novembre	*		*
Sidi M'barek	SAS	Ferme pilote	15-30 Novembre	15 Novembre		
		EAC	Fin Novembre	*		*
		EAI	Fin Novembre			*
		Privé				
Medjana	SAS	Ferme pilote				
		EAC		*	*	*
		EAI	Fin Octobre, début Novembre	*	*	*
		Privé	25-Octobre au 13 Décembre	*	Début Octobre	*

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Date de semis			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bellaa	SAC	Ferme pilote				
		EAC	Novembre	*	*	*
		EAI			*	*
		Privé	Novembre			*
Bir El Arch El Oueldja		Ferme pilote	15 Novembre -15 Décembre			
		EAC	15 Novembre -15 Décembre		*	*
		EAI	15 Novembre -15 Décembre			*
		Privé	15 Octobre- fin Décembre			*
Ain Amat Mezloug		Ferme pilote		Fin Novembre début Décembre	*	*
		EAC				
		EAI		Début Novembre	*	*
		Privé		15 Novembre - 15 Décembre	*	*
BBA		Ferme pilote				
		EAC	Fin novembre	*	*	*
		EAI	début décembre	*	*	*
		Privé		*	*	*

Commune	Etagé climatique	Statut juridique	Date de semis			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bir Haddada Ain Oulmene Salah Bey	SAI&A	Ferme pilote	*	Fin Novembre		
		EAC	Fin Novembre			
		EAI	*	*	Fin Novembre	*
		Privé	Début Janvier			
El Hamadia El Ach	SAI&A	Ferme pilote				
		EAC				
		EAI	Fin Octobre, Fin Novembre			
		Privé	Fin Octobre, début Novembre	*	*	*
Ras El-Oued	SAI&A	Ferme pilote				
		EAC	25-30 octobre	*		
		EAI	Début Novembre	*	Début Novembre	*
		Privé	Fin Novembre début Décembre	Début Novembre	Fin Octobre	*
Bordj Ghidir	SAI&A	Ferme pilote				
		EAC	Début Novembre-Décembre	15 Novembre		*
		EAI	Début Novembre (à la volée)	*	Début Novembre	*
		Privé	Début Novembre fin décembre Selon l'apport de la pluie Matériels&semences *			

## ANNEXE 8. Variétés semés au niveau des exploitations agricoles dans les trois étages climatiques de la zone d'étude.

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Benifouda	SAS	Ferme pilote	MBB, WAHA	HD1220	TICHDRET	AVON
		EAC	MBB			
		EAI				AVON
		privé	MBB			TICHECRET
Ain roua Beni oussine Ben zrigue		Ferme pilote	MBB	HD1220	TICHDRET	AVON
		EAC				
		EAI				
		privé				
Bir Kasdali		Ferme pilote				
		EAC	MBB		AKSAD, BARBAROS	
		EAI	WAHA, MBB, VITRON			
		privé	MBB			
Sidi M'barek		Ferme pilote	WAHA, MBB, VITRON	HD1220	TICHECRET	AVON
		EAC	MBB			
		EAI				
		privé		HD1220, HITHAB	TICHECRET	AVON
Ferme pilote						
Medjana	EAC	MBB, VITRON				
	EAI	MBB				
	privé	MBB, R1		TICHDRET		

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bellaa	SAC	Ferme pilote				
		EAC	MBB			
		EAI				
		privé		HD1220	TICHDRET	
Ferme pilote		MBB		HD1220	TICHDRET	AVON
EAC						
EAI						
privé						
Ain Arnat Mezloug		Ferme pilote	MBB, WAHA	HD1220, ENZA	TICHDRET	AVON
		EAC		HD1220		
		EAI	MBB	HD1220	TICHDRET	ORDINAIRE
		privé				
BBA		Ferme pilote	MBB			
		EAC				
		EAI				
		privé				

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine	
Bir Haddada Ain Oulmene Salah Bey	SAI&A	Ferme pilote		HD1220	TICHDRET	PREVISION	
		EAC	MBB	HD1220		AVON	
		EAI					
		privé	MBB / SERY				
El Hamadia El Ach		Ferme pilote					
		EAC					
		EAI	MBB, VITRON	HD1220	TICHECRET		
		privé	MBB, VITRON				
Ras El-Oued		Ferme pilote					
		EAC	VITRON		TICHECRET	AVON	
		EAI	MBB				
		privé	MBB, VITRON, WAHA	HD1220	TICHECRET, BARBAROSSE		
Bordj Ghidir		Ferme pilote					
		EAC	MBB, VITRON		HD1220	TICHECRET	
		EAI					
		privé					

## ANNEXE 9. Date de récolte des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude.

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Date de récolte			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Benifouda	SAS	Ferme pilote		15 Juin au début de Juillet	Selon l'année	
		EAC				
		EAI		Fin Juin début Juillet		
		Privé				
Ain Roua Beni Oussine Ben Zrigue		Ferme pilote		Fin Juin début Juillet		
		EAC				
		EAI				
		Privé				
Bir Kasdali		Ferme pilote				
		EAC	début de Juillet	*	début de Juillet	*
		EAI	Fin Juin/ début de Juillet	*	*	*
		Privé	début de Juillet	*	*	*
Sidi M'barek		Ferme pilote	Juillet		15-20 Juin	
		EAC	Juillet	*	*	*
		EAI	Juillet	*	*	*
		Privé	Juillet (suivant l'année agricole)			
Medjana	Ferme pilote					
	EAC	Juillet (suivant l'année agricole)	*	*	*	
	EAI		*	*	*	
	Privé		*		*	

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Date de récolte			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bellaa	SAC	Ferme pilote				
		EAC	15 juin début Juillet	*	*	*
		EAI		*	*	*
		Privé	Fin Juin début Juillet			*
Bir El Arch El Ouedja	SAC	Ferme pilote	Juillet	Juin juillet	Juin	Mai/Juin
		EAC	Selon l'année fin Juin début Juillet			
		EAI				
		Privé				
Ain Armat Mezloug	SAC	Ferme pilote		15 juin au 10 Juillet	Selon l'année	
		EAC		Juillet		
		EAI		Début Juin au début Juillet		
		Privé		Fin juin au début Juillet		
BBA	SAC	Ferme pilote				
		EAC	15-30 juillet	*	*	*
		EAI		*	*	*
		Privé		*	*	*

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Date de récolte			
			Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Bir Haddada Ain Oulmene Salah Bey	SAI&A	Ferme pilote	*	Début Juin	Début Juillet	
		EAC	Début Juin jusqu'au Juillet	Début Juillet		
		EAI	*	*	Début -fin Juin	*
		Privé	Début Juin début Juillet			
El Hamadia El Ach		Ferme pilote				
		EAC				
		EAI	Fin Juin suivant la disponibilité de la moissonneuse batteuse			
		Privé				
Ras El-Oued		Ferme pilote				
		EAC	Fin Juillet	*	Fin Juillet	Juin
		EAI	Juillet/Août	*	Juillet/Août	*
		Privé	25 Juin/Juillet			
Bordj Ghidir	Ferme pilote					
	EAC	Fin juillet début aout				
	EAI					
	Privé					

## ANNEXE 10. Fertilisation des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude.

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Engrais de fond super 46	
			Date	Dose
Benifouda	SAS	Ferme pilote	Fin Septembre avant le semis	1 ql/ha
		EAC		
		EAI		
		Privé		
Ain Roua Beni Oussine Ben Zrigue		Ferme pilote	Novembre avant le recroisement et avant le semis	1 ql/ha
		EAC	Début Novembre avec le semis	
		EAI	Avec le travail de sol profond	
		Privé	Après le labour	
Bir Kasdali		Ferme pilote	-	-
		EAC	Début Octobre	1 ql/ha
		EAI		
		Privé		
Ferme pilote		Février		
EAC		Octobre		
EAI		Novembre		
Privé		Décembre		
Medjana	Ferme pilote		-	
	EAC	Octobre	1 ql/ha	
	EAI	Septembre		
	Privé	Fin Mai		

			Engrais de fond super 46	
Commune	Etage climatique	Statut juridique	Date	Dose
Bellaa	SAC	Ferme pilote	-	-
		EAC	Pas d'engrais	0
		EAI	Février	1 ql/ha
		Privé		
Bir El Arch El Oueldja		Ferme pilote	Pas d'engrais	0
		EAC		
		EAI		
		Privé		
Ain Arnat Mezloug		Ferme pilote	Novembre avant le semis	1 ql/ha
		EAC		
		EAI		
		Privé	Octobre avant le semis	
BBA		Ferme pilote	-	-
		EAC	Fin Novembre	1 ql/ha
		EAI		
		Privé		

			Engrais de fond super 46	
Commune	Etage climatique	Statut juridique	Date	Dose
Bir Haddada ain oulme salah bey	SAI&A	Ferme pilote	Fin Novembre	1 ql/ha
		EAC		2 ql/ha
		EAI		Fumier
		Privé	Décembre, Janvier	1ql/ha
El Hamadia El Ach		Ferme pilote	-	-
		EAC	Fin septembre, début Novembre	1ql/ha
		EAI		
		Privé		
Ras el-oued		Ferme pilote	Septembre -Octobre	1ql/ha
		EAC		
		EAI		
		Privé		
Bordj ghidir	Ferme pilote	Septembre -Octobre	1 ql/ha	
	EAC			
	EAI			
	Privé			

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Fertilisation azotée		
			Date	Dose	
Benifouda	SAS	Ferme pilote	Février 3-4 feuille	0,80 ql/ha	
		EAC	Amonitrate au semis mois d'Octobre et plein tallage	1/ 0,50 ql/ha 2/ 1 ql/ha	
		EAI	Urée, juste après la levée	1 ql/ha	
		Privé	Urée, stade épiaison	0,80 ql/ha	
Ain Roua Beni Oussine Ben Zrigue		Ferme pilote	Urée, stade épiaison	-	0,80 ql/ha
		EAC			
		EAI			
		Privé			
Bir Kasdali		Ferme pilote	-	-	-
		EAC	Mars	-	0,50-0,60 ql/ha
		EAI			
		Privé			
Sidi M'barek		Ferme pilote	15 Février	-	0,50-0,70 ql/ha
		EAC	Avril		
		EAI	Mars		
		Privé	Mars		
Medjana	Ferme pilote	-	-	-	
	EAC	Février- Mars stade 03 feuille stade tallage	-	0,60 ql/ha	
	EAI	Fin Février			
	Privé	Février -Mars	-	0,70 ql/ha	

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Fertilisation azotée	
			Date	Dose
Bellaa	SAC	Ferme pilote	-	-
		EAC	Février - Mars	0,70 ql/ha
		EAI		0,50 ql/ha/ 1 ql/ha
		Privé		0,70 ql/ha
Bir El Arch El Oueldja		Ferme pilote	Avril	01 ql/ha
		EAC	Pas d'azote	0 ql/ha
		EAI		
		Privé		
Ain Arnat Mezloug		Ferme pilote	Amonitrate/Mars	0,80 ql/ha
		EAC	Urée montaison	0,37 ql/ha
		EAI	Amonitrate/Mars	1 ql 20 /ha en 03 fois
		Privé	Amonitrate /Mars	0,80 - 0,90 ql/ha en 03 apport
BBA		Ferme pilote		
		EAC	Après la levée	0,50 ql/ha
		EAI		
		Privé		

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Fertilisation azotée	
			Date	Dose
Bir Haddada Ain Oulmene Salah Bey	SAI&A	Ferme pilote	Suivant l'année 1999, 2000, 2001, 2002,2003	0,70, 1,86, 0, 5,89, 0 ql/ha
		EAC	Pas d'azote	0
		EAI		
		Privé	Début mai	0,50 ql/ha
El Hamadia El Ach		Ferme pilote	-	-
		EAC	-	-
		EAI	Tout dépend de la pluviométrie	0,5 ql/ha
		Privé		
Ras El-Oued		Ferme pilote		
		EAC	Février	0,60 ql/ha
		EAI	Mars	0,70 ql/ha
		Privé		
Bordj Ghidir		Ferme pilote	-	-
		EAC	Mars	0,70 ql/ha
		EAI		
		Privé		

## ANNEXE 11. Maladies et traitement des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude.

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Maladies		
			Type	Date de traitement	Traitement
Benifouda	SAS	Ferme pilote	Sporiose /orge	*	*
		EAC	La rouille jaune/blé tendre	Début (5-6) Mai, stade épisaison	Victoria + korville ont donnés des bons résultats sur HD1220
		EAI	La rouille jaune/blé tendre	*	*
		Privé	-	-	-
Ain Roua Beni Oussine Ben Zrigue		Ferme pilote	-	-	-
		EAC	-	-	-
		EAI	Charbon /blé dur	*	*
Bir Kasdali		Privé	-	-	-
		Ferme pilote	-	-	-
		EAC	-	-	-
		EAI	-	-	-
Sidi M'barek		Privé	-	-	-
		Ferme pilote	-	-	-
		EAC	-	-	-
		EAI	-	-	-
Medjana		Privé	-	-	-
	Ferme pilote	-	-	-	
	EAC	-	-	-	
	EAI	-	-	-	

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Maladies		
			Type	Date de traitement	Traitement
Bellaa	SAC	Ferme pilote	-	-	-
		EAC	-	-	-
		EAI	-	-	-
		Privé	-	-	-
Bir El Arch El Ouedja		Ferme pilote	-	-	-
		EAC	-	-	-
		EAI	-	-	-
Ain Amat Mezloug		Privé	-	-	-
		Ferme pilote	Charbon, rouille/blé tendre	Avril	Peuch + maya mille
		EAC	-	-	-
		EAI	Rouille sur blé tendre	*	*
BBA		Privé	Rouille sur orge	*	*
		Ferme pilote	-	-	-
		EAC	-	-	-
		EAI	-	-	-

Commune	Etagé climatique	Statut juridique	Maladies		
			Type	Date de traitement	Traitement
Bir Haddada Ain Oulmene Salah Bey	SAI&A	Ferme pilote	-	-	-
		EAC	-	-	-
		EAI	-	-	-
		Privé	Charbon sur blé dur	*	*
El Hamadia/El Ach		Ferme pilote	-	-	-
		EAC	-	-	-
		EAI	-	-	-
		Privé	-	-	-
Ras El-Oued		Ferme pilote	-	-	-
		EAC	-	-	-
		EAI	-	-	-
		Privé	-	-	-
Bordj Ghidir		Ferme pilote	-	-	-
		EAC	-	-	-
		EAI	-	-	-
		Privé	-	-	-

## ANNEXE 12. Mauvaises herbes et traitement des céréales d'hivers dans les trois étages climatiques de la zone d'étude.

Commune	Etagé climatique	Statut juridique	Mauvaises herbes		
			Type	Date de traitement	Traitement
Benifouda	SAS	Ferme pilote	Monocotylédone – dicotylédone	Février -Mars stade montaison	L'apirouse, Hyloxant b, topik
		EAC		Février-Mars, stade montaison	L'apirouse, Hyloxant b, topik et grand star
		EAI		Stade tallage	Hyloxant b, grand star
		Privé		Février-Mars, stade montaison	2-4 D, grand star, topik
Ain Roua Beni Oussine Ben Zrigue		Ferme pilote	Monocotylédone – dicotylédone	Février -Mars, stade montaison	Hyloxant b,
		EAC		Février -Mars stade montaison	2-4 D
		EAI		Février-Mars, stade montaison	Manuel
		Privé		*	*
Bir Kasdali		Ferme pilote	Monocotylédone – dicotylédone , motard	Mars	2-4 D, grand star
		EAC		*	*
		EAI		Mars	2-4 D, grand star
		Privé			
Sidi Mbarek	Ferme pilote	Monocotylédone – dicotylédone	Mars	2-4 D, grand star	
	EAC				
	EAI	Dicotylédone			
	Privé				
Medjana	Ferme pilote	Dicotylédone	Mars	2-4 D, grand star 2-4 D, grand star, hyloxant b	
	EAC				
	EAI				
	Privé				

Commune	Etagé climatique	Statut juridique	Type	Mauvaises herbes	
				Date de traitement	Traitement
Bellaa	SAC	Ferme pilote	-	-	-
		EAC	Tous les mauvais herbes	*	*
		EAI	Mauvais herbes	Avril	Grand star, mustang
		Privé	Peu de mauvais herbes	Avril	Grand star
Bir El Arch El Ouedja		Ferme pilote	Ray gras, brome	Mars, avril	Aoyos, grand star, hyloxant b, topik
		EAC	*	*	*
		EAI	*	*	*
		Privé	*	*	*
Ain Amat Mezloug		Ferme pilote	Brome, foule avoine	Février -Mars	L'apirose
		EAC	Monocotylédone - dicotylédone		Grand star
		EAI	Motard		2-4 D, grand star
		Privé	Brome, épi de souri		2-4 D, grand star, hyloxant b
BBA	Ferme pilote	-	-	-	
	EAC	Monocotylédone - dicotylédone	Mars	2-4 D, grand star	
	EAI				
	Privé				

Commune	Etagé climatique	Statut juridique	Type	Mauvaises herbes	
				Date de traitement	Traitement
Bir Haddada Ain Oulmene Salah Bey	SAI&A	Ferme pilote	*	*	*
		EAC	*	*	*
		EAI	Composées	Non	Aucun traitement
		Privé	Tous les mauvais herbes	Avril	Kalif
El Hamadia El Ach		Ferme pilote			
		EAC			
		EAI	Coquelicot et motard	*	Aucun traitement
		Privé	Coquelicot et motard	*	Aucun traitement
Ras El-Oued		Ferme pilote	-	-	-
		EAC	Motarde foule avoine brome	15-Mars	2-4 D
		EAI	Monocotylédone - dicotylédone		2-4 D
		Privé	Motarde foule avoine brome		L'apirose 2-4 D, hyloxant b, grand star
Bordj Ghidir	Ferme pilote	-	-	-	
	EAC	*	*	*	
	EAI	Monocotylédone - dicotylédone	Mars	2-4 D, grand star	
	Privé	*	*	*	

### ANNEXE 13. Problèmes climatiques et socio-économiques des exploitations agricoles dans les trois étages climatiques de la zone d'étude.

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Problèmes climatiques	Problèmes socio-économiques
Benifouda	SAS	Ferme pilote	Sécheresse, sirocco, gelées tardif, grêle, érosion hydrique.	Manque des moyens financiers, manque du matériel, Mains d'œuvre non qualifier retard d'apport des semences, des engrais manque de route
		EAC		
		EAI		
		Privé		
Ain Roua Beni Oussine Ben Zingue		Ferme pilote	Sécheresse, gelées tardive Mars Avril et sirocco vers la fin de cycle de la culture	Problèmes au sein de la l'exploitation Manque de matériels, charge élevée, pas d'aide par l'état
		EAC		
		EAI		
		Privé		
Bir Kasdali		Ferme pilote	Sécheresse, gelée tardive fin Décembre et début mars	Matériels agricoles ancien retard d'apport des semences, des engrais Manque matériels agricoles, charge élevée (électricité)
		EAC		
		EAI		
		Privé		
Sidi Mbarek		Ferme pilote	Sécheresse, gelée tardive f Décembre début mars, sirocco	Manque matériels agricoles, charge élevée
		EAC		
		EAI		
		Privé		
Medjana	Ferme pilote	Sécheresse, gelée tardive Avril/Mai, sirocco	Manque matériels agricoles, charge élevée, problèmes entre les dirigeants des exploitations agricoles et les responsables locaux, retard de livraison de semence	
	EAC			
	EAI			
	Privé			

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Problèmes climatiques	Problèmes socio-économiques
Bellaa	SAC	Ferme pilote		
		EAC	Sécheresse, sirocco, gelées tardives	
		EAI	Sécheresse	Manque de matériel
		Privé	Sécheresse, gelées et sirocco	
Bir El Arch El Oueldja		Ferme pilote	Gelée tardive, sirocco précoce Sécheresse, sirocco, gelées au mois de Novembre /Décembre, grêle au mois de Mars	Manque des moyens financiers, manque du matériel
		EAC		
		EAI		
		Privé		
Ain Amat Mezloug		Ferme pilote	Sécheresse, sirocco	Manque de produit phytosanitaire, manque du matériel
		EAC	Sécheresse % élevée, sirocco, gelée	Manque de matériels hausse de prix de matériels et des intrants et des produits phytosanitaires
		EAI	Sécheresse, sirocco, gelée tardive (Mai, Avril)	Hausse de prix de matériels et des intrants et des produits phytosanitaires, problèmes avec l'APC (enlèvement de la terre)
		Privé	Sécheresse, sirocco (Mai-Juin), gelée tardive au mois de Mai	Manque de produit phytosanitaire, manque du matériel, retard d'apport des intrants
BBA		Ferme pilote		
		EAC	Sécheresse, gelées, sirocco Décembre	Manque matériels agricoles retard d'apport des semences, des engrais
		EAI		
Privé				

## CLIMAT ET DYSFONCTIONNEMENT DES AGRO-SYSTEMES CEREALIER

Commune	Etage climatique	Statut juridique	Problèmes climatiques	Problèmes socio-économiques
Bir Haddada Ain Oulmene Salah Bey	SAI&A	Ferme pilote	Sécheresse, sirocco, gelées tardives au mois du mai, grêle, climat rude	Financement Manque de matériel
		EAC		
		EAI		
		Privé		
El Hamadia El Ach		Ferme pilote		
		EAC		
		EAI		Retard d'apport des semences manque de matériel
		Privé	Sécheresse, gelées, sirocco	
Ras El-Oued		Ferme pilote		
		EAC	Sécheresse, sirocco	Electricité, matériels agricoles et charge financière élevée
		EAI		
		Privé	Sécheresse, gelées, sirocco	Manque de matériels, charge financière élevée
Bordj Ghadir	Ferme pilote			
	EAC		Manque de matériels	
	EAI	Sécheresse, gelées avril mai, sirocco	Electricité, matériels agricoles et charge financière élevée érosion hydrique	
	Privé		Manque matériels agricoles et charge financière élevée non maîtrise de l'irrigation	