

*Evaluation de l'aptitude culturelle pour le blé dur (*Triticum durum* Desf. var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises*

**ZOUAOUI Abdelhamid**

Directeur de thèse: - Mr BENSALD Rabah.....Maître de conférence  
----- 2008 -----

Présidente:- Mme MEKLICHE Leila..... Maître de conférence Examineurs:- Mr TAHAR Ali..... Professeur - Mr DRIDI Bachir..... Maître de conférence - Mr MOUHOUCHE Brahim.... Maître de conférence



# Table des matières

Remerciements . .	8
Résumé . .	10
ص خ لم . .	13
SUMMARY . .	14
INTRODUCTION GENERALE . .	17
CHAPITRE -1- CARACTERISATION PHYSIQUE DE LA ZONE D'ETUDE . .	22
1.1- Situation au Niveau Régional . .	22
1.2 - Esquisse Géologique et Stratigraphique Régionale . .	22
1.3 - Hydrogéologie et Hydrologie Régionale . .	24
1.4 - Climat . .	25
1.4.1 - Caractérisation des régimes, pluvial et thermique . .	25
1.4.2 - Classification du climat . .	27
1.5 - Zonage Agro - Climatique . .	28
1.6 - Sols . .	30
1.6.1 – Généralités . .	30
1.6.2 - Méthodologie . .	31
1.6.3 – Etude descriptive et analytique des profils des principales tendances de sols . .	34
1.7 - Végétation et Utilisation Agricole . .	41
- Situation agricole sur le plan régional . .	41
- Situation agricole sur le plan local . .	42
- Végétation naturelle . .	43
CHAPITRE -2- PHYSIOGRAPHIE DES PLAINES CEREALIERES . .	44
2.1 - Introduction . .	44
2.2 - Milieu Physique de la Plaine de Remila . .	45
2.2.1 - Localisation . .	45
2.2.2 - Géologie et géomorphologie . .	46
2.2.3 - Hydrologie et hydrogéologie . .	46
2.2.4 - Climat . .	46
2.2.5- Description des principales classes de sols de Rémila . .	56
2.2.6 - Potentiel des terres et utilisation agricole . .	58
2.3- Milieu Physique de la Plaine de Berriche . .	59
2.3.1-Localisation . .	59
2.3.2 - Géologie . .	60
2.3.3 - Géomorphologie / Lithologie . .	60
2.3.4 - Hydrogéologie - Hydrologie . .	61
2.3.5 - Climat . .	61
2.3.6 - Description des classes de sols de la plaine de Berriche . .	69
2.3.7 - Potentiel des terres et utilisation agricole . .	72
CHAPITRE -3- MILIEU PHYSIQUE DES PARCELLES D'ESSAIS . .	73
3.1 - Parcelles de Kais . .	73

3.1.1- Localisation . . .	73
3.1.2 - Climat régional et local . . .	73
3.1.3 – Bilan hydrique et période de croissance (1993/94 et 1994/95) . . .	73
3.1.4 - Description des profils des parcelles d'essais de Kais . . .	75
3.2 - Parcelles d'essais de Berriche . . .	77
3.2.1 - Localisation . . .	77
3.2.2 - Climat Régional . . .	77
3.2.3 - Bilan hydrique et période de croissance . . .	77
3.2.4.- Description des profils des parcelles d'essais de Berriche . . .	79
3.3- Parcelle d'Essai de Timgad . . .	81
3.3.1- Localisation . . .	81
3.3.2 - Climat régional et local . . .	81
3.3.3 - Caractérisation du climat de Timgad -1992/93 à 1994/95 . . .	82
3.3.4 - Bilan hydrique et période de croissance de 1992/93 à 1994/95 . . .	82
3.3.5 - Sols de la région de Timgad . . .	85
3.3.6- Description du profil de la parcelle d'essai . . .	85
3.4 - Parcelle d'Essai de Hamla . . .	87
3.4.1-Localisation . . .	87
3.4.2 - Climat régional . . .	87
3.4.3- Bilan hydrique et période de croissance : 1993/94 et 1994/95 . . .	87
3.4.4- Sols de la région de Hamla . . .	89
3.4.5 - Description du profil de la parcelle d'essai . . .	90
3.5- Parcelles d'Essais de Ain Skhouna . . .	91
3.5.1- Localisation . . .	91
3.5.2- Climat régional . . .	91
3.5.3- Bilan hydrique et période de croissance . . .	92
3.5.4 - Sols de la région de Ain Skhouna . . .	93
3.5.5- Description du profil des parcelles d'essais . . .	94
Conclusion de la Partie Physique des Hautes Plaines Constantinoises . . .	96
<b>CHAPITRE -4- EXPERIMENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS . . .</b>	<b>99</b>
<b>4.1 - Matériel et Méthodes . . .</b>	<b>99</b>
4.1.1 - Choix des stations . . .	99
4.1.2 - Matériel végétal . . .	100
4.1.3 - Méthode expérimentale . . .	100
4.1.4 - Mesures et observations . . .	100
4.1.5 - Méthodes d'interprétation . . .	101
<b>4.2 - Résultats et Interprétations . . .</b>	<b>101</b>
4.2.1-Durées des stades végétatifs et des cycles de croissance . . .	101
4.2.2- Disponibilité hydriques en période de croissance des cultures . . .	104
4.2.3 - Disponibilité en énergie durant le développement des cultures . . .	108
4.2.4 - Rendements . . .	110
<b>CHAPITRE -5- INTERPRETATION STATISTIQUE DES DONNEES EXPERIMENTALES . . .</b>	<b>114</b>

5.1- Réponse des Rendements de Blé Dur et d'Orge, aux Pluies . . .	114
5.1.1- Cas de la plaine de Remila . . .	114
5.1.2 - Plaine de Berriche . . .	116
5.2- Etude des Rendements et des Variables de Sols des Plaines . . .	119
5.2.1- Interprétation par la méthode de régression multiple . . .	119
5.2.2 - Interprétation par ACP . . .	121
5.3 - Etude des Rendements et des Variables de Climat (P,T) dans les Parcelles d'Essais . . .	134
5.3.1- Cas du blé dur . . .	135
5.3.2- Cas de l'orge . . .	139
5.4 – Conclusion . . .	143
<b>CHAPITRE -6- METHODES D'EVALUATION ET DE CLASSIFICATION DES APTITUDES DES TERRES . . .</b>	<b>145</b>
6.1- Généralités . . .	145
6.2 - Principales Méthodes d'évaluation des Terres . . .	146
6.3 - La Méthode FAO . . .	147
6.3.1 - Principes de la méthode FAO . . .	147
6.3.2 - Type d'utilisation des terres (TUT) . . .	147
6.3.3 - Relation exigences culturales / facteurs de station . . .	148
6.3.4 - Méthodes de classification des terres . . .	148
6.3.5 - Choix de la méthode de Notation . . .	153
6.3.6- Modalités de présentation des résultats . . .	155
<b>CHAPITRE -7-DETERMINATION DES EXIGENCES CULTURALES . . .</b>	<b>157</b>
7.1- Généralités . . .	157
7.2 - Exigences Climatiques . . .	158
7.2.1- Opportunité climatique . . .	158
7.2.2 –Potentiel hydrique et développement . . .	159
7.2.3 – Détermination des exigences climatiques . . .	160
7.3 - Exigences Edaphiques . . .	163
<b>CHAPITRE -8- CARACTERISATION ET CARTOGRAPHIE DES UNITES DE SOLS . . .</b>	<b>172</b>
8.1- Généralités . . .	172
8.2- Caractérisation des Unités de Sols . . .	173
8.2.1- Caractérisation des unités de sols - Sud des Hautes Plaines Constantinoises (HPC) . . .	173
8.2.2- Caractérisation des unités de sols de la plaine de Remila . . .	179
8.2.3- Caractérisation des unités de sols de la plaine de Berriche . . .	182
8.2.4- Caractérisation des unités de sols des parcelles d'essais . . .	184
<b>CHAPITRE -9- EVALUATION PROPREMENT DITE . . .</b>	<b>185</b>
9.1 – Evaluation Climatique . . .	185
9.1.1 - Introduction . . .	185
9.1.2 - Données climatiques de base . . .	185
9.1.3- Evaluation agro-climatique pour le blé dur et l'orge dans les zones agro-climatiques . . .	186

9.1.4- Evaluation agro-climatique pour le blé dur et l'orge dans les plaines et les parcelles d'essais . .	191
9.2 - Evaluation des Caractéristiques Agro-Pédologiques pour le Blé Dur et l'Orge . .	203
9.2.1- Evaluation pour le blé dur et l'orge -cas des sols des zones agro-climatiques . .	203
9.2.2 - Evaluation pour l'orge et le blé dur - cas des unités de sols des plaines céréalières . .	206
9.2.3 - Evaluation des sols des parcelles d'essais pour l'orge et le blé dur . .	211
9.3- Aptitudes Culturelles . .	212
9.3.1- Aptitudes culturelles du blé dur et de l'orge dans les zone agro-climatiques . .	212
9.3.2- Aptitudes culturelles du blé dur et l'orge dans les plaines céréalières . .	215
CHAPITRE -10- VALIDATION DES RESULTATS . .	219
10.1- Méthodologie . .	219
10.2 - Etude des Correspondances entre les Rendements Réels et les Aptitudes Climatiques . .	219
10.2.1- Cas de la plaine de Remila . .	219
10.2.2- Cas de la plaine de Berriche . .	220
10.2.3 - Cas des parcelles d'essais . .	221
10.3 - Correspondances entre les Rendements Réels et les Aptitudes de Sols . .	222
10.3.1 - Cas de la plaine de Remila . .	222
10.3.2- Cas de la plaine de Berriche . .	225
10.3.3. Cas des parcelles d'essais . .	226
10.4 - Correspondances entre les Rendements et les Aptitudes Culturelles . .	227
10.4.1- Cas de la plaine de Rémila . .	227
10.4.2-Cas de la plaine de Berriche . .	233
10.4.3-Cas des parcelles d'essais . .	237
10.4.4 - Validation rendement/aptitudes -Zones agro-climatiques . .	238
CONCLUSION GENERALE . .	242
BIBLIOGRAPHIE . .	248
Annexes . .	252
ANNEXE 1Pluies moyennes (en mm) <sup>(*)</sup> enregistrées dans les 21 postes pluviométriques situés dans la zone d'étude (Sud des Hautes Plaines Constantinoises) . .	252
ANNEXE 2 : DONNEES CLIMATIQUES Remila (a), Berriche (b) et Batna (c) c- Données climatiques- station Batna (Station de Ain Skhouna ) . .	255
ANNEXE 3 . .	256
ANNEXE 4CLASSES TEXTURALES DES SOLS zone d'étude (HPC) ; Remila et Berriche . .	258
ANNEXE 5DESCRIPTION PHYSIQUE DES PROFILS PEDOLOGIQUES-FRANGE SUD DES HAUTES PLAINES CONSTANTINOISES . .	259
ANNEXE 6 Codification adoptée dans le texte . .	268
ANNEXE 7Représentation graphique des variables (a) et des individus (b) au moyen d'ACP . .	269
ANNEXE – 8 MATRICES DE CORRELATIONS . .	270

ANNEXE 9 . .	271
ANNEXE 10 . .	272
ANNEXE 11 CLASSEMENT DES CARACTERISTIQUES DE SOLS . .	273
ANNEXE 12 . .	276
ANNEXE 13 . .	278
ANNEXE 14 . .	289
ANNEXE 15 . .	293

## Remerciements

Je tiens à exprimer mon entière reconnaissance à toutes les personnes qui auraient contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce modeste travail qui s'est achevé malgré un parcours assez long et parsemé de difficultés.

Je dois ma reconnaissance et ma profonde gratitude en premier lieu aux directeurs de thèse qui se sont succédés :

---Professeur W.H.VERHEYE (Université de GAND et expert auprès de la FAO) qui m'a fortement soutenu et guidé sans ménagement. Sans des conditions indépendantes de sa volonté ce travail aurait été finalisé avec lui.

---A Monsieur BENSALD Rabah, maître de conférence (enseignant au département d'agronomie- université de Batna) , qui de par l'intérêt pour ce thème, à accepté avec plaisir de prendre la relève, parrainant ainsi cette continuité sans au préalable un apport substantiel permettant d'étayer au mieux les objectifs définis initialement.

Je voudrais aussi exprimer ma profonde gratitude au Professeur TAHAR Ali (enseignant au département de Biologie de l'Université de Annaba), pour m'avoir aidé dans une bonne et importante partie de mon travail. Je le remercie aussi pour tous les conseils qu'I a bien voulu me prodiguer. Comme je le remercie d'avoir accepté d'être dans mon jury.

Respect et reconnaissance pour mes collègues de l'Institut National d'Agronomie qui ont bien voulu être examinateurs de ce modeste travail, je voudrais citer:

--- Mme MEKLICHE Laila (Maître de conférence) qui à bien voulu présider mon jury

--- Mr MOUHOUCHE Brahim (Maître de conférence)

--- Mr DRIDI Bachir (Maître de conférence)

Je dois ma reconnaissance à tous mes collègues de l'Institut d'agronomie de Batna, particulièrement OUDJEHIIH Bachir, Maître de conférence et KHERCHOUCHE Dalila.

Mes reconnaissances vont aussi :

- A tous mes collègues du département d'agronomie pour leur soutien moral.

- A tous les techniciens (iennes) de laboratoire du département d'agronomie de l'Université de Batna.

- A tout le personnel des stations, offices et agences météorologiques de Batna, de Oum El Bouagui, plus particulièrement ceux de l'ONM de Ain El Bey (Constantine).

- Au personnel de l'A.N.R.H. de Batna, particulièrement Mr. BOUTTABA Djamel.

- Au personnel des services de l'Hydraulique de Kais, de Khenchela et de Ain El Beida.

-A tout le personnel technique des domaines autogérés: Ben Boulaid à Hamla, Messaoudi Laid à Ain Skhouana, Laatar Khemissi à Kais et Samai mohamed à Berriche.

Durant l'élaboration de ce travail, les membres de ma famille ont joué un rôle prépondérant, entre autres mon frère Lazhar (dit Azzedine) qui déploya des efforts sans limites ainsi que tous mes autres frères et sœurs qui m'ont assuré de leur soutien dans ce travail. Je ne saurais aussi oublier feu mes frères Abdelkrim, Salah et Mahieddine.



L'inconditionnel soutien à été, plus particulièrement, celui de personnes permanentes en l'occurrence ma femme Safia, mes enfants Kahina, Souhila (dite mamia), Khansa, Abdelkrim (dit Said), Saida (dite Iman), Khouloud et Smail (dit Mahieddine). Qu'ils trouvent ici la modeste place qui leur est due, place empreinte d'une entière et éternelle reconnaissance. Je leur dis merci pour les moments de bonheur, de joie, de souffle de fierté, entaché par des encouragements et une confiance inébranlable émanant du fond de leur coeur. Merci de votre amour poignant.

Je ne saurais oublier celui qui fut et restera pour moi comme un second 'frère. J'ai cité *BENCHIHEUB Yassine*. Son aide et son soutien moral m'ont été d'un grand réconfort. Qu'il soit assuré de ma fraternité et de mon amitié à son égard.

## Résumé

Considérant les spécificités éco-physiographiques de chaque terroir d'une part et considérant les conditions édaphiques et climatiques propres (exigences culturales), optimales exigées par chaque culture pour un développement végétatif normal d'autre part, nous nous sommes assigné comme principal objectif dans cette étude, celui de déterminer ces exigences et ce pour chacune des deux cultures céréalières, à variété locale, blé dur (*Triticum durum* Desf var. Mohamed Ben Bachir) et orge (*Hordeum vulgare* L. var. Saida).

Notre objectif qui s'inscrit dans le cadre d'une problématique économique mondiale donc par principe universelle, consiste dans notre cas, précis d'étude, à lever le voile sur le pourquoi et le comment d'une situation agro-socio-économique locale et régionale.

La réponse qui sera donnée par le biais du recensement des rendements agricoles ne peut que mettre en évidence le niveau des relations éco-physiographiques entre la station et les cultures. Ce niveau qui est exprimé en terme de classes d'aptitudes (des terres) met en exergue le degré de contrainte des caractéristiques physiques et physico-chimiques. Ce qui permet d'aborder et d'entreprendre avec plus de rigueur scientifique et de facilité technique toutes les actions d'aménagements, possibles financièrement.

Les résultats obtenus peuvent par ailleurs faire l'objet d'initiative ou décision d'extrapolation vers d'autres stations qui présenteraient des similitudes et des analogies environnementales (éco-physiographiques).

Le choix de notre zone d'étude, comme tout choix d'ailleurs, se justifie par un ensemble de caractères physico-géographiques, climatiques et biologiques.

Pour nous ce sont:

-i) son emplacement dans un cadre géographique au sein duquel se délimitent des plaines et des dépressions salines inondables;

-ii) son type de climat semi-aride frais à froid, la caractérisant comme frange de transition entre un Nord plus arrosé et un Sud plus sec;

Par compromissions entre ces deux points, cette région est alors:

-iii) favorable à un peuplement végétal relativement spécifique, moins diversifié et un développement végétatif prolongé et contrôlé.

Cette zone étant vierge du point de vue étude pédologique, notre initiative première dans le cadre de notre travail aura consisté à établir une carte des sols avec délimitation des ensembles morpho-pédologiques qui la caractérisent. Cette région est dominée par des sols calcimagnésiques répartis plus au centre mais sont rencontrés un peu partout dans la zone d'étude. Viennent ensuite les sols halomorphes au centre Nord et au Nord-Est, suivis des sols peu évolués puis par les sols vertiques au centre sud.

Le protocole ainsi que le matériel d'étude et de suivi considère, outre les variétés de cultures sus-citées, un ensemble de stations constituées représentées par des parcelles d'essais, représentatives des ensembles éco-céréalières et des plaines céréalières représentées par des unités pédologiques distinctes.

---

Nous avons eu à considérer 33 unités de sols dans la plaine de Remila, 12 unités de sols dans la plaine de Berriche, deux parcelles d'essais à Kais, deux parcelles d'essais à Berriche, une parcelle à Timgad, une autre à Hamla et enfin deux parcelles à Ain Skhoua.

Le recensement des données touche plus particulièrement les rendements des cultures (toutes unités de sols et toutes parcelles d'essais confondues) ainsi que les disponibilités en eau pluviale et en température durant les stades végétatifs des cultures durant leur développement dans les parcelles d'essais.

Dans les plaines céréalières de Berriche et de Rémila, le suivi des cultures à travers leur rendement en rapport avec les pluies moyennes annuelles, s'est échelonné sur une période de cinq années agricoles (1991/92 à 1995/96). Pour les parcelles d'essais, il aura été de deux années agricoles, consistant à étudier les rendements en rapport avec les disponibilités hydriques et thermiques durant les cycles végétatifs des cultures.

L'interprétation des résultats expérimentaux s'est faite en utilisant la méthode classique ainsi que deux des méthodes statistiques : "analyse de la variance" et "analyse multidimensionnelle".

Entre autres méthodes d'évaluation des terres nous avons retenu la méthode FAO, d'évaluation des terres. Celle-ci étant largement employée, il lui est reconnu d'avoir donné des résultats satisfaisants.

La comparaison dans un premier temps, entre: 1) les exigences culturales, exigences que nous avons pu établir sur la base des résultats expérimentaux d'une part, et 2) les caractéristiques de sols et de climat des plaines céréalières de Remila et Berriche et des stations d'essais de Hamla, Timgad, Ain Skhoua, Kais et Berriche, nous a permis de dégager et de définir les aptitudes culturales correspondantes et la mise en exergue des caractéristiques limitant le développement des cultures.

La synthèse des résultats met en exergue une zone d'étude avec des aptitudes pour le blé dur et l'orge, qui sont dans leur ensemble moyennes à modérées. La partie centrale, plus dépressionnaire et plus salifère présente de meilleures aptitudes pour l'orge. Contrairement aux terres du Nord-Est (région de Oum El Bouagui, Berriche et Ain Beida) et du Sud-Ouest (région de Batna) qui sont fortement marginales pour les céréales. Cette partie centrale qui est représentée par la plaine de Remila prolongée à l'Est par le périmètre de Kais et les terres environnantes à Khenchela, est dans son ensemble nettement plus favorable aux cultures. Les aptitudes dégagées sont partagées entre les trois définitions: bonnes, moyennes et marginales, des classes d'aptitudes des terres.

Le climat apparaît dans notre zone d'étude comme le facteur le plus déterminant et le plus contraignant, marginalisant dans son ensemble le développement des céréales. Les limites minimales pluviales durant le cycle végétatif sont de 150mm. En dessous de cette quantité pluviale, la plante subit un fort stress hydrique et ne peut continuer son cycle de développement comme ce fut le cas à Timgad durant l'année agricole 1994/95. Les meilleurs rendements sont obtenus pour une moyenne pluviale de plus de 250mm durant le cycle végétatif. Ce fut le cas de l'année agricole la plus pluvieuse (1995/96), durant laquelle nous avons enregistré de meilleurs rendements pur des hauteurs pluviales au-delà de 630mm. Dans l'ensemble des sols de la zone d'étude, les rendements sont moyens.

Partant de là, et considérant la similitude entre les rendements et les classes d'aptitudes, d'une part et les groupes homogènes dégagés par l'analyse de la variance, nous avons pu ressortir et définir quatre niveaux potentiels qui caractérisent notre zone d'étude. Les écarts entre les rendements qui les définissent sont assez substantiels et mettent en évidence l'importance, la

malléabilité et la souplesse ainsi que la rusticité des deux variétés céréalières locales étudiées. Ainsi pour des rendements moyens inférieur à 5 qt/ha, les terres sont inaptes avec des contraintes majeures et au-delà de 25 qt/ha, elles sont aptes avec des contraintes mineures.

De manière générale, toute procédure appliquée par l'évaluateur arrive à des résultats sur les degrés de convenance (suitability) des terres envers les cultures choisies ce qui permet à l'utilisateur des terres agricoles d'avoir des idées plus claires allant dans le sens d'une option et d'un choix de cultures ou de mode de développement plus avisé compte tenu de calculs économiques exprimées en termes de rendements ou en termes de bénéfices.

L'analyse classique des données climatiques de longue durée concernant 22 postes pluviométriques de la zone d'étude d'une part et ce qui s'en est déduit de l'analyse statistique (analyse de la variance et analyse multidimensionnelle) des données: 1) climatiques récentes; 2) des rendements et; 3) des données de sols de l'ensemble des stations, nous a permis de délimiter trois zones agro-climatiques ou zones agro-pluviométriques spécifiques pour le blé dur et l'orge dans cette région Sud des Hautes Plaines Constantinoises.

Cette spécificité agro-climatique, qu'elle soit micro-zonale ou macro-zonale a été validée par les résultats qui se dégagent de la comparaison entre les classes d'une part et les rendements des cultures dans plusieurs unités de sols ou stations d'autre part.

## ص خ لم

عندما نأخذ بعين الاعتبار جانب الخصوصيات "الاكوفيزيغرافية" لكل محطة من جهة، ونأخذ بعين الاعتبار الظروف الطبيعية (بما فيها التربة و المناخ) التي تساعد النبات أثناء نموه من جهة أخرى، يتبين لنا في هذا البحث كهدف أساسي أهمية تحديد المتطلبات الخاصة بالقمح (صنف محمد بشير) و الشعير (صنف سعيبة)، سواء فيما يخص التربة أو فيما يخص المناخ.

من خلال هذا البحث سنتمكن من رفع الستار نسبيا على إشكالية اجتماعية اقتصادية، سواء محلية أو جهوية، و هذا بطبيعة الحال من خلال إحصاء المردود أو المنتوج مقارنة مع قدرات التربة تجاه البذور المدروسة (سابقة الذكر)، إذ أن هذه المقارنة أبرزت لنا درجات تآكل العوامل الكيميائية و الفيزيائية للتربة على المنتوج، و هو عامل مهم يمكن أن يوجهنا و يحدد لئلا كيفية التدخل في محاصيلنا الزراعية.

و لتقييم بالتحريية و فتح اختيارنا على المنطقة الجنوبية للهضاب العليا القسنطينية، و هذا راجع لعدة عوامل:

- موقعها الجغرافي (بين الشمال و الجنوب).

- مناخها (الشبه جاف).

- خصوصيتها الزراعية (المحاصيل الكبرى).

و قد تمكننا من خلال دراستنا أن نبين نوعية الأراضي و تحديدها بخريطة "مرفوخر بوية"، إذ اخترنا لتقييم بنجار بنا ثنائي (08) مساحات أرضية و محدودة و موزعة على كامل المنطقة (الذين في كل من فليس و بريتن و عين السخونة، و واحدة في كل من تيمقاد و حملة) و هذا لمناسبة مراحل نمو القمح و الشعير مرحلة بمرحلة، في مدة سنتين، و كما اخترنا سهلين من بين سهول المنطقة (سهل الميثة، سهل بريتن) و هنا لمناسبة المنتوج السنوي خلال خمس سنوات (من 92/1991 إلى 96/1995).

لتقييم FAO كل الأرقام المستخرجة درست بطريقة كلاسيكية، و كذا إحصائية، كما اعتمدنا على طريقة الأراضي.

و من خلال نتائج الأبحاث التي قمنا بها، و المعلومات المستنتجة، تمكننا من تحديد و إظهار المتطلبات المناخية و الترابية الخاصة لكل من القمح و الشعير، و كذا تحديد عوائق نموها العادي.

و بالنسبة لنا عموما أن القمح و الشعير فترة نمو متوسطة، إلا أن هذه الفترة تختلف من منطقة لأخرى، و هذا حسب عوامل المناخ و نوعية التربة، حيث تمثل المنطقة الوسطى (الرميلة، فليس) بإمكانات إنتاج أحسن، مقارنة بالمنطق الجنوبية (منطقة باتنة) و الشرقية (منطقة بريتن)، اللذان يمثلان بإمكانات من شبه ضعيفة إلى ضعيفة، إذ لا يتجاوز مردودها 10 قنطار في الهكتار الواحد.

و لذا نلقت النظر بأن المناخ هو من أهم العوامل الأساسية لتحسين المردود، حيث أثبتت تجاربنا أن المردود السنوي للحبوب تتجاوز الـ 25 ق/هـ في ظروف مناخية جيدة (كمية الأمطار تتجاوز الـ 450 مم/سنة)، في حين أن المردود يقل إذ يصل إلى 5 ق/هـ في ظروف مناخية سيئة (أمطار أقل من 200 مم/سنة).

## SUMMARY

Considering éco-physiographical specificities of each soil on the one hand and considering the clean conditions edaphic and climatic (farming requirements), optimal required by each culture for a normal vegetative development on the other hand, we assigned like main goal in this study, that to determine these requirements and this for each of the two cereal cultures, with local variety, durum wheat (*Triticum durum* Desf VAr. Mohamed Ben Bachir) and barley (*Hordeum vulgare* L VAr. Saida).

Our objective which thus lies within the scope of world economic problems by principle universal, consists in our case, precis of study, with raising the veil on why and it how of a local and regional agro-socio-economic situation.

The answer which will be given by the means of the census of the agricultural outputs can only highlight the level of the éco-physiographical relations between the station and the cultures. This level which is expressed in term of classes of aptitudes (of the grounds) puts forward the degree of constraint of the physical and physico-chemical characteristics. What makes it possible to approach and undertake with more scientific rigour and of technical facility all the actions of installations, possible financially?

The results obtained can in addition make the object of initiative or decision of extrapolation towards other stations which would present environmental similarities and analogies (éco-physiographical).

The choice of our zone of study, like any choice besides, is justified by a whole of physicogeographical, climatic and biological natures.

For us it is:

- I) their sites within a geographical framework in which are delimited easily flooded plains and depressions salt works;

- II) its type of fresh semi-arid climate cold, characterizing it like fringes transition between a North more sprinkled and a drier South;

By compromising between these two points, this area is then:

- III) favorable to a relatively specific vegetable settlement, less diversified and a prolonged and controlled vegetative development.

This zone being virgin from the pedological study point of view, our initiative first within the framework of our work will have consisted in establishing a chart of the grounds with delimitation of the morpho-pedological sets which characterize it. This area is dominated by grounds calcimagnesian distributed more in the center but are met a little everywhere in the zone of study. Come then the halomorphic grounds in the Northern center and the North-East, follow-ups of the not very advanced grounds then by the grounds vertic in the southern center.

The protocol as well as the material of study and follow-up considers, in addition to the varieties of caused cultures, a whole of stations made up represented by pieces of tests, representative of the éco-cereal sets and cereal plains represented by distinct pedological units.

---

We had to consider 33 units of grounds in the plain of Remila, 12 units of grounds in the plain of Berriche, two pieces of tests in Kais, two pieces of tests in Berriche, a piece with Timgad, another in Hamla and finally two pieces in Ain Skhoua.

The census of the data more particularly touches the outputs of the cultures (all units of grounds and all pieces of tests confused) as well as the availabilities out of rain water and temperature during the vegetative stages of the cultures during their development in the pieces of tests.

In the cereal plains of Berriche and Rémila, the follow-up of the cultures through their output in connection with the annual average rains, was spread over one five years period crop (1991/92 à 1995/96). For the pieces of tests, it will have been two years crop, consisting in studying the outputs in connection with the hydrous availabilities and thermics lasting the vegetative cycles of the cultures.

The interpretation of the experimental results was done by using the traditional method like two of the statistical methods: "variance analyzes " and " analyzes multidimensional ".

Inter alias methods evaluation of the grounds we adopted method FAO, of evaluation of the grounds. This one being largely employed, it is recognized to him to have given satisfactory results.

The comparison initially, between: 1) the farming requirements, requirements which we could establish on the basis of experimental result on the one hand, and the 2) characteristics of grounds and climate of the cereal plains of Remila and Berriche and of the testing institutes of Hamla, Timgad, Ain Skhoua, Kais and Berriche, enabled us to release and define the corresponding farming aptitudes and the setting forward of the characteristics limiting the development of the cultures.

The summary of the results puts forward a zone of study with aptitudes for the durum wheat and the barley, which are as a whole averages with moderate. The central, more depressionary and more saliferous part presents better aptitudes for the barley. Contrary to the grounds of the North-East (area of Oum El Bouagui, Berriche and Ain Beida) and of the Western –South (area of Batna) which are strongly marginal for cereals. This central part which is represented by the plain of Remila prolonged in the East by the perimeter of Kais and the surrounding grounds with Khenchela, is as a whole definitely more favorable to the cultures. The released aptitudes are shared between the three definitions: good, average and marginal, of the classes of aptitudes of the grounds.

The climate appears in our zone of study like the factor more the most constraining determinant and, marginalisant as a whole the development of cereals. The rain minimal limits during the vegetative cycle are of 150mm. Below this rain quantity, the plant undergoes a strong hydrous stress and cannot continue its cycle of development as it the case with Timgad during the crop year 1994/95. The best outputs are obtained for a rain average of more than 250mm during the vegetative cycle. It was the case of the crop year most rainy (1995/96), during which we recorded better outputs pure rain heights beyond 630mm. In the whole of the grounds of the zone of study, the outputs are average.

On the basis of there, and considering the similarity between the outputs and the classes of aptitudes, on the one hand and the homogeneous groups released by the analysis of the variance, we could arise and define four potential levels which characterize our zone of study. The differences between the outputs which define them are rather substantial and highlight the importance, malleability and the flexibility as well as rusticity of the two studied local cereal

varieties. Thus for average outputs lower than 5 qt/ha, the grounds is inapt with major constraints and beyond 25 qt/ha, they are suited with minor constraints.

In a general way, any procedure applied by the appraiser arrives at results on the degrees of suitability (suitability) of the grounds towards the selected cultures what allows to the user arable lands to have clearer ideas going in the direction of an option and a choice of cultures or mode of more advised development taking into account economic calculations expressed in terms of outputs or terms of benefit.

The analysis traditional of the data climatic of long duration concerning 22 pluviometric stations of the zone of study on the one hand and what resulted some from the statistical analysis (analyzes variance and analyzes multidimensional) data: 1) climatic recent; 2) of the outputs and; 3) of the data of floors of the whole of the stations, enabled us to delimit three agro-climatic zones or specific agro-pluviometric zones for durum wheat and the barley in this Southern area of the High Constantinoises Plains.

This agro-climatic specificity, that it is microphone-zonal or macro-zonal was validated by the results which emerge from the comparison between the classes on the one hand and the outputs of the cultures in several units of grounds or stations on the other hand.



---

# INTRODUCTION GENERALE

L'insuffisance alimentaire dans le monde est une des conséquences de la forte démographie qui a tendance à être perçue comme un mal socio-économique chronique. Elle découle entre autres, du partage inégal des ressources mondiales entre pays développés et moins développés.

Comme la presque totalité des produits de nutrition de la population de la terre est axée sur les aliments en grains, leur disponibilité ou leur manque provoque des pressions au niveau des marchés internationaux (BENBELKACEM, 1993).

L'écart entre "production" et "consommation" ne cesse de s'élargir d'une décennie à une autre en raison aussi du volet «stratégie de développement agricole» obéissant à des mutations imposées par le nouvel ordre mondial, mutations basées sur de nombreux concepts fondamentaux tels:

- 1) Celui de la durabilité d'un écosystème favorable, habituellement géré par l'homme avec des pratiques irrationnelles «érosives» mettant en cause sa durabilité et par-là, toute stratégie ou effort de développement agro-économique; En outre, la durabilité de l'écosystème doit tenir compte du concept «terroir» défini par des composantes édaphiques, climatiques et mode de production avec ce que cela implique comme choix variétal (EL MOURID, 2000). Ces composantes appelés aussi par ABDELGUERFI et al; (2000) paramètres agro-climatiques et agro-pédologiques tout en définissent le type de terroir agricole constituent une réponse pour un développement durable sans que le pays ne soit exposé à des risques d'accidents biotiques ou abiotiques énormes ;

- 2) Celui d'un développement rural équilibré et

- 3) Celui d'une satisfaction sociale durable.

Cette situation met en évidence un problème économique et de surcroît social qui ne pourrait trouver sa réponse que dans un ordre pré-établi, régi par une stabilité à long terme, d'une croissance exclusivement économique garantissant la durabilité. D'après TOLBA, (1987) in MALKI et al. (2000), cette dernière consiste à ne pas marginaliser les pauvres et qu'une éventuelle aide pourrait les amener à ne pas dégrader leur environnement.

Or l'Algérie, avec son traditionnel héritage agricole, enregistre une avancée tant sur le plan spirituel que pratique dans la dégradation des écosystèmes. D'après RACHEDI (2000), tout manque de cohérence de la politique agricole avec la politique économique globale permettrait de ce fait une forte dépendance alimentaire.

Ainsi donc, comme problématique principale, auquel se trouve confronté notre secteur agricole, nous avons celui avant tout du maintien et de la conservation des écosystèmes en passant par des procédés ou étapes inconditionnelles de définition et de délimitation des terroirs convenables pour les diverses options agricoles ou agro-systèmes choisis.

L'Algérie agricole verse dans l'option principale des cultures céréalières traditionnelles ce qui que d'après MALKI et al, (2000), fait l'objet de conséquences politiques standardisées par lesquelles se dessinent deux principaux écosystèmes :

- 1) celui des zones agro-écologiques potentielles telliennes en plus des terres marginales et

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

- 2) celui des zones steppiques et sub-steppiques.

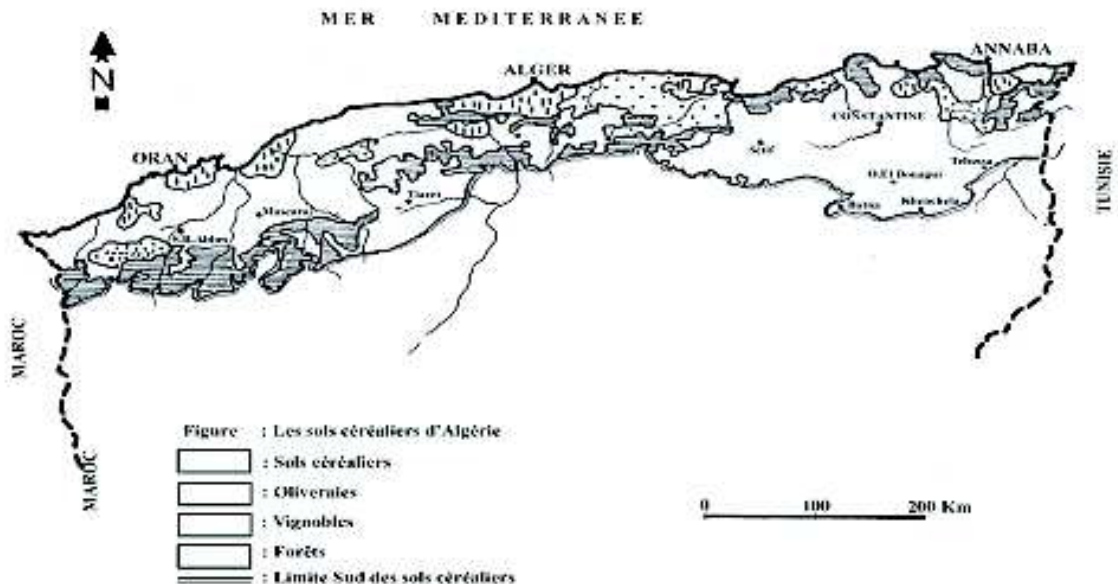
Cette macro zonalité du territoire algérien, à été établie sur la base de valeurs pluvielles (moyennes annuelles de 350mm, et maximales de 1200mm (cas des zones telliennes) et minimales de 50mm (cas des zones sahariennes).

D'après Le *tableau 1* (FELIACHI (2000) nous avons un répartition spatiale selon 5 tranches pluvielles qui mettent en évidence une forte dominance spatiale des céréales avec 3 millions d'hectares, soit près de 40% de la surface agricole utile (SAU) avec une forte part localisée au niveau des régions moyennement à faiblement arrosées. Les rendements moyens (8qt/ha à 10 qt/ha), sont de moitié par rapport à ceux de référence retenus par le programme d'intensification céréalière (PIC).

Tranches pluvielles (mm)	<600	450-600	350-450	300-350	<300	Total
Sup. Céréalière (x10 <sup>3</sup> )	64	850	1400	480	350	3144
% par isohyètes	2	27	45	15	11	100
Espace potentiel	Haut potentiel		Faible potentiel	très faiblement potentiel		
Rendements	10-15 qt/ha		8 qt/ha	sous irrigation		
Zones agro-écologiques	1	2	3			

*Tableau 1 : Zones potentielles céréalières en Algérie*

Les espaces céréaliers s'étendent sur une mince bande Nord-Sud alors que le long du transect Est-Ouest nous notons une nette prédominance dans la partie Est où s'étendent les Hauts Plateaux Sétifiens et les Hautes Plaines Constantinoises (*figure 1*).



Il est noté par ailleurs pour ces régions, l'interaction entre des facteurs physiques, complexes d'écosystèmes rendus instables par entre autres une technologie non conforme et l'utilisation de semences à génotypes inadaptés à leurs nouveaux terroirs.

Partant de ces considérations, nous avons, dans le cadre de notre travail, arrêté notre choix sur deux variétés locales de blé dur (Mohamed Ben Bachir) et d'orge (Saida). L'étude du comportement de ces deux cultures dans leur zone de prédilection naturelle, peut être perçue comme les prémices d'une éventuelle solution au problème agricole local.

La zone retenue pour notre étude, située au Sud des Hautes Plaines Constantinoises (Est de l'Algérie) (*figure 2*), présente divers et distincts écosystèmes qui se traduisent par de multiples potentialités agro-économiques. Elle est en transition entre d'une part le Sud Algérien aux multiples terroirs avec leurs diversités agro-écologiques, caractérisés toutefois par des contraintes climatiques justifiant des potentialités agronomiques autres que celles des régions du Nord, et d'autre part le Nord avec ses immenses et hautes potentialités agricoles,.

Les deux entités géographiques qui la limitent sont donc respectivement à hautes et à faibles potentialités céréalières en sec. Ainsi donc, nous considérons dans cette première étape, que le garant d'une meilleure rentabilité quantitative et qualitative, réside dans la détermination et la définition des exigences culturales spécifiques (spécificité du point de vue variétal et du point de vue local). Notre travail aura comme objectif, celui d'apporter une réponse, partielle soit elle, aux préoccupations et aux soucis des agriculteurs et des utilisateurs, soucis qui s'expliquent en terme d'exploitation potentielle des terres et en terme économique possibles, durables.

La variété MBB est fortement estimée dans la région constantinoise. ABDELGUERFI (2000), parle de l'intérêt porté à cette variété par plusieurs auteurs tels DUCCELLIER et LAUMONT, et institutions tels l'ITGC (Institut Technique des Grandes Cultures) et le C.N.C.C. (Centre National de contrôle et de commercialisation).

Il est à noter que durant la décennie 1982-1992 la superficie emblavée en céréales, atteint les  $2.5 \cdot 10^6$  ha avec des rendements moyens de 9 qt/ha. La superficie emblavée en blé dur est de  $1,1 \cdot 10^6$  qt/ha (soit 24 %) avec des rendements moyens de 9,1 qt/ha. Les superficies emblavées en orge sont légèrement inférieures, environ  $9 \cdot 10^5$  qt/ha (soit près de 20%) avec des rendements moyens de 8 qt/ha (*figures 3*).

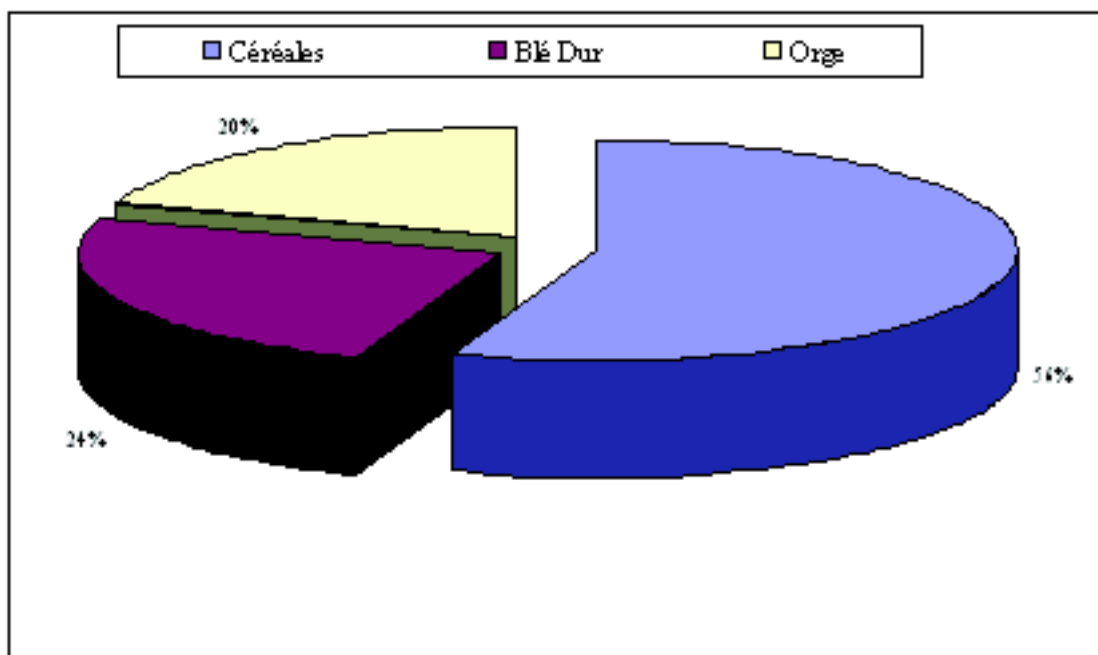


Fig 3: Répartition comparée entre les céréales, le blé dur et l'orge, en Algérie

L'orge offre l'avantage d'être mené en double exploitation, celle de la récolte en vert et celle de la récolte en grain. Comme elle peut contribuer à l'accroissement des ressources fourragères particulièrement dans les zones arides et semi-arides (KHALDOUN, 1995).

Les superficies emblavées en blé dur et orge atteignent approximativement, les 2/3 de la superficie céréalière totale Nationale. Les rendements moyens enregistrés au niveau national sont en deçà des besoins d'une population dont la consommation moyenne, a été estimée à 180 kg/hbt/an (FELIACHI, 2000). Malgré des importations moyennes estimées à  $5 \cdot 10^5$  tonnes /an (CATTON, 2000), le déficit à combler a été ramené seulement à 30kg/hbt/an.

Les faibles niveaux de production, s'expliquent par des facteurs physiques environnementaux, mais aussi par un ensemble d'actions anthropiques avec des répercussions négatives sur la fertilité des sols ainsi que sur la stabilité de l'environnement avec ses écosystèmes.

De ce fait le choix des cultures types et la maîtrise de leurs exigences culturales (climat et sol) se place au premier plan de notre réflexion et sa réponse dans un premier temps, ne peut que constituer les jalons nécessaires à l'approfondissement et à la connaissance fondamentale du mode de comportement des cultures dans leur aire de prédilection (propre terroir).

Les résultats enregistrés à ce jour, selon les différentes approches d'études et de réalisation, auront à constituer pour nous la référence pour notre démarche.

Ainsi donc, notre travail va être axé sur le caractère spécifique "fondamental" des cultures avec une approche axée sur le volet traitant de leurs «exigences culturales» (climatiques et édaphiques), ce volet qui a toujours été l'objet d'étude d'améliorations et d'affinement est encore à ce jour au centre d'améliorations continues par de nombreux auteurs tels SYS (1976), BIOT et al. (1984), et VERHEYE (1991); SYS et al. (1991 et 1993) pour ne citer que ceux-là.

Nous considérons toutefois, que toutes les exigences culturales climatiques et édaphiques, distinctement définies et amendées ne présentent pas de spécificité zonale, locale, régionale ou autre, alors que chaque variété présente des conditions de développement propres.

Donc dans tout approche de développement environnemental agro-économique, en réponse à des objectifs clairement définis, il est nécessaire voire même impératif de déterminer pour le mode de culture choisi, les propriétés et les conditions d'appropriation spécifique à la région concernée par ce développement.

Comme, dans toute étude d'évaluation des terres, le choix de la culture doit obéir à la logique de terroir dont les conséquences et les répercussions ne pourront qu'avoir des répercussions positives sur l'économie, la stabilité et le bien être social donc sur l'équilibre de l'environnement avec ses écosystèmes tant fragilisés par des actions menées avec désordre quasi-total et inconscience.

Afin de répondre à cet objectif, nous avons adopté la méthodologie générale suivante :

a/ - Connaissance des grandes tendances de sols de la frange Sud des Hautes Plaines Constantinoises. Cette région n'ayant pas fait auparavant, l'objet d'un travail cartographique, des entités de sols, nous avons considéré incontournable cette étape voyant dans cela l'éventualité d'une extrapolation des résultats d'évaluation.

b / - Etude et suivi sur une période de 5 années, du comportement (en terme de rendements) des variétés de blé dur et d'orge dans les plaines céréalières de Rémila et de Berriche. Ces plaines sont très représentatives des terres de la zone d'étude.

c / - Suivi sur une période de deux ans, du comportement des cultures (disponibilité en énergie et en eau selon les durées des stades phénologiques et les périodes de croissance ainsi que les rendements conséquents obtenus). Les stations expérimentales sont situées au sein des plaines céréalières de Ain Skhouna au Nord-Ouest, de Hamla à l'Ouest, de Timgad au Centre-Ouest, de Kais au Centre Est et enfin de Berriche au Nord-Est.

d / - Détermination des exigences culturales du blé dur (MBB) et d'orge (Saida).

e /- Validation par étude d'évaluation avec détermination des aptitudes culturales des sols pour le blé dur et l'orge.

Au sommaire de l'étude nous avons :

- Introduction générale
- Physiographie des Hautes Plaines Constantinoises
- Physiographie des plaines céréalières et des parcelles expérimentales au Sud des Hautes Plaines Constantinoises
- Dispositif expérimental et interprétation des résultats
- Evaluation proprement dite et validation des résultats
- Conclusion générale

# CHAPITRE -1- CARACTERISATION PHYSIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

## 1.1- Situation au Niveau Régional

Dans la subdivision géographique physique de l'Algérie (GAUTIER,1952), notre zone d'étude fait partie des bassins fermés des Hautes Plaines de l'Est, entre l'Atlas Tellien au Nord et la Chaîne des Monts des Aurès (prolongement de l'Atlas saharien) au Sud (*figure 1.1*).

Située au bas du versant nord des Aurès, elle s'étend de la plaine de Hamla au Sud-ouest jusque vers la plaine de Berriche au Nord-Est. L'altitude varie de 800 m dans les plaines à 1200 m, là où commencent les massifs montagneux qui les entourent. Les niveaux les plus bas caractérisent généralement les dépressions salées aux étendues non négligeables (Chott Gaddaine au Nord et Garaât<sup>1 \*</sup>) au centre. Les autres terres présentent différentes formes géomorphologiques et topographiques, vallonnées ou à pente variable (2% à 5%) comme c'est le cas de la plaine de Berriche et de la plaine de Tazoult, entre autres.

## 1.2 - Esquisse Géologique et Stratigraphique Régionale

GAUTIER (1952), VOUTE (1967), DESPOIS et al.(1975), décrivent (*figure 1.2*), les zones montagneuses qui sont conjuguées aux collines et hautes plaines, avec une structure plissée simple et à orientation plus accentuée vers l'est et du nord au nord-ouest. Les anticlinaux représentés par des massifs isolés ou des corniches calcaires, émergent des dépôts néogènes découpés en collines ravinées, en chebkas<sup>2 \*\*</sup>) ou aplanis en glacis. Les plaines sont constituées de vastes combes ou de larges synclinaux à dépôts continentaux Tertiaires et Quaternaires, partiellement taillés en glacis.

Les dépôts salins appartiennent à des époques différentes : Albien, Turonien et Sénonien (GAUCHER et al. 1974).

---

<sup>1 \*</sup> Garaât : Etendue de terre touchée par le phénomène de salinisation.

<sup>2 \*\*</sup> Chebkhas : Mauvaises terres ou terres ravinées.

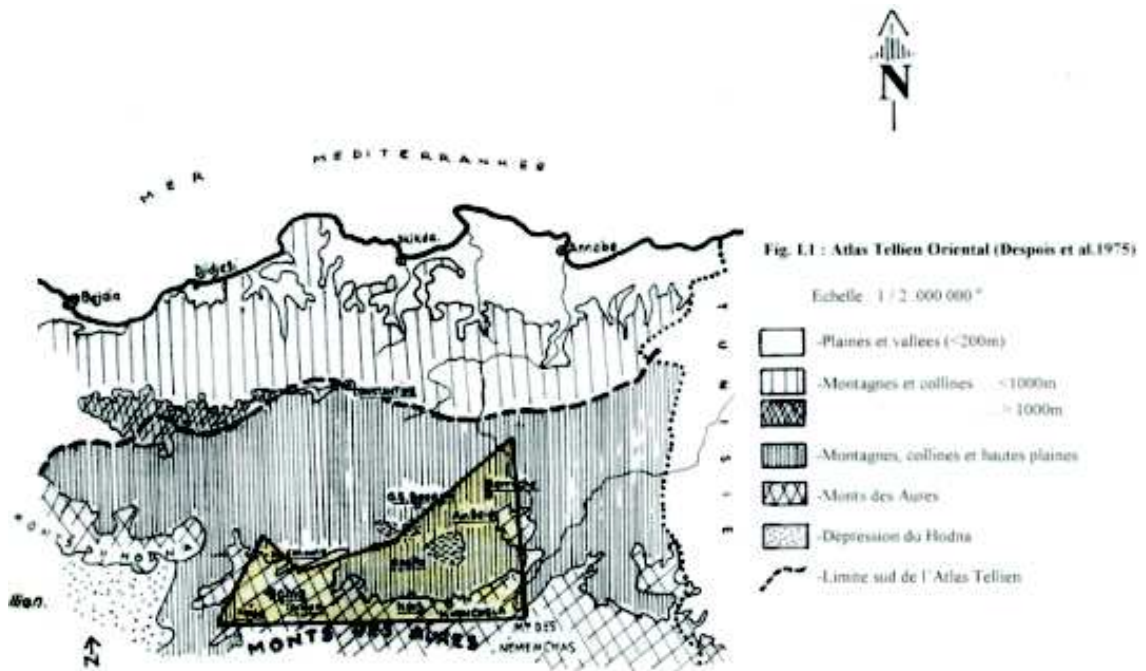


Fig.1.1 : Atlas tellien oriental (Despois et al.1975)



Fig.1-2 : Carte géologique de la zone d'étude tirée des feuilles d'Alger-Nord et Alger-Sud, 1952  
(Echelle 1/500.000<sup>e</sup> réduite au 1/1.00.000<sup>e</sup>)

légende

T: Trias - J: Jurassique moyen et supérieur - C1: Crétacé inférieur continental - Cn :cénomannien - Ct: Turonien - Cs: Sénonien - ei: Eocène inférieur - em: Eocène moyen - o: Oligocène - mi: miocène inférieur marin - mp: Miocène Pliocène - pc: Pliocène continental - qt: quaternaire continental - D: Dunes récentes - A: alluvions actuelles

Fig.1-2 : Carte géologique de la zone d'étude tirée des feuilles d'Alger-Nord et Alger Sud, 1952

Echelle : 1/500 000e réduite au 1/1.00 000

Les, encroûtements calcaires se sont déposés sur des formations superficielles vers la fin de l'assèchement. Les principaux faciès rencontrés sont constitués de massifs calcaires, de dépôts nodulaires et de fossiles pyriteux dans des marnes, de menus fragments de calcaires compacts ou de calcaires bréchiques foncés et enfin par une alternance de bancs de calcaires lités et de marnes formant une série relativement épaisse.

Le Quaternaire moyen présente en surface des graviers puis des dépressions mal drainées salines, favorables à des dépôts et à des encroûtements. Dans les plaines, l'accumulation calcaire est généralement sous forme diffuse ou en amas. Les zones déprimées se sont comblées durant le Soltanien. Il est constaté également la formation de cônes de déjection cimentés des grands massifs calcaires.

Durant le quaternaire récent les plateaux ont été recouverts par des cailloux alluvionnaires et par des poudingues associés à des couches terreuses. Les couches calcaires autrefois sous-jacentes, ont été mises à nues par l'érosion. Il y a eu aussi la formation en pente d'éboulis calcaires et gréseux.

Les formations stratigraphiques ont donné naissance à des artères ou réseaux hydrographiques qui assurent un drainage désorganisé en raison des aridités successives, conséquence de vicissitudes climatiques.

D'après l'étude stratigraphique réalisée par BELLION (1976), et d'après la carte géologique d'Algérie au 1/500.000<sup>e</sup>, nous ressortons entre autres principales formations :

- Le Trias, qui constitue un relief important caractérisé par des pointements argileux et marneux. A proximité des affleurements il a été relevé la présence de sources salines
- Le Crétacé inférieur formé par des bancs détritiques alternés avec des horizons carbonatés.

## **1.3 - Hydrogéologie et Hydrologie Régionale**

### **i - Unités hydrogéologiques**

Les trois principales unités hydrogéologiques de la région (VOUTE, 1967), sont :

- Les massifs calcaires du Crétacé inférieur et moyen qui contiennent des nappes importantes et alimentent d'importantes sources.
- Les bassins de remplissage continentaux, où les ressources en eau sont fortement intéressantes.
- Les autres terrains peu perméables, alimentant des points d'eau d'intérêt local.

### **ii - Bassins hydrologiques**

A partir de la carte des hauteurs de pluies des bassins versants de l'Algérie, réalisée en 1938 et modifiée en 1953 par les services des eaux de l'administration coloniale, il est possible de délimiter deux bassins hydrologiques, l'un endoréique de Garât Tarf (centre de la zone) et l'autre formé par les affluents de Settara et Hamimine (extrême limite Nord-est) (*figure 1.3*).



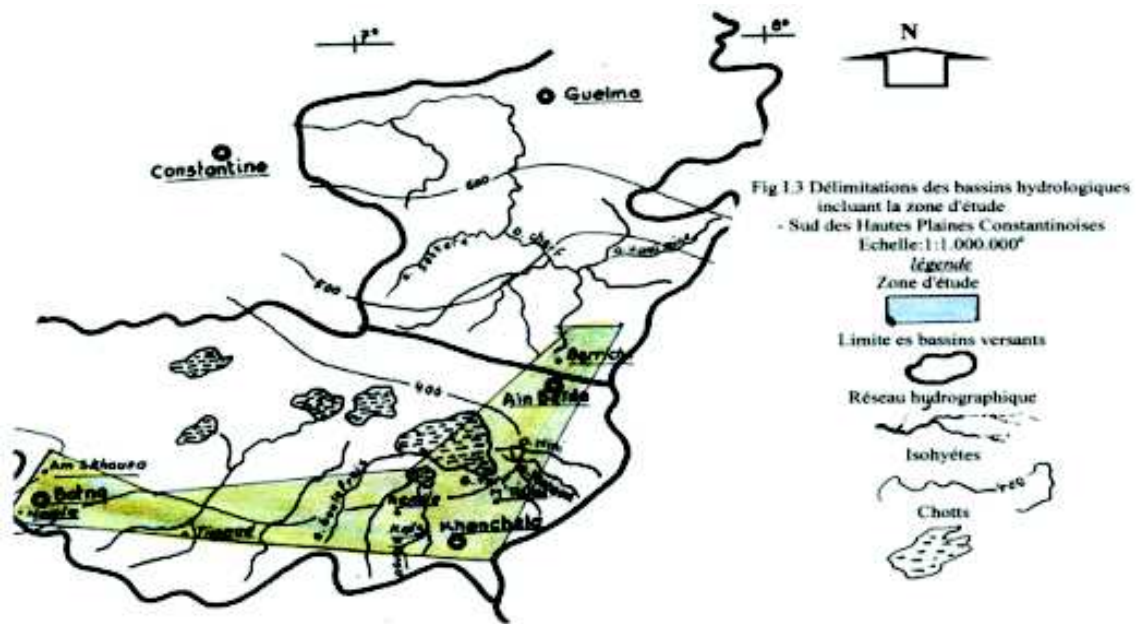


Fig.1.3 : Délimitation des bassins hydrologiques incluant la zone d'étude

## 1.4 - Climat

### 1.4.1 - Caractérisation des régimes, pluvial et thermique

Pour caractériser les régimes, thermique et pluvial de la zone d'étude nous avons considéré les données climatiques anciennes de Seltzer (SELTZER, 1946) et celles récentes (services de l'office national de météorologie : O.N.M et agence nationale des ressources hydrauliques : A.N.R.H.).

Les principales stations climatologiques qui couvrent la zone d'étude sont :

- Batna ville (effective jusqu'en 1990) a été transférée à Aïn Skhouna)
- Longitude: 6° 18'E Latitude : 35° 55'N Altitude : 1052m
- Foum El Gueis - Longitude: 6° 33'E Latitude : 35° 3'N Altitude : 1000m
- Oum El Bouagui - Longitude: 7° 23'E Latitude : 35° 48'N Altitude : 900 m

i- Régime thermique

D'après les données de températures moyennes mensuelles ( $T_m$ ) complétées par les valeurs maximales ( $T_x$ ), minimales ( $T_n$ ), minimales absolues ( $T_{an}$ ) et maximales absolues ( $T_{ax}$ ), prélevées dans les trois stations climatologiques de la zone d'étude, nous constatons que les températures moyennes annuelles de Kais (13,9°C) ainsi que celles de Batna (14°C à 14,7°C), sont relativement modérées par rapport à celles d'Oum El Bouagui (15,9°C) considérées comme élevées ( *figure 1.4*).

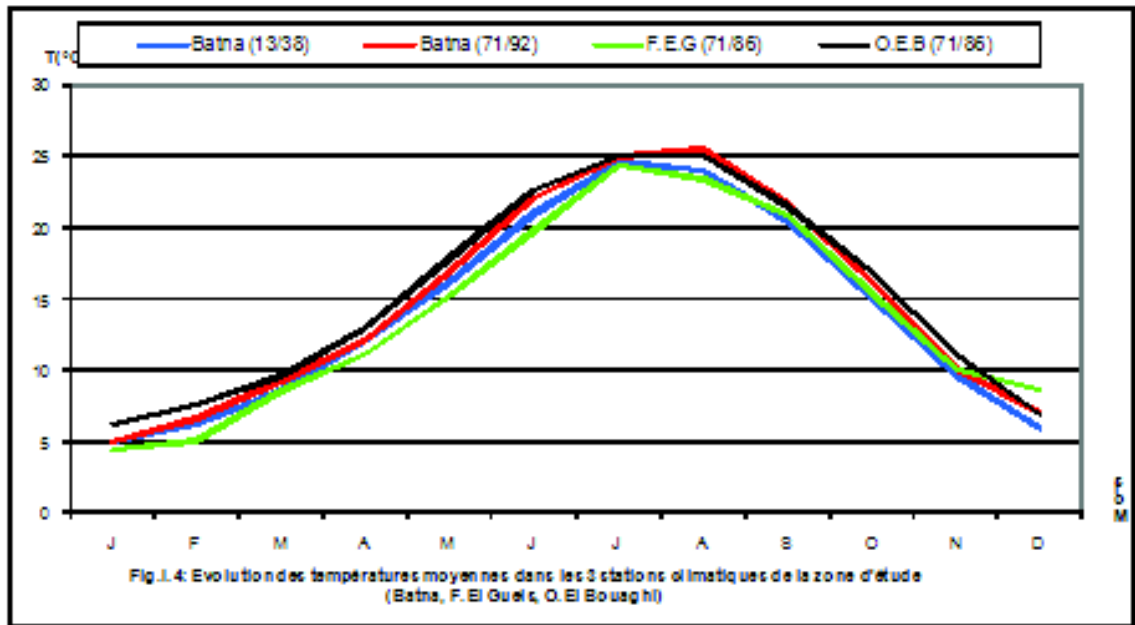


Fig.1.4 : Evolution des températures moyennes dans les 3 stations climatiques de la zone d'étude (Batna, F. El Oued, O. El Bouaghi)

D'après les données thermiques (*tableau I.1*), les températures moyennes maximales (mois de juillet) et minimales (mois de janvier), qui sont respectivement de 21,4°C et 7,2°C à l'Est (Oum el Bouagui), de 20,5°C et 8,3°C au centre (Kais), de 20,6°C et 7,4°C à l'Ouest (Batna), la région centre confirme la caractère doux de son climat par rapport aux autres régions. Les minimales absolues (> 4°C) coïncident avec la période hivernale qui s'étale de novembre à avril alors que les maximales absolues (> 30°C) sont enregistrées entre le mois de juin et septembre. A noter que les températures basses surtout lorsqu'elles sont prolongées constituent des contraintes sérieuses pour les céréales.

Les gelées sont aléatoire intenses et prolongées, entre 15 et 60 jours en hiver et 5 à 20 jour au printemps constituent pour la région une particularité climatique néfaste pour les cultures

#### ii - Régime pluviométrique

D'après les données moyennes anciennes et récentes des pluies enregistrées dans les trois stations climatiques de la zone d'étude (*figure I.5*), nous constatons que la partie centrale de la zone d'étude (Kais), avec une moyenne annuelle de 430mm, est légèrement mieux arrosée que les autres régions de Batna à l'Ouest (avec une moyenne pluviale de 346mm) à de Berriche à l'Est (avec une moyenne pluviale de 310mm) (*voir tableau en annexe 12*).

Avec une pluviométrie moyenne annuelle de 364mm la zone d'étude semble présenter des aptitudes moyennes à modérées pour les cultures céréalières.

DESPOIS et al. (1975) attribuent ces valeurs moyennes pluviales générales, à l'altitude de la zone d'étude qui est d'environ 1000m ainsi qu'à son éloignement par rapport à la mer.

En effet, l'Atlas Tellien au Nord et les Monts des Aurès au Sud, assurent un effet modérateur aux pluies locales, et la région ne subit que très peu l'effet des vents humides.

Les orages sont très fréquents de mai à septembre.

La durée d'enneigement est plus importante sur la bordure Aurasienne, que sur la bordure Tellienne.

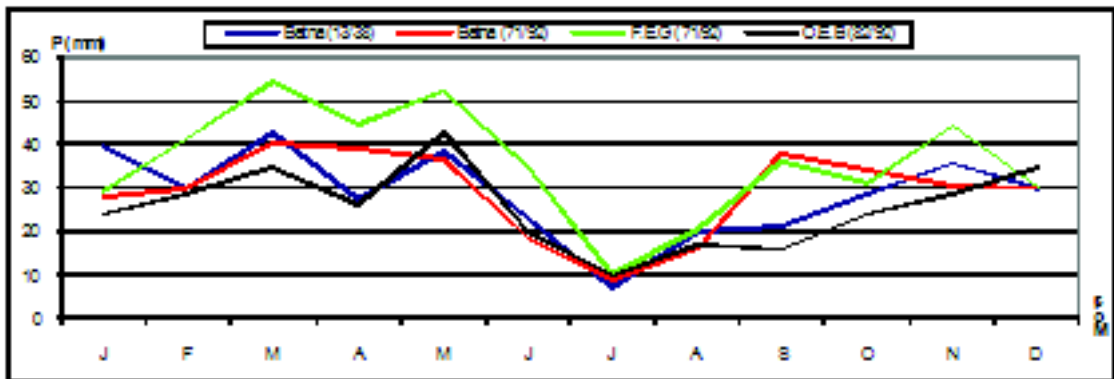


Fig.1.5: Graphe des pluies moyennes mensuelles dans les 3 stations climatologiques de Batna, Foug El Gueis et Oum El Bouagui

### 1.4.2 - Classification du climat

- Dans la classification d'EMBERGER (1955) le climat est semi-aride frais (avec  $Q = 33$  à  $47$  et  $m = 0,3^{\circ}\text{C}$  à  $1,3^{\circ}\text{C}$ ). - Dans le système de BAGNOULS et GAUSSEN (1975), l'indice xérothermique (Ix) est compris entre 96 et 120. Le climat est type continental méditerranéen avec deux saisons distinctes l'une froide et humide, l'autre est chaude et sèche. Nous relevons de très courtes périodes de transition (mai et octobre). La saison chaude (de juin à septembre), est marquée par des températures élevées. Le régime humide se traduit par des hauteurs pluviales faibles et irrégulières alors que les régimes thermiques sont relativement homogènes. D'après les diagrammes ombro-thermiques des trois stations (figure 1.6 a, b, c) nous avons dans l'ensemble, des saisons coïncidant théoriquement avec la mi-octobre se prolongeant jusqu'au début du mois de mai.

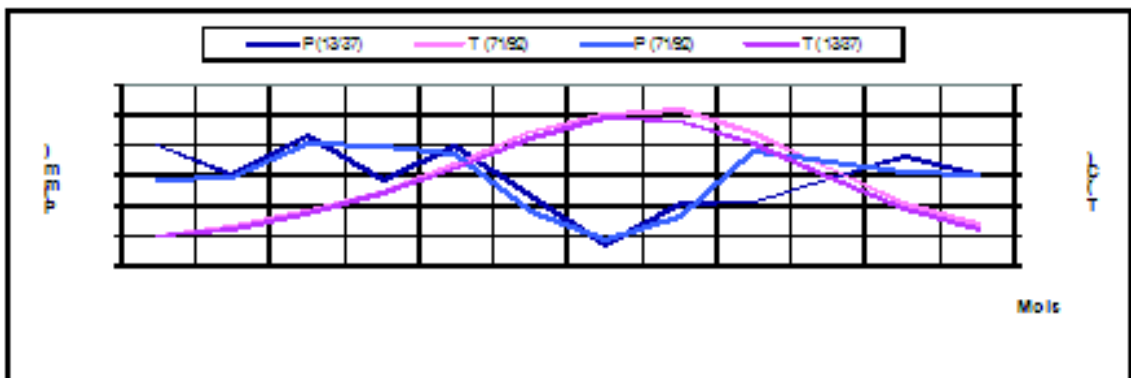


Fig. 1.6 a : Diagramme ombro-thermique de Batna

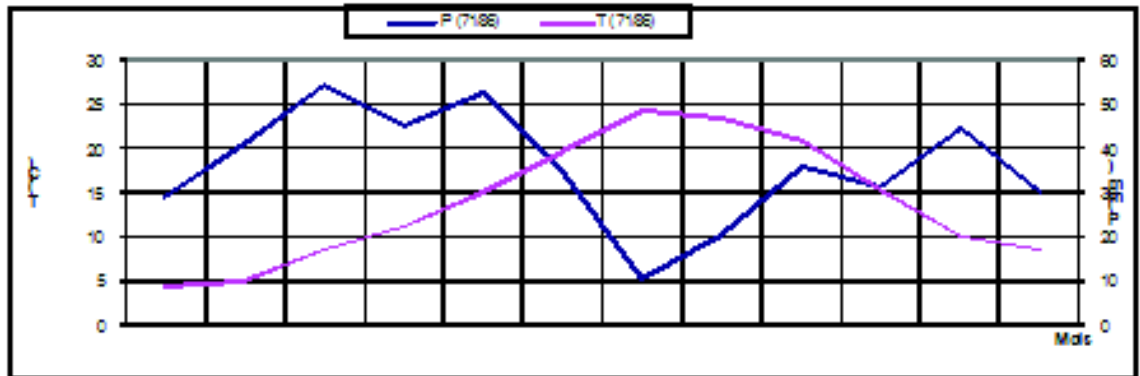


Fig. 1.6b : Diagramme ombro-thermique de Foug El Gueis

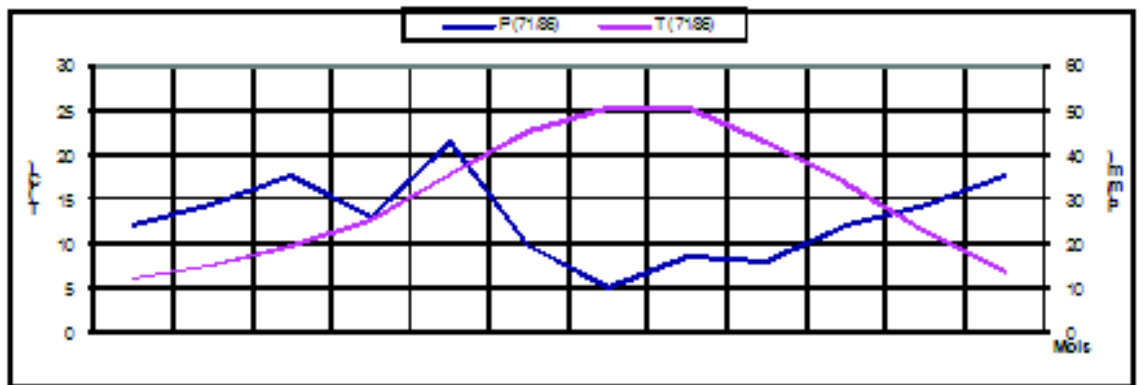


Fig. 1.6c : Diagramme ombro-thermique d'Oum El Bouagui

## 1.5 - Zonage Agro - Climatique

Selon LEGROS (1996), le zonage climatique est en général établi soit sur la base du bilan énergétique lorsqu'il s'agit de régions comprises entre de grandes latitudes et où les contrastes thermiques sont élevés, soit sur la base des régimes pluviométriques lorsque les régions sont comprises entre de faibles latitudes.

Comme notre zone d'étude n'est pas comprise entre de grande latitudes et présente des contrastes thermiques non élevés nous avons pris en considération comme facteurs de stations : le relief, le couvert végétal et la nature du sol dont l'évolution peut être expliquée par le climat en général ou par un de ses facteurs, comme la pluie par exemple.

Dans notre zone d'étude, les grandes tendances de sols occupent des espaces importants et présentent différentes profondeurs et différents niveaux lithiques. La formation des horizons de surface et de sub-surface s'explique par des particularités climatiques spécifiques mais aussi par d'autres facteurs physiques comme la végétation naturelle et les cultures qui se pratiquent.

La végétation naturelle est très peu diversifiée et de faible hétérogénéité des populations décelant avec clarté les affinités qui les lient soit au sol soit au climat.

De part le microclimat local ou macroclimat régional limitant, de part les aspects pédogénétiques et surtout de relief moins favorables, et enfin de par les potentialités

hydriques assez limitées, l'utilisation agricole des sols est axée sur un mode cultural où prédomine les cultures céréalières en secs.

Considérant les données climatiques relevées et étudiées dans le paragraphe précédent, nous avons constaté que l'élément "pluie" prédomine sur les autres éléments, allant jusqu'à favoriser la mise en place de microclimats ou micro-écosystèmes distincts.

Partant de là, nous avons orienté notre réflexion sur cette particularité afin de dégager et délimiter les zonalités climatiques possibles dans cette région. Pour cela, nous avons relevé les hauteurs pluviales moyennes sur une longue période (de 25 ans à 35 ans selon la disponibilité des valeurs - voir annexe).

Les données moyennes annuelles des 21 postes pluviométriques existants au niveau de la région, sont reportées sous forme de tableau (*tableau I.2*) et de graphe (*voir figure en annexe 13*).

**Tableau I.2 : Pluies moyennes de longue durée (>25ans) des postes et stations pluviométriques (Sud des Hautes Plaines Constantinoises)**

Stations	Pluies (mm)	Stations	Pluies (mm)	Stations	Pluies (mm)
O. Bouagui	313	Khenchela	427	Touffana	255
A.Babouche	211	Batna	366	Boulhilet	196
A.Beida	429	Timgad	270	S.Mancar	286
O.Nini	260	Reboa	275	A.B.Tenoun	277
Fkirina	350	Hamla	297	A.Touta	316
A.Zitoun	293	T.Lambeze	328	Seguene	485
F.el Gueis	431	C.O.Chlih	303	A.Skhouna	312

Deux remarques essentielles se dégagent de ce tableau :

- Les hauteurs pluviales sont moyennes à faibles. La moyenne pluviométrique (toutes stations confondues) est de 325 mm.

- Avec un minimum de 191mm enregistré à Boulhilet (centre Nord de la zone) et un maximum de 485 mm enregistré à Séguene (extrême Ouest), la répartition des pluies est alors aléatoire. Elle n'obéit à aucune séquence, qu'elle soit longitudinale, latitudinale ou altitudinale.

Afin de pouvoir dégager et délimiter sur la base des hauteurs de pluie, les zonalités possibles, nous avons mis en place des classes de hauteurs pluviales. Ce critère de classe tient compte des limites des exigences pluviales comprises entre des valeurs optimales et des valeurs marginales des céréales établies pré-établies par la FAO (SYS et al. 1991). Ensuite nous avons regroupé toutes les stations selon ces classes ce qui nous a permis de dégager 7 ensembles de stations regroupés en ce que nous avons appelé "unité pluviométrique" (UP).

Ces stations s'identifient à des écosystèmes types et distincts qui constituent chacun une zone climatique type ou méso climat, incluse dans un climat régional qui est la macroclimat.

Ce zonage qui a été établi sur la base des données pluviales et des aptitudes pluviométriques de blé dur et d'orge (Sys et al. 1993), dans cette région du semi aride nous a permis compte tenu d'un ensemble de paramètres: climatique, zonage agro-écologique, potentialité agricoles générales des espaces et aptitude culturelles de procéder à des regroupement dans lesquels ces unités pluviométriques vont se trouver restreintes avec la

délimitation finale de zones plus vastes que nous avons appelé : « zones agro-climatiques (ZAP)». (tableau I.3) et (figure I.7),.

La caractérisation (hauteur pluviale, rendement) et la délimitation de ces unités, se présente comme suit :

*\*/-Première zonalité agro-pluviométrique ou zone agroclimatique (ZAC.1):*

Avec  $600\text{mm} > P > 400\text{mm}$ . Les contraintes pluviales sont faibles. Les stations représentatives sont : Séguene, Foum et Gueis, Khenchela et Ain Beida.

*\*/-Seconde zonalité agro-pluviométrique ou zone agroclimatique (ZAC.2) :*

Avec  $400\text{mm} > P > 300\text{mm}$ . Avec des degrés de contraintes moyennes, les rendements sont moyens. Les stations représentatives sont : Batna, Oum El Bouagui, Tazoult, Oued Chlih, Ain Skhouna et Ain Touta et Fkirina.

*\*/-Troisième zonalité agro-pluviométrique ou zone agroclimatique (ZAC.3) :*

Avec  $300\text{mm} > P > 250\text{mm}$ . Avec des contraintes marginales, les rendements sont faibles. Les stations concernées sont : Oued Nini, Ain Zitoun, Timgad, Reboa, Hamla, Touffana, Sidi Mancar, Ain Ben Tenoun et Ain Babouche.

*\*/-Quatrième zonalité agro-pluviométrique ou zone agroclimatique (ZAC.4)*

Avec une pluviométrie inférieure à 200 mm, elle comprend la station de Boulhilet aux potentialités céréalières très faibles.

A noter que cette 4<sup>ème</sup> zonalité se situe à la limite extrême du centre Nord de notre zone d'étude) s'étendant sur une portion spatiale réduite.

Toutes ces zones font partie d'un l'ensemble agro-écologique 3, qui est a potentiel agricole faible, mais avec toutefois des degrés d'aptitudes des sols, pour les cultures de blé dur et d'orge, variables d'une zone à une à une autre.

## **1.6 - Sols**

### **1.6.1 – Généralités**

---

Les sols par lesquels se délimite notre zone d'étude (frange Sud des Hautes Plaines Constantinoises) n'ont jamais fait l'objet dans leur intégralité, d'une étude cartographique pédologique.

Toutes les études qui ont été réalisées à ce jour, dans cette frange géographique ne concernent que quelques périmètres et plaines enclavées, avec pour objectif des actions localisées, de développement a court terme.

Il va de soi qu'une partie des problèmes que rencontre l'exploitant agricole sont dues en grande partie, à la méconnaissance des sols mais surtout à leur spécificité agricole et aux types de contraintes agricoles.

Ainsi, et au vu de l'importance spatiale de notre zone d'étude, nous avons considéré que l'étude et la réalisation d'une carte pédologique faisant ressortir au moins, les principales tendances, est plus que nécessaire voire même incontournable pour toute planification suivie d'applications.

Cette partie de notre étude avec le document qui sera réalisé avec les synthèses particulières portant sur la différenciation des grandes tendances de sols d'une part et sur les aptitudes culturales dégagées pour les type d'utilisation des terres retenus, pourra servir de base pour la planification des activités agricoles générales.

Du point de vue cartographie pédologique, les méthodes et les approches de réalisation sont diverses avec un choix d'application déterminé par des objectifs de développement agro-économique entre autres, clairement définis sur la base d'éléments physiques de terrain et de paysage.

Sur la base de cette hypothèse physique, LEGROS (1996) propose un certains nombres de modèles pour la réalisation d'une couverture pédologique.

Ces modèles qui sont au nombre de quatre sont: le modèle profil, le modèle horizon, le modèle sols associés ou le modèle pédo-paysage et régions naturelles pédologiques.

L'évolution des sols et les formations pédogénétiques impliquant des facteurs et des composants physiques et physico-chimiques fait que les sols peuvent se présenter sous différentes formes. Les sols peuvent être soit sous forme associée (associations de sols), soit sous forme imbriquée les uns dans les autres, soit sous formes complexes (complexes de sols) ou soit sous formes indifférenciées (sols juxtaposés) et ce selon un ordre de grandeur et de différenciation dépendant de la grandeur de l'échelle employée, ce qui met en évidence la dominance des unités.

### 1.6.2 - Méthodologie

---

Les principales étapes et phases de notre travail sont :

#### **i- Reconnaissance de la zone d'étude**

Lors de la reconnaissance de la zone d'étude, nous avons noté l'existence de sols organisés entre eux en petites régions naturelles pédologiques ou associations naturelles distinctes et/ou imbriquées.

Considérant l'ampleur spatiale de la zone d'étude avec des unités géo-morpho-pédologiques naturelles importantes et claires nous avons été amené à opter pour la méthode indirecte permettant de cartographier des sols suivant un zonage pedophysiographique ou morpho-pédologique dans lequel la pédologie est atteinte à travers la morphologie. La méthode morpho-pédologique, est très utile à l'échelle régionale et se pose comme une vision originelle dans l'espace (espaces liés par des phénomènes de transformations et d'altérations etc.) et dans le temps (formation du sol, liée à la formation du relief) (LEGROS, 1996).

#### **ii- Prospection**

Compte tenu de ce qui précède, nous avons procédé à des sondages suivis directement et parfois par des profils pédologiques effectués dans des unités de notre choix.

Après description sur le terrain précédée par des prélèvements analysés au laboratoire, ceci nous a permis de profiler et de délimiter les principales formations pédogénétiques.

#### **iii- Description et analyse des échantillons de sols**

La description des caractéristiques morpho-pédogénétiques a été établie en nous référant principalement aux méthodes présentées dans le manuel de prospection pédologique (MAGNIEN, 1969). L'analyse physico-chimique des échantillons a été faite par référence à des méthodes conventionnelles classiques.

Le nombre total de profil décrits est de 26. Parmi ces profils nous avons différencié quatre d'entre eux dont les caractéristiques ont fait l'objet d'analyses de laboratoire (*tableaux 1.4 à 1.7*). Ils sont représentatifs distinctement de chacune des principales tendances de sols de la région. Les autres profils (soit les 21 restants), s'ils ont été décrits comme profils pédologiques (*voir annexe 5*), les analyses de laboratoire ont porté sur les valeurs moyennes des caractéristiques physiques et physico-chimiques selon des profondeurs variables

Les modalités de calculs des valeurs moyennes ainsi que la caractérisation des unités de sols) d'après VERHEYE (1990a) et SYS et al, (1991;tome II) est comme suit:

- La *profondeur* (en cm) est celle du profil pédologique jusqu'au niveau du matériau parental, couche généralement compacte ou inexploitable par la plante.

- La *texture* concerne la partie convoitée par les racines. Elle est moyenne sur l'ensemble du profil. VERHEYE (1990a) considère la profondeur sur 50cm;

Les textures retenues sont celles reportées sur le triangle de texture USDA en analogie avec le triangle FAO où les textures sont regroupées en trois classes :

\*/- *Classe G (grossière* : sable, sable limoneux),

\*/- *Classe M (moyenne* : limon sableux, limon argilo-sableux, limon, limon argileux, limon fin et limon très fin) et enfin,

\*/- *Classe F (fine* : argile sableuse, argile, argile limoneuse et limon argileux fin

(*la représentation des textures dominantes de la zone d'étude, de Rémila et de Berriche est reportée en annexe 4*).

- Les *éléments grossiers* sur une profondeur de 50cm constituent selon leur teneur (au-delà de 15%) constituent un obstacle physique au développement des racines ainsi que pour les travaux culturaux.

- Le *drainage* peut être bon (B), modéré (M), imparfait (I) ou mauvais (M). Ces qualifications sont en rapport avec les fluctuations de la nappe phréatique entre des niveaux qui leur sont respectifs de ;  $\geq 150$ cm, entre 75cm et 150cm, entre 25cm et 75 et enfin entre 0 et 25cm.

-Les risques d'*inondation* sont selon les possibilités suivantes : pas de risques (Fo), exceptionnelle (F1), occasionnelle (F2) et régulière (F3).

-La *capacité d'échange cationique* ( $T = CEC$  en Cmol/kg) est estimée sur une profondeur de 0 à 50cm.

- La *somme des bases* ( $S$  en méq/100g de sol), est déterminée sur une profondeur de 0-25cm. Elle est soit faible (0-5 en méq/100g de sol), soit moyenne (5-10 en Cmol/kg), soit élevée (>10 en Cmol/kg).

- Le *calcaire total* ( $Ca CO_3$  en %) est estimé sur l'ensemble du profil. Nous avons les classes : 0, 1, 2 allant des valeurs optimales aux valeurs élevées et basses marginales.

- Le *carbone organique* ( $C$  en %) est estimé sur 0-25cm.



- La *salinité* (en dS/m) est déterminée sur l'ensemble du profil. Elle est estimée par la valeur de la conductivité électrique (CE). Les classes retenues sont : 2,4, 8 et 16 (FAO, 1996) (SYS et al.1993) :

- L'*alcalinité* est estimée en pourcentage de sodium sur la capacité d'échange cationique (ESP =Na/T en %) sur l'ensemble du profil.

Les valeurs moyennes sont reportées sous forme de tableau (*tableau 1.8*).

La forme de présentation de ces données analytiques dans ce tableau et ce selon des profondeurs distinctes a été établie à des fins d'évaluation de ces unités affinées. Toutefois et pour des raisons d'échelle de travail, comme cela a été précisé plus haut, ces unités ne seront pas délimitées et différenciées cartographiquement sur la carte des sols.

La durée requise pour la réalisation de ce travail dans ses différentes étapes, s'est étalée sur une période de cinq années successives (1992 à 1996).

La répétition des analyses n'aura concerné que les caractéristiques pédogénétiques instables comme les sels, qui fluctuent et subissent des changements durant l'année.

### **iv- Classification et cartographie des sols**

\*- Pour la classification des sols et compte tenu de l'importance spatiale de la zone d'étude qui nous a imposé en outre une échelle de travail plus grande, nous nous sommes donc limités aux tendances dominantes. Nous tenons à préciser que malgré qu'ayant travaillé logiquement à différentes échelles durant les phases de reconnaissance, de prospection et de caractérisation des terres, il ne nous a pas été possible en phase de finalisation, de représenter sur la carte, tous les caractères rencontrés, et ce en raison de l'échelle employée (1/500.000e) qui est imposée par l'importance spatiale de la zone d'étude. Ainsi nous n'avons pas pu représenter les unités à leur plus bas niveau de classification.

Ainsi, se dégagent de notre étude des sols, six ensembles ou grandes tendances de sols que nous caractérisés par un profil et identifiés par une classification au plus haut niveau dans le système CPCS (1967) aidant de la nouvelle classification R.P.F. (Référentiel Pédologique Français, 1990).

Ces ensembles, en terme de classification, reportés sous forme de tableau en fin de ce paragraphe (*tableau 1.9*), s'identifient comme suit :

- Minéraux bruts ou lithosols;
- Peu évolués ou fluvisols;
- Vertisols;
- Calcimagnésiques ou calcicols;
- Halomorphes;
- *Hydromorphes*.

Il est à signaler en grande proportion un autre ensemble, celui des sols complexes et/ ou juxtaposés, ou dominant les halomorphes / hydromorphes / calcimagnésiques et les vertiques / calcimagnésiques.

Seule la tendance des sols hydromorphes n'a pas été représentée par un profil type et ce en raison de son inondation progressive et parfois totale sur toutes les unités au cours de l'année. Ces unités sont situées dans des dépressions inondées par des eaux salées. Elles sont donc à tendance halomorphe et n'offrent pas de possibilités agricoles. Lorsque les eaux se retirent et se limitent uniquement aux unités centrales de la dépression. Lors

du recul vers l'intérieur des limites des eaux, en été par exemple, celles-ci (unités) sont exploitées comme terres de parcours.

\*- La technique de cartographie utilisée est la "*cartographie raisonnée*". C'est la plus employée, pour son faible coût et sa souplesse d'utilisation. Elle exige toutefois plus d'effort et de compréhension du milieu, contrairement à celle moins appliquée, des «sectons» qui exige une prospection systématique plus longue et plus coûteuse ou celle «géostatique» qui est une méthode déductive se basant sur des interpolations, généralement moins précises.

La cartographie raisonnée n'impose pas des limites systématiques entre les différents sols ou les unités de paysage appelées "unités pédo-paysagères" par LEGROS (1996). Ce qui nous avons donc été amené dans la plupart des cas, à choisir librement les sondages et les profils, même si les sols ont été délimités sur la base de critères sélectionnés.

Une fois réunies toutes les informations physiographiques physiques et analytiques, nous avons finalisé cela par un travail cartographique représentant les délimitations des principaux sols de la zone d'étude (*figure 1.8*).

### **1.6.3 – Etude descriptive et analytique des profils des principales tendances de sols**

---

#### **a / - Sols Minéraux Bruts**

Ces sols s'étendent sur près de 5% de la superficie de la zone d'étude. Ils se présentent parfois d'un seul tenant et parfois en juxtaposition avec les autres unités de sol, sur de faibles superficies ce qui rend leur délimitation cartographique difficile.

Ils se distinguent entre eux selon les différenciations suivantes :

- Les sols en voie d'altération sur place. Ils sont généralement sur substrat marneux rouge
- Les sols caillouteux d'origine colluviale. Ils se localisent en bas de pente.
- Les sols peu profonds et mal développés sur roche calcaire et/ou croûtes calcaires, fréquemment représentés et sont sur des bas de versant à pente parfois faible.
- Les sols sur affleurements rocheux calcaires. Ils sont situés sur des versants limitrophes de la zone ou parfois au milieu de la zone.

#### **b/ Sols Peu Evolués. (Profil PA; Tableau I.4).**

Ces sols sont localisés en bas de pente et en terrasse sur des apports alluviaux calcaires. Ils sont profonds mais parfois limités par des niveaux caillouteux (>80cm) ou par une nappe profonde (>1,5m). Leur topographie est relativement plane (<1%) à légèrement élevée (3 à 6 %). Certaines régions présentent des formes vallonnées. La structure est grumeleuse fine à polyédrique grossière. La texture est argileuse (cas de la plaine de Remila) à argile limoneuse (cas de Hamla et Timgad). La matière organique est généralement faible au-delà de 20 cm et ne dépasse pas les 1,5 %, ceci s'explique par la l'utilisation permanente des céréales dont le chevelu racinaire est nettement évident le long des horizons de surface mais moins développés en sub-surface et en profondeur. En bas de pente c'est naturellement la présence de dépôts importants de cailloux calcaires déposés là et/ou par formation et évolution sur place et dont l'émergence est favorisée par l'action érosive hydrique. Ce phénomène est très fréquent sur tous les bas versants de ces régions.

### *Données descriptives du profil représentatif (profil PA).*

- Localisation : Est de Batna
- Coordonnées : x : 821,5 y :210 z :1040m
- Géomorphologie : terrasse
- Topographie : plane (< 1 %)
- Utilisation agricole : céréaliculture
- Pédo-climat : xérique - thermique
- Matériau parental : alluvions calcaires
- Inondation : non inondable
- Drainage : bon
- Hydromorphie : au-delà de 120 cm
- Cailloux : faible (< 5 % )
- Erosion hydrique : insignifiante
- sels : pas d'effets de sels.

Ap: 0-18cm.

Marron clair (7,5YR5/4) à l'état sec à marron (7,5 YR 4/3) à l'état humide ; limon ; polyédrique moyenne ; collant ; plastique à l'état humide ; peu friable, peu dur ; nombreux pores ; peu compact ; faible taux de cailloux ; activité biologique moyenne, racines fines ; effervescence moyenne à l'HCl. ; Limite graduelle.

C<sub>1</sub> : 18-60 cm.Marron clair (7,5YR5/4) en sec à marron (7,5YR 4/3) à l'état humide ; limon-argileux ; structure polyédrique grossière ; collant ; plastique à l'état humide ; peu dur ; présence de pores ; cailloux calcaires ; très effervescent à l'HCl ; Limite graduelle.

C<sub>2</sub> : 60-100 cm.Marron foncé (7,5 YR 4,5/3) à l'état sec ; limon argileux à argile limoneuse ; structure polyédrique moyenne à grossière ; collant ; peu friable ; peu dur ; nombreux pores ; activité biologique faible ; nombreux cailloux (> 40 %) ; effervescent à l'HCl.

C > 100 cm. Niveau à cailloux et nodules calcaires.

### *Classification:*

Ce profil représente les unités peu évoluées non climatiques d'apport alluvial modal sur alluvions calcaires (CPCS.1967). Ils sont des fluvisols calcaires (RPF, 1990).

Horizon		Ap	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Profondeur (cm)		0 - 18	18 - 60	+ 60
Granulométrie (%)	Argile	10,8	38,1	47,0
	Limons	64,5	45,8	41,1
	Sable	24,7	16,1	11,9
Bases échangeables (Cmol/kg)	Ca <sup>++</sup>	30,7	28,4	35,5
	Mg <sup>++</sup>	6,8	4,83	5,44
	K <sup>+</sup>	0,12	0,11	0,1
	Na <sup>+</sup>	1,08	1,46	1,27
Somme des bases (Cmol/kg)		38,70	34,80	44,31
C. E. C (Cmol/kg)		35,50	31,00	37,25
CaCO <sub>3</sub> total (%)		12,1	15,8	17
Matière organique (%)		2,1	1,8	1,03
pH eau (1/2,5)		8,4	8,4	8,5
CE en dS/m (pâte saturée)		0,30	0,15	0,15

Tableau I.4 : Données analytiques du profil "PA", représentatif des sols peu évolués

### c/ Vertisols (Profil PB; Tableau I.5)

Leur superficie avoisine les 6,4 % par rapport à la superficie totale. Ils sont répartis le long de la zone d'étude (Sud Est de Hamla, Nord Est de Berriche, Sud de Remila et de Kais. A noter l'existence d'importantes superficies au centre de la zone d'étude au Sud Ouest et au Sud de Timgad. La partie Nord- Est-Est et Sud-est de Touffana, ces sols s'étendent d'un seul tenant. Ils sont profonds, caractérisés par de nombreuses fentes de retrait. La texture est argileuse fine à moyennement fine, la structure est grumeleuse, polyédrique fine à très fine. Le matériau parental est argileux (Remila) à marno-argileux (Hamla) et argilo-calcaire (centre). Comme il est noté aussi la présence de sels salins sous forme d'efflorescences et/ ou de taches salines très caractéristiques des unités de sols au nord de la plaine de Remila et des plaines de M'toussa et Ras Fkirina au centre Est de la zone d'étude.

#### *Données descriptives du profil représentatif (profil PB)*

- Localisation : Nord-Ouest de Remila
- Coordonnées : x : 830 y : 275 z : 850 m
- Géomorphologie : terrasse alluviale de l'Oued Boussaha
- Topographie Plane : (< 1 %)
- Végétation-agriculture : orge/Blé
- Pédoclimat : xérique - thermique
- Matériau parental : marno-calcaire
- Inondation : peu fréquente
- Drainage : imparfait
- Hydromorphie : au-delà de 10 cm

- Cailloux : négligeables
- Erosion hydrique : pas de traces d'érosion
- Sels : Efflorescences salines.

Ap : 0 -15 cm. Brun foncé (10 YR 4/3) à l'état sec ; argileux ; Grumeleux ; collant ; plastique ; friable ; peu dur ; présence de pores ; moyennement compact ; absence de cailloux ; fentes de retrait ; racines fines ; faibles efflorescences salines ; effervescence moyenne à l'HCl. Transition graduelle.

A: 15 - 30 cm. Idem que précédent, plus compact; pas de racines ; nombreuses tâches salines. Transition graduelle.

B<sub>w</sub> : 30 - 100 cm. Brun foncé (10 YR 4/3) à l'état sec ; argile ; structure polyédrique ; fentes de retrait ; compact ; pas de racines ; nombreuses tâches salines ; effervescent à l'HCl.

*Classification :*

Cette unité est classée Vertisol, a drainage externe possible, a structure anguleuse, vertique sur marne calcaire

Horizon		A	A <sub>p</sub>	B <sub>w</sub>
Profondeur (cm)		0 - 15	15 - 30	30 - 100
Granulométrie (%)	Argile	49,5	54,7	54,0
	Limon	30,2	28,1	31,0
	Sable	20,3	17,1	15,0
Bases échangeables (meq/100g)	Ca <sup>++</sup>	48,2	45,0	40,2
	Mg <sup>++</sup>	7,1	7,3	5,8
	K <sup>+</sup>	2,1	1,9	0,6
	Na <sup>+</sup>	1,1	1,5	2,4
Somme des bases (Cmol/kg)		58,5	55,7	49,0
CEC (Cmol/kg)		40,5	48,0	48,0
Sels Solubles (meq/l)	Ca <sup>++</sup>	50	52,5	52,5
	Mg <sup>++</sup>	8,2	5,25	5,1
	K <sup>+</sup>	0,1	0,1	0,1
	Na <sup>+</sup>	19,5	20,3	21,7
	Cl <sup>-</sup>	30,0	35,0	35,0
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	18,0	18,0	/
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		10,0	10,0	2,0
Ca CO <sub>3</sub>		25	26	26
MO		1,21	1,11	0,95
pH		7,5	7,55	7,55
CE en dS/m (pâte saturée)		6,48	6,48	6,50

Tableau I.5 : Données analytiques du profil "PB" représentatif des Vertisols.

#### d/ Sols Calcimagnésiques (Profil PC, Tableau I.6).

Ces sols sont caractéristiques des zones semi-arides et s'étendent sur une importante superficie estimée à environ 51,3 %. Leur matériau parental calcaire est caractérisé par une

croûte compacte ou par des encroûtements d'épaisseur variable (10-30cm) ou des nodules calcaires. Ces dépôts calcaires sont rencontrés dans différents endroits et à de différentes profondeurs, particulièrement au Nord-Est (Nord de Khenchela, Ain Beida, Oum et Bouagui et Berriche) où ils s'étendent sur près de 90%. Ils reposent parfois sur des alluvions marneux, marno-calcaires et calcaires. Dans les unités au relief vallonné, la profondeur varie de 30-50 cm au plus. Ils sont très profonds dans les dépressions (> 100 cm). Les horizons sont carbonatés (Aca) à calcique (Aci). La structure est grumeleuse, grenue au polyédrique alors que la texture est limono-argileuse.

*Données descriptives du profil représentatif (profil: PC)*

- Localisation : centre de la plaine de Berriche
- Coordonnées : x :865 y : 310 z :876m
- Géomorphologie : plaine
- Topographie : plane (1 à 1,5 %)
- Végétation /Utilisation : céréales (Orge / Blé)
- Pédo-climat : xérique - thermique
- Matériau parental : alluvions sur croûte calcaire
- Drainage : bon
- Nappe phréatique : profonde
- Cailloux : 0-15%
- Erosion : modérée
- Présence de sels : aucun effet sur les cultures.

Ap : 0 - 27

Brun gris (7YR, 4/2) à l'état sec; limon; structure grumeleuse fine à grumeleux moyennement grossier; compacité moyenne; porosité élevée; quelques racines et radicelles; nodules calcaires (5 %) très vive effervescence à l'HCl. transition graduelle.

B : 27 - 50

Brun gris (7 YR 4/2) à l'état sec; brun foncé (10 YR 5/4 ) à l'état humide; limon argileux à argile limon-sableuse; polyédrique sub-angulaire fin à moyen ; débris nodulaires calcaires, moyennement compact; porosité moyenne; vive effervescence à l'HCl. Transition irrégulière.

Bca: 50 -130 +

Brun clair (10YR, 5/6); sable limoneux; grumeleuse fin; encroûtement calcaire; compact; très vive effervescence.

Classification : calcimagnésiques, carbonates, bruns calcaires, modaux, sur alluvions calcaires (CPCS, 1967). Ce sont des Calcicols dans le système RPF (1990)

Horizon		A <sub>p</sub>	B	B <sub>ca</sub>
Profondeur (cm)		0 - 27	27 - 50	50 - 130+
Granulométrie (%)	Argile	12,5	31,5	9
	Limon	50,5	29,5	22
	Sable	37	38	69
Bases échangeables (Cmol/kg)	Ca <sup>++</sup>	37,9	29,9	18,9
	Mg <sup>++</sup>	5,1	10,1	10,5
	K <sup>+</sup>	0,5	0,5	0,5
	Na <sup>+</sup>	0,55	0,58	0,58
Somme des bases (Cmol/kg)		44,05	41,08	30,08
CEC (Cmol/kg)		40,3	30,45	24,35
Matière Organique (%)		1,3	0,8	0,3
pH eau (1/2,5)		8,1	8,2	8,2
CE en dS/m (pâte saturée)		0,6	0,7	0,8
Calcaire total (%)		16,5	41,1	74,9

Tableau I.6 : Données analytiques du profil "PC", représentatif des sols calcimagnésiques

#### e/ Sols Halomorphes. (profil "PD", Tableau I-7)

Ces sols dominent au centre de la zone d'étude (plaine de Remila). Ils s'étendent sur une superficie de plus de 35.000 ha (soit 17,8%). La salinisation de la majeure partie des sols de la plaine (près de 85%) est favorisée par l'action combinée des facteurs géologiques, topographiques et hydrologiques, d'où certains profils se caractérisent par la formation d'un horizon sodique et d'une structure dégradée. Les autres unités halomorphes comme celles situées dans la région de M'Toussa, sont profondes (> 100 cm). La texture est argileuse alors que leur structure est moyennement dégradée à dégradée.

La végétation en place est dominée par des Salsolacées et par l'espèce *Sueda* dont l'étagement et la densité reflétant le phénomène et l'importance de la salinisation des sols au niveau de cette partie de la région. Une partie de ces terres (cas de la plaine de Remila), est parfois ensemencée par des semences fourragères. Elle est laissée comme parcours. Les unités de sols les moins salinisées sont emblavées en cultures céréalières (blé dur et blé tendre, avec plus particulièrement l'orge vu son affinité au sels) en assolement avec la jachère.

##### *Données descriptives du profil représentatif (profil PD)*

- Localisation : centre de la plaine de Remila
- Coordonnées : x 285 y :835 z: 860 m
- Géomorphologie : glacis Terrasse
- Topographie : plane
- Végétation-agriculture : céréales
- Pédoclimat : xérique - thermique
- Matériau parental : argile
- inondation : à périodicité et durée aléatoirement limitante
- Drainage : très mauvais

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

- Hydromorphie : au-delà de 6cm
- Cailloux : absence
- Erosion : nulle
- Présence de sels : efflorescences salines

A : 0-15 cm

Beige foncé (10 YR 6/3) à l'état sec ; argile ; à argile limoneuse ; polyédrique subangulaire moyennement développée ; bonne porosité ; présence de taches ocres rouilles ; Efflorescences salines ; faible développement racinaire ; moyennement compact ; vive effervescence à l'HCl. Transition diffuse.

C<sub>1</sub> : 15 - 40 cm

Beige claire (10 YR 5/3) en sec à brun foncé (10YR 3/3) à l'état humide ; argile limoneuse ; modérément compact ; porosité moyenne ; taches ocre-rouilles ; amas salins ; vive effervescence à l'HCl. Transition irrégulière et diffuse.

C<sub>2</sub> : 40-100cm

Marron foncé (10YR 4/3), argilo-limoneux, structure massive, taches d'hydromorphie, porosité très faible à nulle, nombreux amas salins, très vive effervescence à l'HCl, pH alcalin.

Classification : Halomorphes à structure non dégradée, salin, modal à action de nappe (CPCS, 1967). Ce sont des Sodisols dans le système RPF (1990).

Horizon		A	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Profondeur (cm)		0 - 15	15 - 40	40 - 100
Granulométrie (%)	Argile	48,5	55	60,5
	Limon	35,5	28	26
	Sable	16,0	17	12,5
Bases échangeables (Cmol/kg)	Ca <sup>++</sup>	10,2	11,3	11,3
	Mg <sup>++</sup>	5,4	4,5	3,2
	K <sup>+</sup>	0,7	0,4	0,4
	Na <sup>+</sup>	22	23	31
	S	38,3	39,2	48,9
	T	32,5	37	49
Taux de saturation (%)		100	100	99
CaCO <sub>3</sub> total (%)		20,5	18,0	25,3
Matière organique (%)		1,4	1,1	0,7
pH eau		7,15	7,15	7,3
CE en dS/m (pâte saturée)		8,34	4,8	8,5
Sels Solubles (meq/l)	Na <sup>+</sup>	115,6	120	115,4
	Ca <sup>++</sup>	15	15	20
	M <sup>++</sup>	14	14	41
	HCO <sub>3</sub>	2	2	7
	Cl <sup>-</sup>	24	24	108
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	40	72,5	127,2

Tableau I.7: Données analytiques du profil ' PD', représentatif des sols halomorphes

## f- Sols Hydromorphes



Les excès d'eau qui caractérisent ces sols sont de diverses origines: pluviale, hydrogéologique (fluctuation et remontée de la nappe) et hydrologique (apport par des oueds qui descendent des monts limitrophes). La forme de salinisation de ces eaux est géologique. La durabilité et l'étendue des eaux est liée à l'importance de ces phénomènes comme elle est liée à d'autres caractéristiques de sols comme la profondeur, la texture et la structure et la topographie.

Sur le plan agronomique, la saturation de ces sols à texture fortement argileuse entraîne un manque en oxygène défavorable au bon développement des racines avec des modifications des propriétés mécaniques: compacité des sols perte de cohésion des agrégats, très faible porosité. Tous cela rend difficile les activités mécaniques et toutes autres possibilités culturales.

C P C S (1967)					R.P.F (1990)
CLASSE	S/CLASSE	GROUPE	S/GROUPE	Famille	
Minéraux bruts	Non climatique	érosion	Lithosols	Croûte calcaire	Lithosols
Peu évolués	Non climatique	Apport alluvial	modal	Alluvions calcaires	Fluvisols
		Apport colluvial		Colluvions calcaires	
		Apport alluvial	Vertique	Alluvions calcaires	
Vertisols	A drainage externe possible	A structure onguleuse	Vertique	Sur marne	Vertisols
			Halomorphe	Sur marne calcaire	
Calcima gnésiques	Carbonatés	Brun calcaire	Modal	Encroûtement calcaire	Calcicols
			Vertique	Sur marne	
				Alluvions calcaires	
				Marnes calcaires	
halomorphes	A structure non dégradée	Salin	Modal à action de nappe	Sur marne	Sodisols

Tableau 1.9 : Classification des sols de la zone Sud des Hautes Plaines Constantinoises

## 1.7 - Végétation et Utilisation Agricole

### - Situation agricole sur le plan régional

Dans cette région, l'agriculteur, quelque soit son caractère juridique, privé ou public semble exceller uniquement dans le domaine de la céréaliculture avec des moyens semi-traditionnelles, prétextant les difficultés d'adaptation des cultures ainsi que des conditions climatiques défavorables. Il invoque en parallèlement à cela des situations particulières ou générales, financières, de technicité et/ou de main d'œuvre, ce qui ne lui permet pas d'innover dans des modes de développement pouvant aller de pair avec les nouvelles conditions sociales locales et/ou régionales, et avec surtout, les nouvelles stratégie économiques.

Ces cultures sont menées soit en extensif soit en intensif lorsque les conditions hydriques possibilités d'exploitation de la nappe superficielle, existence de puits et de forage, oueds, seguias, etc. L'irrigation est généralement pratiquée ou devient favorable lorsque ces cultures sont pratiquées en intercalaires avec des cultures arboricoles. Les potentialités hydriques d'ailleurs limitées au niveau de cette région, constituent le facteur limitant pour de diversification des cultures avec des possibilités d'extension.

Malgré de nombreuses et fréquentes campagnes de sensibilisation des agriculteurs visant à abandonner ou à défaut de limiter ce mode de culture, l'attitude de ces derniers reste tributaire des raisons soulevées plus haut.

## **- Situation agricole sur le plan local**

---

Notre zone d'étude comprend plusieurs plaines importantes de par leur étendue et de par leur prédilection indiscutable, à la céréaliculture. Les principales plaines sont celles de: Ain Skhouna, Hamla, Timgad, Remila et Berriche. A titre d'exemple, la superficie moyenne emblavée en blé tendre, blé dur, orge et vesce avoine entre 1991 et 1993 a été de 625800 ha et ce pour dans les trois wilayates : Batna, Khenchela et Oum El Bouagui au sein desquelles s'étend la zone d'étude, (*tableau 1.10*). Toutes wilayates confondues, la superficie emblavée par la culture de l'orge, varie entre 100.110 ha et 135.820 ha, soit une moyenne de 117865 ha. Pour le blé dur, elle varie entre 46873 ha et 93303 ha, soit une moyenne de 70088 ha. La différence est de 47877 ha entre ces deux spéculations. Ceci s'explique par la rusticité de l'orge en plus de son cycle court de développement par rapport au blé ainsi que par son utilisation comme orge en vert au vu du caractère semi pastoral de la région.

Le coté semi pastoral de la région explique aussi la place occupée par les cultures fourragères dans le système de développement régional.

L'occupation des sols est en fonction des conditions climatiques et des moyens matériels et financiers. Comme elle dépend aussi de la disponibilité en semences.

Ce n'est plus comme par le passé où il était donné la priorité aux variétés locales et ou les agriculteurs prenaient à l'avance leurs dispositions en gardant de coté leurs meilleures semences pour la campagne de labours. Ce n'est plus le cas aujourd'hui, car avec les années de crise qui se suivent (mauvaise production) et les besoins qui sont de plus en plus importants au cours des années, il ne leur est plus possible de mettre de coté ce qui leur est indispensable comme semence. L'Etat les prends en charges et les approvisionne selon ses moyens et selon «selon sa propre volonté», ce qui donne aux agriculteurs une raison supplémentaire pour expliquer par là, les mauvais rendements enregistrés.

	Cultures →	Blé	Orge	Avoine	Blé	Totaux	
	Wilayates ↓						
1991	Oum El Bouagui	85310	110880	44800	28630	269620	634700
	Batna	81910	121880	1580	16000	221370	
	Khenchela	44440	96220	150	2900	143710	
1992	Oum El Bouagui	96850	97080	7390	28570	229890	615820
	Batna	91470	146590	2750	16440	257250	
	Khenchela	42430	83550	90	2610	128680	
1993	Oum El Bouagui	97750	92370	5310	30660	226090	626880
	Batna	97530	138990	2430	18810	257760	
	Khenchela	53750	85300	450	3530	143030	

Tableau 1.10 : Evolution des superficies (ha) emblavées en céréales, dans les wilayas de Oum El Bouagui, Khenchela et Batna 1991 à 1993-.

## - Végétation naturelle

La végétation naturelle est limitée dans son recouvrement ainsi que dans sa diversification dans l'espace. Elle est spécifiquement liée aux caprices du climat, au substrat 'sol' ainsi qu'à la géomorphologie du terrain. L'*Artemisia campestris* occupe les positions basses (dayas, terrasses) et les glacis intermédiaires. Dans les terres touchées par la salinité, les plantes halophytes (*Sueda*, *Salsola*, *Artemisia*) occupent des espaces par degré d'affinité aux sels (HALITIM, 1971). La sélection des espèces et leur répartition sur les terrains salés, sont déterminées par le régime du salant. Cette végétation exprime donc à la fois une salure et une toxicité moyenne globale du milieu (GAUCHER et al. 1974). Dans les sols calcaires, on rencontre des plantes dites calcicoles (*Stipa Tenacissima*, *Artemisia*, *Helianthemum*, etc). Cette diversification est liée à la transition saisonnière qui est brutale généralement (période printanière courte) et limite ainsi le recouvrement. D'après GAUCHER et al. (1974), elle exprime l'ensemble des conditions qui déterminent en cours d'année et sur un sol donné, les variations de nature et de degré pédogénétiques des différentes associations des sols de la zone d'étude. En conclusion de ce paragraphe sur l'étude des principales formations de sols de notre zone d'étude (Sud des Hautes Plaines Constantinoises), il ressort une dominance très caractérisée des unités calcimagnésiques suivie de celles halomorphiques. Ces derniers avec leur nature chimique ainsi que leurs caractères morphologiques et leurs comportements physico-chimiques et hydriques particuliers, entraînent la formation d'une couverture végétale typiquement halophyte avec des conséquences sérieusement contraignantes sur le choix du développement agricole et la de mise en valeur des terres. L'excès de calcaire constitue aussi un problème multidimensionnel, physiologique, biologique, physique et chimique. Les niveaux compacts à de faibles profondeurs constituent une contrainte importante pour le développement racinaire. L'hydromorphie combinée avec L'halomorphie touche près de 60.000 ha des terres de la zone d'étude. Cet état de fait diminue du point de vue spatial, les potentialités agricoles des terres. S'ajoutent a cela, les caractéristiques climatiques de la région qui sont de contraintes aléatoires, obligeant les agriculteurs à s'orienter vers la monoculture. Cette dernière favorise avec le temps, la fatigue les sols et affaiblit leur capacité à supporter parfois même ces cultures.

# CHAPITRE -2- PHYSIOGRAPHIE DES PLAINES CEREALIERES

## 2.1 - Introduction

Notre zone d'étude (*figure II.1 sur fond de carte michelin*) comprend de nombreuses plaines céréalières avec les plus importantes tant sur le plan spatial et qu'agro-économique : la plaine de Rémila au Centre-Nord et la plaine de Berriche au Nord-Est.



*figII-1. Situation des stations (sur fond de carte Michelin).*

1- Plaine de Remila ; 2- Plaine de Berriche, 3- Station Ain Skhouna ; 4- Station de Hamia ; 5- Station de Timgad ; 6- Station de Kais.

Echelle : 1 : 1.000.000<sup>e</sup>

Seule la plaine de Remila aura bénéficiée durant ces trois dernières décennies, d'enveloppes budgétaires importantes entrant dans le cadre de la politique de développement agricole de cette région. La priorité des actions a été donnée à l'évaluation et à l'estimation des ressources en eau souterraines de la région et ce par des études avec réalisations d'un nombre importants de forages avec leur équipement nécessaire. Environ 30 forages ont été réalisés à ce jour dont 24, sur la seule plaine de Rémila. Parallèlement à cela, ont été réalisées et sont en phase de réalisation actuellement des études agropédologiques localisées et d'un seul tenant délimitant de petits périmètres.

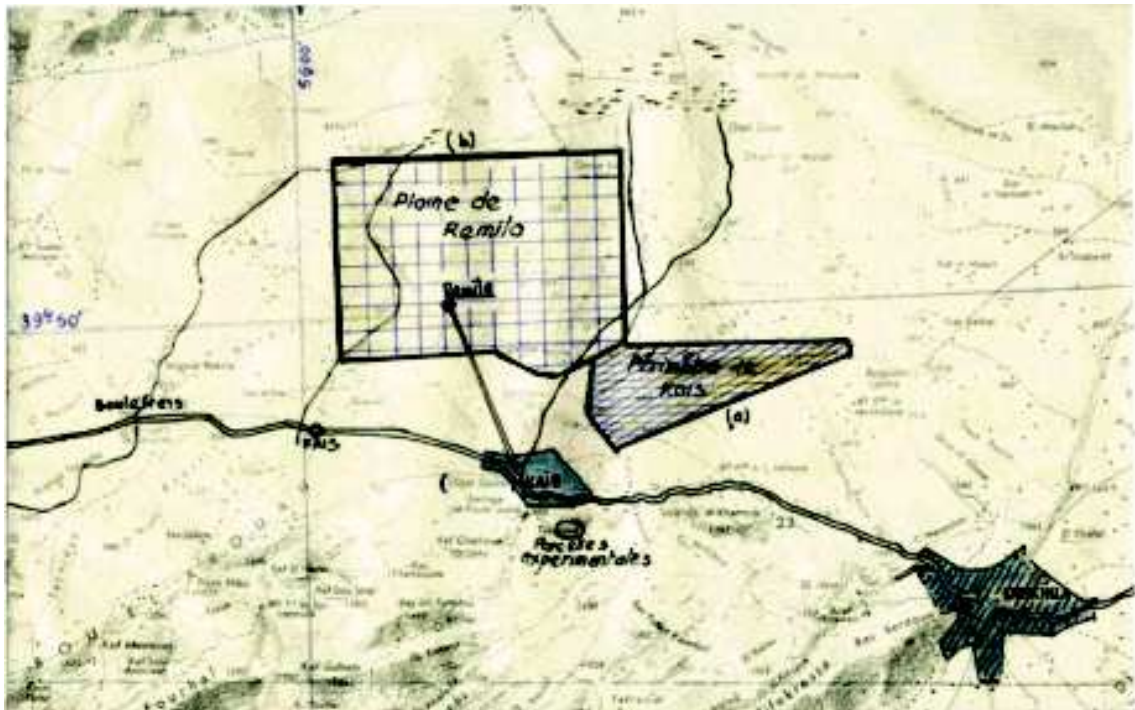
Au même titre que la plaine de Rémila, la plaine de Berriche à été elle aussi au centre de préoccupations et de considérations agronomiques et économiques locales que régionales.

En effet elle à fait l'objet de plusieurs études agro-pédologiques, avec une couverture globale que focalisée sur des plages en vue de leur mise en valeur en irrigué. La contrainte principale à des actions de mise en valeur en irrigué plus importantes, semble dominer au niveau de cette région dont les potentialités en eau connues à ce jour sont insuffisantes. Les autres plaines céréalières, réparties le long de la zone d'étude et non moins importantes du point de vue étendue sont : Ain Skhouna au Nord-Ouest, Hamla à l'Ouest, Timgad au Sud et le périmètre de Kais au Sud-Est. Elles présentent des potentialités agricoles pouvant être exploitées dans le cadre du développement agricole et socio-économique de la région. L'intérêt porté pour l'ensemble de ces plaines relève de considérations agronomiques auxquelles nous espérons des implications positives socio-économiques larges. Au vu de cela, nous avons retenu les plaines de Rémila et de Berriche en tant que plaine céréalières de référence, les autres plaines ont été retenues pour servir de station d'essais pour l'étude du comportement des nos céréales choisies. Ce volet portera donc sur la caractérisation pédoclimatique des plaines afin de déterminer leurs niveaux potentiels pour les céréales et leur durabilité productive.

## 2.2 - Milieu Physique de la Plaine de Remila

### 2.2.1 - Localisation

La plaine de Remila, telle représentée sur fond de carte topographique s'étale sur environ, 19600ha. Elle se confond avec la commune administrative de Rémila dont la superficie est légèrement plus importante. Elle est limitée au Nord par Ain Zitoun (wilaya d'Oum El Bouagui), à l'Ouest par Fais (wilaya de Khenchela) et Chemora (wilaya de Batna), au Sud par Kais (wilaya de Khenchela) et à l'Est par El Hamma (wilaya de Khenchela), (figure II.2).



*Fig II.2 : Situation sur fond topographique du périmètre de Kais (a) et de la plaine de Remila (b) Echelle : 1 : 200.000*

## 2.2.2 - Géologie et géomorphologie

---

La plaine de Remila se présente comme une vaste dépression comblée de dépôts néogènes recouvrant les formations du Miocène marin. Entre ces formations s'est érigé un important dépôt continental d'argiles rouges, gypseuses dont la couche est liée à une reprise par l'érosion à la fin du Pliocène, érosion qui se poursuit actuellement (AISSOUG, 1973). Les affleurements sont constitués par des marnes gréseuses et des bancs de grès reposant directement sur le conglomérat de base.

Au Sud, le relief est plat alors qu'au Nord-Nord-Est nous avons des glacis de colline à pseudo-sables ayant pour origine la déflation éolienne et au Sud-Est, des accumulations calcaires en sub-surface sous forme d'encroûtement généralisé. Au Nord-Nord-Est, s'étend l'importante dépression de Garâat-Tarf, où s'accumulent les eaux salinisées, et qui se juxtapose avec les terres de Ain Zitoun au Nord, El Hamma au Sud-Ouest, Baghai au Sud-Est, M'toussa au Sud-Est-Est, F'kirina au Nord Est et Oued Nini au Nord-Est-Est.

## 2.2.3 - Hydrologie et hydrogéologie

---

### -Hydrologie

La plaine de Remila est limitée à l'Ouest et au Nord par l'oued Boulefreis. Elle est traversée au centre par l'Oued Tazouaouit et au Nord-est par l'Oued Remila et l'oued Mârouf, qui se scindent de l'oued Gueis. Tous ces oueds qui descendent des contreforts Nord-est des Aurès sont à écoulement permanent à semi permanent selon les saisons. Les eaux drainées sont déversées dans l'imposante Garat Tarf.

### -Hydrogéologie

L'étude réalisée par la C.G.G (Compagnie Générale de Géophysique, 1970) décrit l'existence de deux principales nappes situées, l'une au-delà de 50 m et l'autre entre 2 et 10 m selon les fluctuations saisonnières

Le réseau aquifère qui s'est formé durant le Miocène et le Quaternaire est constitué de galets et de graviers. Il est exploité par plus de 23 forages jusqu'en 1990, actuellement le nombre dépasse les 30 forages.

La température des eaux est de 15° à 18°C durant l'hiver, le pH est alcalin (7,6 à 8,2). La périculosité saline de la plupart des eaux des forages qui est classée C<sub>1</sub>-S<sub>1</sub>, est favorable comme eau potable comme elle l'est pour l'irrigation. La non exploitation de certains d'entre eux s'explique par de multiples raisons: non potabilité, financières et foncières. L'alimentation en eau potable est assurée surtout grâce aux centaines de puits superficiels.

## 2.2.4 - Climat

---

### 2.2.4.1- Climat régional

### - Pluviométrie

Avec une moyenne pluviométrique de 430 mm sur 22 ans (1971-1992) enregistrée au niveau de la station climatologique de Foug El Gueis (*voir tableau 1.2*), la plaine de Remila se place entre deux espaces potentiels agricoles, l'un à haute potentialité agricole et l'autre à faible potentialité agricole (*voir tableau 1*). La répartition saisonnière est très aléatoire. Elle est de 112 mm en automne, 100 mm en hiver, 152 mm au printemps et 66 mm en été.

Si on considère la période labours-semences, qui est généralement entamée vers la mi-novembre soit après les premières chutes de pluies et si on considère la période humide qui est de 7 à 8 mois environ (d'après les données pluviométriques et thermiques relevées dans les *tableau 1.1 et 1.2 et le graphe 1.5b*), nous comptabilisons des disponibilités en eau pluviale estimées approximativement à 363 mm. Cette valeur est relativement acceptable surtout si elle est bien répartie durant la période de croissance des cultures céréalières.

### -Température

Avec une température moyenne annuelle de 14°C, valeur que nous considérons comme modérée et une somme des températures comprise entre 1800°C et 2500°C, durant la période humide, Remila se placerait à la limite maximale extrême des besoins optimums en chaleur nécessaire aux cultures céréalières, besoins étant estimés à 2350°C (VILAIN, 1987).

#### -Autres facteurs climatiques

- L'humidité relative moyenne avec 58,7% (sur les 5 années de notre étude) peut être considérée comme faible même si cela caractérise bien le climat de cette région semi-aride. Le maximum de 72% atteint en hiver reste bas pour cette saison sensée enregistrer une hygrométrie plus importante.
- Les vents dominants sont moins violents et ne dépassent pas une moyenne de 20km/h. La vitesse moyenne enregistrée durant les 5 années de notre étude est de 1,8m/s. Ils sont sans contrainte pour les cultures.
- Les aléas climatiques comme la grêle ou le sirocco sont très néfastes sur la productivité et les rendements des céréales. Leur passage au niveau de la région et qui semble être régulier durant ces dernières décennies, empruntant des couloirs bien connus, coïncide généralement avec les stades floraison à début maturité des cultures céréalières.
- Classification du climat régional

Le climat de la plaine de Remila a été classé (ZOUOU, 1991), en utilisant les deux méthodes, de "*De détermination du bilan hydrique et de classification du climat*" de Papadakis et "*De classification du régime climatique*" de Thornthwaite il ressort respectivement de ces méthodes que le groupe climatique de la plaine de Remila est du type «6931 avens Oryza Maize méditerranéen (6931 av. OM.Me) avec des convenances particulières pour les céréales d'hiver. Ce climat présente un régime d'humidité méditerranéen sec et un régime des températures du type continental semi-aride méditerranéen avec une saison sèche qui débute du mois de juin jusqu'au mois d'octobre

### 2.2.4.2 - Climat durant les campagnes agricoles 1992/1996

#### 2.2.4.2.1- Caractérisation du climat

Pour caractériser le climat durant les 5 années agricoles (1991/92 à 1995/96), nous avons tenu compte des valeurs décadaires moyennes : pluviométriques (Pmm), thermiques (T°C), d'humidité relative moyenne (HR %), de vitesse des vents (Vm/s) et d'insolation (I) (voir annexe 1 tableau des données décadaires, année par année)).

Il apparaît que:

i - Malgré une moyenne des pluies avoisinant les 443 mm durant ces 5 années, moyenne proche des exigences optimales des céréales en sec, leur irrégularité interannuelle - avec un minimum de 286 mm en 1993/94 et un maximum de 633 mm en 1995/96 (figure II.3) ne peut qu'expliquer la moyenne des rendements qui n'est alors que faible.

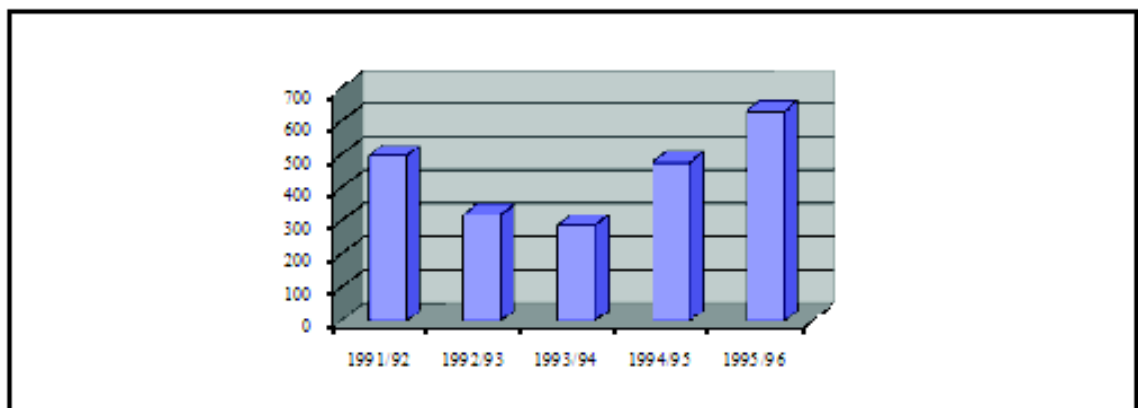


Fig.II.3- Répartition des pluies annuelles entre 1991/92 et 1995/96- Rémila

ii- Comme nous avons enregistré aussi des irrégularités inter décadaires très caractérisées qui se caractérisent par des pics maximums (27,6 mm lors de la 2<sup>ème</sup> décennie de mars) et des pics minimums (1,4mm lors de la 1<sup>ère</sup> décennie de juillet) (figure II.4).

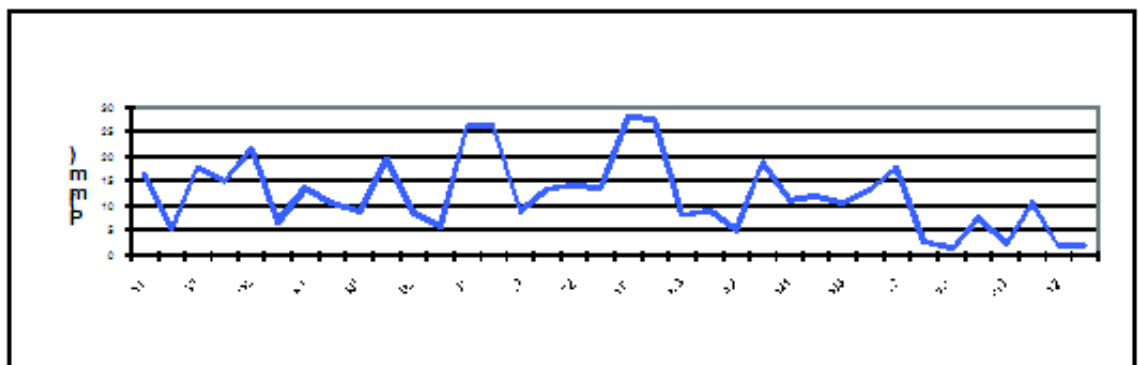


Fig II.4: Courbe des pluies moyennes décadaires (1992-1996) –Rémila

iii - La température moyenne qui est de 14,9°C caractérise les régions semi-arides. La plus basse température est enregistrée en hiver avec 5,5°C en janvier, alors que la plus haute valeur est enregistrée en été avec 27,5°C. Le maximum absolu a atteint les 45°C, alors que le minimum absolu est de -2°C.

iv - D'après le diagramme ombrothermique pour les 5 années agricoles (figure II.5), nous avons une période humide de 110 jours (de la 1<sup>ère</sup> décennie de janvier à la fin de la 2<sup>ème</sup> décennie de mars). Les périodes humides interannuelles qui sont très irrégulières,



cumulant 240j en 1991/92 et 1995/96 à 120j en 1993/94, soit une moyenne de 172 jours (tableau II-1), sont très significatives du caractère fortement aléatoire des pluies.

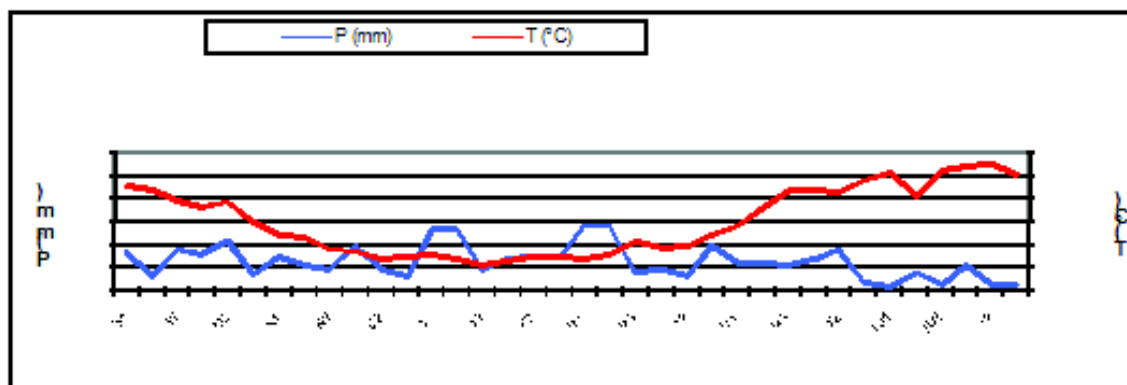


Fig.II.5: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour la région de Rémila -(1992-1996)

Années agricoles	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	
→						
Durée (jours)	240	140	120	240	120	172
Période	Oct-Mai	Nov-Mars	Déc-Mars	Nov-Juin		
Températures (°C)	13,0	16,1	16,1	15,7	14,2	15,02
Pluviométrie (mm)	497	622	287	476	633	503

Tableau II.1: Durée des périodes humides dans la plaine de Rémila et correspondance avec les pluies et les températures moyennes de 1992 à 1996

La plaine de Remila semble être au gré d'un relatif caprice climatique traduit par des irrégularités pluviales inter-décadaires et interannuelles.

Les durées de périodes humides vont de 120j à 240j, selon les pluies enregistrées. Les moyennes mensuelles minimisent quelque peu ce caractère aléatoire, ce qui nous a permis d'enregistrer une période humide d'une durée moyenne de 210jours. Elle est supérieure de 38j, par rapport à celle qui se dégage des valeurs décadaires. Comme il est confirmé aussi un climat à deux périodes, l'une sèche et chaude et l'autre humide et froide, approximativement de 6 mois chacune. Les périodes de transition entre ces deux périodes sont très courtes et ne cumulent pas les 30 jours.

#### 2.2.4.2.2 - Etude du bilan hydrique 1992/1996

##### - Eléments du bilan hydrique

##### i - L'évapotranspiration potentielle

La notion d'évapotranspiration potentielle (ETP) à été initialement introduite en 1948 par le climatologue américain Thornthwaite et par Penman, suivis par Blaney et Criddle en 1950, Turc en 1961). Tous ces auteurs ont proposés des méthodes plus ou moins adaptées à des conditions spécifiques.

Pour BROCHET et al, (1977), L'ETP peut représenter la limite vers laquelle tend l'évaporation d'un couvert végétal dense qui ne souffre d'aucune restriction en eau.

L'intérêt pratique des échanges hydriques au niveau de la plante réside essentiellement dans leurs incidences sur l'élaboration de matière sèche et par conséquent sur le niveau de la production végétale (BROCHET et al, 1977), (VILAIN, 1987).

Dans nos calculs de l'ET<sub>o</sub>, nous avons opté pour la méthode Penman modifiée dans le sens proposé par DOORENBOS et PRUITT (FAO,1977) et par FRERE et POPOV (1979) in VERHEYE (1989). L'équation de calcul pour la détermination de l'Evapotranspiration de référence (ET<sub>o</sub>) s'écrit comme suit:

$$ET_o = C \cdot [w \cdot r_n + (1 - w) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d)]$$

- C : Facteur de compensation entre les conditions atmosphériques de jour et de nuit
- W : Facteur d'ajustement lié a la température
- R<sub>n</sub> : Rayonnement net (en mm d'ETP / j)
- F(u) : Fonction liée à l'effet du vent
- (e<sub>a</sub> – e<sub>d</sub>) : Différence entre la pression de vapeur saturante et la pression de vapeur ambiante

VERHEYE(1989), traduit l'évapotranspiration potentielle comme étant la consommation en eau standardisée. Elle est ajustée ensuite aux conditions spécifiques des cultures étudiées, par l'introduction du facteur cultural K<sub>c</sub> qui en traduisant le développement cultural diffère alors selon les espèces végétales et les variétés.

L'équation générale prend la forme suivante :

$$ET_c = K_c \cdot ET_o$$

Les valeurs de K<sub>c</sub> que nous proposons pour chacun des stades phenologiques du blé dur et orge (DOOREMOS and KASSAM, 1979 in SYS et al, 1991, VILAIN,1987) en rapport avec la dénomination des stades (SYS et al.,1993) sont les suivantes :

- K<sub>c</sub> = 0,3 (stade initial = couverture végétale <10% )
- K<sub>c</sub> = 0,7 (stade de développement = couverture végétale de 70% a 80%)
- K<sub>c</sub> = 1,05 (stade mi-saison)
- K<sub>c</sub> = 0,65 (phase de saison ou de maturité)

Pour l'estimation de L'ET<sub>o</sub> durant les différentes périodes et durant les stades végétatifs, nous avons introduit les valeurs décadaires des paramètres climatiques P(mm), T(°C), HR(%), V(M/s) et Insolation dans le logiciel CROPWAT.

#### **ii- Période de croissance**

- *La période de croissance*, en terme de développement, correspond à la période dans l'année où les conditions d'énergie/température et d'humidité ne limitent pas le développement normal de la plante.

La période de croissance qui en découlera de nos calculs du bilan hydrique correspondra alors à la période de l'année où P>0,5ETP, prolongée par le temps nécessaire pour consommer une réserve d'eau accumulée (R<sub>s</sub>) dans le sol provenant des réserves excédentaires.

Un travail de modélisation effectué dans le cadre du projet relatif aux zones agro-écologiques du monde (FAO, 1978 in VERHEYE, 1989) a démontré que cette période de croissance, telle définie, peut facilement être évaluée à partir d'un modèle de bilan hydrique comprenant précipitations (P), évapotranspiration potentielle (ETP) et régime de température (figure II.6).

La période pré-humide, c'est à dire de germination et de développement végétal initial, correspond au temps où :  $0,5ETP \leq P \leq ETP$ .

La période humide, correspond à la période pendant laquelle il y a excédent de précipitation par rapport à l'évapotranspiration potentielle ( $P > ETP$ ). Cette période permet de remplir la réserve en eau et de répondre aux exigences complètes de l'évapotranspiration des plantes.

La période post-humide correspond à la période de fin des pluies avec puisement par la plante de l'eau emmagasinée par le sol. Elle est décroissante avec la baisse ou l'arrêt des chutes de

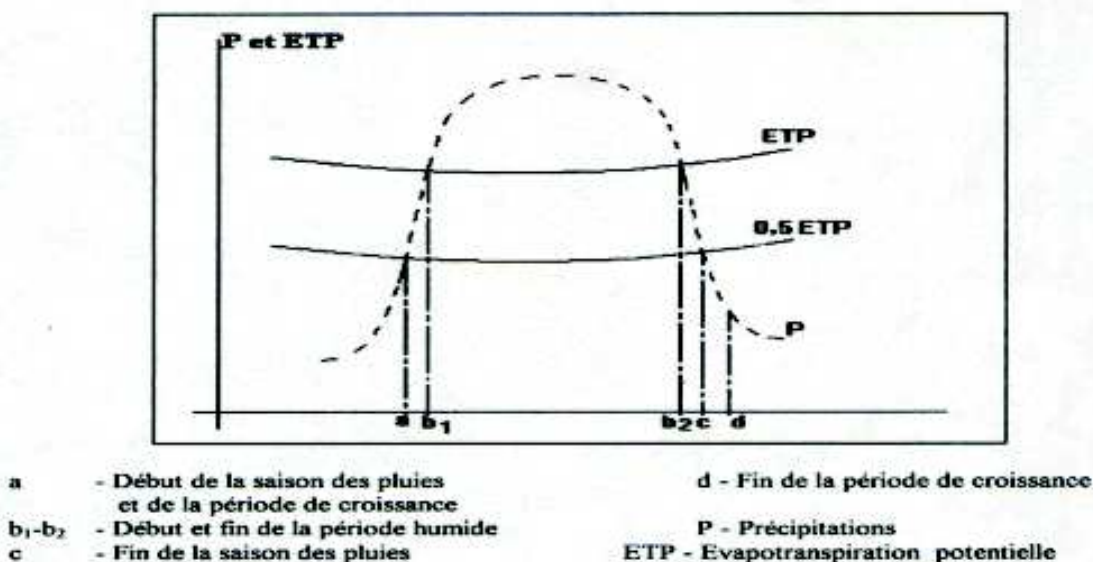


Fig. II.6 : Nature et subdivisions schématiques d'une période de croissance normale (FAO. 1978). (Verheyne 1990a)

pluies et avec le puisement de plus en plus important des réservoirs d'eau du sol. Ces réserves prolongent la durée de la période de croissance.

Pour la détermination de la période de croissance, VERHEYE (com. pers.), a considéré toutes les périodes non interrompues par des périodes sèches critiques, équivalentes à une succession de trois décades et où la pluviométrie est inférieure à 0,5Etc.

Dans le notre cas, les variétés étudiées étant locales et rustiques d'une part, et compte tenu de la réalité du terrain qui permet une résistance prolongée de la culture vis à vis du stress hydrique d'autre part, nous avons considéré possible la prolongation de la période de résistance est d'adaptation physiologique de nos cultures à 4 décades.

### iii- Humidité du sol

L'humidité d'un sol dont dépend le régime hydrique n'est pas statique car elle évolue dans le temps. Cette évolution dépend de l'action combinée de facteurs climatiques et édaphiques de station.

Le facteur climat (combinant la pluie et la température) nous permet de déterminer l'évapotranspiration de la culture et du sol.

Le facteur sol (combinant la texture/structure et la profondeur) permet de déterminer la réserve utile (RU), la réserve facilement utilisable (RFU), la capacité au champ (Hc) ainsi que son profil hydrologique en profondeur (BROCHET et al.,1975)

Comme toute production potentielle maximale d'une culture n'est atteinte qu'en régime ETM lequel dépend de la demande climatique de l'atmosphère et du coefficient cultural, il est important pour cette culture de connaître le rapport ETM/ETP à chaque étape de son développement afin d'estimer les besoins hydriques à consommer.

Pour nos calculs nous avons admis ce qui suit: RU = 100mm; RFU = 40mm (ce qui implique une réserve de survie  $R_s$  équivalent à 60mm). Une fois atteinte, la réserve utile, ou réserve retenue dite "réserve d'eau accumulée dans le sol" on dit que le sol a atteint sa capacité au champ. L'excès d'eau percole alors en surface.

- Calculs et interprétation du bilan hydrique

Les tableaux qui suivent dans cette partie du chapitre mettent en évidence le bilan hydrique par décade des cultures céréalières (blé dur et orge) durant les 5 années agricoles (1991/1992-1995/1996), dans les différentes stations climatiques.

Une étude synthétique des valeurs des tableaux nous permet de constater que:

- L'ETc est en général largement supérieure à la pluviométrie. Elle passe du double, en 1ère et 4ème année, au triple en 2ème et 3ème année. Malgré une bonne pluviométrie avec 673mm durant la 5ème année, l'ETc qui est de 788mm lui est sensiblement supérieure.

- Toutes années confondues, la moyenne de l'évapotranspiration (ETc) est de 820mm contre une pluviométrie (P) de 450mm soit un déficit de près de 370mm.

- La fraction de la réserve facilement utilisable (kRFU) oscille entre zéro (valeur en dessous de laquelle on bascule vers des périodes ayant un déficit d'alimentation aléatoire), et des valeurs maximales variables, expliquées par les paramètres de sols.

Pour une meilleure appréciation avec explication des rendements annuels des cultures dans chacune des stations nous avons jugé opportun de présenter ici les résultats du bilan hydrique par année (*tableau II-2a ,b, c, d, e voir graphes a,b,c,d,e en annexe* ). Partant de ces calculs il nous sera possible de dégager les périodes de croissance théoriques annuelles respectives selon le modèle FAO. Ces périodes feront l'objet par la suite, d'une comparaison avec les périodes relevées sur le terrain.

Il ressort de ces tableaux ce qui suit:

- Lors de la 1<sup>ère</sup> année la Réserve maximale en début de saison ne dépasse pas les 30mm. La moyenne par décade étant inférieure à 10 mm, soit moins de 1 mm/j. Au-delà de cette période la moyenne de cette réserve passe à environ 27 mm soit près de 2,7mm/j.

Les déficits cumulés sont aléatoires et s'étalent sur deux décades en période de levée, période pendant laquelle ils sont relativement importants (26,66mm) à trois décades en période de tallage, période durant laquelle ils sont moyennement importants (12,12mm). Durant les autres phases les réserves du sol qui varient entre 10 ,3mm et 31mm sont

insuffisantes mais permettent à la culture de se maintenir. L'incidence sur les rendements des cultures sera sans aucun doute, fortement négative.

*La période de croissance qui en découle débute de la première décennie de septembre jusqu'à la 2<sup>ème</sup> décennie de juin (soit 290 jours)*

- La 2<sup>ème</sup> année est fortement marquée par la sécheresse. Le remplissage du sol ne débute qu'à la mi-décembre jusqu'en février avec une réserve utile inférieure à 25 mm par décennie. Au-delà de cette période, le déficit d'alimentation cumulé (DAC) augmente et avoisine les 32mm / décennie.

Les déficits cumulés sont aléatoires et s'étalent sur des séries de deux décennies enregistrant des déficits cumulés allant de 23,6mm à 36,66mm. Elles sont espacées par des décennies d'alimentation des réserves variant entre des valeurs faibles à des valeurs relativement insuffisantes car coïncidant avec des phases importantes comprises entre le tallage et la maturation. Ces conditions hydriques ne permettent pas aux cultures de se maintenir car elles sont très aléatoires et faibles avec cela. Les rendements seront sans contexte faibles.

*La période de croissance est de 190j, de Nov.2 à Mai.2.*

- Durant la 3<sup>ème</sup> année, le remplissage du sol commence dès décembre et se prolonge jusque vers la mi-mars. Sa réserve utile est aléatoire et varie de façon successive entre un minimum de 2,34mm et un maximum de 61 mm correspondant avec les phases levée à fin tallage-début montaison. Au-delà de cette période les déficits cumulés sont de plus en plus importants et coïncident avec le reste des phases de développement, atteignant les 87mm-e qui correspond avec la phase maturation de l'orge, et 150mm-ce qui correspond avec la maturation du blé. Par conséquent les rendements ne peuvent qu'être très faibles durant cette année.

*La période de croissance commence dès la 3ème décennie de novembre (N3) jusqu'à la 2ème décennie de mars (M2), soit 120j.*

- Durant la 4<sup>ème</sup> année, les importants orages de novembre et de janvier ont permis par deux fois le remplissage du sol. Entre ces deux périodes nous avons eu des interruptions prolongées par des séries de 4 décennies sèches durant lesquelles le déficit a atteint les 36,8mm correspondant avec la phase levée et 92 mm, ce qui est important car correspondant avec la phase tallage dont les besoins sont importants. Durant les autres périodes les réserves qui restent malgré tout aléatoires (entre 5mm et 75,16mm) peuvent toutefois permettre aux cultures (rustiques) de se maintenir.

*La période de croissance se précise à partir de mars à début juin, avec 130j.*

- Durant la 5<sup>ème</sup> année, l'irrégularité pluviale (avec une moyenne de 7mm/décennie) commence au début de la saison agricole. Elle est vite interrompue par d'importantes pluies prolongées jusqu'à la fin de la saison. Ce qui a permis au sol d'arriver à saturation maximale durant 4 décennies. Les pluies de début de saison ont été bénéfiques pour l'ameublement du sol et la préparation du lit de semence.

Les seules périodes où nous avons enregistré des déficits cumulés (sur 7 décennies successives) importants (de 26,26mm à 97,26mm ) correspondent avec la période des semis à la phase levée qui sera perturbée et retardée sans aucun doute. Au-delà de cette période les réserves du sol sont de plus en plus importantes entraînant la saturation du sol sur une période successive de 5 décennies correspondant avec la phase tallage à début

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

montaison. L'impact sur le développement des cultures ne peut qu'être bénéfique avec des rendements conséquents, bons.

La période de croissance ( $P > 0,5Etc$ ), s'est étalée sur 17 décades soit 170j (début décembre à mai 2). Pour la culture du blé dur, celle ci peut être prolongée jusque vers fin juin car le sol contient une quantité d'eau potentiellement utile.

	(a) 1991-1992						(b) 1992-1993					
	p	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC	p	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
S1	37.80	0.80	18.96	9.48	18.84		S1	2.50	0.80	20.00	10.00	
S2	6.60	0.80	20.80	10.40	4.64		S2	0.00	0.80	24.40	12.20	
S3	12.00	0.80	27.60	13.80		10.96	S3	14.50	0.80	35.68	17.84	
O1	40.30	0.80	27.28	13.64	13.02		O1	4.10	0.80	29.76	14.88	
O2	36.00	0.80	22.24	11.12	26.78		O2	32.30	0.80	46.32	23.16	
O3	14.40	0.80	24.16	12.08	17.02		O3	1.50	0.80	36.24	18.12	
N1	0.00	0.80	22.56	11.28		5.54	N1	6.00	0.80	25.60	12.80	
N2	0.00	0.80	21.12	10.56		26.66	N2	45.50	0.80	29.20	14.60	16.30
N3	30.40	0.80	17.76	8.88	12.64		N3	0.50	0.80	25.76	12.88	8.96
D1	21.50	0.80	11.20	5.60	22.94		D1	3.00	0.80	17.52	8.76	23.50
D2	2.40	0.80	8.40	4.20	16.94		D2	36.50	0.80	9.68	4.84	26.80
D3	11.60	0.80	9.28	4.64	9.26		D3	0.00	0.80	7.44	3.72	19.40
J1	0.00	0.80	8.32	4.16	0.94		J1	16.30	0.80	7.36	3.68	28.30
J2	6.80	0.80	10.24	5.12		2.50	J2	4.60	0.80	10.16	5.08	22.80
J3	32.30	0.80	14.88	7.44	17.42		J3	8.30	0.80	14.40	7.20	16.70
F1	0.70	0.80	19.04	9.52		0.92	F1	9.80	0.80	17.76	8.88	8.70
F2	24.70	0.80	24.32	12.16		0.54	F2	0.00	0.80	22.80	11.40	14.10
F3	10.00	0.80	21.68	10.84		12.12	F3	0.00	0.80	22.48	11.24	36.60
M1	61.00	0.80	18.80	9.40	42.20		M1	26.50	0.80	21.04	10.52	5.46
M2	2.10	0.80	18.24	9.12	26.06		M2	1.50	0.80	24.24	12.12	17.30
M3	18.90	0.80	19.28	9.64	25.66		M3	21.90	0.80	20.88	10.44	1.02
A1	18.90	0.80	14.56	7.28	30.00		A1	0.00	0.80	20.32	10.16	19.30
A2	6.20	0.80	11.20	5.60	25.00		A2	0.00	0.80	12.32	6.16	31.60
A3	13.00	0.80	11.36	5.68	26.64		A3	17.10	0.80	15.52	7.76	1.58
M1	5.50	0.80	9.36	4.68	22.78		M1	22.60	0.80	15.84	7.92	8.34
M2	6.00	0.80	18.48	9.24	10.30		M2	23.80	0.80	19.68	9.84	12.50
M3	47.50	0.80	27.04	13.52	30.99		M3	0.00	0.80	35.36	17.68	22.90
J1	5.10	0.80	23.28	11.64	12.81		J1	0.50	0.80	40.16	20.08	62.60
J2	3.00	0.80	25.68	12.84		9.87	J2	1.50	0.80	40.32	20.16	101.00
J3	0.00	0.80	27.60	13.80		37.47	J3	0.00	0.80	52.40	26.20	154.00
JU1	6.00	0.80	35.20	17.60		66.67	JU1	0.00	0.80	55.60	27.80	209.00
JU2	1.30	0.80	33.84	16.92		99.21	JU2	14.90	0.80	43.44	21.72	
JU3	1.90	0.80	29.12	14.56		126.43	JU3	0.00	0.80	38.24	19.12	
A1	23.00	0.80	19.60	9.80	3.40		A1	4.20	0.80	35.36	17.68	
A2	0.00	0.80	21.52	10.76		17.92	A2	0.50	0.80	31.76	15.88	
A3	0.00	0.80	21.44	10.72		39.36	A3	1.40	0.80	23.60	11.80	

Tableau II.2a et b : Bilan hydrique de l'orge et du blé dur- Remila

**CHAPITRE -2- PHYSIOGRAPHIE DES PLAINES CEREALIERES**

(c) 1993/1994

(d) 1994/1995

	p	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC		p	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
S1	11.00	0.80	26.40	13.20			S1	7.70	0.80	20.08	10.04		
S2	2.50	0.80	29.04	14.52			S2	1.20	0.80	28.16	14.08		
S3	5.10	0.80	30.00	15.00			S3	20.70	0.80	34.80	17.40		
O1	0.00	0.80	36.00	18.00			O1	18.20	0.80	31.04	15.52		
O2	0.00	0.80	44.56	22.28			O2	18.40	0.80	30.00	15.00		
O3	15.50	0.80	25.68	12.84			O3	0.50	0.80	30.64	15.32		
N1	12.90	0.80	31.04	15.52			N1	49.30	0.80	24.00	12.00	25.30	
N2	1.50	0.80	20.16	10.08			N2	0.00	0.80	20.64	10.32	4.66	
N3	9.00	0.80	15.68	7.84			N3	0.00	0.80	20.32	10.16		15.66
D1	61.30	0.80	11.84	5.92	49.46		D1	2.00	0.80	11.20	5.60		24.86
D2	0.00	0.80	11.92	5.96	37.54		D2	5.50	0.80	12.24	6.12		31.60
D3	10.80	0.80	7.76	3.88	40.58		D3	10.10	0.80	15.28	7.64		36.78
J1	16.90	0.80	11.20	5.60	46.32		J1	45.80	0.80	22.64	11.32	23.16	
J2	25.00	0.80	10.56	5.28	60.76		J2	13.00	0.80	29.28	14.64	6.88	
J3	3.50	0.80	13.84	6.92	50.42		J3	0.00	0.80	26.72	13.36	0.00	19.84
F1	17.30	0.80	17.92	8.96	49.80		F1	0.00	0.80	30.16	15.08	0.00	50.00
F2	10.30	0.80	24.00	12.00	36.10		F2	0.00	0.80	27.28	13.64	0.00	77.28
F3	0.00	0.80	33.76	16.88	2.34		F3	7.60	0.80	22.32	11.16	0.00	92.00
M1	0.00	0.80	20.72	10.36		18.38	M1	19.40	0.80	14.64	7.32	4.76	
M2	42.20	0.80	18.56	9.28	23.64		M2	40.60	0.80	12.32	6.16	33.04	
M3	0.00	0.80	21.28	10.64	2.36		M3	0.00	0.80	10.80	5.40	22.24	
A1	6.10	0.80	14.48	7.24		6.02	A1	5.20	0.80	11.68	5.84	15.76	
A2	2.70	0.80	13.12	6.56		16.44	A2	16.30	0.80	14.72	7.36	17.34	
A3	3.00	0.80	12.88	6.44		26.32	A3	13.90	0.80	17.20	8.60	14.04	
M1	11.20	0.80	17.60	8.80		32.72	M1	6.10	0.80	28.96	14.48	0.00	8.82
M2	0.00	0.80	25.92	12.96		58.64	M2	0.00	0.80	32.00	16.00	0.00	40.82
M3	4.80	0.80	33.92	16.96		87.76	M3	0.00	0.80	33.60	16.80	0.00	74.42
J1	0.00	0.80	33.28	16.64		121.00	J1	61.60	0.80	31.68	15.84	29.92	
J2	3.00	0.80	34.64	17.32		152.70	J2	68.80	0.80	23.12	11.56	75.16	
J3	0.00	0.80	42.80	21.40		195.50	J3	0.00	0.80	26.24	13.12	49.36	
JU1	0.00	0.80	46.40	23.20		241.90	JU1	1.00	0.80	24.08	12.04	26.28	
JU2	0.00	0.80	41.68	20.84			JU2	17.30	0.80	21.28	10.64		
JU3	9.00	0.80	36.08	18.04			JU3	0.30	0.80	28.80	14.40		
A1	2.00	0.80	31.36	15.68			A1	18.80	0.80	33.68	16.84		
A2	0.00	0.80	38.72	19.36			A2	5.30	0.80	36.96	18.48		
A3	0.00	0.80	27.20	13.60			A3	3.40	0.80	35.04	17.52		

*Tableau II.2c et d : Bilan hydrique de l'orge et blé dur –Remila*

**- Conclusion**

Il ressort, en conclusion de cette étude sur le bilan hydrique que :

- Les périodes humides sont interrompues par de périodes prolongées sans pluie affectant le régime hydrique du sol. Ce manque en eau intervient particulièrement durant les stades importants de croissance du blé et de l'orge. Les principaux stades les plus sensibles et qui sont concernés par ce déficit hydrique sont le tallage et l'épiaison floraison avec parfois le stade maturation. Lorsque les réserves du sol commencent à se régénérer, nous n'enregistrons que rarement des cumuls importants avec saturation des sols. Ce n'est qu'en 5eme année que nous avons enregistré une saturation des sols durant une série de décades successives coïncidant avec le tallage prolongé et se prolongeant jusqu'à l'épiaison-floraison.

- Les disponibilités hydriques durant le cycle de croissance sont inférieures à 1 mm/j, ce qui nous donne un maximum ne dépassant pas les 150mm/cycle végétatif. Cette

valeur journalière est encore très variable durant le cycle de développement des cultures et tend vers une valeur inférieure allant de 1 mm/j à environ 2,5 mm/j et ce, selon les stades végétatifs.

- De façon générale et compte tenu de l'ensemble des résultats et des graphes du bilan hydrique sur les 5 années agricoles nous avons noté que les périodes les plus sensibles au stress hydrique, s'étalent entre octobre à mi-décembre, coïncidant fréquemment avec le stade semis-levée, et à partir de mars, coïncidant avec l'épiaison et la maturation.

- Les périodes de croissance qui se dégagent de ces résultats et des graphes sont prolongées par rapport à des périodes humides courtes d'une moyenne pour les 5 années agricoles, égale approximativement à 150j.

## **2.2.5- Description des principales classes de sols de Rémila**

---

La région de Remila a fait l'objet de nombreuses études: phyto-sociologique (HALITIM, 1971), agro-pédologique (AISSOUG, 1973), morphologique (HALITIM, 1985) et d'évaluation des terres (ZOUAOUI, 1991).

Compte tenu de nos objectifs nous avons actualisé les données physiques mais surtout celles physico-chimiques de sols sur environ 10 profils répartis le long des terres de la plaine avec une représentativité la plus rapprochée possible.

Ainsi la méthode de sondage n'étant pas systématique, elle s'est basée essentiellement sur les aspects morpho-pédogénétiques principaux (topographie, salinité hydromorphie, carbonates, entre autres) de la région. La démarche adoptée est identique à celle développée dans le premier chapitre, paragraphe cinq.

La description des facteurs édaphiques a été établie à l'échelle 1/50.000<sup>e</sup> alors que l'échelle adoptée pour le travail cartographique est le 1/100.000. La synthèse des données physiques et analytiques est développée dans le chapitre 8 (3eme partie portant sur l'évaluation). Les valeurs telles reportées caractérisent selon des profondeurs spécifiques, chaque facteur de station considéré.

Enfin, les principales classes de sols qui dominent (*tableau II.3*) qui se dégagent pour cette zone, ont été classées selon les méthodes françaises; C.P.C.S. (1967), et R.P.F. (1990).

**Tableau II.3 : Classification des principales unités de sols de la plaine de Rémila**

CPCS (1967)	RPF (1990)	Superficie (ha)
<b>Sols peu évolués</b>	Fluvisols calcaires	695,5
Vertisols	Vertisols	1876,5
Calcimagnésiques	Calcicols	5653,5
Halomorphes	Sodisols	7693,5
Juxtaposés et complexes		3519,0

La superficie globale cartographiée pour la plaine de Rémila, s'étend sur près de 19438 ha. Elle est dominée par les sols halomorphes (7693 ha) et les sols calcimagnésiques (5653ha) qui cumulent près de 70% de la superficie totale des sols de la plaine de Remila. Ils sont suivis des sols peu évolués et des sols vertiques.



Les sols complexes mais bien plus ceux qui sont en juxtaposition, occupent eux aussi d'importantes superficies. L'échelle de travail étant grande cela ne nous a pas permis de les cartographier distinctement.

### - Peu Evolués

Localisés au Nord-ouest et Sud-est de la plaine, ils sols sont peu représentés (695,5ha soit 3,57%). Ils sont formés sur un matériau parental à alluvions calcaires, profonds, topographie plane, bien drainés, de texture limono-argileuse à argilo-limoneuse (texture moyenne) et des teneurs en cailloux faibles (<10%).

### - Vertisols

Localisés au Nord-Ouest et Sud-Ouest de la plaine, leur superficie est de 1876,5 ha (9,65%). Ils sont profonds, de texture fine à moyennement fine, topographie plane et bien drainés. Les unités situées au Nord-ouest présentent des sels salins (efflorescences et cristaux), taux de calcaire élevé (25%). Le matériau parental est généralement marneux à marno-calcaire sur alluvions.

### - Calcimagnésiques

D'une superficie de 5653,5 ha, ils sont localisés partout dans la plaine, plus principalement au centre où ils sont sur matériau parental marno-calcaire et marno--argileux. Le taux de calcaire est très élevé (>35%). Au Nord de la plaine, ils présentent des cristaux salins en profondeur ainsi que des efflorescences salines.

### - Halomorphes.

S'étendant sur près de 7963,5 ha, cette unité est cartographiée dans plusieurs endroits de la zone, plus particulièrement au Nord-Est de la plaine, très profonds (>120 cm), sur matériau parental marno-argileux, argilo-calcaire et argile, teneur en calcaire élevée à très élevée (de 28 % à 40 %). Le phénomène de salinisation est très important le long et en surface des terres, caractérisé par des cristaux salins en profondeur (au-delà de 50cm) et des efflorescences salines sur l'étendue quasi-générale des unités de sols.

Ces classes dominantes de sols ont fait l'objet d'une représentation cartographique à l'échelle 1/50.000<sup>e</sup> (figure II.7).

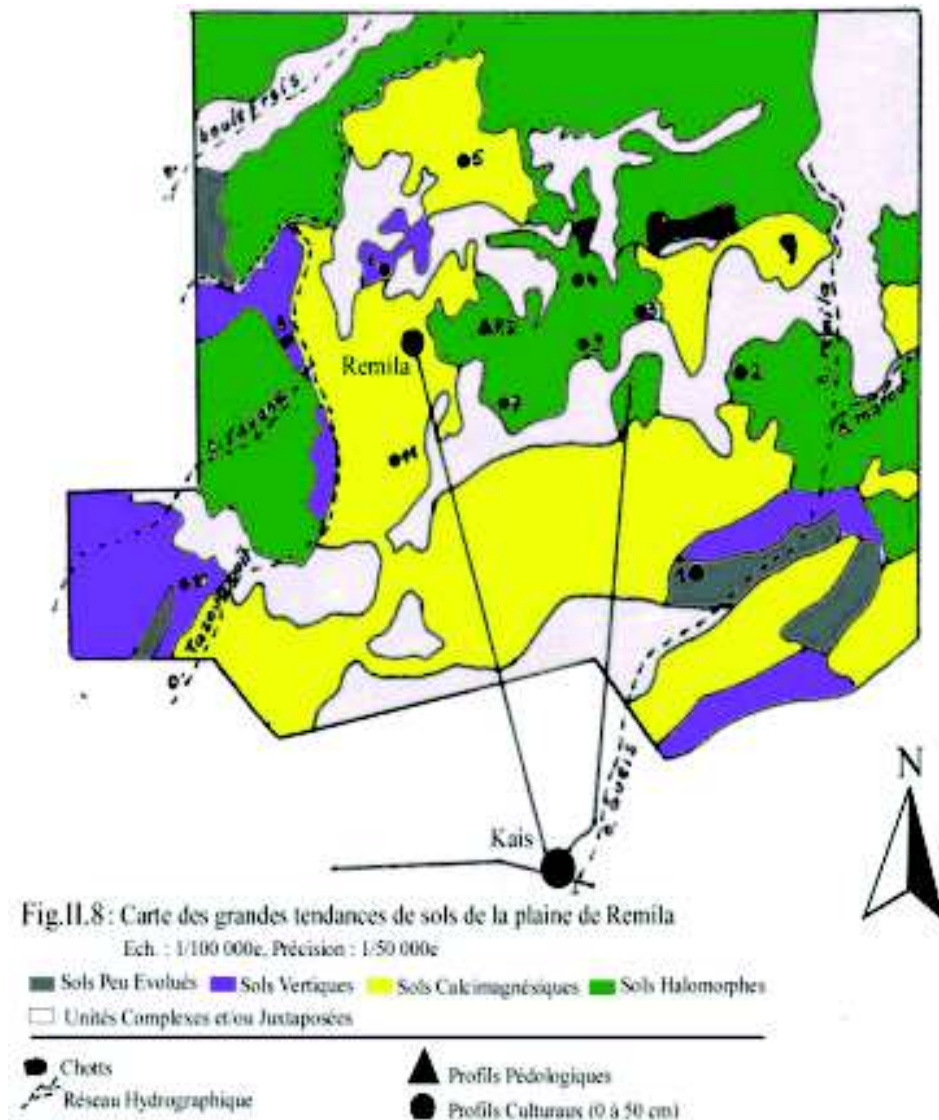


Fig. II.8 : Carte des grandes tendances de sols de la plaine de Remila

Ech. : 1/100 000e, précision : 1/50 000e

## 2.2.6 - Potentiel des terres et utilisation agricole

Au vu des contraintes climatiques, caractérisées par plus particulièrement des quantités de pluies faibles et irrégulières, et celles de certaines caractéristiques physiques et chimiques de sols (excès de sels salins, taux de calcaire élevé, texture fine etc.), il nous apparaît difficile de cerner le côté potentiel agricole des terres avec rigueur sans soulever au préalable, les contraintes de technicité et de spécificités des génotypes ainsi que la contrainte financière qui constituent une voie incontournable pour tout développement agricole durable .

Si, au niveau de la région, la priorité est donnée actuellement à la monoculture, la zone d'étude présente de façon singulière, des aptitudes pour d'autres cultures maraîchères arboricoles voire même industrielles.

Durant les décennies passées, des essais portant sur des cultures fourragères comme le médicago, ont donné des résultats satisfaisants mais ont été abandonnés pour des raisons matérielles et financières. Tous les problèmes d'ordre matériels et techniques auxquels l'agriculteur ou tout utilisateur, bloquent pratiquement toutes les actions visant à l'introduction de nouveaux géotypes rustiques.

Donc malgré un mode de développement traditionnel à semi-traditionnel traduit par une utilisation limitée et non appropriée dès fois, faute de moyens, nous nous sommes trouvés en présence de terres (de Rémila) constituant un milieu physique favorable à une céréaliculture intensive, sur près de 30% de sa superficie actuelle (topographie plane, disponibilités hydriques assez conséquentes, main d'œuvre sur place, etc...).

En outre, la plaine de Remila présente un type de végétation qui s'est développé la prédisposant pour l'élevage bovin mais surtout ovin sans contraintes majeures.

Donc, tout réside dans la vision moderniste que devraient avoir les décideurs allant de pair avec ce qui s'impose comme contraintes et exigences socio-économiques locales, régionales voire même, nationales. Nous pensons que le côté "*gestion agro-économique de la plaine*" se doit d'être assuré par l'homme en tant que "pivot principal". Les hommes de la région, sont constitués par d'anciens attributaires de la révolution agraire chez lesquels a été développé en cette période une mentalité de «*parrainée*» plutôt que celle «*d'engagée*». Cette mentalité acquise et développée au fil des années passées rend très difficile tout engagement personnel pour toute nouvelle option de gestion et de développement durable.

## 2.3- Milieu Physique de la Plaine de Berriche

### 2.3.1-Localisation

---

La plaine de Berriche est située à l'Est de la Wilaya de Oum El Bouagui (*figure 11.8*). Elle s'étend sur plus de 40.000 ha dont seulement 20.000 ha font l'objet de notre étude. Son altitude varie entre 720 m et 960 m.

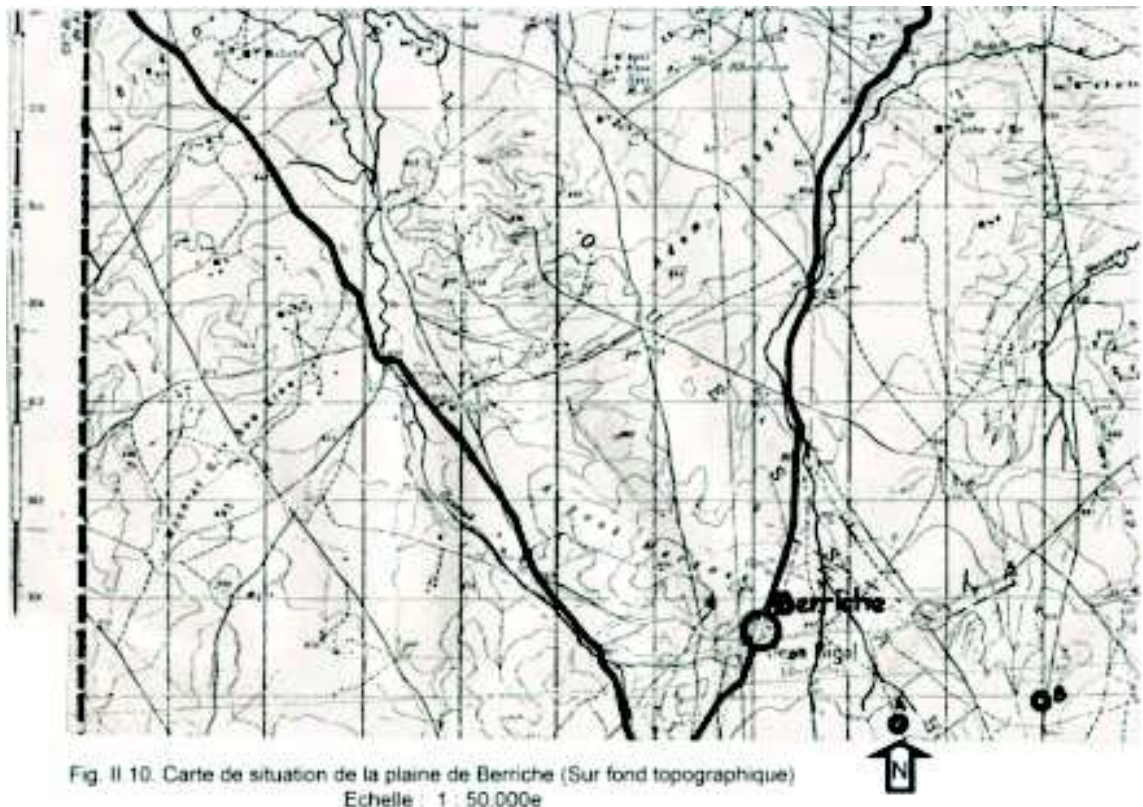


Fig. II.10. Carte de situation de la plaine de Berriche (Sud fond topographique)  
Echelle : 1 : 50.000e

### 2.3.2 - Géologie

---

L'esquisse géologique établie par De VILLA (in VOROBIEV, 1973) fait ressortir les principaux niveaux stratigraphiques suivants :

- Des *dépôts quaternaires continentaux* constitués d'alluvions et de regs sur les 3/4de la région;
- Le Crétacé supérieur marin ;
- Le Miocène inférieur marin et
- Le *Trias*, formation caractérisée par des diapirs de fedj Hamouda et de Kef mârif.

### 2.3.3 - Géomorphologie / Lithologie

---

La plaine présente un relief vallonné avec des sous-bassins hydrologiques traversés par les principaux oueds de Cherf, Settara et Hamimia.

La roche mère est à limon-carbonatés avec par endroit des formations sablo-limoneuses.

Les calcaires durs des piémonts, les marnes, les calcaires marneux et les schistes marneux constituent les roches de base des sols de la plaine. Les croûtes et les

encroûtements calcaires se situent à différents niveaux de profondeur (de 30 cm, 50cm, 80cm à 120cm). Les argiles triassiques sont rares.

### 2.3.4 - Hydrogéologie - Hydrologie

---

Les nappes superficielles, peu alimentées, ont été localisées dans des matériaux sédimentaires à perméabilité d'interstices (VOROBIEV, 1973). Le niveau le plus bas (Nord -Est) est inondé par les Oueds Trough et Hamimia. Les possibilités d'exploitation de ces sources du Haut chert sont de  $116.10^4 \text{ m}^3/\text{an}$ , alors que celles des puits sont de  $37.10^4 \text{ m}^3/\text{an}$ .

L'analyse des eaux, réalisées durant les mois de mars et décembre, font apparaître une évolution en sels très importante durant l'hiver (3596 mg/l) dominés par le  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  et  $\text{CaSO}_4$ . La conductivité électrique varie de 0,7dS/m à 5,8 dS/m. L'eau est parfois non potable voire même pour les cultures sensibles. Avec une  $\text{R.S.C}^3 \text{ *)} = 0,5 \text{ meq/l}$ , cette eau est probablement utilisable pour l'irrigation ( $< 1,25 \text{ meq/l}$ ) (EATON, 1950).

### 2.3.5 - Climat

---

#### 2.3.5.1 - Climat général

##### -Pluviométrie

Les données climatiques (de pluviométrie et de températures) régionales portant de longues périodes et courtes ont été prélevées au niveau des stations environnantes : Sedrata (1913-1938), Ain Beida (1913-1938) et Oum El Bouagui (1913-1938 et 1981--1996) (*tableau II.4*).

Il ressort de ces données une régression pluviale spatiale de l'est à l'Ouest et temporelle allant des valeurs anciennes aux valeurs récentes, régression équivalente à 157mm. Au niveau de la seule station d'Oum El Bouagui, nous enregistrons durant ces dernières décennies, une régression équivalente à 157mm. Les répartitions moyennes mensuelles sont irrégulières avec des écarts entre les périodes estivales et hivernales importants.

##### -Température

La moyenne annuelle des températures est de  $15,6^\circ\text{C}$ . Cette valeur qui a été enregistrée au niveau de la station de Oum El Bouagui, durant la décennie 1980-1999, est par rapport à la moyenne nationale voir même régionale relativement élevée avec des incidences sur l'élévation de l'évapotranspiration potentielle (l'ETP), suivie de périodes de stress hydrique diminuant les rendements des cultures. La partie l'Est de la plaine présente des températures plus douces dont la moyenne est de  $14^\circ\text{C}$ .

---

<sup>3</sup> R.S.C : Carbonate de sodium résiduel =  $(\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Mg}^{++} + \text{Ca}^{++})$

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Sedrata	P	29	36	47	60	69	57	50	40	44	18	9	7	467
1913/	mm													
1938	T	21,5	15,3	10,4	6,4	5,3	6,5	8,9	18	16,3	20,4	24,2	24,4	14
	°C													
A.Beida 1913/	P	32	29	36	36	48	43	51	37	50	33	9	16	420
1938	mm													
O.E. B 1913/	P	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	449
1938	mm													
O.E.	P	20,6	22,2	27	25	31	31	34	20	34,4	16,6	11,3	19,5	292
Bouagui	mm													
1980/	T	21	16,6	20,1	8,5	7	6,3	7,2	12	16,8	21	25,4	26	
1996	°C													

Tableau II.4 : Données climatiques (P, T) des stations de Sedrata (1913-1938), Ain Beida (1913-1938) et Oum El Bouagui (1913-1938 et 1980-1996)

Source : SELTZER (S.P.P) : pour les données anciennes et O.N.M : pour les données récentes.

-Classification du climat général

Le climat de la région de Oum El Bouagui est sec sur une période de 7 mois (mi-mai à mi-novembre (indice climatique de Martonne :  $A p/t+10 = 12,4$ ). Son bio-climat est du type semi-aride frais (Q=33,23).

### 2.3.5.2 - Climat durant les campagnes agricoles 1992/1996

#### 2.3.5.2.1- Caractérisation du climat

Comme pour la plaine de Remila, la caractérisation du climat à été établie à partir de valeurs moyennes décadaires: P (mm), T(°C), HR(%), V(mm/s) et Insolation (voir annexe1).

Il ressort ce qui suit :

- Avec une moyenne pluviale égale à 453,35mm sur 5 années, la plaine de Berriche se situe bioclimatiquement dans "l'aire climatique céréalière". Les moyennes pluviales inter-annuelles (figure II.9) sont irrégulières et passent de valeurs très faibles 169mm en 1993/94 à des valeurs assez bonnes de 725mm en 1995/96.

Il en est de même pour les valeurs décadaires dont le graphe fait apparaître une série de pics maximums fortement accentués durant les 5 premières décades (S1 à O2) et minimums durant les décades O3 à DI (figure II.10). La quantité pluviale moyenne journalière passe de 0,46mm en 3<sup>ème</sup> année à 2,1mm en 5<sup>ème</sup> année. Cet écart est très explicite des irrégularités pluviales inter-annuelles et inter-décadaires

- La température moyenne qui est de 14,9°C est légèrement supérieure à celle de la plaine de Remila. Elle confirme la relative similitude climatique avec celle des régions semi-arides.

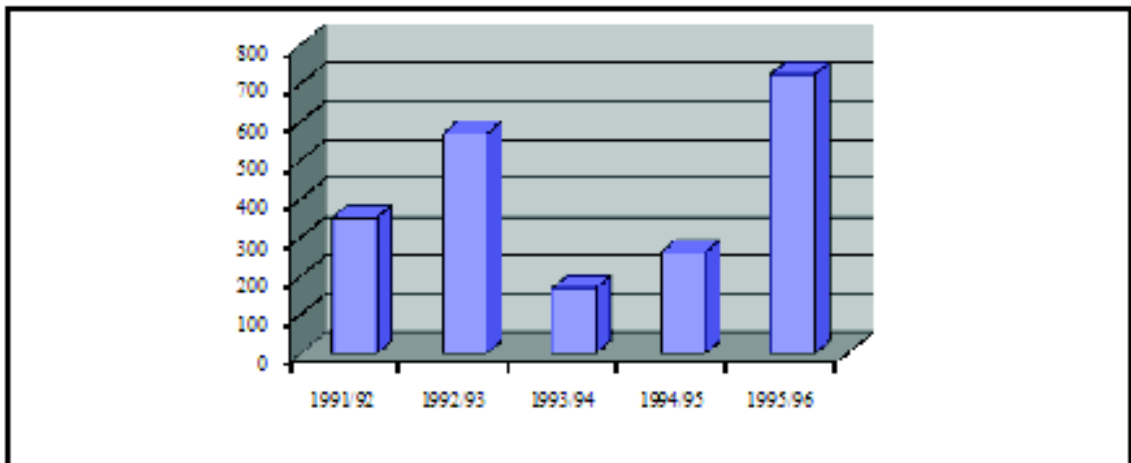


Fig II.9: Hauteurs pluviales annuelles entre 1991/92-1995/96 (Berriche)

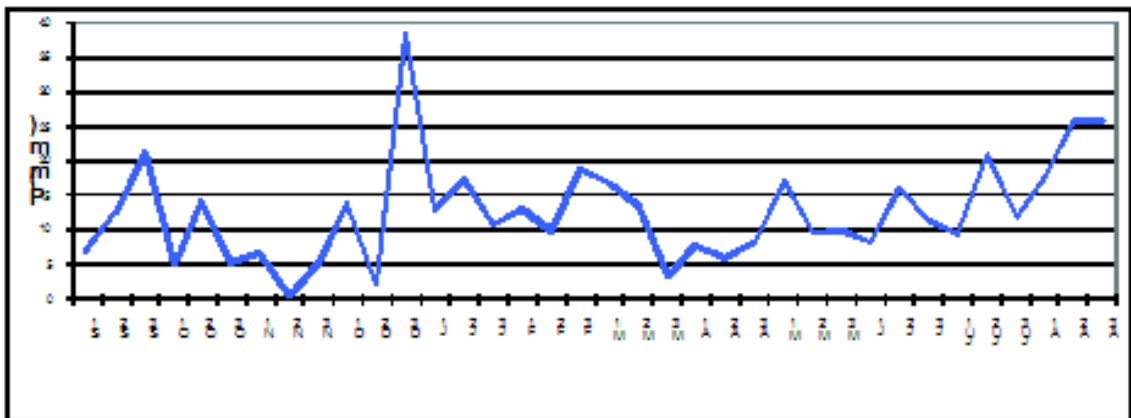


Fig II.10: Evolution des pluies moyennes décadaires sur 5 ans, de 1992/96 (Berriche)

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1975) pour les 5 années agricoles fait ressortir deux périodes, l'une humide et froide très courte, ne dépassant pas les 100 jours, avec des décades intermédiaires moins arrosées et des températures élevées, et une seconde période chaude et sèche (figure II.11).

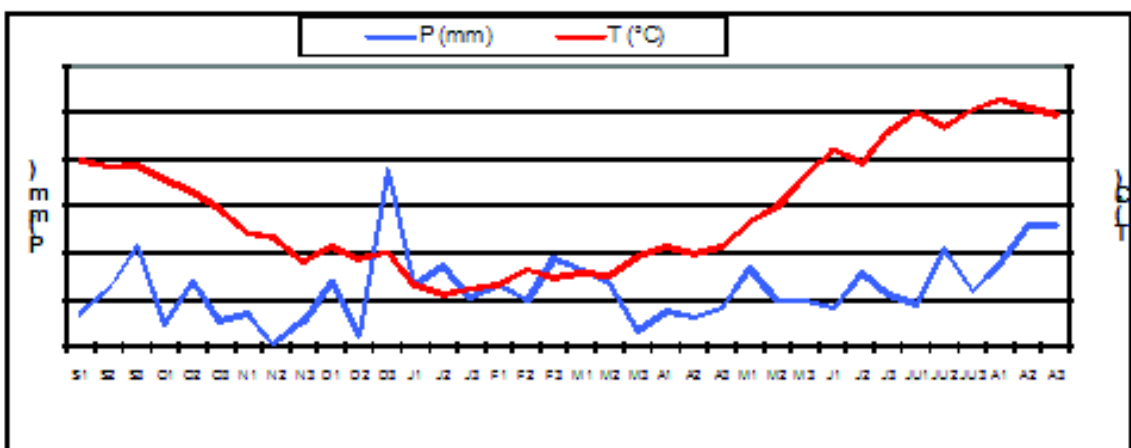


Fig II.11: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен - 1992/96 (Berriche)

Par année, ces durées sont très variables et sont perturbées par des séries de 3 à 4 décades non arrosées (*voir graphes en annexe3*). Durant la 2<sup>ème</sup> année, nous avons enregistré uniquement 140mm (soit 20%), durant le cycle végétatif des céréales et ce sur une pluviométrie annuelle de 529mm. Ce qui explique les faibles rendements de 6,25qtx/ha pour le blé dur et 4,3 qtx/ha pour l'orge.

### **2.3.5.2.2- Bilan hydrique et période de croissance**

Il ressort en général, et durant les 5 années agricoles que la plaine de Berriche se caractérise par un déficit moyen hydrique ( $D = P - ETc$ ) de 320,7mm. Soit près de 1 mm/j.

Pour ce qui est des hauteurs pluviales, il est noté une nette irrégularité interannuelle (minimum de 169mm en 3<sup>ème</sup> année et 725,3mm en 5<sup>ème</sup> année). L'écart entre P et ETc se crée davantage lorsque les pluies sont faibles ce qui est le cas de la 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> année où l'ETc est le triple de la pluviométrie.

Durant la 1<sup>ère</sup> année agricole (1991/1992) (*tableau II.5a* et voir graphes du bilan hydrique en annexe 13), le remplissage du sol commence dès la 2<sup>ème</sup> décade d'octobre et se prolonge jusqu'à la 1<sup>ère</sup> décade de juillet. Il est caractérisé par des irrégularités prolongées sur les 4 premiers mois de la saison agricole touchant de ce fait la culture durant ses premiers stades de croissance.

Durant les décades pluviales les réserves restent très en dessous des nécessités hydriques proportionnelles à chaque stade des cultures. Elles sont de courtes durées et ne dépassent pas les 18mm. Ce n'est qu'à partir de la fin du mois de février que le remplissage du sol commence à se faire de façon prolongée. Ce remplissage coïncide avec la fin tallage pour se prolonger jusqu'à la maturation. Le cumul pour l'orge, atteint les 78mm alors que pour le blé il commence à régresser dès la maturation pour atteindre les 36mm.

Sur le graphe du bilan hydrique nous relevons une saccade de pics pluviométriques interrompus par une ETc relativement régulière ce qui rend difficile la différenciation de la période humide. La période de croissance quant à elle semble être très courte et débute avec la mi février et allant jusqu'à la première décade de juillet (soit 140j).

La 2<sup>ème</sup> année (1992/1993) (*tableau II.5b* voir graphes du bilan hydrique en annexe). Le cumul annuel qui est très faible à pour conséquence des déficits cumulés importants cumulés de 116,5mm. (sur une période de 18 décades) coïncidant avec la levée et se prolongeant jusqu'au mois d'avril coïncidant avec l'épiaison-floraison des cultures. Le début des réserves qui est d'ailleurs faible (entre 3mm et 21mm) donc insuffisant à partir de cette période ne peut être d'une grande utilité pour ces cultures.

Le remplissage n'aura duré que 4 décades en début de saison et 7 décades en fin de saison. Il est à noter que pour une pluviométrie annuelle de 579mm, ce qui a priori semble très important et d'emblée suffisant pour les besoins de croissance des cultures, nous n'avons en fait enregistré que 229mm durant la période végétative des cultures, le reste des pluies a été enregistré en dehors de cette période c'est-à-dire après la moisson et en été.

Durant cette année, les périodes humides et de croissance sont très perturbées par des pics intermédiaires saccadés, entre les valeurs de P et les valeurs de l'ETc, ce qui ne nous a pas permis de les définir clairement.



La 3<sup>ème</sup> année (1993/1994) (*tableau II.5c et voir graphes du bilan hydrique en annexe*), semble être l'année la plus critique sur le plan pluviométrique. En effet le remplissage du sol n'aura duré que 5 décades (D1 à J2) avec une RFU de 38,65mm. A partir de cette date le déficit cumulé est de 240mm étalé sur le reste de l'année, confirmant *l'absence des deux périodes: la période humide et la période de croissance*.

La 4<sup>ème</sup> année (1994/1995) (*tableau II.5d et voir graphes du bilan hydrique en annexe*), au même titre que l'année précédente, semble présenter une situation assez critique en matière de disponibilité en eau pour les cultures. Le déficit cumulé est très important et s'étale sur presque toute la période végétative des cultures. Il est comptabilisé comme suit : 117mm en début de cycle végétatif, 98mm vers la fin de l'hiver et enfin 59mm en fin de printemps.

*La période de croissance dure 190j et est entrecoupée par une série de périodes sèches.*

La 5<sup>ème</sup> année (1995/1996) (*tableau II.5e voir graphes du bilan hydrique en annexe*) est une meilleure année agricole. En début de saison, le remplissage du sol malgré que timide, est bon est atteint des réserves cumulées de 34mm. Ces réserves sont enregistrées avant donc du point de vue profit vis-à-vis des cultures l'impact est faible. Ces chutes de pluie sont vite interrompues par une série de 8 décades sèches (équivalent à 2 mois) ce qui est important car cela coïncide avec la phase semis levée. Heureusement qu'à partir de la première décade de janvier, le sol commence à former ses réserves atteignant sa saturation dès la 3<sup>ème</sup> décade de ce mois. Cette saturation qui coïncide avec le tallage et le début montaison se prolonge donc sur six décades successives. La régression commence dès la montaison mais elle est aléatoire et sans interruptions ce qui nous donne des cumuls assez bons maximums avoisinant les 91mm et minimums avoisinant les 31mm.

Les deux périodes humides et de croissance commencent dès la 3<sup>ème</sup> décade de décembre et se prolongent jusqu'à la mi juin (soit 200j).

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

a:1991/1992

b: 1992/1993

	p	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC			p	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
S1	4.00	12.96	6.48				S1	5.00	10.72	5.36		
S2	0.00	15.92	7.96				S2	32.00	8.72	4.36	23.28	
S3	1.00	19.68	9.84				S3	36.00	10.80	5.40	48.48	
O1	0.00	28.40	14.20				O1	5.00	26.40	13.20	27.08	
O2	40.00	22.80	11.40	17.20			O2	11.00	26.96	13.48	11.12	
O3	7.00	23.28	11.64	0.92			O3	0.00	28.56	14.28		17.44
N1	0.00	21.84	10.92		20.92		N1	21.00	18.80	9.40	2.20	
N2	1.00	2.14	1.07		22.06		N2	1.00	20.48	10.24		16.26
N3	17.00	15.84	7.92	1.16			N3	0.00	21.12	10.56		37.38
D1	7.00	12.40	6.20		4.24		D1	0.00	14.32	7.16		51.70
D2	3.00	9.60	4.80		10.84		D2	0.00	10.64	5.32		62.34
D3	4.00	9.28	4.64		16.20		D3	0.00	8.96	4.48		71.30
J1	22.00	5.36	2.68	16.64			J1	16.00	6.00	3.00	10.00	
J2	2.00	8.88	4.44	9.76			J2	0.00	8.88	4.44	1.12	
J3	0.00	11.20	5.60		1.44		J3	0.00	13.60	6.80		12.48
F1	0.00	12.88	6.44		14.32		F1	11.00	14.80	7.40		16.28
F2	0.00	16.08	8.04		30.40		F2	1.00	20.24	10.12		35.52
F3	39.00	15.68	7.84	23.32			F3	14.00	14.24	7.12		35.76
M1	45.00	17.04	8.52	51.28			M1	2.00	15.92	7.96		49.68
M2	4.00	14.40	7.20	40.88			M2	1.00	19.36	9.68		68.04
M3	8.00	13.20	6.60	35.68			M3	6.00	19.28	9.64		81.32
A1	15.00	13.12	6.56	37.56			A1	0.00	16.64	8.32		97.96
A2	21.00	8.88	4.44	49.68			A2	0.00	11.28	5.64		109.20
A3	6.00	10.48	5.24	45.20			A3	4.00	11.28	5.64		116.50
M1	24.00	8.56	4.28	60.64			M1	34.00	12.96	6.48	21.04	
M2	3.00	13.12	6.56	50.52			M2	13.00	18.32	9.16	15.72	
M3	46.00	18.48	9.24	78.02			M3	0.00	27.44	13.72	0.00	11.72
J1	7.00	25.44	12.72	59.60			J1	0.00	30.40	15.20	0.00	42.12
J2	0.00	29.04	14.52	30.56			J2	39.00	35.44	17.72	3.56	
J3	3.00	36.88	18.44	3.32			J3	47.00	38.64	19.32	11.92	
JU1	1.00	33.84	16.92	36.16			JU1	41.00	41.36	20.68	11.56	
JU2	12.00	37.20	18.60				JU2	45.00	33.52	16.76		
JU3	10.00	31.92	15.96				JU3	47.00	32.72	16.36		
A1	0.00	25.60	12.80				A1	34.00	30.40	15.20		
A2	1.00	21.68	10.84				A2	51.00	26.96	13.48		
A3	0.00	23.68	11.84				A3	52.00	24.48	12.24		

Tableau 5a et b: Bilan hydrique pour le blé dur et l'orge -Berriche

CHAPITRE -2- PHYSIOGRAPHIE DES PLAINES CEREALIERES

(1993/1994)						- (1994/1995)					
	p	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC		P	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
S1	1.00	30.80	15.40			S1	1.00	21.12	10.56		
S2	0.00	28.70	14.35			S2	0.00	23.28	11.64		
S3	2.00	24.20	12.10			S3	28.00	25.76	12.88	2.24	
O1	0.00	27.20	13.60			O1	15.00	18.64	9.32		1.40
O2	0.00	36.60	18.30			O2	1.00	21.92	10.96		22.32
O3	12.00	22.10	11.05			O3	6.00	22.00	11.00		38.32
N1	5.00	23.30	11.65			N1	0.00	20.56	10.28		58.88
N2	0.00	19.70	9.85			N2	0.00	19.20	9.60		70.08
N3	4.00	15.00	7.50			N3	0.00	17.84	8.92		95.92
D1	50.00	11.40	5.70	38.65		D1	6.00	20.64	10.32		110.56
D2	0.00	8.16	4.08	30.48		D2	6.00	7.20	3.60		111.76
D3	6.00	7.45	3.72	29.04		D3	4.00	8.00	4.00		115.76
J1	0.00	14.60	7.30	14.48		J1	6.00	7.12	3.56		116.88
J2	4.00	11.00	5.50	7.44		J2	18.00	7.12	3.56	10.88	
J3	2.00	13.90	6.95		4.48	J3	0.00	13.36	6.68		2.48
F1	9.00	8.00	4.00	1.00		F1	0.00	17.52	8.76		20.00
F2	17.00	21.50	10.75		2.52	F2	15.00	20.08	10.04		25.08
F3	0.00	22.90	11.45		25.40	F3	0.00	21.36	10.68		46.44
M1	0.00	16.10	8.05		41.48	M1	14.00	17.84	8.92		50.28
M2	15.00	20.60	10.30		47.12	M2	16.00	19.76	9.88		54.04
M3	1.00	21.80	10.90		67.97	M3	0.00	16.48	8.24		70.02
A1	12.00	14.70	7.35		70.68	A1	0.00	14.80	7.40		85.32
A2	7.00	16.80	8.40		80.48	A2	0.00	12.80	6.40		98.12
A3	5.00	12.80	6.40		88.28	A3	14.00	12.48	6.24	1.52	
M1	2.00	20.60	10.30		106.84	M1	2.00	9.12	4.56		7.12
M2	1.00	27.20	13.60		155.24	M2	0.00	22.40	11.20		29.52
M3	4.00	26.40	13.20		127.16	M3	0.00	26.00	13.00		55.52
J1	0.00	28.10	14.05		166.76	J1	22.00	25.36	12.68		58.88
J2	0.00	39.60	19.80		205.28	J2	28.00	25.92	12.96	2.08	
J3	1.00	39.50	19.75		240.32	J3	1.00	51.68	25.84		48.60
JU1	0.00	35.00	17.50			JU1	7.00	38.00	19.00		79.60
JU2	0.00	30.20	15.10			JU2	8.00	29.52	14.76		
JU3	3.00	32.70	16.35			JU3	0.00	26.64	13.32		
A1	1.00	42.20	21.10			A1	19.00	23.28	11.64		
A2	4.00	32.40	16.20			A2	8.00	21.44	10.72		
A3	0.00	14.60	7.30			A3	18.00	14.00	7.00		

Tableau II.5 c et d: Bilan hydrique - pour le blé dur et l'orge –Berriche

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

	p	Etc	0.5Etc	k.RFU	DAC
S1	23.80	18.48	9.24	5.32	
S2	29.80	21.12	10.56	14.00	
S3	39.10	19.20	9.60	33.90	
O1	5.70	18.08	9.04	21.52	
O2	18.40	24.96	12.48	14.96	
O3	1.60	29.28	14.64		12.72
N1	8.20	23.76	11.88		28.28
N2	0.50	26.96	13.48		54.74
N3	5.00	14.56	7.28		64.32
D1	7.00	9.52	4.76		66.84
D2	1.70	9.04	4.52		74.18
D3	2.90	8.32	4.16		79.60
J1	21.00	10.40	5.20	10.60	
J2	62.30	7.60	3.80	65.30	
J3	51.50	13.44	6.72	100.00	
F1	45.10	13.04	6.52	100.00	
F2	15.20	15.04	7.52	100.00	
F3	40.70	16.80	8.40	100.00	
M1	22.00	18.00	9.00	100.00	
M2	31.10	18.16	9.08	100.00	
M3	0.20	24.00	12.00	76.20	
A1	11.20	14.24	7.12	73.16	
A2	2.10	12.24	6.12	63.02	
A3	12.60	10.72	5.36	64.90	
M1	22.90	11.52	5.76	76.28	
M2	31.60	16.64	8.32	91.24	
M3	0.00	28.64	14.32	62.60	
J1	11.60	23.76	11.88	50.44	
J2	12.00	31.28	15.64	31.16	
J3	4.00	40.16	20.08		5.00
JU1	0.00	54.40	27.20		59.40
JU2	40.50	37.84	18.92		
JU3	0.00	45.84	22.92		
A1	20.00	28.72	14.36		
A2	65.00	20.80	10.40		
A3	59.00	21.68	10.84		

*Tableau II.5e: Bilan hydrique pour le blé dur et l'orge -Berriche (1995/96)*

### Conclusion

Enfin, la région de Berriche avec une pluviométrie moyenne estimée à 416mm, durant les 5 années agricoles (1992/96), semble confirmer son emplacement dans une «aire céréalière». La répartition annuelle et mensuelle des pluies est fortement irrégulière, surtout pendant le cycle de développement des cultures, avec diminution de plus de 50% par rapport aux quantités pluviales annuelles. Les périodes humides sont soit courtes ou relativement absentes. Les périodes sèches intermédiaires étalées sur plus de 3 décades, génèrent des conditions d'environnement défavorables pour le développement des cultures.

Comme pour Remila, les périodes humides sont interrompues par de périodes sèches rapprochées. Les pluies, qu'elles soient annuelles ou durant chaque cycle de croissance, sont en deçà des quantités optimales de développement de la culture. En conséquence, les périodes de croissances sont perturbées et sont soit absentes (cas de la 2<sup>e</sup> et de la 3<sup>e</sup> année) soit courtes et irrégulières, avec 200j en 5<sup>e</sup> année et 140j lors de la 1<sup>ere</sup> année.

Les périodes humides sont par contre, totalement absentes et ce malgré des conditions pluviiales et thermiques certes aléatoires mais acceptables (*tableau II.6*).

**Tableau II.6 : Durées des périodes humides -1991/92/1995/96-Plaine de Berriche**

	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	
Durées (jours)	100	Absence	Absence	Absence	80	
Période	Fev.3-Mars 3	Perturbée	Perturbée	perturbée	Janv.1-Mars 2	
T moy. (°C)	14,6	14,6	16	15	14,5	15
Pluie (mm)	353	569	169	263	725	412

Les disponibilités pluviiales durant le cycle végétatif, sont inférieures à 0,7mm/j, ce qui nous donne une moyenne de moins de 130mm / cycle. Soit une réduction de 65%, par rapport à la moyenne des 5 années.

Les périodes les plus touchées par les insuffisances en eau, occasionnent des périodes de stress hydrique prolongées coïncidant fréquemment avec le début et la fin du cycle végétatif Les périodes intermédiaires sont sensiblement influencées mais sans conséquence néfaste sur les cultures.

### 2.3.6 - Description des classes de sols de la plaine de Berriche

Cette partie de la région a déjà fait l'objet d'une étude agro-pédologique réalisée par VOROBIEV (1980) en deux tranches successives et ce selon deux échelles différentes 1/50.000<sup>e</sup> couvrant une superficie de près de 40.000ha et le1/20.000 couvrant une superficie d'environ 20.000 ha pour des cultures intensives.

Notre participation dans ce cadre aura consisté en une actualisation des caractéristiques édaphiques et physiques représentatives (*tableau II.7a et b*) avec délimitation et cartographie des principales classes (*figure II.12*).

La précision retenue pour la description des caractéristiques est le 1/25.000e (utilisation de cartes topographiques, géomorphologiques et géologiques) ainsi que le 1/20.000<sup>e</sup> (utilisation des photos aériennes). L'échelle cartographique de délimitation de ces tendances est le 1/50.000e.

Les principales classes de sols que nous avons pu délimiter sont naturellement et ce du point de vue de leur dominance spatiale ainsi que du point de vue de leurs caractéristiques physiques et physico-chimiques, représentatives des sols des régions semi-arides. Nous avons dans les deux classification Française : CPCS (1967) et RPF (1990 (*tableau II.8*).

**Tableau II.8 : Classification des principales tendances de sols de la plaine de Berriche**

CPCS (1967)	RPF (1990)	Superficie (ha)	%
Minéraux Bruts	Lithosols	52	0,48
Peu Evolués	Fluvisols calcaires	52,16	0,5
Vertisols	Vertisols	209	2
Calcimagnésiques	Calcicols	6908	66,32
Halomorphes	Sodisols	60	0,57
Complexes		3135	30,01

#### - Minéraux bruts

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Ils s'étendent sur 52 ha environ (0,48%). Ils sont localisés au Sud-Ouest avec des affleurements calcaires durs et compacts ainsi que des dépôts de cailloux sur 20 à 30 cm.- -

-Peu évolués

Ils s'étendent d'un seul tenant dans la partie Nord-ouest. Leur superficie est faible, 52,16 ha (0,5%). Le relief général est vallonné avec des pentes moyennes de 3% (1-6%). La structure est tantôt polyédrique fine, tantôt grumeleuse grossière à moyennement grossière. La texture est limono-argileuse en surface à limoneuse en profondeur. La matière organique est faible (<1,1%). Les teneurs de calcaire total sont très élevées ( $\geq 30\%$ ). La conductivité électrique est faible ( $CE < 1,6$  dS/m).

**- Vertisols**

Ils sont situés au Nord-est de la zone, sur une superficie de 209 ha (2%). La structure est grumeleuse fine, texture argilo-limoneuse à argileuse. La pente est de 3%. La teneur en calcaire total est très élevée (>30%). La teneur en matière organique est faible (1,1%). Toxicité faible à nulle ( $CE = 0,3$  dS/m à  $0,6$  dS/m).

**- Calcimagnésiques**

Avec une superficie de 6908 ha (66,32%), cette unité est la plus importante de la zone d'étude. La texture qui est limono-argileuse en surface à argileuse en profondeur (unités Sud-ouest et Nord-est) et à tendance limoneuse au Sud-est, au centre et au Nord-Ouest. La structure est grumeleuse fine à grossière. La profondeur est limitée par des croûtes et/ou encroûtements calcaires à partir de 30, 50, 80 et 120 cm. La teneur en matière organique est faible. Le taux de cailloux calcaires, est variable selon le relief.

**- Halomorphes**

Leur superficie est de 60 ha (0,57 %). La structure est grumeleuse à polyédrique fine à moyenne. La texture est argileuse à argilo-limoneuse. La teneur en matière organique est faible (<1%). Elles sont en bandes étroites au Sud-Ouest de la zone.

A noter l'existence de terres représentées par de petites unités imbriquées entre elles forme complexes et/ou juxtaposées difficiles à délimiter au vu de l'échelle adoptée.

N° Profil	1	2	3	4	5
Localisation	Centre de la plaine	Est de la zone	Ouest de la zone	Nord-ouest de la zone	Sud de la zone
Géomorphologie	Placis Terrasse	terrasse Alluviale	Terrasse Alluviale	Glacis de colline	Terrasse Alluviale
Topographie	< 1 %	< 1 %	2 %	$\cong$ 3 %	1-2 %
Cultures	Arboriculture Céréales	Céréales.	Céréales.	Céréales	Céréales
Matériau Parental	Alluvions sur croûte calcaire	Croûte calcaire à 80 cm	Alluvions sur croûte calcaire	Croûte calcaire à 80 cm	Croûte calcaire à 120 cm
Drainage	Assez bon	Assez bon	Assez bon	Très bon	Assez bon
Cailloux	< 5% en surf.	< 5%	$\cong$ 15 %	5-10 %	Pas de cailloux
Erosion	Absence	Absence	Absence	chimique et hydrique faible	Absence
Sels	Absence de Sels				

Tableau II.7a : Données physiques de station des profils de sols-Plaine de Berriche

N° Profil		1	2	3	4	5
<b>Granulométrie (%)</b>	Argile	35,7	35,3	45,6	45,6	47,4
	Limon	39,0	34,8	27,3	29,0	36,0
	Sable	25,3	27,24	27,1	26,4	16,6
<b>Classe texturale (FAO)</b>		L.A	<b>L A</b>	A	L.A	L.A
Bases échangeables (Cmol/kg)	Na <sup>+</sup>	2,27	1,14	13,25	1,93	14,22
	K <sup>+</sup>	2,48	1,39	0,2	1,72	0,53
	Ca <sup>++</sup> et Mg <sup>++</sup>	15,10	12,14	18,25	18,93	8,0
<b>CEC (Cmol/kg)</b>		15,00	13,20	28,05	23,10	18,65
pH eau		8.7	8,8	8,4	8,6	8,3
C.E. (dS/m)	Pâte Sat	1,05	1,8	1,78	0,32	2,3
	1/5*	0,18	0,16	0,37	0,27	1,01
Sels Solubles (meq/l)	Na <sup>+</sup>	11,3	10,0	14,5	10,8	38,3
	K <sup>+</sup>	2,05	2,03	3,76	2,56	1,5
	Ca <sup>++</sup>	21,3	19,9	15,5	21,3	28,9
	Mg <sup>++</sup>	15,5	15,5	7,0	7,5	11,3
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,2	0,2	0,2	0,3	/
	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,2	0,2	0,2	0,1	/
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	10,3	1,5	12,7	9,5	29,6
	Cl <sup>-</sup>	0,5	0,3	0,6	0,2	15,5
CaCO <sub>3</sub> total (%)		32,0	40,0	38,6	41,8	30,5
Mat. Org. (%)		1,62	1,5	1,2	0,8	1,5

Tableau II.7b : Données analytiques des unités de sols -Plaine de Berriche

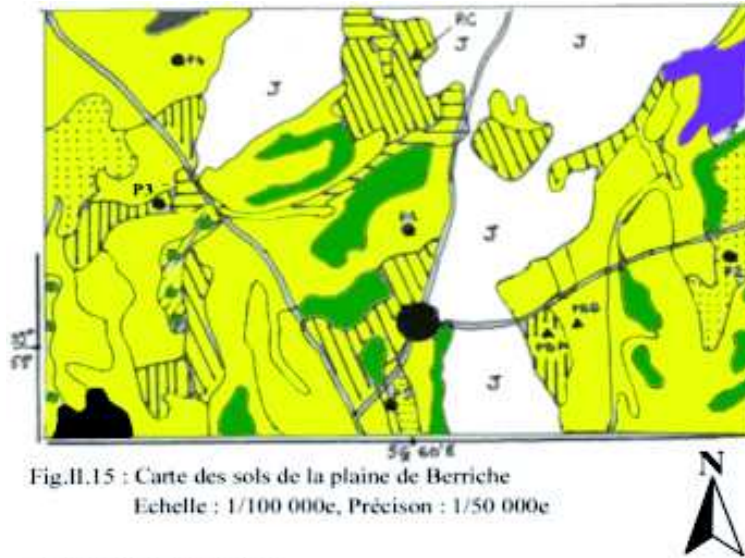


Fig.II.15 : Carte des sols de la plaine de Berriche  
Echelle : 1/100 000e, Précision : 1/50 000e



Fig II.15 : Carte des sols de la plaine de Berriche

Echelle : 1/100 000<sup>e</sup>, Précision : 1/50 000e

### 2.3.7 - Potentiel des terres et utilisation agricole

La SAU est de 27700 ha, dont 53,50% en céréales, 14,5% en fourrages, 31% en jachère et 0,60% par de l'arboriculture et les cultures maraîchères. Les rendements avoisinent les 8 qt/ha pour le blé dur et 7 qt/ha pour l'orge. Les maximums atteints sont de 30 qt/ha. L'aménagement de ces terres nécessite des engagements financiers très importants. Les actions prioritaires sont le défonçage des sols afin de permettre une meilleure aération et un meilleur emmagasinement de la chaleur et des eaux. La présence de cailloux calcaires en surface et en profondeur pose de sérieux problèmes de mécanisation comme de fertilité. Toutefois, le climat local reste le facteur contraignant au développement agricole. Les ressources en eaux souterraines, n'étant pas connues, il est donc prématuré de spéculer sur des possibilités d'utilisation intensive de ces terres.



# CHAPITRE -3- MILIEU PHYSIQUE DES PARCELLES D'ESSAIS

## 3.1 - Parcelles de Kais

### 3.1.1- Localisation

---

Les deux parcelles d'essais de Kais (parcelles KA et KB), sont situées sur le bas versant Sud-ouest et sur la terrasse alluviale de l'oued Gueis (Est de Kais).

### 3.1.2 - Climat régional et local

---

Comme les parcelles d'essais sont situées dans la zone du barrage ou est située la station climatologique de Kais, aussi leurs caractéristiques climatiques ne diffèrent pas de celles développées antérieurement pour la plaine de Remila.

### 3.1.3 – Bilan hydrique et période de croissance (1993/94 et 1994/95)

---

- Durant l'année agricole 1993/1994 (*tableau III.1 ; voir graphes du bilan hydrique en annexe 13*) le semis de blé dur et d'orge a coïncidé avec le remplissage du sol avec des réserves prolongées jusqu'à la 1<sup>ère</sup> décennie de décembre. Pour le blé dur, ce remplissage qui aura duré 10 décennies successives (D1, à M1), aura coïncidé avec la période de levée jusqu'à fin tallage. La fluctuation des cumuls varie de 23,28mm (en M1) à 89mm (en J2). Au delà de la décennie M1, les réserves une fois épuisées, nous avons enregistré des déficits cumulés de plus en plus importants atteignant les 187mm coïncidant avec la phase maturation du blé. Chez l'orge, ce remplissage qui s'est prolongé sur 13 décennies successives, de la levée (D1) jusqu'au début de l'épiaison (A1) a atteint des pics de réserves de 82,54 mm (en J2). En deçà de cette période c'est la régression. Ces réserves sont nulles sur les 4 dernières décennies qui coïncident avec la fin épiaison-floraison à maturation enregistrant un déficit de 50mm.

- Durant la 2<sup>e</sup> année (1994/1995) (*tableau III.2 ; voir graphes du bilan hydrique en annexe 13*), nous avons enregistré de bonnes quantités pluviales durant la période croissance (305,4mm). Pour le blé dur, le remplissage du sol a commencé dès la seconde décennie de décembre (D2) coïncidant avec la levée et s'est étalé sur 5 décennies successives pour reprendre en M1 s'étalant ainsi sur 6 coïncidant avec la montaison. En raison des faibles réserves du sol, nous notons des ruptures avec stress hydrique assez important cumulant des besoins estimés respectivement à 44mm (période tallage) et à 85mm (période d'épiaison-floraison). Pour l'orge, nous enregistrons une séquence hydrique presque similaire à celles du blé dur mais avec des réserves légèrement diminuées.

- détermination de la période de croissance

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Il ressort des tableaux et graphes du bilan hydrique des deux années que les périodes théoriques d'humidité et de croissance, ne se définissent pas nettement et clairement et ce au vu des perturbations causées par des pluies faibles et irrégulières durant la période de croissance. Toutefois, le calcul théorique selon le modèle FAO nous permet de déterminer une période de croissance qui serait de 110 jours (Déc.1 à Mars.2) en 1ère année et ce pour le blé dur, contre 130jours (Déc.1 à Mars 3) pour l'orge. En deuxième année, elle serait de 210j pour le blé et de 170j pour l'orge

	Blé dur						Orge					
	p	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC	
D1	61.30	0.30	0.00	0.00	56.86		0.30	4.44	2.22			
D2	0.00	0.30	4.47	2.24	52.39		0.30	4.47	2.24			
D3	10.80	0.30	2.91	1.46	60.28		0.30	2.91	1.46			
J1	16.90	0.30	4.20	2.10	72.98		0.70	9.80	4.90			
J2	25.00	0.70	9.24	4.62	88.74		0.70	9.24	4.62			
J3	3.50	0.70	12.11	6.06	80.13		0.70	12.11	6.06			
F1	17.30	0.70	15.68	7.84	81.75		0.70	15.68	7.84			
F2	10.30	0.70	21.00	10.50	71.05		0.70	21.00	10.50			
F3	0.00	0.70	29.54	14.77	41.51		0.70	29.54	14.77			
M1	0.00	0.70	18.13	9.07	23.28		0.70	18.13	9.07			
M2	42.20	0.70	16.24	8.12		2.58	0.70	16.24	8.12			
M3	0.00	0.85	22.61	11.31		25.19	1.05	27.93	13.97			
A1	6.10	1.05	19.01	9.51		38.10	1.05	19.01	9.51			
A2	2.70	1.05	17.22	8.61		52.62	1.05	17.22	8.61		12.22	
A3	3.00	1.05	16.91	8.46		66.53	1.05	16.91	8.46		26.13	
M1	11.20	1.05	23.10	11.55		78.43	0.65	14.30	7.15		29.23	
M2	0.00	1.05	34.02	17.01		112.50	0.65	21.06	10.53		50.29	
M3	4.80	0.65	27.56	13.78		135.20						
J1	0.00	0.65	27.04	13.52		162.30						
J2	3.00	0.65	28.15	14.08		187.40						

Tableau III. 1: Bilan hydrique du blé dur et de l'orge dans les parcelles de kais-(1993/94)

	Blé dur						Orge				
	p	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
D1	2.00	0.30	4.20	2.10			0.30	4.20	2.10		
D2	5.00	0.30	4.59	2.30	0.91		0.30	4.59	2.30	0.91	
D3	10.10	0.30	5.73	2.87	5.28		0.30	5.73	2.87	5.28	
J1	45.80	0.30	8.49	4.25	42.59		0.70	19.81	9.91	31.27	
J2	13.00	0.70	25.62	12.81	29.67		0.70	25.62	12.81	18.65	
J3	0.00	0.70	23.38	11.69	6.59		0.70	23.38	11.69	0.00	4.73
F1	0.00	0.70	26.39	13.20		19.80	0.70	26.39	13.20	0.00	31.12
F2	0.00	0.70	23.87	11.94		43.67	0.70	23.87	11.94	0.00	54.99
F3	7.60	0.70	19.53	9.77		5.56	0.70	19.53	9.77	0.00	66.92
M1	19.40	0.70	12.81	6.41	6.59		0.70	12.81	6.41	6.59	
M2	40.60	0.70	10.78	5.39	36.41		0.70	10.78	5.39	35.41	
M3	0.00	0.70	9.45	4.73	22.23		1.05	14.18	7.09	22.23	
A1	5.20	0.70	10.22	5.11	12.10		1.05	15.33	7.67	12.10	
A2	16.30	0.70	12.88	6.44	9.08		1.05	19.32	9.66	9.08	
A3	13.90	1.05	22.58	11.29	0.40		1.05	22.58	11.29	0.40	
M1	6.10	1.05	38.01	19.01		31.51	0.65	23.53	11.77	0.00	17.03
M2	0.00	1.05	42.00	21.00		57.51	0.65	26.00	13.00	0.00	43.03
M3	0.00	1.05	44.10	22.05		84.81					
J1	61.60	0.85	33.66	16.83		35.86					
J2	68.80	0.65	18.79	9.40							
J3	0.00	0.65	21.32	10.66							

Tableau III.2: Bilan hydrique du blé dur et de l'orge dans les parcelles d'essais de Kais-(1994/95)

### 3.1.4 - Description des profils des parcelles d'essais de Kais

\* -/ Parcelle A ( profil KA)

A: 0-30 cm.

Argilo-limoneuse, brun clair (10 YR 5/3), polyédrique moyenne à grossière à moyennement grossière, légères fentes de retrait sur les 20 premiers centimètres, porosité assez bonne, racines bien développées, vive effervescence à l'HCl. Transition graduelle.

B: 30-100 cm.

Argilo-limoneuse, brun (10 YR 5/3) en sec, à (10 YR 4,5/2) à l'état humide, polyédrique grossière, assez bon développement racinaire, drainage bon, vive effervescence à l'HCl. Transition graduelle.

C: >100 cm.

Analogue à l'horizon supérieur, légèrement compact, perméabilité faible, vive effervescence à l'HCl.

*Classification* : Dans le système CPCS (1967), cette unité est classée : Calcimagnésique, carbonaté brun calcaire modal sur alluvions argiles.

\*-/ Parcelle B (profil KB)

A : 0-10 cm.

Limon argileux, brun foncé (10 YR 4/3), polyédrique fin, poreux, moyennement compact, enracinement fin très développé, très vive effervescence à l'HCl. Légers cailloux. Transition diffuse.

B<sub>Ca</sub> : 10-30 cm.

Limon argileux, brun clair (10 YR 5/3), polyédrique moyenne à grossière, fortement compact, cohérent, nodules calcaires, très vive effervescence à l'HCl. Transition graduelle.

C<sub>Ca</sub> : 30-40 cm.

Limon à limon argileux, brun clair (10 YR 5/3), polyédrique moyenne à fine, niveau très compact, pas de racines, nodules calcaires, très forte effervescence à l'HCl.

*Classification* : Calcimagnésique, carbonaté, brun calcaire, modal à encroûtement calcaire.

Il ressort donc d'après les données édaphiques (*tableau III.3*), que :

- L'unité de sol A (parcelle KA) est profonde (>100cm) elle est de texture argilo-limoneuse, de compacité moyenne et, est bien drainée. Le taux de calcaire est élevé. Le matériau parental est constitué par un niveau argileux profond sur des dépôts alluvionnaires.

- L'unité de sol B (parcelle KB), est située sur un bas versant. Topographie de 3 à 4%. Profondeur limitée par des encroûtement ou croûte calcaire à partir des 30 premiers centimètres surmontés par des cailloux calcaires (15 à 40%). Le taux de calcaire dépasse les 25%. La texture est limono-argileuse en surface, limoneuse en profondeur. Elle est fortement compacte au-delà des 10 premiers centimètres.

Parcelles	KA			KB		
	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	A	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
Horizons						
Profondeur (cm)	0-30	30-100	> 100	0-10	10-30	30-40
1/ Caractéristiques de station						
Localisation	Sud de Kais			Sud-Est de Kais		
Altitude	840 m			855 m		
Topographie	Plane (< 1%)			3-4 %		
Géomorphologie	Terrasse alluviale			Bas de pente		
Matér. Parental	Argile sur alluvions			Calcaire		
Culture/Végétation	Céréales/fourrages			Céréales/fourrages		
Inondation	Pas à très légère			Pas		
Drainage	Bon			Très bon		
Cailloux	Pas de cailloux			≅15 %		
2/ Granulométrie						
Argile (%)	42,8	45,0	48,6	36,4	29,5	29,0
Limon (%)	43,7	41,0	40,3	24,3	37,2	37,1
Sable (%)	13,5	14,0	11,1	39,3	33,3	33,9
3/ Bases échangeables (Cmol/kg)						
Ca <sup>++</sup>	18,9	18,88	19,16	29,4	28	30,2
Mg	8,0	7,20	7,40	7,23	4,8	9,0
K	1,8	1,50	1,39	2,12	1,87	1,05
Na	0,3	0,38	0,4	0,77	0,3	0,65
CEC (Cmol/kg)	36,0	32,0	388,4	24,4	28	24
pH	8,4	8,4	8,4	8,46	8,6	8,5
C.E. (dS/m)(pate saturée)	0,2	0,31	0,31	0,11	0,12	0,12
CaCO <sub>3</sub> total (%)	17,4	26,0	22,9	26,33	28,50	28,73
Mat. Org. (%)	1,9	1,8	1,1	0,94	0,88	0,60

Tableau III.3 : Données physiques et analytiques- profils des parcelles de Kais

## 3.2 - Parcelles d'essais de Berriche

### 3.2.1 - Localisation

Les deux parcelles d'essais BA et BB de Berriche sont situées sur les terres du domaine pilote agricole « SAMAI Mohamed » à l'Est de la zone d'étude.

### 3.2.2 - Climat Régional

(Voir paragraphe 2.2.5.)

### 3.2.3 - Bilan hydrique et période de croissance

- Lors de la 1<sup>ère</sup> année (1993/94) (tableau III-4; voir graphes du bilan hydrique en annexe 13). Les hauteurs pluviales durant le cycle végétatif sont de 137mm contre 169mm durant l'année agricole. A première vue nous constatons que nous avons une année pluviale très faible et critique pour les cultures rustiques soient elles.

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Pour le blé dur comme pour l'orge, le remplissage du sol commence dès la 1<sup>ere</sup> décade de décembre (D1) coïncidant avec la levée et se prolongeant sur 9 décades (D1-F3) ce qui coïncide généralement avec la fin tallage. La totalité des pluies durant cette période est de 89mm, soit l'équivalent de 1mm/j ce qui est certes loin de permettre au sol d'arriver à saturation même si cela satisfait quelque peu les besoins des cultures.

Ainsi les réserves hydriques du sol qui sont insuffisantes ont atteint un maximum de 46mm avec le début tallage. A partir de la 1<sup>ere</sup> décade de mars (début montaison) les réserves sont nulles et les cultures entrent alors dans une phase de stress hydrique qui va se prolonger jusqu'à la fin de la période végétative. Durant cette période – montaison à maturation- les hauteurs pluviales sont très faibles 48mm (soit une moyenne de 0,4mm/j) et irrégulières allant d'un minimum de 1mm à un maximum de 12mm. Cette situation ne peut qu'être que critique pour le bon développement végétatif.

*La période de croissance, selon le modèle FAO, est de 110 jours (Dec.1 à Mars.2) pour le blé contre 130 jours (Déc.1 à Av.1) pour l'orge. Expérimentalement, ces durées sont respectivement, de 220j et 200j.*

	Blé dur						Orge				
	p	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
D1	50.00	0.30	4.26	2.13	45.74		0.30	4.26	2.13	45.74	
D2	0.00	0.30	3.06	1.53	42.68		0.30	3.06	1.53	42.68	
D3	6.00	0.30	2.79	1.40	45.89		0.30	2.79	1.40	45.89	
J1	0.00	0.30	5.46	2.73	40.43		0.30	5.46	2.73	40.43	
J2	4.00	0.30	4.14	2.07	40.29		0.30	4.14	2.07	40.29	
J3	2.00	0.70	12.18	6.09	30.11		0.70	12.18	6.09	30.11	
F1	9.00	0.70	7.00	3.50	32.11		0.70	7.00	3.50	32.11	
F2	18.00	0.70	18.83	9.42	31.28		0.70	18.83	9.42	31.28	
F3	0.00	0.70	20.02	10.01	11.26		0.70	20.02	10.01	11.26	
M1	0.00	0.70	14.07	7.04		2.81	0.70	14.07	7.04		2.81
M2	15.00	0.70	18.06	9.03		5.87	0.70	18.06	9.03		5.87
M3	1.00	0.70	19.11	9.56		23.98	0.70	19.11	9.56		23.98
A1	12.00	0.70	12.88	6.44		24.86	0.70	12.88	6.44		24.86
A2	7.00	0.70	14.70	7.35		32.56	0.70	14.70	7.35		32.56
A3	5.00	0.70	11.20	5.60		38.76	0.70	11.20	5.60		38.76
M1	2.00	0.70	17.99	9.00		54.75	0.85	21.85	10.93		58.61
M2	1.00	1.05	35.70	17.85		89.45	1.05	35.70	17.85		93.31
M3	4.00	1.05	34.65	17.33		120.10	1.05	34.65	17.33		123.96
J1	0.00	1.05	36.86	18.43		156.96	1.05	36.86	18.43		160.82
J2	0.00	1.05	51.98	25.99		208.94	0.65	32.18	16.09		193.00
J3	1.00	0.65	32.11	16.06		240.05					
JU1	0.00	0.65	28.47	14.24		268.52					

*Tableau III-4: Bilan hydrique du blé dur et de l'orge - Parcelles d'essais de Berriche (1993/1994 )*

- Durant l'année (1994/1995) (tableau III.5 voir graphes du bilan hydrique en annexe 13). Les hauteurs pluviales durant le cycle végétatif sont de 152mm pour le blé dur et de 136mm pour l'orge contre 263mm durant l'année agricole. La moyenne qui est de

0,7mm/j, est très en dessous des besoins estimés d'après des données expérimentales, approximativement à plus de 1,5mm/j. Les réserves en eau du sol sont faibles, moins de 20mm pour le blé et moins de 14mm pour l'orge et ce sur une période de 5 décades (soit moins de 0,4mm/j). ces pluies coïncident avec la phase semis suivie de la levée qui ne peut qu'être que timide. Au-delà de cette période, les pluies sont insuffisantes (seulement 45mm sur 10 décades) enregistrant des pics de déficit, importants de 70mm pour le blé dur et de 91mm pour l'orge. *La période de croissance selon le modèle FAO, est de 110j pour les deux cultures. Expérimentalement, ces durées sont respectivement, de 210j et 190j.*

	Blé dur						Orge				
	p	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
D1	6.00	0.30	7.74	3.87			0.30	7.74	3.87		
D2	6.00	0.30	2.70	1.35	3.30		0.30	2.70	1.35	3.30	
D3	4.00	0.30	3.00	1.50	4.30		0.50	5.00	2.50	2.30	
J1	6.00	0.30	2.67	1.34	7.63		0.70	6.23	3.12	2.07	
J2	18.00	0.70	6.23	3.12	19.40		0.70	6.23	3.12	13.84	
J3	0.00	0.70	11.69	5.85	7.63		0.70	11.69	5.85	2.15	
F1	0.00	0.70	15.33	7.67		7.71	0.70	15.33	7.67		13.18
F2	15.00	0.70	17.57	8.79		10.27	0.70	17.57	8.79		15.75
F3	0.00	0.70	18.69	9.35		28.96	0.70	18.69	9.35		34.44
M1	14.00	0.70	15.61	7.81		30.57	0.70	15.61	7.81		36.05
M2	16.00	0.70	17.29	8.65		31.86	0.70	17.29	8.65		37.34
M3	0.00	0.70	14.42	7.21		46.28	0.70	14.42	7.21		51.76
A1	0.00	0.70	12.95	6.48		59.23	0.70	12.95	6.48		64.71
A2	0.00	0.70	11.20	5.60		70.43	0.70	11.20	5.60		75.91
A3	14.00	0.70	10.92	5.46	3.08		1.05	16.38	8.19		78.29
M1	2.00	0.70	7.98	3.99		2.90	1.05	11.97	5.99		88.26
M2	0.00	1.05	29.40	14.70		32.30	1.05	29.40	14.70		90.66
M3	0.00	1.05	34.13	17.07		66.43	0.65	21.13	10.57		111.79
J1	22.00	0.75	23.78	11.89		68.21	0.65	20.61	10.31	1.40	
J2	28.00	0.65	21.06	10.53	6.94						
J3	1.00	0.65	41.99	21.00		34.05					

Tableau III-5: Bilan hydrique du blé dur et orge -Parcelles d'essais de Berriche (1994/1995)

### 3.2.4.- Description des profils des parcelles d'essais de Berriche

-/ Parcelle A (profil BA)

A : 0-25 cm.

Limon-argileux, marron clair (7,5 YR 4/4), polyédrique moyenne, peu compact, non cimenté, très poreux, racines nombreuses et fines, cailloux <5%, bon drainage, très forte effervescence à l'HCl. Transition graduelle.

AB : 25-50 cm

Argilo-limoneuse, marron clair (7,5 YR 4/4), polyédrique moyennement fine, légèrement cohérent, non cimenté, modérément compact, très poreux, moyennement perméable, faibles racines, bon drainage, très forte effervescence à l'HCl. Transition régulière et graduelle.

B : 50-100 cm.

Argileux, marron clair (7,5 YR 4/4) polyédrique, cohérent, compact, moyennement cimenté, poreux, bon drainage, forte effervescence à l'HCl. Transition graduelle.

C : >100 cm.

Niveau argileux fortement compact sur colluvions calcaires.

*Classification (CPCS, 1967)* : Calcimagnésique, carbonaté, brun calcaire, modal sur argile

-/Parcelle B (profil BB)

A : 0-20 cm.

Limon brun clair (10 YR 5/3), polyédrique finement dégradé, non cohérent, non compact, très bonne porosité, bon drainage, cailloux 10-25%, très forte effervescence à l'HCl. Racines très faibles, transition irrégulière.

B : 20-40 cm.

Limon argileux, brun clair (10 YR 5/3), polyédrique moyen, modérément cohérent, peu compact, porosité moyenne, bon drainage, cailloux de 15-25%, pas de racines, bon drainage, très forte effervescence à l'HCl.

Cca : >40 cm.

Niveau à encroûtement et cailloux calcaires.

*Classification (CPCS, 1967)* : Calcimagnésique, carbonaté, Brun calcaire, modal à encroûtement calcaire.

Il ressort donc (*tableau III.6*) que l'unité de sol A est très profonde (>100cm) est à structure polyédrique moyenne, texture limono-argileuse en surface à argilo-limoneuse et argileuse en profondeur, moyennement compacte, bonne porosité, topographie plane, bien drainée et un taux de calcaire total moyennement élevé (<25%). L'unité de sol B, présente des caractéristiques différentes de celles de la station précédente. Elle est peu profonde (>40cm), limitée par des encroûtements calcaires, texture limoneuse en surface à limon-argileuse au-delà de 20 cm, bien drainée, présence d'importants cailloux en surface (>30%) et en profondeur (10 à 25%) et enfin un taux de calcaire total très élevé (>37%).



Parcelles	BA			BB	
Horizons	A	AB	B	A	B
Profondeur (cm)	0-25	25-50	50-100+	0-20	20-40
<b>1/ Caractéristiques de station</b>					
Localisation	Sud de Souinia			Sud de Souinia	
Altitude-	950 m			965 m	
Date	Novembre 1994			Novembre 1994	
Topographie	Plane (< 1%)			3-4 %	
Géomorphologie	Terrasse			Glacis	
Matériau Parental	Niveau argileux			Niveau à croûte calcaire	
Culture/Végétation	Céréaliculture			Céréaliculture	
Drainage	Assez bon			Très bon	
Inondation	Pas			Pas	
Cailloux	Pas			30-40%	
Sels	Absentes			Absentes	
<b>2/ Granulométrie</b>					
Argile (%)	35,00	41,7	47,80	15,0	35,70
Limons (%)	40,46	42,5	27,85	26,0	14,20
Sable (%)	24,54	15,8	23,75	59,0	49,57
Classes de	LA	AL	A	LS	LS
<b>3/ Bases échangeables (Cmol/kg)</b>					
Na <sup>+</sup>	1,29	0,79	0,6	0,51	0,42
K	0,82	1,64	0,38	1,02	0,64
Ca <sup>++</sup>	22,90	22,5	23	29,5	23,5
Mg <sup>++</sup>					
CEC (Cmol/kg)	18,0	16,0	18,0	19,0	19,6
pHeau (1/2,5)	8,30	8,40	8,41	8,52	8,67
CE (dS/m)(pâte saturée)	0,16	0,14	0,14	0,13	0,11
CaCO <sub>3</sub> total (%)	16,6	29,1	27	37,08	46,25
Matière Organique (%)	2,36	1,55	1,27	1,09	1,02

Tableau III.6 : Données physiques et analytiques des profils des parcelles A et B- Berriche

### 3.3- Parcelle d'Essai de Timgad

#### 3.3.1- Localisation

Dans la région de Timgad (Est de Batna) nous avons choisi une seule parcelle de sol représentative des sols de la zone. Elle est située sur les terres du domaine agricole «ABDESSAMAD Salah ».

#### 3.3.2 - Climat régional et local

Les trois stations, de Timgad, de Ain Skhouna, et Hamla sont représentées par les données de pluies et de températures anciennes (Seltzer, sur 25 ans de 1913 à 1937) prélevées au niveau de la station climatologique de Batna et au niveau de la Station climatologique de

Ain Skhouna pour ce qui est des données récentes (sur 22 ans, de 1971 à 1998) (se référer au *tableau I-1 et figure I.6a*).

#### **-Pluviométrie**

La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée durant ces trois dernières décennies a régressé d'environ 23 mm par rapport aux données pluviométriques anciennes. Même si la région de Batna est à la limite de l'aire de prédilection céréalière, ces valeurs sont insuffisantes pour assurer aux cultures un développement normal, surtout lorsque ces pluies sont diminuées durant le cycle végétatif, de près de 25% par rapport à la moyenne annuelle. La moyenne pluviale journalière ne dépasse pas 1mm, alors que cette moyenne est comprise entre 1,5mm/j dans le Nord-Constantinois contre 2,5mm/j en zone Sub-humide et plus en zone humide.

#### **-Température**

La température moyenne annuelle passe de 14°C (ancienne période) à 15°C (période récente). Cet écart important pourrait constituer pour cette région du semi-arides, les prémices de perturbations physiologiques induisant le déséquilibre des écosystèmes.

#### **-Classification climatique**

Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN (se référer à la *figure I.6a*) fait ressortir pour cette région de Batna, deux périodes l'une sèche étalée sur 5 mois de juillet à septembre et l'autre plus prolongée, humide et froide sur 8 mois. D'après les données de Seltzer, la période sèche est plus longue et peut s'étaler sur 7 mois. Le climat de la région est semi-aride froid.

### **3.3.3 - Caractérisation du climat de Timgad -1992/93 à 1994/95**

---

Pour cela, nous avons considéré les données décennales suivantes: P (mm), T (%C), HR (%), V (m/s) et I (insolation), (voir *tableau en annexe1*).

Il ressort que :

- La pluviométrie moyenne pour les 3 années agricoles, de 1992/93 à 1994/95 est de 235mm. Elle est faible et irrégulière. Durant l'année 1992/93, nous avons enregistré des averses de plus de 40mm/, suivies par des séries de 3 à 4 décades sèches. Durant l'année agricole 1993/94), les pluies sont insuffisantes (208mm).

- La température moyenne durant ces trois années est élevée et est supérieure à 15°C. Elle est de 16°C durant l'année 93/94. Le maximum enregistré durant l'été est de 25°C, alors que le minimum est de 2,5°C. La moyenne durant l'hiver est d'environ 6°C,

- L'humidité relative moyenne annuelle est estimée à 55%. En hiver elle est de 70%,

- La vitesse des vents dans la région est de 2,5m/s. S'ils sont quotidiens, ils sont par contre moins violents. En hiver leur vitesse atteint les 4,5m/s,

- L'insolation est élevée en été alors qu'en hiver son effet est moyen.

Comme c'était à prévoir, les périodes humides des trois années (voir *annexe 3*) (selon le diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN), semblent subir des perturbations dues aux irrégularités pluviales d'une part est aux valeurs élevées des températures.

### **3.3.4 - Bilan hydrique et période de croissance de 1992/93 à 1994/95**

---

Nous avons constaté durant les trois années agricoles (1992/93 à 1994/95) (*tableau III.7a, b, c et graphes du bilan hydrique en annexe 13*), que les pluies interannuelles sont faibles (274mm à 208mm) et aléatoires, mensuellement. La faiblesse et les irrégularités des pluies apparaissent nettement au niveau des disponibilités hydriques, durant les périodes de croissance qui sont de 152mm, 157mm et 69mm de la 1<sup>ère</sup> à la 3<sup>ème</sup> année, ainsi que durant chacun des cycles de développement.

Durant la 1<sup>ère</sup> année (1992/93), les réserves du sol commencent à se constituer dès la 3<sup>ème</sup> décennie de novembre (N3). Elle coïncide avec la période des semis. Le remplissage se poursuit jusqu'à la 2<sup>ème</sup> décennie d'avril (A2), enregistrant des quantités importantes durant le tallage (environ 82mm), pour ensuite régresser jusqu'à épuisement de ces réserves dès la fin montaison début épiaison. Au-delà de cette période le déficit cumulé atteint les maximums de 116mm pour le blé dur et 59mm pour l'orge.

*La période de croissance pour le blé est de 150j contre 140j pour l'orge.*

*La période de croissance est de 100j pour les deux cultures.*

	Blé dur					Orge					
	p	kc	Etc	0.5Etc	RFU	DAC	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
N3	0.00	0.30	0.90	0.45	32.40		0.30	0.90	0.45	32.40	
D1	3.30	0.30	3.12	1.56	32.58		0.30	3.12	1.56	32.58	
D2	33.00	0.30	1.29	0.65	64.29		0.30	1.29	0.65	64.29	
D3	12.00	0.70	4.20	2.10	72.09		0.70	4.20	2.10	72.09	
J1	11.00	0.70	1.89	0.95	81.20		0.70	1.89	0.95	81.20	
J2	0.00	0.70	1.33	0.67	79.87		0.70	1.33	0.67	79.87	
J3	0.00	0.70	5.74	2.87	74.13		0.70	5.74	2.87	74.13	
F1	13.00	0.70	7.49	3.75	79.64		0.70	7.49	3.75	79.64	
F2	0.00	0.70	12.74	6.37	66.90		0.70	12.74	6.37	66.90	
F3	14.00	0.70	5.32	2.66	75.58		0.70	5.32	2.66	75.58	
M1	2.00	0.70	10.50	5.25	67.08		0.70	10.50	5.25	67.08	
M2	0.00	0.70	12.74	6.37	54.34		0.70	12.74	6.37	54.34	
M3	15.00	0.70	18.06	9.03	51.28		1.05	27.09	13.55	42.25	
A1	0.00	0.75	20.33	10.17	30.95		1.05	28.46	14.23	13.79	
A2	1.00	1.05	29.51	14.76	2.44		1.05	29.51	14.76		14.72
A3	2.00	1.05	36.33	18.17		31.89	0.75	25.95	12.98		38.67
M1	8.00	1.05	35.81	17.91		59.70	0.65	22.17	11.09		52.84
M2	23.00	0.65	29.12	14.56		65.90	0.65	29.12	14.56		58.96
M3	15.00	0.65	32.50	16.25		83.40					
	0.00	0.65	32.31	16.16		115.80					

*Tableau III.7a: Bilan hydrique du blé dur et de l'orge-parcelles d'essais de Timgad (1992/93)*

Durant l'année 1993/94, la durée du remplissage du sol commence avec les semis et se prolonge jusqu'à la montaison. Les réserves cumulées sont de 57,2mm en janvier (tallage) puis régressent avec les autres stades jusqu'en avril (A2). Dès l'épiaison floraison jusqu'à

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

la maturation les disponibilités sont très faibles. Le déficit atteint les 280mm pour le blé dur et 213mm pour l'orge.

Durant l'année 1994/1995, les réserves du sol qui se sont reconstituées sur les 6 premières décades (D2-F1) et coïncidant avec la période des semis, sont insuffisantes (cumul maximal de 13,25mm). Le déficit commence avec les autres stades et se prolonge relativement jusqu'à la fin du cycle végétatif. Nous avons relevé sur le terrain l'arrêt due développement dès l'épiaison pour raison d'échaudage caractérisé.

	p	Blé dur					Orge				
		kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC	kco	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
D1	37.00							0.00	0.00	37.00	
D2	0.00	0.30	0.87	0.44	36.13		0.30	0.87	0.44	36.13	
D3	1.00	0.30	2.37	1.19	34.76		0.30	2.37	1.19	35.76	
J1	11.00	0.30	4.08	2.04	41.68		0.30	4.08	2.04	42.68	
J2	22.00	0.70	6.16	3.08	57.52		0.70	6.16	3.08	58.52	
J3	2.00	0.70	5.25	2.63	54.27		0.70	5.25	2.63	54.27	
F1	9.00	0.70	9.52	4.76	53.75		0.70	9.52	4.76	55.77	
F2	3.00	0.70	13.02	6.51	43.73		0.70	13.02	6.51	45.75	
F3	0.00	0.70	12.88	6.44	30.85		0.70	12.88	6.44	32.87	
M1	0.00	0.70	13.30	6.65	17.55		0.70	13.30	6.65	19.57	
M2	37.00	0.70	13.02	6.51	41.93		0.70	13.02	6.51	43.55	
M3	6.00	0.70	18.97	9.49	28.56		0.70	18.97	9.49	30.58	
A1	6.00	0.70	20.86	10.43	13.70		0.70	20.86	10.43	15.72	
A2	9.00	0.70	22.47	11.24	0.23		1.05	33.71	16.86		8.99
A3	4.00	1.05	41.06	20.53		36.83	1.05	41.06	20.53		46.05
M1	7.00	1.05	41.58	20.79		71.41	1.05	41.58	20.79		80.63
M2	1.00	1.05	65.84	32.92		136.25	0.65	40.76	20.38		120.39
M3	2.00	0.75	60.98	30.49		195.23	0.65	52.85	26.43		213.00
J1	0.00	0.65	37.64	18.82		232.87					
J2	0.00	0.65	40.04	20.02		272.91					

*Tableau III.7.b :Bilan hydrique du blé dur et de l'orge dans les parcelles d'essais de Timgad (1993-94)*

	Blé dur et Orge							
	p	Eto	kc	Etc	0.5Etc	P-Etc	kRFU	DAC
D1	1.00	4.00	0.30	1.20	0.60	-0.20		
D2	11.00	4.40	0.30	1.32	0.66	9.68	9.68	
D3	3.00	9.00	0.30	2.70	1.35	0.30	9.98	
J1	6.00	9.10	0.30	2.73	1.37	3.27	13.25	
J2	0.00	8.40	0.30	2.52	1.26	-2.52	10.73	
J3	0.00	6.20	0.70	4.34	2.17	-4.34	6.39	
F1	8.00	7.80	0.70	5.46	2.73	2.54	8.93	
F2	0.00	13.60	0.70	9.52	4.76	-9.52		0.59
F3	8.00	16.70	0.70	11.69	5.85	-3.69		4.38
M1	15.00	19.20	0.70	13.44	6.72	1.56	1.56	
M2	16.00	20.70	0.70	14.49	7.25	1.51	3.07	
M3	0.00	26.50	0.70	18.55	9.28	-18.55		15.18
A1	0.00	29.50	0.70	20.65	10.33	-20.65		36.13
A2	1.00	35.30	0.70	24.71	12.36	-23.71		59.84

Tableau III.7.c : Bilan hydrique du blé dur et de l'orge dans les parcelles d'essais de Timgad(1994-95)

### 3.3.5 - Sols de la région de Timgad

Les terres de la région de Timgad n'ont fait l'objet d'aucune étude pédo-logique. Aussi nous avons jugé nécessaire de faire une description succincte et une étude analytique des profils représentatifs des sols (tableau III.8). Les tendances dominantes sont : - Les *Minéraux bruts* caractérisés par des dalles rocheuses sur le versant Nord. Au centre ils sont sur substrat marneux rouge surélevé d'une couche calcaire moins épaisse. - *Peu évolués* occupent les terrasses alluviales de l'oued timgad qui traverse. - Les *Vertisols* occupent d'importantes superficies au Nord-Ouest et au Nord-Est. Ils sont profonds, de textures argileuses, compactes. La topographie est de 1% à 3%. - Les *sols calcimagnésiques* : Ils sont très importants et sont localisés au centre et au Sud-Est de la plaine de Timgad. La profondeur varie entre 30 cm et plus de 100cm. Ils sont soit sur différents niveaux: croûtes et encroûtement calcaires, sur marnes calcaires avec un caractère vertique au-delà de 50cm, ou enfin sur alluvions et/ou colluvions. - *Halomorphes* localisés au Nord-Est de Timgad sur de très faibles espaces, sous forme d'une large bande avec des efflorescences salines. - *Hydromorphes* sont les moins importants de la zone car ils s'étendent sur de petites plages réparties çà et là. Ces unités sont, la plupart du temps, en juxtaposition avec les sols halomorphes et les sols vertiques au Nord Est de Timgad.

### 3.3.6- Description du profil de la parcelle d'essai

Ap : 0-25 cm.

Argile, marron clair (10 YR 5/3) en sec, sub-angulaire, poreux, moyennement compact, fentes légères, racines fines, drainage modéré, forte effervescence à l'HCl. Transition irrégulière.

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

A1 : 25-50 cm.

Argile, marron foncé (10 YR 3/3) en sec, sub-angulaire grossière, compacité moyenne à légère, poreux, peu de racines fines, cohésion moyenne à modérée, peu cimenté, drainage modéré, forte effervescence à l'HCl. Transition régulière.

B : 50-100 cm.

Argile, marron foncé (10 YR 3/3), sub-angulaire, compact, faible porosité, absence de racines, bonne cohésion, cimentation modéré, forte effervescence à l'HCl.

C : >100 cm Niveau à alluvions-colluvions.

*Classification* : Calcimagnésique, carbonaté, brun calcaire à caractère vertique, argileux sur alluvions - colluvions.

La parcelle d'essai de Timgad (TA) est située dans une terrasse alluviale. Texture argileuse, moyennement compacte, porosité moyenne à faible, drainage modéré, trace d'inondation temporaire et de courte durée, teneur en calcaire est moyenne à élevée (16% à 29%), bonne capacité d'échange cationique (>25 me/100g) et un taux de saturation élevé.

Horizons	Timgad(TA)		
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B
Profondeur (cm)	0-25	25-50	50-100
1/ Caractéristiques de station:			
Localisation	Sud-Est		
Altitude	1120 m		
Topographie	Plane (< 1%)		
Géomorphologie	Terrasse		
Matériau Parental	Argile sur alluvions		
Culture/Végétation.	Céréales		
Inondation	Pas		
Drainage	Bon		
Cailloux	Pas		
2/ Granulométrie:			
Argile	40,7	45,3	5,1
Limons	30,0	36,5	37,2
Sable	29,3	18,2	12,7
3/ Bases échangeables (Cmol/kg)			
Na <sup>+</sup>	0,4	0,5	0,5
K <sup>+</sup>	3,6	4,1	4,1
Ca <sup>++</sup>	19,3	18,1	18,2
Mg <sup>++</sup>			
CEC (Cmol/kg)	16,8	16,1	16,9
pH eau (1/2,5)	8,3	8,4	8,4
C.E. (dS/m)	0,2	0,2	0,2
CaCO <sub>3</sub> total (%)	16,6	29,1	27
Matière Organique (%)	2,4	1,6	1,3

Tableau III-8 : Données physiques et physico-chimiques du profil de la parcelle d'essai de Timgad

## 3.4 - Parcelle d'Essai de Hamla

### 3.4.1-Localisation

---

Elle est située à environ 1000m au Sud-Ouest de Hamla, sur les terres agricoles du domaine pilote «BENBOULAID Mustapha ». Son altitude est de 1100 m.

### 3.4.2 - Climat régional

---

Idem que pour la station de Timgad (Voir étude climatique régionale).

### 3.4.3- Bilan hydrique et période de croissance : 1993/94 et 1994/95

---

Les quantités de pluies enregistrées respectivement durant les deux années agricoles 1993/94 et 1994/95, sont respectivement de 208mm et 215 mm. De ces faibles valeurs, seules 120mm (soit 57,7%) et 140mm (soit 63,2%) ont été profitables aux cultures céréalières durant leurs cycles végétatifs respectifs (*tableaux III.9 a, b et voir graphes du bilan hydrique en annexe 13*).

Durant la 1<sup>ère</sup> année (1993/1994), le remplissage du sol à commencé dès la 1<sup>ère</sup> décennie de décembre (D1). Il s'est poursuivi sur 14 décades successives (D2-A2) enregistrant des réserves cumulées (allant d'un minimum de 4mm à un maximum de 61mm), moyennement acceptables pour le blé dur. Pour l'orge, la durée des réserves est de 12 décades avec un cumul maximum de 54mm. Cette période de remplissage coïncide avec la période végétative, allant des semis jusqu'à la montaison. Durant cette période arrosée, les pluies décadaires sont irrégulières et très faibles et ne dépassent pas la moyenne des 8mm/décade, soit moins de 1mm/j. Au-delà de cette période qui comprend la période épiaison à maturation, le déficit est de plus en plus important atteignant des valeurs de 283mm pour le blé et 235mm pour l'orge.

Lors de la 2<sup>e</sup> année, Le remplissage commence avec une semaine après les semis. Il se poursuit sur une courte période (6 décades) pour se poursuivre deux décades plus tard mais sans pour cela durer assez longtemps. Cette période de remplissage coïncide avec la période du semis à tallage. La phase montaison sera sans aucun doute perturbée et ce au vu des faibles réserves qui ne dépassent pas un cumul de 14mm.

Le reste des phases de développement végétatif des deux cultures (montaison à maturation) semble subir un stress hydrique conséquemment important au vu des déficits cumulés compris entre un minimum de moins de 16mm et un maximum de 278mm en fin de cycle.

D'après le modèle FAO, les périodes de croissance, en 1<sup>ère</sup> année, sont de 140 jours (Déc.2 à Avril 3) pour le blé dur et 120j. (Déc.2 à Avril1) pour l'orge. Durant la 2<sup>ème</sup> année, ces périodes sont respectivement de 190j et 160j.

---

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Sur le terrain, ces périodes sont plus longues. Les cultures de par leur rusticité ont pu certes arriver au terme de leur cycle végétatif mais avec des répercussions sur les rendements.

	Blé dur						Orge				
	p	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC	kco	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
D2	0.00	0.30	0.87	0.44	36.13		0.30	0.87	0.44	36.13	
D3	1.00	0.30	2.37	1.19	34.76		0.30	2.37	1.19	34.76	
J1	11.00	0.30	4.08	2.04	41.68		0.50	6.80	3.40	38.96	
J2	22.00	0.30	2.64	1.32	61.04		0.70	6.16	3.08	54.80	
J3	2.00	0.70	5.25	2.63	57.79		0.70	5.25	2.63	51.55	
F1	9.00	0.70	9.52	4.76	57.27		0.70	9.52	4.76	51.03	
F2	3.00	0.70	13.02	6.51	47.25		0.70	13.02	6.51	41.01	
F3	0.00	0.70	12.88	6.44	34.39		0.70	12.88	6.44	28.17	
M1	0.00	0.70	13.30	6.65	21.09		0.70	13.30	6.65	14.87	
M2	37.00	0.70	13.02	6.51	45.07		0.70	13.02	6.51	38.85	
M3	6.00	0.70	18.97	9.49	32.10		0.70	18.97	9.49	25.88	
A1	6.00	0.70	20.86	10.43	17.24		0.70	20.86	10.43	11.02	
A2	9.00	0.70	22.47	11.24	3.77		0.70	22.47	11.24		2.45
A3	4.00	0.70	27.37	13.69	19.60		1.05	41.06	20.53		39.51
M1	7.00	1.05	41.58	20.79		14.98	1.05	41.58	20.79		74.09
M2	1.00	1.05	65.84	32.92		79.81	1.05	65.84	32.92		138.90
M3	2.00	1.05	85.37	42.69		163.17	0.75	60.98	30.49		197.88
J1	0.00	0.70	40.53	20.27		203.70	0.65	37.64	18.82		235.52
J2	0.00	0.65	40.04	20.02		243.74					
J3	0.00	0.65	39.39	19.70		283.12					

*Tableau III.9a : Bilan hydrique du blé dur et de l'orge dans la parcelle de Hamla (1993-94)*



	Blé dur						Orge				
	p	kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC	kco	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
D1	1.00	0.30	1.20	0.60			0.30	1.20	0.60		
D2	11.00	0.30	1.32	0.66	9.68		0.30	1.32	0.66	9.68	
D3	3.00	0.30	2.70	1.35	9.98		0.30	2.70	1.35	9.98	
J1	6.00	0.30	2.74	1.37	13.25		0.30	2.73	1.37	13.25	
J2	0.00	0.70	5.88	2.94	7.37		0.50	4.20	2.10	9.05	
J3	0.00	0.70	4.34	2.17	3.03		0.70	4.34	2.17	4.71	
F1	8.00	0.70	5.46	2.73	5.57		0.70	5.46	2.73	7.25	
F2	0.00	0.70	9.52	4.76		3.95	0.70	9.52	4.76		2.27
F3	8.00	0.70	11.70	5.85		7.64	0.70	11.69	5.85		5.96
M1	15.00	0.70	13.44	6.72	1.56		0.70	13.44	6.72	1.56	
M2	16.00	0.70	14.50	7.25	3.07		0.70	14.49	7.25	3.07	
M3	0.00	0.70	18.56	9.28		15.48	0.70	18.55	9.28		15.18
A1	0.00	0.70	20.66	10.33		36.13	0.70	20.65	10.33		36.13
A2	1.00	0.70	24.72	12.36		59.84	0.70	24.71	12.36		59.84
A3	18.00	0.70	22.82	11.41		64.66	0.70	22.82	11.41		64.66
M1	9.00	0.70	30.10	15.05		85.76	0.70	30.10	15.05		85.76
M2	0.00	1.05	57.54	28.77		143.30	1.05	57.54	28.77		143.30
M3	0.00	1.05	62.90	31.45		206.20	1.05	62.90	31.45		206.20
J1	33.00	0.75	40.28	20.14		213.48	0.75	40.28	20.14		213.48
J2	2.00	0.65	32.90	16.45		244.37	0.65	32.89	16.45		244.37
J3	9.00	0.65	42.64	21.32		278.01		0.00	0.00		278.01

Tableau III.9b : Bilan hydrique du blé dur et de l'orge dans la parcelle de Hamla (1994/95)

### 3.4.4- Sols de la région de Hamla

Les sols de la plaine de Hamla ont à déjà fait l'objet d'études pédologiques suivies d'études proprement dites d'évaluation des terres que nous avons encadré dans le cadre pédagogique et scientifique au sein du département d'agronomie de Batna. Les facteurs de formations et d'évolution pédogénétique des sols, ont été actualisées chaque fois que cela s'avèrait nécessaire. Les principales formations des sols de cette plaine se définissent dans la classification française (CPCS, 1967 et RPF, 1990), comme suit :

-Les *sols minéraux bruts* ou *lithosols* en bas du versant Est du mont Belezma. Ils sont sur substrats marno-calcaires à calcaires et sur affleurements rocheux calcaire-greux.

- *Les sols peu évolués* ou *Fluvisols*, situés au Nord-Ouest, occupent de faibles superficies. Ils sont sur niveau profond colluvionnaire et/ou alluvionnaire que caractérise un type de relief non accidenté.

-*Les Vertisols* sont situés au Nord-Ouest. Leur superficie est plus importante que celle de l'unité précédente. Ils sont profonds. La texture est argilo-limoneuse à limon-argileuse et un relief à topographie légère à faible (1 à 2%).

- *Les sols calcimagnésiques* ou *calcicols* : Ils sont situés au Nord, au Centre-Est et au Nord-est sur colluvions et ou alluvions profondes et sur croûte calcaire moins profonde.

Comme ils sont sur substrat marno-calcaire à marno-argileux. Leur superficie est la plus importante. Le relief est à pente variable.

### **3.4.5 - Description du profil de la parcelle d'essai**

---

A : 0-30 cm. Argileux, marron clair (10 YR 5/3) en sec, polyédrique moyenne à grossière, porosité moyenne, consistance faible, peu cimenté, faibles racines, légers cailloux (2%-5%), bon drainage, effervescent à l'HCl. Transition régulière et graduelle.

B : 30-100 cm. Argileux, marron foncé (10 YR 3/3), polyédrique grossière, faible porosité, compact, faibles racines, bon drainage, effervescent à l'HCl.

C : > 100 cm. Niveau argilo-marneux compact.

*Classification:* Calcimagnésique, carbonaté, brun calcaire modal sur niveau argileux marneux sur colluvions.

L'unité de sol de la parcelle expérimentale (*tableau III.10*), présente une topographie légère (pente 3%) à orientation Nord-Sud. La présence de cailloux colluvionnaires calcaires en surface n'excède pas les 5%. La texture est argileuse. La structure est polyédrique moyenne à grossière, de consistance moyenne en surface, à forte en profondeur. La CEC ne dépasse pas les 18 meq/100g. Elle est légèrement basse pour cette région dont la valeur devrait avoisiner les 25 meq/100g (BOULAINÉ, 1972). Le taux de saturation est élevé (>100%). La teneur en calcaire est très élevée (>38%). Comme c'est le cas de tous les sols céréaliers des régions semi-arides, le taux de matière organique est faible (<1,5%). Le matériau parental est marno-argileux sur des dépôts colluvionnaires profonds.

		Hamla (TH)	
Horizons	A	B	
Profondeur (cm)	0-30	30-100	
1/ Caractéristiques de tation:			
Localisation	Centre Nord de la plaine		
Altitude	1100 m		
Topographie	Pente légère Nord-Ouest (<2 %)		
Géomorphologie	Bas de pente		
Matériau Parental	Marno-argileux sur colluvions		
Culture/Végétation.	Céréales		
ondation	Pas		
Drainage	Très bon		
Cailloux	< 5%		
2/ Granulométrie:			
Argile	45,1	48,5	
Limon	27,4	27,5	
Sable	27,5	24,0	
3/ Bases échangeables (Cmol/kg)			
Na <sup>+</sup>	0,7	0,7	
K	0,1	Traces	
Ca <sup>++</sup>	16,1	10,1	
Mg <sup>++</sup>			
	7,1	8,2	
CEC (Cmol/kg)	14,4	18,0	
pH eau (1/2,5)	8,52	8,7	
C.E. (dS/m)	0,13	0,1	
CaCO <sub>3</sub> total (%)	37,08	46,3	
Matière Organique (%)	1,1	1,0	

Tableau III-10 : Données physiques et physico-chimiques- parcelle de Hamla

## 3.5- Parcelles d'Essais de Ain Skhouna

### 3.5.1- Localisation

Les parcelles d'essais sont situées au Sud (parcelle ASA) et au Centre Sud (parcelle ASB) de la plaine de Ain Skhouna, sur les terres du domaine pilote «MESSAOUDI Laid », (25 Km, Nord de Batna). Leur altitude est respectivement de 832 m et 826m.

### 3.5.2- Climat régional

Idem que celui de Timgad et Hamla

### 3.5.3- Bilan hydrique et période de croissance

La pluviométrie moyenne annuelle durant l'année agricole 1992/93 à Ain Skhouna est de 275,3mm, (*tableau III.11a, voir graphes du bilan hydrique en annexe 13*). Près de la moitié (soit 152,3mm ou 55%), a été enregistré durant le cycle végétatif des cultures.

Pour les deux cultures, le remplissage du sol qui a débuté avec les semis s'est prolongé sur 14 décades successives sans interruption. Les réserves enregistrées qui sont relativement importantes vont d'un minimum cumulé de 14mm et 13mm respectivement pour le blé et pour l'orge, cumuls coïncidant avec la fin montaison à début épiaison, vers un maximum cumulé de 81mm pour les deux cultures, cumuls coïncidant avec le plein tallage à début montaison.

On note ainsi une relative régularité pluviale entre la 1<sup>ère</sup> décade de décembre et la 1<sup>ère</sup> décade d'avril. Les décades avec P inférieur à ETc, sont courtes. Les quantités pluviales qui sont de 48mm sur les 8 décades (soit des disponibilités de 0,5mm/j) sont très insuffisantes ce qui aura occasionné des déficits prolongés entre l'épiaison et la maturation, enregistrant des cumuls maximums de 222mm pour le blé dur et 133mm pour l'orge.

*La période de croissance durant la 1<sup>ère</sup> année est de 140j pour les deux cultures*

	p	Blé dur					Orge				
		kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC	Kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
D1	3.30	0.30	3.12	1.56	30.48		0.30	3.12	1.56	30.48	
D2	33.00	0.30	1.29	0.65	62.19		0.30	1.29	0.65	62.19	
D3	12.00	0.30	1.80	0.90	72.39		0.50	3.00	1.50	71.19	
J1	11.00	0.50	1.35	0.68	82.04		0.70	1.89	0.95	80.30	
J2	0.00	0.70	1.33	0.67	80.71		0.50	1.33	0.67	78.97	
J3	0.00	0.70	5.74	2.87	74.97		0.70	5.74	2.87	73.23	
F1	13.00	0.70	7.49	3.75	80.48		0.70	7.49	3.75	78.74	
F2	0.00	0.70	12.74	6.37	67.74		0.70	12.74	6.37	66.00	
F3	14.00	0.70	5.32	2.66	76.42		0.70	5.32	2.66	74.68	
M1	2.00	0.70	10.50	5.25	67.92		0.70	10.50	5.25	66.18	
M2	0.00	0.70	12.74	6.37	55.18		0.70	12.74	6.37	53.44	
M3	15.00	0.70	18.06	9.03	52.12		0.70	18.06	9.03	50.38	
A1	0.00	0.70	18.97	9.49	33.15		0.70	18.97	9.49	31.41	
A2	1.00	0.70	19.67	9.84	14.48		0.70	19.67	9.84	12.74	
A3	2.00	0.70	24.22	12.11		7.74	1.05	36.33	18.17		21.50
M1	8.00	1.05	35.81	17.91		35.55	1.05	35.81	17.91		49.40
M2	23.00	1.05	47.04	23.52		59.60	1.05	47.04	23.52		73.44
M3	15.00	1.05	52.50	26.25		97.10	0.65	32.50	16.25		90.94
J1	0.00	1.05	52.19	26.10		149.28	0.65	32.31	16.16		123.25
J2	0.00	0.65	33.09	16.55		182.37					
J3	0.00	0.65	39.62	19.81		222.00					

*Tableau III.11a. Bilan hydrique du blé et orge -parcelles d'essais de Ain Skhouna*

Lors de la 2<sup>ème</sup> année (1993/94) (*tableau III-11b ; voir graphe du bilan hydrique en annexe 13*), nous avons enregistré de très faibles quantités pluviales estimées seulement à 170mm dont 163mm durant chacun des cycles végétatifs du blé dur et de l'orge.

Le remplissage des réserves du sol, a été retardé de deux décades par rapport à la période des semis. Il s'est prolongé sur 13 décades (N3 - M3) enregistrant pour cela des cumuls relativement appréciables. Le cumul minimum est de 5,54mm alors que le cumul maximum est d'environ 50mm pour les deux cultures. Ces réserves sont disponibles pour les deux cultures durant les phases végétatives comprises entre la levée et l'épiaison-floraison. Au-delà de ces stades phénologiques c'est le déficit prolongé atteignant un cumul 90mm pour le blé dur et 55mm pour l'orge provoquant le stress hydrique durant la phase maturation.

*En 2e année, cette période est de 150jours pour le blé contre 140j pour l'orge*

	p	Blé dur					Orge				
		kc	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC	kco	Etc	0.5Etc	kRFU	DAC
N1	4.00	0.30	8.97	4.49			0.30	8.97	4.49		
N2	1.00	0.30	5.85	2.93			0.30	5.85	2.93		
N3	8.00	0.30	2.46	1.23	5.54		0.50	4.10	2.05	3.90	
D1	37.00	0.70	3.36	1.68	39.18		0.70	3.36	1.68	37.54	
D2	0.00	0.70	2.03	1.02	37.15		0.70	2.03	1.02	35.51	
D3	1.00	0.70	5.53	2.77	32.62		0.70	5.53	2.77	30.98	
J1	11.00	0.70	9.52	4.76	34.10		0.70	9.52	4.76	32.46	
J2	22.00	0.70	6.16	3.08	49.94		0.50	6.16	3.08	48.30	
J3	2.00	0.70	5.25	2.63	46.69		0.70	5.25	2.63	45.05	
F1	9.00	0.70	9.52	4.76	46.17		0.70	9.52	4.76	44.63	
F2	3.00	0.70	13.02	6.51	36.15		0.70	13.02	6.51	34.51	
F3	0.00	0.70	12.88	6.44	23.27		0.70	12.88	6.44	21.63	
M1	0.00	0.70	13.30	6.65	9.97		0.70	13.30	6.65	8.33	
M2	37.00	0.75	13.95	6.98	33.02		1.05	19.53	9.77	25.20	
M3	6.00	1.05	28.46	14.23	10.56		1.05	28.46	14.23	3.34	
A1	6.00	1.05	31.29	15.65		14.73	1.05	31.29	15.65		21.85
A2	9.00	1.05	33.71	16.86		39.44	0.65	20.87	10.44		33.82
A3	4.00	0.65	25.42	12.71		60.86	0.65	25.42	12.71		55.24
M1	7.00	0.65	25.74	12.87		89.60					

*Tableau III.11b: Bilan hydrique du blé dur et de l'orge-parcelles de Ain Skhouna (1993-94)*

### 3.5.4 - Sols de la région de Ain Skhouna

La plaine de Ain Skhouna se présente sous la forme d'une très vaste dépression où s'accumulent les eaux pluviales des versants environnants ainsi que celles véhiculées par l'oued Gadaine. Entourent ces terres déprimées, des formations de terrasses primaires sur substrat argileux ainsi que des glacis collines sur substrat calcaire. En profondeur et en surface, ces eaux stagnent sous forme d'une nappe salée occupant le centre et le Nord Est de la plaine. A l'extrême Est Est Sud, les eaux accumulées forment le chott Gadaine.

Selon la classification CPCS (1967) et la RPF (1990) nous avons rencontré les principales classes suivantes:

- *Sols Minéraux Bruts* ou *Lithosols* de superficie moins importante, ils sont sur substrat calcaire compact. Ils occupent les formations vallonnées du sud de la plaine.

- *Sols Peu Evolués* ou *Fluvisols* ils s'étendent sur des plages de moindre importance situées au Sud-est.

- *Sols Calcimagnésiques* ou *Calcicols* : Ils sont très importants au niveau de la région formant les sols qui environnent la dépression salée de Gadaine. D'où la juxtaposition de certaines plages avec celles halomorphes.

Ils sont peu à très profonds (entre 50 et 150 cm) est sont sur niveau argileux calcaire ou sur croûte et/ou sur encroûtement calcaire et sur des colluvions calcaires.

- *Sols Halomorphes* ou *Sodisols*: Ils occupent les terres périphériques a celles centrales de la plaine et ce sur d'importantes étendues. Ils sont très profonds à texture argileuse compacte et à structure grumeleuse fine à très fine par endroits.

- *Sols Hydromorphes*: Ils occupent le plein centre de la plaine et se prolongent en tache d'huile vers le Nord Est et vers le Nord-ouest, selon les durées de stagnation des eaux mais surtout selon l'importance d'occupation spatiale.

### **3.5.5- Description du profil des parcelles d'essais**

---

-/ Parcelle A (ASA)

Ap: 0-10 cm. Brun foncé (7,5 YR 5/4), polyédrique à moyennement dégradé, argileux à argilo-limoneux, consistance meuble, très bonne porosité, faible cohésion, enracinement faible, bon drainage, cailloux 2%, présence de coquilles de mollusques, efflorescence saline, forte effervescence à l'HCl. Transition régulière et graduelle.

AB: 10-25 cm. Brun foncé (7,5 YR 5/4), polyédrique moyen, argileux à argilo-limoneux, faible consistance, bonne porosité, peu cimenté, enracinement faible, présence de racines grossières à l'état de décomposition, coquillage, légères taches ocre-rouilles, mauvais drainage, taches légères salines, très forte effervescence à l'HCl. Transition régulière dégradée.

B1 : 25-50 cm. Brun foncé (7,5 YR 5/4), polyédrique, argileux, consistant, bonne porosité, légèrement cimenté, pas de racines, compact, taches légères salines, très forte effervescence à l'HCl.

B2: 50-100 cm. Idem que l'horizon précédent, plus compact, argileux, très forte effervescence à l'HCl. taches salines.

C: >100 cm. Niveau argileux.

*Classification* : Halomorphe, à structure non dégradée, salin Halomorphe.

-/ Parcelle B (ASB)

Aca : 0-5 cm. Brun clair (10 YR 5/3), grumeleuse fine à moyenne, limon-argileux, très bonne porosité, consistance faible, cohésion faible, peu de racines, cailloux 10 à 15%, nodules calcaires, bon drainage, très forte effervescence à l'HCl. Transition régulière et graduelle.

Bca: 5-30 cm. Brun clair (10 YR 5/3), grumeleuse fine à très fine, limono-argileux, bonne porosité, non consistant, et sans cohésion, cailloux > à 15%, nodules calcaires, bon drainage, très forte effervescence à l'HCl (échantillon 39).

Cca: >30 cm. Niveau à encroûtement calcaire.

*classification* : Calcimagnésique, carbonatée, brun calcaire modal sur encroûtement calcaire.

Les deux parcelles A (ASA) et B (ASB) (tableau III-12), sont situées, l'une sur la partie élevée du glacis terrasse alors que l'autre est en bas de ce glacis.

La parcelle A est à texture argileuse (>46 %), compacte consistante, faible porosité et bonne cohésion. Le drainage est moyen en sub-surface à faible en profondeur. La CEC est très élevée (>75 meq/100g). La conductivité électrique est légèrement faible (2,3 à 2,9 dS/m), sa salinisation est du type Ca<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Le taux de calcaire total est élevé (>23%). Avec un pH >8 le sol est alcalin.

La parcelle B est à structure grumeleuse fine à moyennement fine et à texture limoneuse. Les cailloux en surface (>20%) et en profondeur (15%), limitent le développement racinaire ainsi que la fertilité des sols. Moins profonde, elle est limitée par un encroûtement calcaire au-delà de 30 cm. Le taux de calcaire total est très élevé (>42%).

Parcelles	ASA				ASB		
Echantillons	35	36	37	38	39	40	
Horizons	Ap	AB	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	Aca	Bca	
Profondeur (cm)	0-10	10-25	25-50	50-100	0-5	5-30	
1/ Caractéristiques de station:							
Localisation	Sud-Est du domaine				Nord-Ouest du domaine		
-Coordonnées	832 m				826 m		
Date	Novembre 1992				Novembre 1992		
Topographie	Plane				4% Nord		
Géomorphologie	Terrasse				Bas de pente		
Culture/Vég.	Céréales				Céréales		
Drainage	Moyen				Bon		
nondation	Exceptionnelle				Pas		
Cailloux	Pas				25-30 %		
Sels	Légères efflorescences				Pas		
2/ Granulométrie:							
Argile	45,6	48,7	48,5	52,3	15,10	15,8	
Limon	29,3	25,6	25,6	25,0	60,20	65,1	
Sable	25,3	25,7	26,9	22,7	24,60	19,1	
3/ Bases échangeables (Cmol/kg):							
Na <sup>+</sup>	4,75	6,7	6,7	6,7	2,3	1,5	
K <sup>+</sup>	0,25	0,15	0,18	1,0	0,7	0,7	
Ca <sup>++</sup>	29,16	81,16	31,16	30,0	35,4	41,3	
Mg <sup>++</sup>	07,3	8,2	8,2	8,3	10,1	8,1	
Saturation (V %)	100	100	100	100	100	100	
4/ Sels Solubles (meq/l)							
ANIONS	Na <sup>+</sup>	22,3	53,7	68,2	68,2	/	/
	K <sup>+</sup>	0,8	1,3	1,3	1,3		
	Ca <sup>++</sup>	29,2	44,6	48,3	48,3		
	Mg <sup>++</sup>	23,7	35,9	43,7	43,7		
CAT IONS	Cl <sup>-</sup>	10,2	12,26	13,13	13,13	/	/
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	68,5	88,2	85,1	85,1		
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4,1	8,1	6,1	6,1		
pH eau (1/2,5)	8,05	8,1	8,4	8,4	8,49	8,5	
C.E. (dS/m)	2,42	2,31	2,9	2,9	0,98	0,8	
Mat. Org. (%)	1,37	0,67	0,49	0,49	1,69	1,02	
CaCO <sub>3</sub> total (%)	20,32	39,24	33,6	35,2	41,08	50,32	

Tableau III-12 : Données physiques et analytiques des parcelles A et B de Ain Skhouna

## Conclusion de la Partie Physique des Hautes Plaines Constantinoises

Les points essentiels qui se dégagent en conclusion de cette première partie sur l'étude qui porte sur l'étude physique sur 5 années (1991/1992 à 1995/1996) de la partie Sud des Hautes Plaines Constantinoises qui est notre zone d'étude, peuvent se résumer comme suit.

*a/ partie étude climatique : classification, bilan hydrique et période de croissance*

\*-/- Sur la plan tant macro-climatique de toute la zone d'étude que de celui micro-climatique des plaines céralières et des parcelles d'essais le climat est semi-aride frais à froid que caractérisent deux saisons, l'une froide et humide s'étalant sur pas plus de 4 mois et l'autre chaude et sèche sur les 7 mois restants.

\*-/- Les pluies moyennes annuelles dont la moyenne ne dépasse pas les 400mm (entre des valeurs qui sont peut être exceptionnelles, minimales de 160mm et maximales de 733mm) sont dans leur ensemble faibles mais surtout irrégulières avec de ce fait un caractère doublement contraignant: 1) celui relatif aux besoins en eau des cultures ce qui implique le choix de cultures rustiques et celui 2) relatif à la diversité des options de développement agricole qui nous apparaissent de ce fait plus limités.

\*-/- Outre les contraintes à caractère régional du climat, la délimitation de quatre zonalités agro-climatiques (ZAC), établies sur la base de l'élément pluviométrique qui est l'élément dominant climatique, nous incite sur la base de la spécificité de ces zones, à plus de souplesse quant aux options agricoles qui pourraient faire l'objet d'attentions plus particulières.

\*-/- Lors de l'étude du bilan hydrique dans les plaines et dans les parcelles d'essais nous avons constaté qu'en raison des irrégularités pluviométriques, décennales ou même mensuelles, les hauteurs pluviométriques enregistrées durant l'année agricole ne reflètent aucunement les disponibilités hydriques des cultures. L'estimation de ces disponibilités sont en rapport: 1) d'abord avec la période des semis ensuite, 2) avec leur répartition durant la période de croissance et enfin 3) selon les durées des stades végétatifs.

\*-/- Toutes stations confondues, nous avons noté une diminution moyenne de près de 40% (entre un minimum de 30% et un maximum de 60%), des pluies moyennes annuelles par rapport aux pluies enregistrées durant la période dite de croissance des céréales.

\*-/- Les durées du cycle de développement des cultures, dans les différentes stations d'essais, telles calculées théoriquement selon le modèle FAO, sont inférieures à celles enregistrées sur le terrain, où la culture a tendance à prolonger ses stades afin de s'accommoder aux conditions aléatoires, climatique surtout. Ces durées sont présentées sous forme de tableau récapitulatif (*tableau III.13*).

\*-/- Comme il ressort dans ce tableau, des périodes tant humides que de croissance des cultures de blé dur et d'orge, sont perturbées par les irrégularités pluviométriques d'où découle une mauvaise répartition des eaux avec pour conséquence des absences plus répétées de la période humide, et occasionnelles de la période de croissance qui seraient courtes et



comprises entre 100j et 150jours. A noter que Ces périodes sont marquées par des pics intermédiaires de 2 et 3 décades que nous avons inclus lors de la détermination de ces périodes et ce compte tenu du caractère local de nos deux cultures ce qui leur permet d'avoir une meilleure adaptation et une meilleure rusticité

\*-/- Considérant les durées des cycles de développement qui se dégagent de notre travail, nous relevons des disponibilités en eau pluviale, nettement insuffisantes pour permettre aux cultures d'avoir un développement normal. Les périodes les plus marquées par le déficit hydrique coïncident avec la phase maturation et pour la plupart du temps elles coïncident avec les phases montaison à maturation et rarement la période semis à tallage ou nous enregistrons un cumul des réserves relativement acceptable.

Les phases phenologiques les plus touchées par le stress hydrique sont malheureusement celles qui sont le plus sensible dans la mesure ou elle cautionnent la durabilité productive.

\*-/-Le déficit hydrique ( $D = P - ETP$ ) qui va du double au triple, est nettement marqué dans les stations climatiques de Berriche, Timgad, Hamla et Ain Skhouna, contrairement pour Kais et Remila qui présentent de bien meilleures conditions et climatiques donc de bien meilleures aptitudes céréalières. -/- Ce déficit moyen peut être estimé à travers la moyenne journalière pluviométrique. En effet, toutes stations confondues, cette moyenne ne dépasse pas les 0,75mm/j. Elle est variable d'une station à une autre et d'une année à une autre avec des disponibilités hydriques journalières comprises entre 0,2 mm/j et 2 mm/j,

*b/ Partie géographique et édaphique : grandes tendances de sol, aspects pédogénétiques dominants*

La frange Sud des Hautes Plaines Constantinoises se caractérise par une géographie variée mais dominée par de grandes étendues d'un seul tenant, constituant les plaines. Celles-ci sont entrecoupées par des vallons à pente douce et par des montagnes moins abruptes. Elles sont traversées et irriguées par un réseau hydrographique moins dense à écoulement parfois exoréique (cas de la Hamla au Sud-Ouest, Khenchela à l'Est et Timgad au Sud) et parfois endoreique (cas des plaines de Gadaine au Nord Ouest et de Rémila au centre Nord).

Sur le plan cartographique de grandes tendances nous avons comme ensembles à dominance spatiale différente :- Les sols minéraux bruts. Ils sont sur substrat moins durs (Lithosols) et sur substrat rocheux (Régosols),

- Les sols peu évolués (Fluvisols) ils dominent sur les terrasses alluviales et sont sur substrat alluvionnaire.-les sols calcimagnésiques (calcicols). C'est les plus dominants. Ils se sont formés sur divers substrats allant de la croûte calcaire compacte à moins compacte à profondeur variable, vers des niveaux argileux et marno-argileux et rarement à colluvio-alluvionnaires, profonds à très profonds.- Les sols halomorphes dominent respectivement dans deux principales plaines (AinSkhouna et Rémila).

Les facteurs limitants sont le calcaire au niveau de toute la zone d'étude. Les fortes teneurs (>30%) posent des contraintes physiques mécaniques physiologiques et biologiques. Il en est de même de la salinité qui varie entre 2 dS/m et 4 dS/m et entre 4 dS/m et 16 dS/m à l'intérieur. Le pH conséquent est compris entre 7,5 et 8,8. Toutes les textures allant des ensembles qui les définissent en tant que texture grossière, moyenne et fine, sont représentées dans la région. La dominance texturale est fine à moyennement fine (argileuse) au niveau des dépressions salées à argilo-limoneuse (moyenne) dans les autres endroits, suivie des autres textures. La topographie et la profondeur ne se posent comme contrainte sérieuse. Seule la plaine de Berriche en est concernée par ces caractéristiques

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

physiques où les niveaux limitants vont de 30cm à 120cm. La matière organique est faible et ne dépasse pas les 2%. Les sols sont quasi-saturés et présentent en général une bonne CEC

Stations	Années	Durées des périodes de croissance du blé dur		Durées des périodes de croissance de l'orge	
		Modèle FAO	Essais	Modèle FAO	Essais
		Durée (jours)	Durée (jours)	Durée (jours)	Durée (jours)
Plaine de Remila	1991/92	280		280	
	1992/93	190		190	
	1993/94	120		120	
	1994/95	130		130	
	1995/96	200		200	
Plaine de Berriche	1991/92	140		140	
	1992/93	Très irrégulières		Très irrégulières	
	1993/94	Très irrégulières		Très irrégulières	
	1994/95	190		190	
	1995/96	200		200	
Parcelles de Berriche	1993/94	110	220	130	185
	1994/95	110	210	190	185
Parcelles de Kais	1993/94	110	192	130	180
	1994/95	210	210	170	170
Parcelle de Hamla	1993/94	140	200	120	190
	1994/95	190	210	150	200
Parcelles de Ain Skhouana	1992/93	140	195	140	183
	1993/94	150	193	140	179
Parcelle de Timgad	1992/93	150	197	140	179
	1993/94	120	195	140	173
	1994/95	Cycle végétatif interrompu (pour raison d'échaudage)			

*Tableau III.13 : Durées des périodes de croissances du blé dur et de l'orge dans les stations de Hamla, Timgad, Ain Skhouana, Berriche et Remila selon: -1) le modèle FAO et - 2) les données expérimentales (relevées sur le terrain).*

# CHAPITRE -4- EXPERIMENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

## 4.1 - Matériel et Méthodes

### 4.1.1 - Choix des stations

Le choix des stations de référence pour notre d'étude obéit à des critères agro-économiques, spatial et de transect géo-séquentiel (figure IV.1).

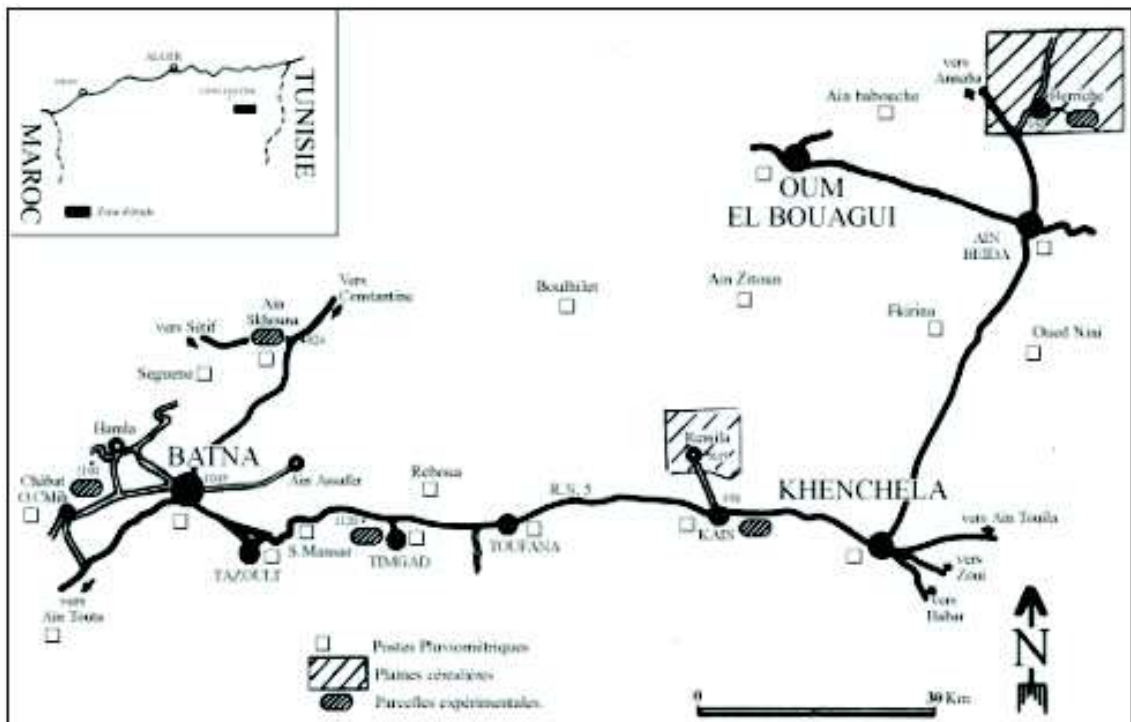


Fig IV.1-Carte de situation des plaines (Remila et Berriche) ainsi que des parcelles d'essais (Hamla, Ain Skhouna, Timgad, Kais et Berriche)

Comme notre objectif est de déterminer pour des variétés locales de blé dur et d'orge, les conditions physiographiques culturales, optimales de développement, spécifiquement climatiques (pluviométrie, température) et édaphiques (facteurs physiques et physico-chimiques de station), au sud dans des Hautes Plaines Constantinoises.

La validation des résultats (exigences culturales) est établie par comparaison entre d'une part les aptitudes culturales, une fois déterminées par évaluation, et les rendements d'autre part.

Pour notre expérimentation nous avons délimité 8 parcelles le long de la zone d'étude. Elles se répartissent comme suit :

- 2 parcelles (ASA et ASB) dans la plaine de à Ain Skhouna,
- 1 parcelle (H) dans la plaine de Hamla,
- 1 parcelle (T) dans la plaine de Timgad,
- 2 parcelles (KA et KB) dans le périmètre de Kais, -2 parcelles (BA et BB) dans la plaine de Berriche

Comme nous avons opté aussi pour deux plaines céréalières les plus importantes de la région et qui se présentent comme suit.

- La plaine de Rémila avec 33 unités de sols, réparties sur 19.650 ha
- La plaine de Berriche avec 12 unités de sols réparties sur 10.000 ha.

Ainsi nous dénombrons en tout, 53 stations physiographiques.

A remarquer que les parcelles d'essais de la région de Berriche ne sont pas à confondre avec les unités de sols de la plaine.

Par commodité cartographique, nous avons, dans la figure IV.1, reporté sans distinction entre elles, les parcelles d'essais des 8 stations et les unités de sols des plaines. L'échelle de représentation cartographique étant le 1/150.000e, il ne nous était donc pas possible de situer l'emplacement de chacune de ces unités.

#### **4.1.2 - Matériel végétal**

---

Outre les conditions physiques et bioécologiques ayant présidé au choix des nos deux variétés locales, de blé dur (*Triticum durum* Desf. var. Mohamed Ben Bachir), et d'orge (*Hordeum vulgare* L. var. Saida), nous avons eu comme préoccupation parallèle conséquemment importante, celle de répondre aux multiples préoccupations socio-économiques, locales identifiées par d'importants besoins en matière de céréales et dérivés céréalières. Ces variétés qui sont de lignée pure nous ont été fournies par la station expérimentale de l'Institut Technique des Grandes Cultures du Khroub (ITGC - Constantine).

#### **4.1.3 - Méthode expérimentale**

---

Dans les parcelles d'essais, dans des conditions habituelles sans apport d'eau et de fertilisants, ont été conduits des semis selon la méthode des blocs aléatoires complets (Blocs de Fisher) à 4 répétitions sur des parcelles élémentaires de 6,6 m<sup>2</sup> avec 7 lignes de semis de 5,5m espacées de 0,2m. Ils ont été réalisés durant la première décade de décembre. Le poids moyen est de 13,2 g/ligne soit une dose de 110 Kg/ha

#### **4.1.4 - Mesures et observations**

---

- a - Dans les 8 parcelles d'essais, les observations durant deux années agricoles, portent sur :
- L'estimation de la durée du cycle de croissance et de ses phases végétatives;
  - L'enregistrement des disponibilités hydriques (pluies) et thermiques (températures) ;
  - Les rendements.

Les stades végétatifs adoptés sont ceux retenus dans le cadre des études d'évaluation des terres pour des cultures spécifiques, par la FAO (SYS et al. 1993).

Ce sont :

1- *Stade Initial* (I) ou stade semis 3 feuilles (couverture végétale inférieure à 10%).

2- *Stade développement* (D) ou stade tallage montaison (couverture végétale de 70% à 80%). Il n'est pas à confondre avec le terme «développement» qui exprime l'évolution de la plante ou son cycle de végétation avec ses phases : Végétative et productive

3- *Stade mi-saison* (MS) ou stade floraison épiaison,

4- *Stade saison* (S) ou stade maturité. (de la formation du grain jusqu'à la récolte).

b- Dans les plaines céréalières de Remila et de Berriche, les relevés durant chacune des années agricoles : 1991/92 à 1995 / 96) concernent :

- Les disponibilités pluviales et les thermiques moyennes annuelles;
- Les rendements de chacune des unités de sol.

Sachant que les rendements sont l'expression matérielle du comportement type (normal ou anormal) végétatif des cultures, par le biais de conditions physiographiques (en terme de disponibilités) comparés aux besoins (exigences culturelles) de ces cultures, ceci nous permet de justifier les facteurs observés et relevés pour analyse et interprétation.

### 4.1.5 - Méthodes d'interprétation

---

Pour ressortir les corrélations entre les rendements des sols des plaines et les précipitations annuelles, nous avons utilisé l'analyse de variance (ANOVA un seul facteur randomisé qui est la pluie). Par contre, les données enregistrées au niveau des parcelles d'essais ont été interprétées selon la méthode ACP (analyse en composantes principales), en utilisant le logiciel Statistica (DANIELIE, 1998a et 1998b) (FALISSARD, 1998).

## 4.2 - Résultats et Interprétations

### 4.2.1-Durées des stades végétatifs et des cycles de croissance

---

La durée (en jours) du cycle et des phases de croissance des cultures, nous édifie sur les disponibilités hydriques et thermiques et leur incidence sur la productivité, comme cela nous permet d'en estimer les besoins. Par ailleurs cela nous permettrait d'arrêter la date de semis en fonction des variétés.

En effet, il été prouvé l'intérêt d'utiliser les variétés précoces ou semi précoces lorsque les conditions climatiques sont capricieuses ou limitantes (cas des zones arides et semi-arides) comme cela à été à été démontré grâce à la simulation réalisée par SIMTAG (in El MOURID et al, 2000).

Notre zone d'étude étant située dans un étage semi-aride, la culture est donc soumise lors de son développement à des conditions climatiques capricieuses qui sont à l'origine des résultats enregistrés sur les périodes de croissance (*tableaux IV.1 et IV.2*).

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

Parcelles stations		Date de semis	Date de récolte	Stades				Cycle Végétatif
				I	D	MS	S	
Timgad	A	20/11/92	10/6/92	30	106	31	30	197
		11/12/93	20/6/94	31	103	33	28	195
		3/12/94	**	50	90	/	/	/
Moyenne pour la station de Timgad				37	100			196
Ain Skhouma	A	1/12/92	28/5/93	32	113	41	22	180
	B	1/12/92	28/5/93	33	115	43	20	211
	A	1/11/93	15/5/94	30	110	30	20	190
	B	1/11/93	10/6/94	32	110	30	20	195
Moyenne pour la station de A.Skhouma				32	112	34	20	199
Hamla	A	10/12/93	10/5/94	40	100	35	25	200
		4/12/94	30/6/95	40	120	25	25	210
Moyenne pour la station de Hamla				40	110	30	25	205
Berriche	A	3/12/94	10/7/94	50	110	40	20	220
	B	3/12/94	10/7/94	50	112	38	20	220
	A	2/12/94	26/6/95	40	110	25	25	210
	B	2/12/94	26/6/95	40	120	25	25	210
Moyenne pour la station de Berriche				45	113	32	23	215
Kais	A	1/12/93	10/6/94	40	70	50	30	190
	B	1/12/93	14/6/94	38	78	48	30	194
	A	1/12/94	27/6/95	30	110	45	35	210
	B	1/12/94	27/6/95	30	110	45	35	210
Moyenne pour la station de Kais				35	92	47	33	201
Moyenne des stades et du cycle végétatifs (toutes stations confondues)				38	105	36	25	230

Tableau IV.1 : Durées (en j) des cycles et stades végétatifs pour le blé dur

Parcelles ↓ stations	Date de semis	Date de récolte	Stades				Cycle Végétatif	
			I	D	MS	S		
Timgad	A	20/11/92	10/6/92	27	92	30	28	179
		11/12/93	20/6/94	30	93	30	20	173
		3/12/94	***	50	90	/	/	/
<i>Moyenne pour la station de Timgad</i>				36	92			
Ain Skhouma	A	1/12/92	28/5/93	25	115	30	10	180
	E	1/12/92	28/5/93	26	118	29	12	185
	A	1/11/93	15/5/94	25	105	30	20	180
	E	1/11/93	10/6/94	25	103	30	20	178
<i>Moyenne pour la station de A. Skhouma</i>				25	105	30	17	181
Hamla	A	10/12/93	10/5/94	23	113	37	17	190
		4/12/94	30/6/95	45	115	25	25	200
<i>Moyenne pour la station de Hamla</i>				39	114	31	21	195
Berriche	A	3/12/94	10/7/94	50	105	35	10	200
	E	3/12/94	10/7/94	45	100	34	10	190
	A	2/12/94	26/6/95	25	115	30	20	180
	E	2/12/94	26/6/95	28	112	31	20	191
<i>Moyenne pour la station de Berriche</i>				145	108	33	15	190
Kais	A	1/12/93	10/6/94	30	80	40	20	180
	E	1/12/93	14/6/94	30	80	40	20	180
	A	1/12/94	27/6/95	30	80	40	20	170
	E	1/12/94	27/6/95	30	80	40	20	170
<i>Moyenne pour la station de Kais</i>				30	80	40	20	175
<i>Moyenne des stades et du cycle végétatifs (toutes stations confondues)</i>				55	100	34	18	185

Tableau IV.2 : Durées (en j) des cycles et des stades végétatifs de l'orge

D'après les données expérimentales, la période de croissance enregistrée dans les 26 blocs est de 192 jours (toutes cultures confondues) est de 204 jours pour le blé dur contre 180 jours pour l'orge. Par années elles sont respectivement de 201j, 215j, 205j, et 199j pour le blé dur contre 175j, 192j, 176j et 181j pour l'orge (voir figure en annexe 14).

Le caractère aléatoire des durées de croissance, résulte logiquement des multiples interactions entre l'ensemble des facteurs de station avec une incidence à dominance spécifique bioclimatique. En général, toute culture, par nécessité de «survie» essaie de s'adapter à ce qui lui permet de résister aux conditions défavorables environnementales, particulières climatiques en limitant le phénomène osmotique, ce qui permettrait une auto-prolongation du cycle végétatif.

Les durées moyennes enregistrées, pour les stades végétatifs se présente comme suit :

- Durée du stade initial = 35 jours
- Durée du stade développement = 102 jours

- Durée du stade mi-saison = 35 jours
- Durée du stade saison = 22 jours.

#### **4.2.2- Disponibilité hydriques en période de croissance des cultures**

---

- Cas du blé dur

Toutes stations et toutes années confondues, nous avons enregistré durant la période de croissance du blé dur, des disponibilités hydriques moyennes égales à 188,3mm (soit 0,94mm/j) réparties par ordre de grandeur comme suit 278,5mm à Kais; 143,5mm à Berriche et 142,7mm dans les autres stations (*tableauIV.3; figure en annexe 14*). Ces quantités sont en dessous des besoins de la culture qui, selon des données bibliographiques diverses, vont d'habitude d'un minimum qui serait double vers un maximum qui serait triple. Il ressort toutefois une différence dans le comportement de la culture, par station et par année, différence qui se caractérise par des écarts aléatoires dont la moyenne annuelle varie d'un maximum moyennement bon et un minimum très bas.

Ce qui nous de constater par station, ce qui suit :

- La station de Kais se spécifie des autres stations par des valeurs comprises entre un minimum de 215,6mm et un maximum de 315,6mm est une moyenne générale de 278,5mm (soit 1,46mm/j). Sans le caractère irrégulier qui apparaît clairement au niveau des valeurs enregistrées pour chaque stade, avec un minimum de 48,5mm en mi-saison et un maximum de 109,5 mm en phase développement, ces quantités de pluies pourraient ne pas présenter une contrainte sérieuse.

- La station la moins arrosée est celle de Batna (avec ses parcelles de Timgad, Hamla et Ain Skhouna). Les valeurs vont d'un minimum de 120mm à 167mm, ce qui est très faible et de surcroît insuffisant au vu de la moyenne qui est de 142,7mm (soit 0,71mm/j). Celles-ci se caractérisent aussi par une nette irrégularité mise en évidence par la minimale moyenne qui est de 10mm en phase saison et maximale moyenne de 84,1mm en phase développement.

- La station de Berriche qui se place en intermédiaire de Kais et des autres stations, présente elle aussi des valeurs moyennes quand même faibles et insuffisantes, estimées à 143,5mm pour la période de croissance, avec un maximum de 15,5 en phase mi-saison et 75mm en phase développement.



	Stades végétatifs	Parcelles							
		Timgad	Hamla	Ain S'khouna		Kais		Berriche	
				A	B	A	B	A	B
1992 /93	Initial	36,3		48,3	48,3				
	Develop.	67		60	60				
	Mi-saison	11		42	42				
	Saison	38		0	0				
	Croissance	152,3		150	150				
1993 /94	Initial	12	21	13	13	75,8	89	22	22
	Develop.	94	75	122	122	75,8	98,8	43,3	43,3
	Mi-saison	12	16,5	21	21	98,3	23	71	71
	Saison	2	27,5	11	11	4,8	4,8	5	5
	Croissance	120	140	167	167	268	215,6	140,3	141,3
1994 /95	Initial	21	21			17,6	17,6	22	22
	Develop.	40	75			131,6	131,6	79	79
	Mi-saison	1	16,5			36,3	36,3	11	11
	Saison	1	27,5			130,4	130,4	40	40
	Croissance	1	140			315,3	315,3	152	152

Tableau IV.3 : Disponibilités en eau (mm) pour le blé dur, dans les parcelles d'essais

La variabilité pluviale, avec un caractère aléatoire et irrégulière, constatés durant les stades végétatifs, fait ressortir Kais comme étant la station la mieux arrosée par rapport aux autres stations (voir figure en annexe 14)

Par comparaison des écarts, enregistrés entre les différentes stations nous avons:

- Stade initial : moyenne de 53,3mm à Kais (minimum de 12mm à Hamla et un maximum de 89mm à Kais);
- Stade développement: moyenne de 109,5mm à Kais (minimum 40mm à Timgad et un maximum de 132 mm à Kais);
- Stade mi-saison : moyenne de 48,5mm à Kais (minimum 11mm à Berriche et un maximum de 98mm à Kais);
- Stade saison : moyenne de 67,5mm à Kais (minimum 2 mm à Timgad et maximum de 130mm à Kais).

Nous avons donc une contrainte hydrique sérieuse impliquant un stress hydrique rarement rompu par des réserves qui restent insuffisantes pour la culture se répercutant ainsi sur des rendements qui ne peuvent qu'être faibles à très faibles.

- Cas de l'orge

Comme pour le blé dur, on constate pour l'orge une variabilité interannuelle et inter-stationnelle caractérisant la période de croissance et les stades végétatifs (tableau IV.4; voir figures en annexe).

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

	Stades végétatifs	Parcelles							
		Timgad	Hamla	Ain Skhouna		Kais		Berriche	
				A	B	A	B	A	B
1992 93	Initial	36,3		50,5	50,5				
	Dévelop.	51		50,5	50,5				
	Mi-saison	16		46	46				
	Saison	33		0	0				
	Croissance	136,3		147	147				
1993 94	Initial	12	5	9	9	72,1	72,1	43,3	43,3
	Développe	85	96	89	89	115,2	115,2	70	70
	Mi-saison	20	10	49	49	11,8	11,8	6	6
	Saison	3	0	13	13	11,2	11,2	0	0
	Croissance	120	114	160	160	210,3	210,3	119,3	119,3
1994 95	Initial		21			17,6	17,6	14	14
	Develop.		66			126,4	126,4	71	71
	Mi-saison		9			35,4	35,4	16	16
	Saison		35			6,1	6,1	22	22
	Croissance		131			185,5	185,5	123	123

Tableau IV.4 : Disponibilités en eau (mm) pour l'orge dans les parcelles d'essais

Toutes stations et toutes années confondues, les disponibilités hydriques moyennes enregistrées durant la période de croissance de l'orge sont très faibles. Elles sont de 149,7mm (soit 0,89mm/j).

Toutes années confondues, nous avons par station des valeurs qui sont de 194,4mm à Kais, 133,5mm pour les stations situées à Batna et 120,7mm à Berriche (tableau IV.5; voir figures en annexe 14). Comme pour le blé dur, ces valeurs sont en dessous des besoins de la culture.

Le comportement de la culture (par station et par année) met en exergue des différences importantes entre les valeurs pluviométriques de croissance et de stades végétatifs.

Ces différences se caractérisent comme suit, pour la culture de l'orge :

- Comme d'habitude c'est la station de Kais qui se démarque des autres stations avec des valeurs moyennes de croissance comprises entre un maximum de 210,3mm et un minimum de 185,5mm. Cette quantité est répartie de façon aléatoire durant les stades végétatifs ou nous enregistrons un minimum moyen de 13,2mm en phase maturation (saison) et un maximum de 87,8mm en phase développement.

- Berriche est cette fois-ci, la station la moins arrosée. En effet nous avons des valeurs qui vont d'un minimum moyen de 11mm durant les deux phases de mi-saison et saison, ce qui est nettement très faible, vers un maximum moyen de 69,7mm en phase de développement, ce qui est faible aussi.

- Dans la station de Batna (comprenant Timgad, Hamla et Ain Skhouna) nous avons enregistré présente des valeurs qui vont d'un minimum de 120mm (Timgad) à un maximum de 160mm (Ain Skhouna). Ces valeurs sont basses et donc insuffisantes. Elles sont aussi irrégulières interstades et faibles. D'un stade à un autre nous avons un minimum moyen de 12,1mm en phase maturation et un maximum moyen de 72,8mm en phase développement. Au vu de la moyenne enregistrée qui est de 142,7mm (soit 0,71mm/j). Celles-ci se caractérisent aussi par une nette irrégularité mise en évidence par la minimale

moyenne qui est de 10mm en phase saison et maximale moyenne de 84,1mm en phase développement.

Comme nous avons noté des disponibilités hydriques pour chacun des stades végétatifs, faibles dans l'ensemble mais surtout irrégulières avec des écarts allant de légers importants au sein d'une même station à importants entre les l'ensemble des stations.

Ce qui nous donne, au vu du tableau IV.3, ce qui suit :

- Stade I : une moyenne de 44,8mm à Kais (5mm à Hamla et 72,1mm à Kais),
- Stade D : moyenne de 120,8mm à Kais (50,5mm à Ain Skhouna et 126,4 mm à Kais),
- Stade MS: moyenne de 24,4mm à Batna (0mm à Hamla et 49mm à Ain Skhouna)
- Stade S: moyenne de 16,7mm à Kais (zéro à Hamla et Berriche et 11,2mm à Kais).

Ainsi nous avons par récapitulation (*tableau IV.5*) ce qui suit :

- Hormis des particularités selon les années et les stations, il ressort en général que les disponibilités hydriques enregistrées sont faibles et insuffisantes et se caractérisent par des irrégularités intra-stades et intra-cycles, à impact négatif sur les rendements des cultures.

- Comme particularités de station nous avons la station de Kais qui est mieux arrosée que les autres stations, celles-ci l'étant faiblement à très faiblement ce qui les marginalise quelque peu pour les cultures céréalières.

- Les disponibilités hydriques moyennes journalières qui devraient être avoisiner relativement un minimum de 2mm/jours, sont largement en dessous de cette valeur. Enfin;

- nous ne notons ni linéarité pluviale ni séquence géo-pluviométrique au niveau de la région. Ce qui permet de noter une particularité microclimatique spécifique locale qui peut être expliquée par d'autres facteurs physiographiques. Ceci confirme les zonalités déjà relevées dans le 1<sup>er</sup> chapitre.

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Cultures		Blé dur					Orge				
Stations		I	D	MS	S	cycle	I	D	MS	S	cycle
Timgad, Hamla, A.Skhou	a	25,33	82,16	198,3	17,66	145	22,3	73	25	14	134,3
	b	0,83	0,88	0,67	0,47	0,71	0,87	0,77	0,94	0,68	0,84
Kais	a	50	109,5	48,5	67,5	278,5	44,85	120,8	23,63	8,65	215,5
	b	1,54	1,19	1,03	2,08	1,46	1,5	1,5	0,23	0,68	1,23
Berriche	a	22	61,15	41	22,5	146,65	28,65	70,5	11	11	125,6
	b	0,72	0,65	0,20	0,91	0,66	0,88	0,69	0,47	1,36	0,63
Wloy.	a	37,5	89,5	28,6	32,7	188,3	32,7	87,8	16	13,2	149,7
	b	1,03	0,91	0,63	1,15	0,94	1,08	0,99	0,55	0,91	0,89

Tableau IV.5 : Disponibilités moyennes en eau (en mm), par jour et par stade du blé dur et de l'orge (a) et son équivalence en (mm/j) (b) dans les parcelles d'essais

I: Stade initial, D: Stade développement, MS: Stade mi-saison, S: Stade saison

### 4.2.3 - Disponibilité en énergie durant le développement des cultures

Nous entendons par disponibilité en énergie, les quantités de chaleur (températures moyennes journalières et cumul des températures), disponibles pour la plante durant son développement (croissance).

Les nombreuses actions biochimiques ainsi que la vitesse d'action qui découlent des phénomènes d'histogénèses sont très sensibles au facteur thermique (VILAIN, 1987). Ces actions qui s'identifient au phénomène de croissance, sont faibles aux basses températures ( $T_0$ ) et augmentant avec les températures moyennes jusqu'à un maximum de ( $T_{max}$ ), avant de régresser.

D'après les moyennes thermiques des stades et des cycles végétatifs de l'orge et du blé dur, nous constatons :

- Cas du blé dur

Les quantités de chaleur enregistrées durant les stades végétatifs sont très variables (figure IV.2 ; voir tableau des données en annexe 14). Les écarts entre valeurs minimales et valeurs maximales pour le même stade sont de 4°C.

Les valeurs moyennes comparatives entre les stations se présentent comme suit :

- Stade initial, elles sont de 6°C à Hamla et Timgad contre 10°C à Ain Skhouna,
- Stade développement, elles sont de 6,3°C à Kais et 10,2°C à Berriche,

- Stade mi-saison, elles sont de 12,9°C à Timgad et de 18,7°C à Hamla,
- Stade saison, elles sont de 14,5°C à Ain Skhouna et de 25,1°C à Berriche.

Les moyennes thermiques, toutes stations confondues, durant le cycle végétatif sont approximativement de 13,1°C (14°C à Timgad ; 14,8°C à Hamla ; 13°C à Ain Skhouna), 12,7°C à Kais et 14,6°C à Berriche.

Toutes années confondues, la station de Berriche apparaît comme étant la plus chaude par rapport à la station de Kais qui présente des températures intermédiaires modérées ainsi que par rapport aux stations situées dans la région de Batna et qui se présentent avec des conditions micro-climatiques spécificités distinctes.

-Cas de l'orge :

Comme pour le blé dur, la culture de l'orge, présente-t-elle aussi des valeurs en énergie, aléatoires durant les cycles de croissance et durant les stades végétatifs (figure. IV.2 voir tableau des données en annexe 14).

- Elles sont de : - Au stade initial : entre 5,5°C; et de 10,1°C à Ain Skhouna,
- Au stade développement : 5,7°C à Timgad contre 10,2°C à Berriche,
- Au stade mi-saison : 10,2°C à Timgad contre 21,1°C à Berriche,
- Au stade saison : 12,2 °C à Ain Skhouna et 26°C à Timgad.

Les moyennes thermiques durant le cycle végétatif sont approximativement de 12,7°C (12°C à Timgad ; 14, °C à Hamla ; 11,5°C à Ain Skhouna), 10,9°C à Kais et 15,3°C à Berriche.

Les écarts sont très importants entre les différentes stations. Berriche apparaît comme étant la plus chaude par rapport à Ain Skhouna et Timgad, toutes deux moins réchauffées. Kais et Hamla ont des températures plus modérées.

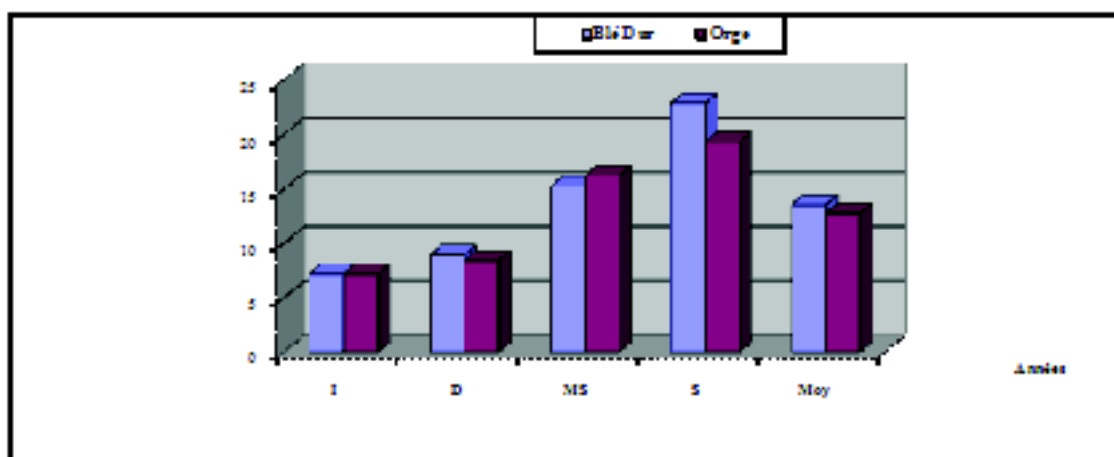


Fig IV.2: Diagramme des disponibilités moyenne en énergie durant les stades végétatifs du blé dur et orge (toutes parcelles d'essais confondues)

Il ressort donc, vis-à-vis des deux cultures céréalières, que la station de Berriche avec des valeurs allant au-delà de 14°C est plus chaude que Kais qui reste plus modérée avec des moyennes de 11°C à 12 °C. Quant aux stations de Hamla, Timgad et Ain Skhouna qui sont situées dans la région de Batna, présentent des spécificités micro-climatiques qui les distinguent. Cela est confirmé par les rendements enregistrés au niveau de ces stations.

Hamla avec une moyenne de 14,4°C est plus chaude que Timgad (13°C) et Ain Skhouna (12,2°C).

La région de Berriche avec une moyenne thermique plus importante de 1,5°C est plus chaude avec un écart de 0,5°C que la région de Batna qui l'est plus que la station de Kais. Pour l'orge, ces écarts sont respectivement de 2,6°C et 1,8°C. Les températures moyennes de croissance sont pour l'ensemble de la zone d'étude, de 13,5°C pour le blé dur et de 12,7°C pour l'orge.

Le cumul des températures nous permet par la même occasion, de délimiter les aires culturales pour certaines variétés. D'après VILAIN (1987), les cumuls sont estimés comme suit : 150°C pour le stade semi-levée, 500°C pour le stade levée à fin tallage, 850°C pour le stade montaison-floraison et 850°C pour le stade floraison maturation. Soit un total de 2350°C des semis à la maturation.

La station de Berriche présente un cumul de 2462°C pour le blé dur contre 2306°C pour l'orge. Elle est donc nettement plus chaude avec plus de 100°C par rapport à Kais est de 250°C par rapport à Batna. Les écarts notables enregistrés pour les stades et le cycle végétatif, comparés à ceux conventionnels, dénotent la spécificité bioclimatique, au sein d'un bio-climat semi-aride général qui caractérise notre zone d'étude.

#### **4.2.4 - Rendements**

---

Cette partie de notre travail à été la plus difficile pour nous dans la mesure ou nous avons un nombre important de stations (33 unités distinctes de sols à Rémila et 12 unités de sols à Berriche) à suivre en période de récolte afin de relever nos données (rendements).

Pour cela nous avons opéré selon trois possibilités complémentaires: 1) celle de compter sur l'aide des agriculteurs rencontrés soit sur terrain ce qui nous permet de confirmer et de vérifier les informations données, soit ailleurs, ce que nous ne pouvions pas confirmer ou infirmer. 2) comme seconde possibilité nous devions nous rendre directement sur terrain lors de la moisson et récolter les informations sur place. Cette possibilité qui était la plus rapprochée et la plus objective ne nous permettait pas d'avoir la masse d'information nécessaire; et. 3) Comme troisième possibilité complémentaire nous avons compté sur l'aide des services agricoles communaux et des circonscriptions agricoles pour nous aider à compléter certaines données et rectifier si possible nos erreurs.

La seconde possibilité consistait à opérer par échantillonnage ce qui nous a permit d'avoir des rendements réels, spécifiques aux unités concernées.

Toujours est il que nous avons été amené lors de cette opération à un consensus général impliquant l'ensemble des possibilités soulevées avec des extrapolation sur des unités non touchées.

Par ailleurs le suivi sur 5 années successives nous à été utile dans la mesure ou cela nous à permit de corriger par expérience nos erreurs précédentes de prélèvement.

On ne pouvait toutefois pas éviter les données incompatibles qui seraient dues sans nul doute à des erreurs techniques de prélèvements et de récoltes d'informations, ce qui nous a amené à ne pas en tenir compte lors de notre interprétation.

D'ailleurs nous avons décelé ce genre d'erreurs dans nos graphes et dans et dans notre analyse statistique des données (voir chapitre suivant).

##### **4.2.4.1- Rendements dans la plaine de Berriche**

---

Les rendements moyens des 5 années (1992 à 1996), enregistrés à Berriche, sont moyens à faibles, affichant des aptitudes légèrement meilleures pour le blé dur avec 10,25 qt/ha contre 9,5 qt/ha pour l'orge. La moyenne minimale est respectivement de 4,5 qt/ha et 3,4 qt/ha alors que le maximum est de 22,4 et 21,5 qt/ha. Dans certaines stations Le maximum atteint les 27 à 28 qt/ha (*figure IV.3 voir tableaux des données en annexe 14*).

Par ailleurs, d'après le diagramme des rendements il apparaît naturellement que les rendements sont dépendant des hauteurs pluviales annuelles, tel est le cas de l'année agricole 1995/96.

De ces valeurs, fortement aléatoires d'une année à une autre dans chacune des unités de sols, il ressort donc que le climat, au vu de ses faiblesses et au vu surtout de ses irrégularités inter-annuelles, apparaît comme le facteur le plus limitant.

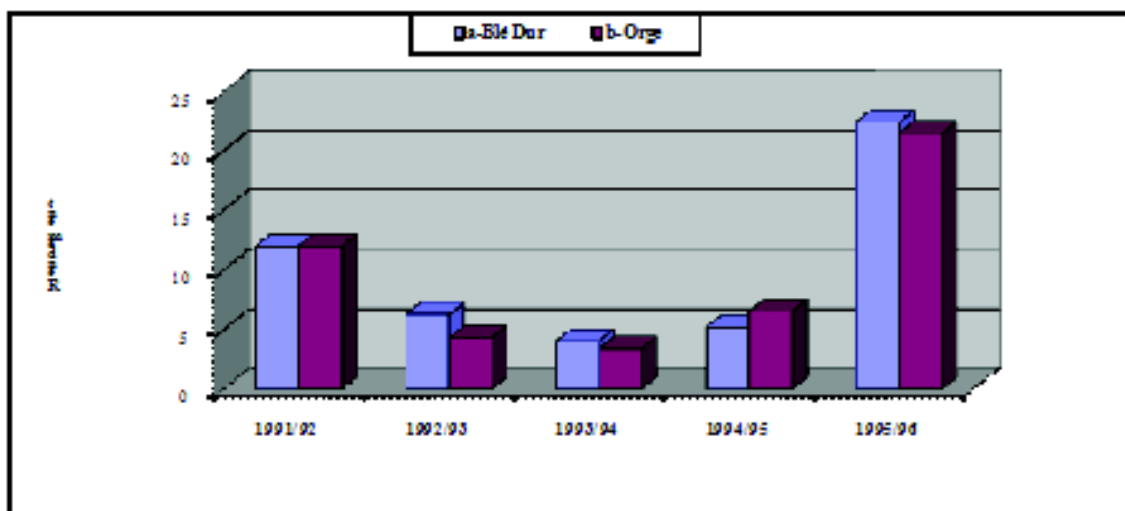


Fig IV.3 Rendements du blé dur et d'orge dans la plaine de Berriche-1992/1996

#### 4.2.4.2 - Rendements dans la plaine de Remila

Les sols de Remila présentent une meilleure aptitude pour l'orge (rendements moyens de 13,6 qt/ha) que pour le blé dur (rendements moyens de 11,7 qt/ha (*figure IV.4 voir tableau en annexe 14*)). En effet, l'orge est plus tolérant (plus rustique) vis à vis de certaines caractéristiques de sols, telles la texture/structure, les sels salins et le calcaire.

Les meilleurs rendements enregistrés durant la meilleure année pluviale (1995/96) atteignent les 28qt/ha pour le blé dur et les 35 qt/ha pour l'orge. Comme pour les cas de la plaine de Berriche le climat est déterminant des rendements.

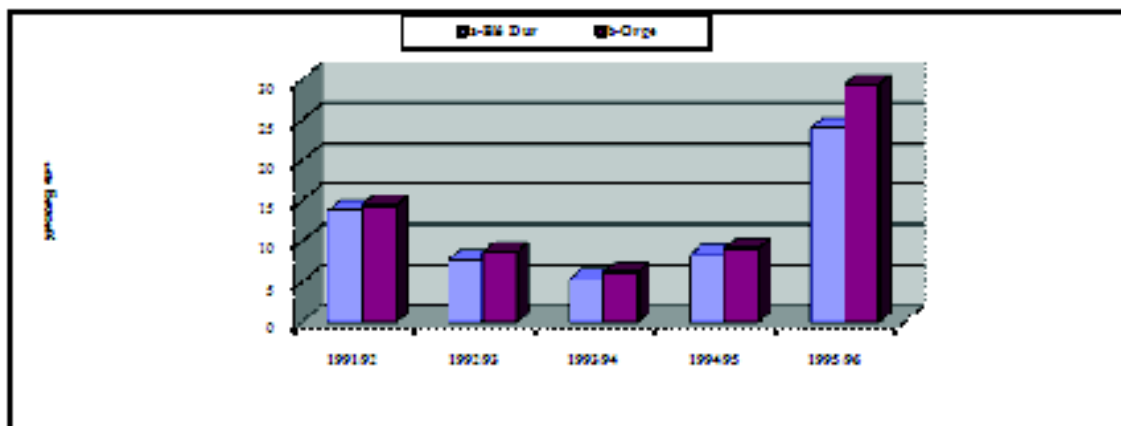


Fig IV.4 Rendements du blé dur et d'orge dans la plaine de Remila-1992/1996

#### 4.2.4.3 - Rendements dans les parcelles d'essais

Les rendements sont fortement aléatoires et très faibles (<3qt/ha) dans les parcelles d'essais de la région de Batna. Ils sont moyens dans la région de Berriche et assez bons à Kais (moyenne céréalière de 16 qt/ha) (*figure IV.5* voir tableau en annexe 14). Les quantités pluviales sont insuffisantes et ne dépassent pas la moyenne de 200mm durant le cycle végétatif des cultures. Elles sont de 142,7mm dans la région de Batna (Hamla, Ain Skhoua et Timgad) ; 143,61mm à Berriche et 277,4 mm à Kais qui est la mieux arrosée.

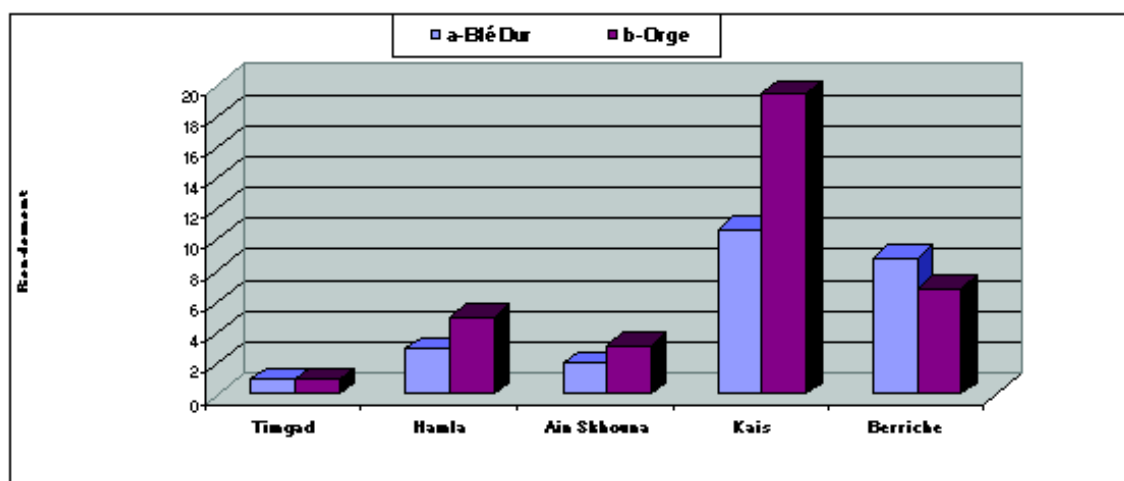


Fig IV.5 Rendements de blé dur et d'orge dans les parcelles d'essais

### Conclusion

En conclusion, nous pouvons noter que le comportement des cultures céréalières, blé dur et orge dans les deux plaines de Remila et Berriche ainsi que dans les parcelles expérimentales dépend des quantités pluviales moyennes annuelles, mais dépend surtout de leur régularité durant le cycle végétatif. Plus les quantités pluviales sont importantes et régulières et meilleurs sont les rendements.

L'amélioration des rendements est observé pour des valeurs pluviales durant le cycle végétatif, sont supérieures à 200mm. Entre 150mm et 200m, les rendements sont en dessous de la moyenne, alors qu'ils sont faibles à très faibles pour des pluies inférieures à 150mm.



Ces faibles rendements moyens et aléatoires d'une année à une autre et d'une station à une autre sont la conséquence respective directe des faiblesses pluviales et de leur irrégularité. En effet les quantités pluviales qui sont faibles, sont très en dessous des besoins des cultures surtout que celles-ci interviennent durant des stades critiques de développement des cultures comme celui de tallage ou de l'épiaison et maturation.

Il va de soi que l'influence des autres caractéristiques physiques et/ou chimiques de station est importante car elle se manifeste très particulièrement par l'affinité distincte qu'elle présente vis à vis de la culture.

D'autres facteurs tels les travaux de sols permettent à la culture de se développer dans des conditions physiques moins limitantes et favorables comme celle de la zone rhizofonctionnelle de la texture/ structure, de l'aération etc.), ce qui leur permet une meilleure et large exploitation des potentialités de fertiles des sols. C'est ce qui a été remarqué au niveau de la plaine de Berriche où nous avons eu grâce à des travaux culturaux réfléchis et bien mené dans le temps comme dans l'espace, les agriculteurs ont obtenus des rendements légèrement meilleurs malgré des quantités pluviales faibles et ce par rapport aux autres stations qui ont enregistré des quantités de pluies similaires.

# CHAPITRE -5- INTERPRETATION STATISTIQUE DES DONNEES EXPERIMENTALES

## 5.1- Réponse des Rendements de Blé Dur et d'Orge, aux Pluies

Nous avons considéré la méthode statistique "analyse de variance (ANOVA)" à un seul facteur (pluviométrie).

Nous avons comparé deux moyennes: les pluies moyennes annuelles de chacune des 5 années successives (1991/92 à 1995/96) et les rendements dans 33 stations, ce qui nous fait un nombre d'observations égal à 165.

### 5.1.1- Cas de la plaine de Remila

---

#### i- Descriptions des données

Les rendements moyens enregistrés pour la culture de blé dur sont de 5,27 qt/ha à 24 qt/ha, avec une moyenne de dispersion (s) de 1,03 à 3,96 qt/ha.

Pour la culture de l'orge les rendements sont de 9 qt/ha à 29 qt/ha avec une moyenne de dispersion de 1,47 à 4,8 qt/ha (*tableau V.1*).

cultures		Blé dur			Orge		
Années	n	moy.	s	$x_{\min}-s_{\max}$	moy.	s	$x_{\min}-s_{\max}$
1991/92	33	13,75	1,82	10-18	14,2	1,75	10-18
1992/93		7,72	1,03	6-4	8,7	1,47	6-11
1993/94		5,27	1,2	3-8	6,15	1,7	5-10
1994/95		8,36	1,38	6-12	9,1	1,84	7-14
1995/96		24,03	3,96	16-33	29,4	4,8	22-35

Tableau V.1 : Calcul des paramètres statistiques de base- Blé dur et orge à Remila

#### ii - Comparaison des rendements moyens à l'aide du test d'analyse de variance

D'après le tableau d'analyse de variance (*tableau V.2*), les différences entre les rendements moyens annuels du blé dur et de l'orge dans l'ensemble des unités considérées de sols, sont très hautement significatives

-pour le blé dur :  $F_{obs} = 394,04$  et  $p = 0,000$

- pour l'orge :  $F_{obs} = 476,18,04$  et  $p = 0,000$

<i>blé dur (Remila)</i>	<i>ddl</i>	<i>SCE</i>	<i>C.M</i>	<i>Fobs.</i>	<i>P</i>	<i>Sign.</i>
Différences entre années	4	7405,49	1851,37	394,04	0000.	***
Variation résiduelle	160	751,76	4,70			
Variation totale	164	8157,25				
<i>orge (Remila)</i>	<i>ddl</i>	<i>SCE</i>	<i>C.M</i>	<i>Fobs.</i>	<i>P</i>	<i>Sign.</i>
Différences entre années	4	1071,9293	2767,98	476,18	0000.	***
Variation résiduelle	160	06	5,81			
Variation totale	164	12001,98				

Tableau V.2 : Comparaison des rendements à l'aide du test d'analyse de la variance

\*\*\* très hautement significatif

Le test de Newman et Keuls à 5%, appliqué aux rendements moyens annuels, montre l'existence de groupes homogènes suivants :

-cas du blé dur :

-groupes homogènes A B C C D

- rendements 24,03 13,76 8,36 7,73 5,27

-cas de l'orge:

- groupes homogènes A B C D E

-rendements 29,12 14,18 9,88 8,61 6,1

iii - Relation entre les rendements et les pluies

Le calcul du coefficient de corrélation (*R*), montre qu'il existe une très forte corrélation >0 entre les deux caractéristiques étudiées: rendements moyens des 33 unités et pluies moyennes, des 5 années:

$R_{\text{blé}} = 0,931$  et  $R_{\text{orge}} = 0,91$ .

Ainsi, lorsque les hauteurs pluviales sont élevées, les rendements des cultures le sont en conséquence et vis versa. Dans ce cas nous pouvons déterminer l'équation de régression qui permet de prédire le rendement en fonction de la pluie.

L'équation respective pour chacune des cultures est la suivante :

*Blé dur* :  $y = - 8,5 + 0,0451 x$

*Orge* :  $y = - 11,4 + 0,055 x$

avec: *y* = rendements moyens annuels et *x* = pluies moyennes annuelles

On calcule par ailleurs, le coefficient de détermination qui nous donne la part de la variance de "y" qui est expliquée par "x". Ce coefficient est::

$r^2 = 0,867(87\%)$  pour le blé dur et  $r^2 = 0,830 (83\%)$  pour l'orge).

C'est à dire qu'environ 87% du rendement de blé dur et 83% de celui de l'orge sont expliqués par la pluviométrie. Les 13% et 17%, respectifs restants ne peuvent s'expliquer que par d'autres facteurs de station ou sont peut être dus à des défauts de prélèvements et d'estimations, de pertes etc....

Le calcul de l'écart type résiduel (ET résiduel) appelé également erreur d'estimation donne une valeur de 2,17 qt/ha pour le blé dur et 2,41qt/ha pour l'orge.

### 5.1.2 - Plaine de Berriche

i - Calcul des paramètres statistiques de base

A Berriche, durant les 5 années agricoles (1991/92 à 1995/96) nous avons travaillé sur 12 échantillons (12 unités de sols). Les rendements moyens annuels pour le blé dur varient de 4 qt/ha à 22 qt/ha avec une moyenne de dispersion de 1,03 qt/ha à 3,31 qt/ha. Pour l'orge les rendements vont de 3,41 qt/ha à 21,5 qt/ha avec une dispersion de 0,98 à 2,8 qt/ha (*tableau V.3*).

Cultures		Blé dur			Orge		
Années	n	Moy.	s	$x_{\min}-s_{\max}$	moy	s	$x_{\min}-s_{\max}$
1991/92	12	11,83	1,75	10-14	12	2,8	10-16
1992/93		6,25	2,37	3-12	4,3	0,98	3-6
1993/94		4	0,95	3-6	3,41	0,99	3-6
1994/95		5,16	1,03	4-7	6,5	1,16	4-8
1995/96		22,4	3,31	18-28	21,5	2,64	18-27

Tableau V.3 : Calcul des paramètres statistiques de base- Blé dur et orge à Berriche

ii - Comparaison des rendements moyens à l'aide du test d'analyse de variance

D'après le tableau d'analyse de la variance (*tableau V.4*), les différences entre les rendements moyens du blé dur et de l'orge sont très hautement significatives, dans les 12 unités de sols.

<i>a)- blé dur (Berriche)</i>	<i>d</i>	<i>SCE</i>	<i>C.M</i>	<i>Fobs.</i>	<i>P</i>	<i>Sign.</i>
Différences entre années	4	2779,10	694,78	196,13	000.0	***
Variation résiduelle	55	194,83	3,54			
Variation totale	59	2973	50,41			
<i>b)-orge (Berriche)</i>	<i>Ddl</i>	<i>SCE</i>	<i>C.M</i>	<i>Fobs.</i>	<i>P</i>	<i>Sign.</i>
Différences entre années	4	2670,43	667,61	157,93	0.000	***
Variation résiduelle	55	232,5	4,23			
Variation totale	59	2902,23	49,20			

Tableau V.4 : Comparaison des rendements à l'aide du test d'analyse de la variance

\*\*\* :très hautement significatif

Le test de Newman et Keuls à 5% appliqué aux rendements moyens annuels, montre l'existence de groupes homogènes suivants :

- cas du blé dur :

-groupes homogènes A B C CD D

-rendements 22,42 12,00 6,25 5,17 4,00

-cas de l'orge:

-groupes homogènes A B C D D

-rendements 21,50 11,92 6,50 4,33 3,42

iii - Relation entre les rendements et les pluies

Comme pour Remila, le calcul du coefficient de corrélation entre les rendements moyens annuels et les pluies moyennes annuelles durant les 5 années d'études montre qu'il existe entre ces deux caractéristiques (R, P), une très forte corrélation positive ( $r = 76\%$  pour le blé dur et  $r = 69\%$  pour l'orge). Donc les rendements augmentent avec les pluies et vis versa. L'équation de régression qui prédit le rendement en fonction de la pluie, est la suivante:

$$\text{Blé dur} : y = 0,025 x - 0,2639$$

$$\text{Orge} : y = 0,0228 x - 0,070$$

avec:  $y$  = Rendements moyens annuels et  $x$  = pluies moyennes annuelles

Le coefficient de détermination qui nous donne la part de variance d' $y$ , expliqué par  $x$  est:

$$r^2 = 0,5852 (58\%) \text{ pour le blé dur et } r^2 = 0,481 (48\%) \text{ pour l'orge.}$$

Donc environ 58,5% du rendement de blé dur et 48% de celui de l'orge sont expliqués par la pluviométrie, les 41% et 52% respectifs restants sont expliqués par d'autres facteurs de station ou par des erreurs commises lors des prélèvements des données.

L'erreur d'estimation ou écart type donne une valeur respective de 1,88 qt/ha pour le blé dur et 2,06 qt/ha pour l'orge.

En conclusion de cette étude (par analyse de la variance à un seul paramètre), de la relation entre les rendements et les pluies annuelles dans les plaines de Berriche et de Rémila sur une période de 5 années, nous pouvons noter ce qui suit:

- Avec des écarts très variables entre les rendements, les moyennes de dispersion de blé dur présentent en général des valeurs relativement similaires au niveau des deux plaines (entre 1,03 et 3,31-3,96). Celles de l'orge sont variables d'une plaine à une autre (entre 1,71-1,6 et 2,64 - 4,8) avec toutefois une meilleure dispersion à Berriche.

- Les meilleurs rendements sont enregistrés à Remila avec un meilleur comportement de l'orge, ce qui est l'inverse à Berriche.

- Avec une probabilité  $p < 0,005$  les valeurs enregistrées pour les deux cultures dans les deux plaines sont très hautement significatives.

- Les rendements des cultures sont très fortement corrélés avec les pluies. Cette corrélation est meilleure à Remila (93% pour le blé et 91% pour l'orge) qu'à Berriche (0,76% pour le blé dur et 69% pour l'orge).

- La part de la variance des rendements, est plus élevée à Remila (86% pour le blé) et 83% pour l'orge) qu'à Berriche (58% pour le blé dur et 48% pour l'orge) dont respectivement près de 17% et près de 50% peuvent s'expliquer par d'autres facteurs (facteurs de station, et autres).

- L'erreur d'estimation des rendements étant basse ( $> 2,41$ , toutes cultures et toutes stations confondues. Ces erreurs étant inférieures à  $< 3\text{qt/ha}$ , les essais sont considérés comme très précis (GOUET et al. ,1992).

- Les groupes homogènes qui se dégagent semblent présenter par chaque culture, de légères nuances dues à leur spécificité de tolérance et de rusticité.

Mettant à profit d'une part la similitude des groupes homogènes qui se dégagent de cette étude qui définissent la relation entre les rendements et les hauteurs pluviales avec d'autre part les classes d'aptitudes culturales établies par la FAO, (SYS et al., 1991), il nous est alors possible de dégager et de présenter sous forme de tableau (*tableau V.5*), les niveaux d'aptitudes climatiques potentiels spécifiques à la culture et à son terroir (plaine).

		Pluie (mm)	Rendements (qt/ha)	G.H*	Aptitude potentielle
R E M	Blé	673	>24	A	S1 : très bons rendements
		497	24-13	B	S2 : bons rendements
		322 à 476	13-7	C	S3 : rendements moyens à assez bons
		287	<7	D	N : rendements faibles
I L A	Dur	673	>29	A	S1 : très bons rendements
		497	29-14	B	S2 : bons
		476	14-9	C	S3 : moyens à assez bons
		<322	<9	D-E	N : faibles
B E R R I C H E	Blé	725	>22	A	S1 : bons rendements
		353	12-22	B	S2 : rendements bons à assez bons
		569	12-6	C	S3 : rendements moyens à faibles
		>263	<6	C-D	N : rendements faibles à très faibles
	Dur	725	>21	A	S1 : bons rendements
		569	21-11	B	S2 : rendements assez bons à moyens
		353	11-3	C	S3 : rendements moyens à très faibles
		<353	<3	D	N : rendements très faibles

Tableau V.5 : Similitude entre les groupes homogènes et les classes d'aptitudes  
GH\*: groupements homogènes

## 5.2- Etude des Rendements et des Variables de Sols des Plaines

Nous avons employé comme méthode statistique pour l'interprétation des résultats, la méthode de régression multiple et l'analyse en composantes principales (ACP).

Comme facteurs (variables) de station nous avons considéré ceux qui sont présente des caractères pédogénétiques et spécifiques dominants

### 5.2.1- Interprétation par la méthode de régression multiple

### 5.2.1.1- Plaine de Berriche

#### i-/ Calcul des paramètres statistiques de base

-/ Le nombre des observations est de 12 (unités de sols)

-/ Le nombre de variables est de 8 qui se décomposent comme suit:

2 variables qui constituent les rendements du blé dur et d'orge sur une période de cinq années successives; et

6 variables de sols : topographie, texture, profondeur, calcaire total, CEC et matière organique.

Du point physique et physico-chimique, les caractéristiques physiographiques des sols de la plaine de Berriche sont comme suit: Un relief avec une topographie moyenne de 2,3% avec quelques endroits ondulés ne dépassent pas les 5%, une texture dans l'ensemble moyennement fine à grossière, une profondeur assez profonde (90cm) à moyennement profonde (50cm), un taux de calcaire élevé (36%) et un taux moyen de matière organique de 1,4%.

Les rendements de blé dur et d'orge sont faibles à moyens (7-11qt/ha)

Les données statistiques de base sont reportées sous forme de tableau (*tableau V.6*).

Variables	<i>n</i>	<i>moyenne</i>	<i>s</i>	$\chi_{min}$	$X_{max}$
<i>Topographie</i>	12	2,333	1,420	1,0	5,0
<i>Texture</i>		63,75	17,47	45,0	90,0
<i>Profondeur</i>		87,92	31,58	30,0	150,0
<i>Calcaire Total</i>		35,58	8,54	15,0	45,0
<i>CEC</i>		37,17	17,79	19,0	67,0
<i>Mat. Organique</i>		1,3833	0,2329	1,1	1,80
<i>Rendement Blé dur</i>		10,250	1,099	7,8	11,8
<i>Rendement Orge</i>		9,517	1,011	7,2	10,8

Tableau IV-6 : Données statistiques de base- Cas de Berriche

#### ii-/ Corrélations (Pearson) et modèle de régression

Il ressort d'après la matrice de corrélation (Pearson) reportée en *annexe*, que les rendements enregistrés ne s'expliquent pas obligatoirement par les valeurs des caractéristiques relevées mais par d'autres caractéristiques de station, comme le climat que nous privilégions au vu de son caractère dominant et contraignant au niveau de la région.

Il ne se dégage aucun modèle de régression spécifique.

### 5.2.1.2 - Plaine de Remila

#### i-/ Calcul des paramètres statistiques de base

-/ Le nombre des observations est de 33 (unités de sols)

-/ Le nombre de variables est de 8, se décomposant comme suit:

2 variables: rendements annuels du blé dur et d'orge sur une période de 5 années



6 variables de sols représentées par: le drainage, la texture, la salinité, le calcaire total, la CEC et la matière organique.

Du point physique et physico-chimique, les caractéristiques physiographiques des sols de la plaine de Rémila sont comme suit : une texture moyennement fine, bien drainés, avec des teneurs en sels salins variables, des teneurs en calcaire importantes aussi, une CEC avec des valeurs modérées. La matière organique est faible (1,5%). es rendements de blé dur et d'orge sont moyens à assez bons (9-17qt/ha). L'orge comme culture plus rustique que le blé dur prend l'avantage sur les rendements

Les données statistiques de base sont reportées sous forme de tableau (*tableau V.7*).

<i>Variables</i>	<i>n</i>	<i>moyenne</i>	<i>s</i>	$x_{min.}$	$x_{max.}$
Drainage	33	95,79	8,66	65	100
Texture		87,24	8,5	60	100
Salinité		3,591	1,792	2,00	7,00
Calcaire Total		23,752	5,568	15,30	40,00
CEC		22,788	3,957	15,00	25,00
Mat. Organique		1,466	0,49	0,70	2,20
Rendement Blé Dur		11,842	0,958	9,20	14,00
Rendement Orge		13,485	1,732	10,60	16,60

*Tableau V.7 : Données statistiques de base - Cas de Remila*

## ii-/ Corrélations (Pearson) et modèles de régression

D'après la matrice de corrélation (Pearson), seule la texture semble être corrélée avec les rendements de l'orge:  $r = 35\%$  et  $p\text{-value} = 0,049$

Le modèle de régression à l'aide de la méthode «stepwise » s'écrit comme suit :

$$\text{Rendement} = 8,62 + 0,0558 \text{ texture}$$

avec  $R^2$  (%) = 12% et  $Sy.si$  = 1,31 qt/ha

## 5.2.2 - Interprétation par ACP

### 5.2.2.1 - Cas de l'orge - plaine de Berriche

- le nombre d'individus qui caractérisent les unités de sols, est de 12 (U1 à U12)

-Le nombre de variables est de 14.

Elles se décomposent comme suit:

6 variables qui constituent les rendements du blé dur et d'orge, sur une période de cinq années successives (R1, R2, R3, R4, R5 et RM); et

8 variables de sols représentées par: la topographie, la texture, la profondeur, les cailloux, le calcaire total, la CEC, le taux de saturation (V) et la matière organique.

(Remarque : voir en annexe 6 les codifications personnelles adoptées pour les variables et les individus)

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Compte tenu des résultats obtenus, présentés sous forme de tableau ci dessous, nous avons considéré dans notre interprétation des résultats, les variables et les individus représentés avec une *variance*  $\geq 50\%$ , et un *pouvoir discriminant*  $\geq 40\%$

**i-/ Pouvoir explicatif des principaux axes**

Les axes 1 et 2 présentant un pouvoir de variation cumulé de 52%, la représentation bidimensionnelle est alors de moyenne qualité. Les autres axes sont faibles, se détachent et décroissent brutalement (*tableau V.8*).

**Tableau V.8 : Pouvoir explicatif des principaux axes : cas de l'orge à Berriche**

Axes	1	2	3	4	5
Variance %	34	18	13,6	9,9	8,9
Cumul	34	52	65,6	75,5	84,4

**ii-/ Caractérisation des principaux axes**

D'après le *tableau V.9* et la *figure V.1-a* des corrélations entre variables, nous constatons ce qui suit :

- Sur l'axe 1, la texture, la profondeur, le taux de saturation et les rendements en 2<sup>ème</sup> année, qui sont positivement corrélées entre elles, le sont négativement avec la topographie, le calcaire total et les cailloux. Le pouvoir discriminant est moyen à élevé.
- Sur l'axe 2, les rendements en 1<sup>ère</sup> année ainsi que les rendements moyens, sont positivement corrélés et sont indépendantes de celles représentées par le précédent axe. Le pouvoir discriminant est élevé

Variables →		<i>RI</i>	<i>RM</i>	<i>R2</i>	<i>V</i>	<i>text</i>	<i>prof</i>	<i>caill</i>	<i>cal. tot</i>	<i>topo</i>
Axe 1	X			-	-	-	-	0,88	0,59	0,72
				0,77	0,68	0,65	0,83	-	-	-
	R(%)			60	46	42	68	77	47	52
Axe 2	X	0,87	0,92							
	(%)	5	4							

*Tableau V.9: Caractérisation des axes: Cas des sols de la plaine de Berriche pour l'orge*

**iii-/ Qualité de représentation des individus**

D'après le *tableau V.10* et *figure V.1a et b*, des corrélations entre individus nous avons:

- la formation de 4 groupes A, B, C, D, avec un pouvoir discriminant moyen à assez bon.
- A droite de l'axe 1, les unités 7 et 12 (groupe A) sont corrélées positivement. Elles sont corrélées négativement avec l'unité 9 (groupe B).
- Sur l'axe 2, l'unité 10 (groupe C) est opposée aux deux unités 5 et 8 qui malgré que disposées indépendamment peuvent être regroupées ensemble (groupe D).

Individus →	U7	U9	U12	U5	U8	U10
Axes	1			2		
X	2,93	-	3,23	-	-	2,29
		4,52		1,86	3,41	
R(%)	52	71	51	46	47	40

Tableau V-10 : Qualité de représentation des individus - orge à Berriche

Par ajustement des variables et des individus (tableau V.11), nous constatons que :

- Les différentes variables considérées : topographie (avec 3-5%), calcaire total (>38%) et la charge en cailloux (50%) de U7 et U12 sont corrélées entre elles.

- Elles sont inversement proportionnelles à la texture (texture fine), profondeur (150cm), taux de saturation et rendements de 2<sup>eme</sup> année (6 qt/ha) qui caractérisant U9.

- Les rendements de 1<sup>ere</sup> année (13 qt/ha) et ceux moyens sur 5 ans (10,8 qt/ha) de l'unité 10, sont inversement proportionnels à ceux des unités 5 et 8, qui sont respectivement moyens, de 8,8 qt/ha et 7,2 qt/ha.

- Les rendements de l'orge de l'ensemble des unités représentées sur les axes, sont moyens à faibles. Les contraintes sont dominées par la texture fine à très fine, des taux élevés en cailloux et en calcaire total. Les rendements pourraient être améliorés et devenir meilleurs avec des valeurs inférieures à celles relevées.

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saïda) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

		Axes		1			2								
		↓	→	>0 (A)		<0 (B)	>0 (C)		<0 (D)						
		Indice (groupe)		U7		U12	U9		U10		U5	U8			
		Var / Ind(unités)													
1	>0														
	(A)	Topographie		3	5	1		1,5		1	4				
		Cailloux		50	50	1		35		1	50				
		Calcaire total		45	38	1		42		40	39				
	(B)	<0	Profondeur		30	65	150		120		80	50			
		V		100	96	98		100		100	96				
		Texture		10	10	60		10		60	30				
R2		3	4	6		4		4	3						
2	>0	R1		8	16	9		13		10	6				
	(C)	RM		9	10,8	9,2		10,8		8,8	7,2				

Tableau V.11 : Ajustement des variables et des individus - Cas de l'orge à Berriche

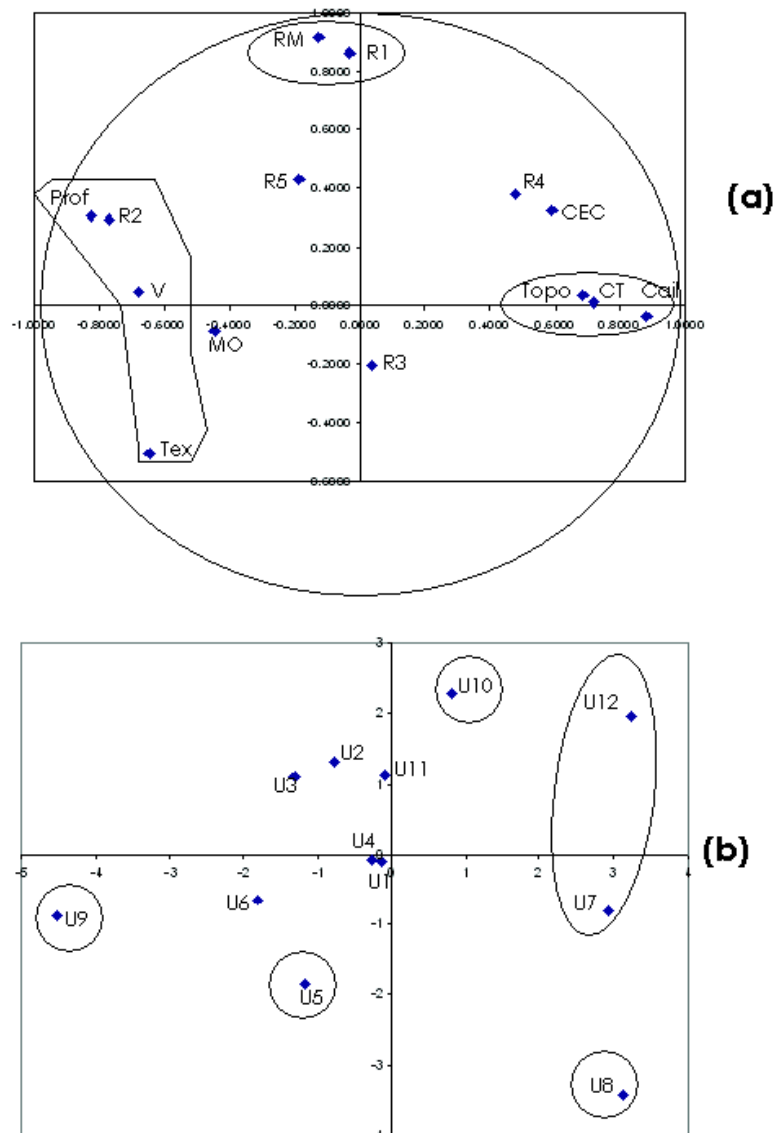


Fig. V.1 : Représentation graphique des variables (a) et des individus (b) au moyen d'ACP Cas de l'Orge à Berriche

### 5.2.2.2 - Cas du blé dur - plaine de Berriche

#### i - Pouvoir explicatif des principaux axes

D'après le *tableau V.12*, les deux premiers axes expliquent 55,7 % de la répartition des variables. La répartition bidimensionnelle est de moyenne qualité.

Tableau V.12 : Pouvoir explicatif des principaux axes - cas du blé dur à Berriche

Axes	1	2	3	4	5
Variance %	31	24,7	12,3	10,2	7
Cumul %	31	55,7	68	78	85

#### ii- Caractérisation des principaux axes

D'après le cercle des corrélations (*figure V.2-a et tableau V.13*) nous avons :

- Sur l'axe 1 sont représentées les variables suivantes: cailloux, topographie et CEC de sols. Formant le groupe A, elles sont corrélées positivement avec un pouvoir discriminant moyen ( $R = 49\%$  à  $58\%$ ). Elles sont corrélées négativement avec la texture des sols (groupe B).
- Sur l'axe 2, sont représentés les rendements R2, RM avec un pouvoir discriminant, élevé ( $R = 75\%$  à  $82\%$ ) et moyen ( $R = 40\%$  à  $48\%$ ) pour R1 et la profondeur. Ces variables, formant le groupe (C), sont fortement à très fortement détachées ( $x = 0,64$  à  $0,90$ ) et sont indépendantes des variables précédentes.

Variables* →		R1	R2	RM	Prof.	text.	Topo	caill.	CEC
Axe 1	X					-	0,76	0,76	0,70
						0,77	-	-	-
	R(%)					59	58	58	49
Axe 2	X	0,69	0,90	0,86	0,64				
	(%)	48	82	75	40				

*Tableau V.13 : Caractérisation des axes -Blé dur à Berriche*

\*voir légende en annexe

### iii- Qualités de représentation des individus

- Les unités de sols (individus) sont moyennement ( $R = 62\%$  à  $72\%$ ) à fortement corrélées entre elles ( $R > 72\%$ ) (*figure V.2-b, tableau V.14*),.
- Sur l'axe 1, se détache positivement et fortement U12 ( $x = 4,27$ ) (groupe A), corrélée négativement avec U9 ( $x = -3,84$ ) (groupe B).
- Sur l'axe 2, l'unité 11 est corrélée négativement ( $x = 2,24$  et  $r^2 = 47\%$ ) (groupe C) aux unités 7 ( $x = -2,86$   $r^2 = 49\%$ ) (groupe C) et 8 ( $x = -4,5$   $r^2 = 72\%$ ) (groupe D). Ces unités sont indépendantes de U12 et U9

Individus	U9	U12	U7	U8	U11
Axes	1		2		
X	-	4,27	-	-	2,24
	3,84	-	2,86	4,50	-
R(%)	0,62	0,72	0,49	0,72	0,47

*Tableau V.14 : Qualité de représentation des individus - Cas du blé dur à Berriche*

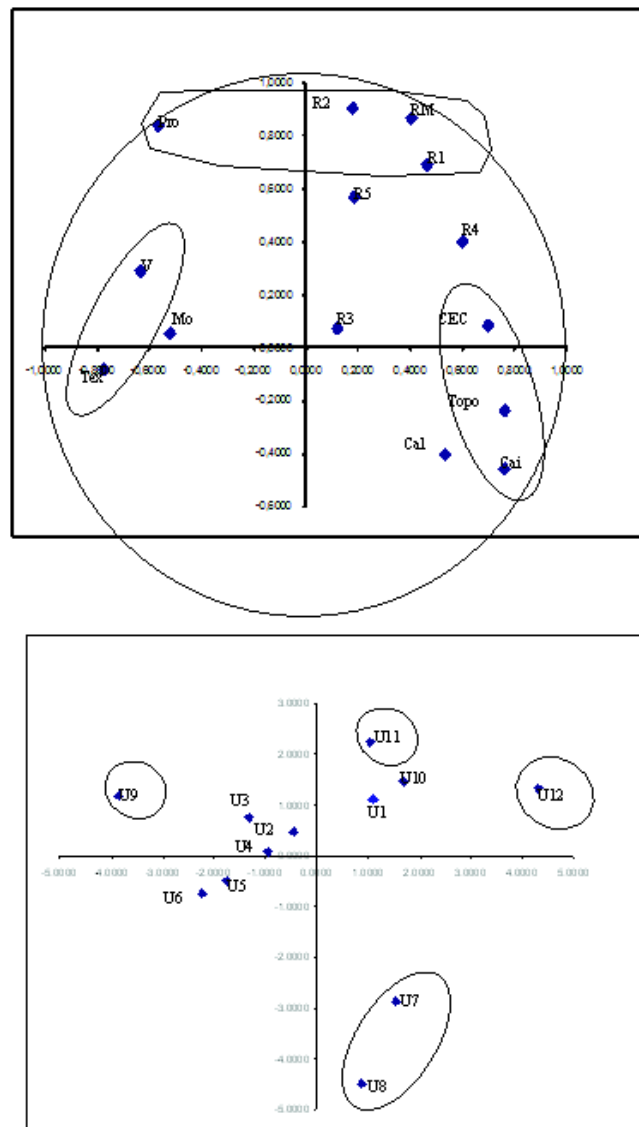


Fig. V.2 : Représentation graphique des variables (a) et des individus (b) au moyen d'ACP Cas du Blé dur à Berriche

Par ajustement des variables et des individus (tableau V.15), il ressort que les valeurs respectives de la topographie (5%), cailloux (50%) et CEC (60 méq/100g de sol) de l'unité 12, sont inversement proportionnelles à celles de la texture (très fine) de l'unité 9. L'unité 11 avec une profondeur de 80cm et des rendements aléatoires allant de 7qt/ha en 2<sup>ème</sup> année à 14 qt/ha en 1<sup>è</sup> année, sont donc expliqués par des facteurs, autres que ceux considérés, des sols .

Il apparaît aussi que les rendements du blé dur sont très aléatoires dans l'ensemble des unités représentées sur les axes de corrélations. Ceci s'explique par des valeurs contraignantes de certaines caractéristiques physiques et chimiques de sols telles la topographie (>5%), la charge en cailloux (>15%) et la texture fine à très fine.

Comme il apparaît aussi que la conjonction entre deux valeurs et plus, pour des caractéristiques de sols qui seraient avec des contraintes différentes, nous permet de

dégager le degré de limitation (dominant ou non) de l'une ou de l'autre. C'est le cas de la texture avec la topographie ou avec la charge en cailloux.

De manière générale et au vu des rendements moyens relevés dans les unités 7, 8, 9, 11 et 12, il apparaît que les facteurs les plus limitants sont par degré de contrainte : Le calcaire total avec un taux moyen de 32,4%, la texture fine à moyennement fine, la charge en cailloux et enfin la profondeur.

Pour des rendements moyens, les valeurs correspondantes sont de 1% à 5% pour la topographie, une texture moyennement fine, une charge moyenne en cailloux ne dépassant pas les 15% et enfin une CEC moyenne de 45 méq/100g d'argile. Au-delà de ces valeurs (qui ne pourraient d'ailleurs être confirmées ou infirmées qu'après un suivi des cultures, échelonné sur plusieurs années), les rendements sont soit faibles à très faibles ou soit élevés à très élevés.

Axes			1		2		
Indice (groupe)			>0 (A)	<0 (B)	>0 (C)	<0 (D)	
		Variables	U12	U9	U11	U7	U8
		Individus					
1	<0 (A)	Topographie	5	1	2	3	4
		Cailloux	50	1	15	50	50
		CEC	65	30	67	65	33
	<0 (B)	Texture	10	60	30	10	10
2	>0 (C)	Profondeur	65	150	80	30	50
		R1	14	10	14	10	10
		R2	8	4	7	4	4
		RM	11,8	9,8	11,2	9,6	9,8

Tableau V.15 : Ajustement des variables et des individus -cas du blé dur à Berriche

### 5.2.2.3- Cas du blé dur dans la plaine de Remila

Le nombre d'observations (unités de sols), est de 33 (U1 à U33) alors que le nombre des variables est de 13 se décomposant comme suit: 6 variables de rendements (R1, R2, R3, R4, R5 et RM) et 7 variables de sols (Inondation, drainage, texture, calcaire, CEC, matière Organique et salinité).

#### i- Pouvoir explicatif des principaux axes

Les axes expliquent 38,8% de la répartition des variables (tableau V.16). La représentation bidimensionnelle est de faible qualité. Les résultats sont à prendre avec réserves.



Tableau V.16 : Pouvoir explicatif des principaux axes - cas du blé dur à Remila

Axes	1	2	3	4	5
Variance %	22,3	16,5	14	11,7	7,5
Cumul %	22,3	38,8	52,8	64,5	72

**ii- Caractérisation des principaux axes des variables**

- Sur l'axe 1, la texture est négativement corrélée ( $x = 0,69$  et  $r^2 = 47\%$ ) avec la matière organique ( $x = -0,74$  et  $r^2 = 55\%$ ) (tableau V.17 et figure V.3-a).

- Sur l'axe 2, les rendements moyens, très fortement détachés ( $r^2 = 86\%$ ), sont positionnés négativement ( $x = -0,93$ ) et sont indépendants des variables sus-indiquées.

Variables →		RM	text.	MO
Axe 1	X		0,69	-0,74
	R (%)		47	55
Axe 2	X	-0,93		
	R (%)	86		

Tableau V.17 : Caractérisation des axes -cas du blé dur à Remila

**iii-Qualité de représentation des individus**

Sur le plan des corrélations (figure V.3-b, tableau V.18) se détachent 4 groupes représentés sur les axes comme suit: - Sur l'axe 1, sont représentées 7 unités de sols avec des corrélations moyennes à élevés ( $R=42-76\%$ ). U1, U2, U4, U6, sont moyennement corrélées ( $R=42-51\%$ ) et se détachent positivement ( $x=2,43$  à  $3,1$ ) (groupe A). Elles sont corrélées négativement avec U24, U26, et U27 (groupe B) ( $R=57-76\%$  et  $x=-2,61-3,57$ ). Sur l'axe 2, le groupe C, représente U3, U30 et U32 ( $x=2,63-3,87$ ) corrélées entre elles ( $R=42-73\%$ ). Elles le sont négativement avec U7 ( $R=41\%$ ,  $x=-3,41$ ) (groupe D).

Individus	U1	U2	U4	U6	U24	U26	U27	U7	U3	U30	U32
Axes	1							2			
X	2,76	2,63	2,43	3,1	-	-	-	-	2,63	3,57	3,87
					2,61	3,33	2,89	3,41	-	-	-
R(%)	51	44	50	51	62	66	76	57	42	73	70

Tableau V.18 : Qualité de représentation des individus - cas du blé dur à Remila

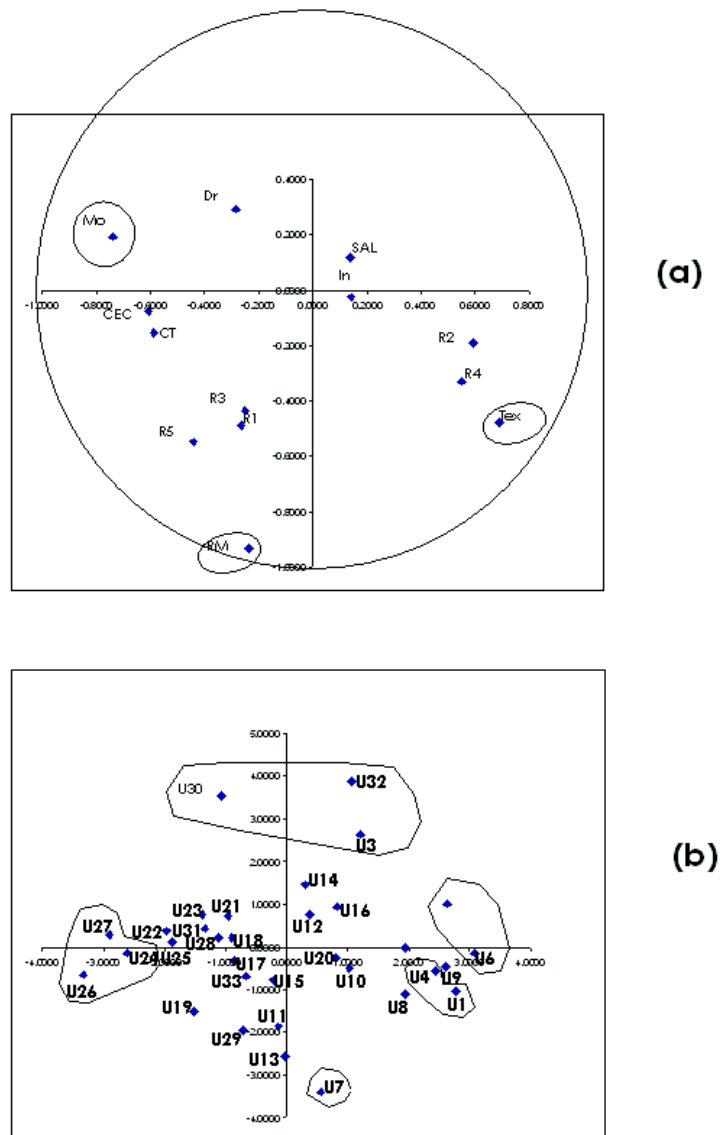


Fig. V.3 : Représentation graphique des variables (a) et des individus (b) au moyen d'ACP

L'ajustement des variables et des individus (tableau V.19) met en évidence une texture moyennement fine à grossière au niveau des unités 1, 2, 4 et 6 et qui est inversement proportionnelle à la matière organique des unités 24, 26 et 27. Les rendements moyens (9,2 à 10,4qt/ha) sur 5 années de U3, U30, U32 sont intermédiaires mais indépendants des valeurs de la texture et de la matière organique. Dans un tel cas, il est difficile de parler de corrélation des rendements avec les caractéristiques de sols. Ces rendements sont sûrement justifiés par d'autres facteurs de stations, que par ceux considérés dans notre analyse.

Axes			1						2				
Ind/(gr)	U	>0				<0		>0			<0		
		(A)				(B)		(C)			(D)		
		1	2	4	6	24	26	27	3	30	32	7	
1	>0	Text	60	30	60	60	10	10	10	10	10	10	60
	<0	MO	1,15	1,15	1,15	1,15	2,2	2,2	2,2	1,5	2,2	1,1	0,7
2	>0	RM	12,1	11,2	12	11,8	12,4	12,6	12,2	10,4	9,2	9,2	14

Tableau V.19 : Ajustement des variables et des individus - cas du blé dur à Remila

### 5.2.2.4 - Cas de l'orge dans la plaine de Remila

#### - Pouvoir explicatif des principaux axes

Les axes expliquent 44,6% de la répartition des variables (tableau V.20). La représentation bidimensionnelle est de moyenne qualité.

Tableau V.20 : Pouvoir explicatif des principaux axes -cas de l'orge à Remila

Axes	1	2	3	4	5
Variance%	22,7	21,9	12,6	9,8	7,8
Cumul %	22,7	44,6	57,2	67	74,8

#### - Caractérisation des principaux axes

Sur l'axe 1 sont représentées les caractéristiques de sols et les rendements (tableau V.21 et figure V.4-a). La matière organique (groupe A) moyennement corrélée ( $R=55\%$ ) se détache fortement ( $x=0,74$ ). A son opposé, la texture et les rendements de 2<sup>ème</sup> et de 4<sup>ème</sup> année (groupe B) sont moyennement corrélés entre eux ( $R= 51\%$  à  $61\%$ ) et se détachent négativement ( $x = - 0,72$  à  $0,78$ ). Sur l'axe 2, fortement détachées positivement ( $x=0,63$  à  $0,83$ ), les rendement de 1<sup>ère</sup> année et les rendements moyens, le calcaire total et la CEC (groupe C). Ces variables sont moyennement corrélées entre elles ( $R=40-68\%$ ) et sont indépendantes de celles situées sur l'axe 1.

Variables		R1	RM	Cal.t	CEC	R2	R4	text	MO
Axe 1	X					-0,72	-0,78	-0,78	0,74
	R (%)					51	61	60	55
Axe 2	X	-0,83	-0,63	-0,71	-0,73				
	R (%)	68	40	50	53				

Tableau V.21 : Caractérisation des axes - cas de l'orge à Remila

#### - Qualité de représentation des individus

Le plan des corrélations fait ressortir 4 groupes (tableau V.22 et figure V.4-b) :

- Sur l'axe 1 est représenté le groupe A, formé par les unités 24, 25, 26, 27. Elles sont fortement détachées ( $x = 2,33$  à  $2,83$ ) et moyennement à très fortement corrélées entre elles ( $R= 51\%$  à  $82\%$ ). Ce groupe est négativement corrélé avec l'ensemble des unités 8,9 et 10 du groupe b qui est fortement à très fortement détaché ( $x = - 2,3$  à  $- 4,25$ );

- Sur l'axe 2, le groupe C représente les U1, U2, U3 et U4, très fortement détachées ( $x=2,68-3,56$ ) et moyennement corrélées ( $R=47\%-60\%$ ). Ce groupe est négativement corrélé avec le groupe D formé par les U18, U19 et U21, moyennement détachées ( $x=-1,53$  à  $- 2,33$ ) et moyennement corrélées ( $R=49\%-68\%$ ). Ces unités sont indépendantes des unités de l'axe 1.

Individus →	U8	U9	U10	U24	U25	U26	U27
Axe	1						
X	4,25	- 3,25	2,30	2,33	2,68	2,35	2,83
R (%)	84	61	46	51	51	67	82
Individus →	U1	U2	U3	U4	U18	U19	U21
Axe	2						
X	3,56	3,40	3,26	2,68	-	-	2,2
					1,97	1,53	
R (%)	60	58	58	47	49	68	62

Tableau IV-22 : Qualité de représentation des individus - cas de l'orge à Remila

L'ajustement des variables et des individus (tableau V.23) nous permet de constater que :

- La matière organique des unités 24, 25, 26 et 27, avec des teneurs entre 1,5% et 2,2% est inversement proportionnelle a la texture qui est grossière à moyennement fine ainsi qu'aux rendements moyens à assez bons (11qt/ha à 14 qt/ha) des unités 8, 9 et10.

- La CEC (25 meq/100g de sol), le calcaire total (25%) et les rendements en 1<sup>ere</sup> année ainsi ceux moyens (14 à16 qt/ha) des unités 18, 19 et 21, sont proportionnels.

- Les rendements assez bons, des unités 18,19 et 241 sont expliqués par des taux moyens en calcaire total, de 25 % et une CEC de 25 meq/100 g de sol. La texture fine à très fine des unités qui sont corrélées, est à l'origine des faibles rendements enregistrés.

- Pour les unités 8, 9 et10, les rendements optimums peuvent atteindre des valeurs légèrement basses alors que pour les unités 18, 19 et 21, les valeurs des caractéristiques devront être plus élevées dans le système de notation paramétrique. La texture devra alors passer d'une notation de 10 à une notation de plus de 60, valeur considérée comme équivalente de celle d'une texture équilibrée, dans ce même système. La matière organique conjuguée avec une texture moyennement fine à grossière peut constituer une contrainte, d'où des rendements en dessous de la moyenne, enregistrés par les unités 1,2 et 3.

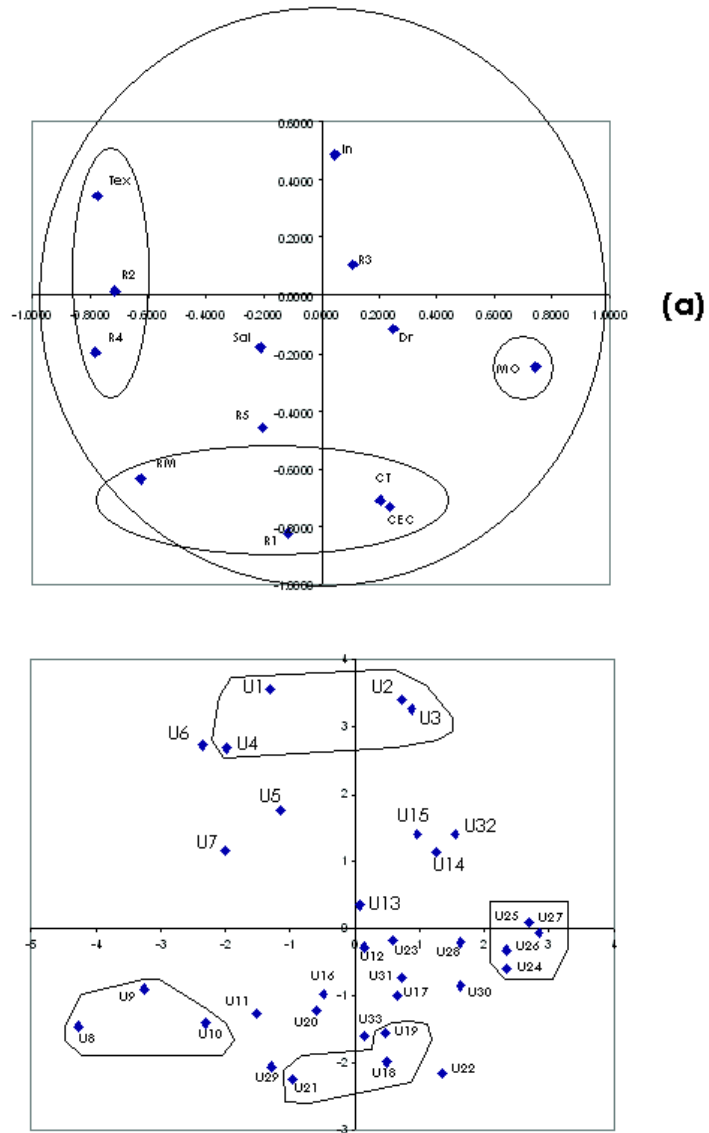


Fig. V.4 : Représentation graphique des variables (a) et des individus (b) au moyen d'ACP Cas de l'Orge à Remila

Axes		1							2							
		>0 (A)				<0 (B)			>0 (C)				<0 (D)			
Ind/ (gr)	Unités	24	25	26	27	8	9	10	1	2	3	4	18	19	21	
		>0	MO	1,5	2,2	2,2	2,2	0,7	0,7	0,7	1,15	1,15	1,15	1,15	1,5	1,5
1	<0	Text	10	10	10	10	60	60	30	60	30	10	60	10	10	30
		R2	6	6	7	7	11	10	10	8	8	10	10	8	8	9
		R4	9	8	8	8	14	11	12	10	7	7	12	10	10	11
2		CEC	25	25	25	25	25	25	25	15	15	15	15	25	25	24
		C.T	25	25	25	25	23	25	25	15,3	15,3	15,3	15,3	25	25	25
	<0	R1	14	14	14	14	15	15	16	10	12	12	14	14	16	16
		RM	13	12	13	12	17	15	16	13	11	12	13	14	14	15

Tableau V. 23 : Ajustement des variables et des individus – cas de l'orge à Remila

### 5.3 - Etude des Rendements et des Variables de Climat (P,T) dans les Parcelles d'Essais

Le nombre d'individus observés qui est de 25, se définit et se répartit comme suit :

\*/ Hamla (H1, H2 et HM), \*/Timgad (T1, T2 et TM), \*/Ain Skhoua (S1A, S2A, SMA, S1B, S2B, et SMB), \*/Kais (K1A, K2A, KMA, S1B, S2B et SMB), \*/Berriche (B1A, B2A, BMA, B1B, B2B et BMB), \*/ la moyenne générale (toutes parcelles et toutes années confondues) (MG).

Le nombre des variables considérées qui est de 16 se décompose comme suit :

\*/ pluies durant 4 stades végétatifs distincts (4 variables = PI, PD, PMS, PS); \*/ pluies moyenne de croissance (1 variable = TP); \*/ température moyenne durant chacun des 4

stades végétatifs (*TI, TD, TMS, TS*); \*/ températures cumulées et moyenne de croissance durant 4 stades végétatifs (*STI, STD, STMS, STS*); \*/ températures cumulées de croissance (*TST*); \*/moyenne des températures de croissance (1 variable = *MT*); \*/ les rendements moyens (*Rend*).

(Remarque :voir annexe 6 pour les codifications adoptées pour définir les individus et les variables)

### 5.3.1- Cas du blé dur

#### 5.3.1.1- Interprétation par la méthode de régression

##### i- Description des données statistiques de base

Les rendements sont très aléatoires (maximum de 10qt/ha et minimum de 1,5 qt/ha) et faibles dans leur ensemble (moyenne de 6 qt/ha). Ils s'expliquent par les quantités de pluies fortement irrégulières et insuffisantes durant les phases de croissance et surtout durant le cycle de croissance pour lequel nous enregistrons une moyenne de 210 mm (*tableau V.24*).

Tableau V.24 : Relevé des données descriptives- cas du blé dur dans les parcelles

Variables*	N	moyenne	s	minimum	Maximum
PD	9	35,88	10,58	24,10	53,5
PI	9	90,78	16,89	73	119
PMS	9	25,42	18,64	8	67
PS	9	28,14	23,71	5,5	67,6
MP	9	177,8	60,6	127	292
TI	9	7,767	0,778	6,7	8,5
TD	9	8,767	0,872	7,3	10
TMS	9	16,5	3,43	12,4	21
TS	9	22,167	1,294	20	23,3
MT	9	13,722	1,168	12,5	15,3
CTI	9	279,3	63,1	217	384
CTD	9	943,1	137,3	762	1139
CTMS	9	540,9	67,8	431	631
CTS	9	571,2	150,4	275	752
MTC	9	2390	312	1846	2820
RDT	9	5,93	4,02	1,5	10,9

\*Voir en annexe, la légende des variables

##### ii- Corrélations (Pearson)

D'après la matrice des corrélations, les rendements de blé dur et les caractéristiques climatiques sont corrélées avec les pluies du stade initial (PI) (R= 78%; p-value =0,013) et durant le stade saison (PS) (R = 78%; p-value = 0,014). Comme ils le sont avec les températures de saison (TS) (R=77% et p-value = 0,016) et avec le cumul des températures de ce même stade saison (STS) (R=69%; p-value = ,041).

##### iii- Modèles de régression selon la méthode «stepwise» (Danielie, 1980)

Les modèles qui se dégagent de cette analyse sont :

Modèle (1) :

*Rendement* = - 4,740 + 0,298.PI avec : R (%) = 61,32 et sy.xi = 2,67 qt/ha

Modèle (2) :

*Rendement* = -21,478 + 0,279.PI + 0,0073.MC avec : R (%) = 92,9 ; sy.xi = 1,24qt/ha

Modèle (3) : *Rendement* = -16,161 + 0,296. PI + 0,0074. MTC – 0,0116. CTMS

avec : R (%) = 96,47 et sy.xi = 0,955 qt/ha

Le troisième modèle est le meilleur car nous donne une corrélation très élevée et une erreur d'estimation la plus faible.

### 5.3.1.2- Interprétation par ACP

i- Pouvoir explicatif des principaux axes

La répartition des variables est expliquée par 58,1% (axe 1-2), 51% (axe 1-3) et 45% (*tableau V.25*). La représentation bidimensionnelle est de moyenne à assez bonne qualité.

**Tableau V.25 : Pouvoir explicatif des principaux axes - cas du blé dur dans les parcelles**

Axes	1	2	3	4	5
Variance %	34,2	23,9	16,8	10,8	4,8
Cumul %	34,2	58,1	74,9	84,7	90,5

ii- Caractérisation des principaux axes

Les indices reflétant la qualité de représentation des points sur les principaux axes (*tableau V.26 et figure V.5a*) sont de qualité moyenne à très bonne (R= 41-83%). Fortement détachés de part et d'autre des axes ( $x = 0,64-0,91$ ), ils forment 4 groupes :

- Sur l'axe 1, les températures (TD, TMS, MT, STD, STMS et TST) positivement est fortement détachées à droite de l'axe ( $x = 0,64$  à  $0,91$ ) (groupe A) sont moyennement à très fortement corrélées entre elles (R= 41 – 83%).

- Sur l'axe 2, les quantités pluviales durant le stade saison et la période de croissance, et la somme des températures au stade saison, sont très fortement détachées ( $x = - 0,73$  à  $- 0, 83$ ) (groupe B) sont positivement corrélées entre elles (R= 53 à 68%).

- Sur l'axe 3 sont représentées les pluies durant le stade développement ( $x = 0,78$  et R= 61%) (groupe C), négativement corrélées avec la température durant le stade saison ( $x = - 0,69$  et R= 48%) (groupe D).

- Sur l'axe 4 sont positivement corrélés les cumuls des températures durant le stade initial ( $x = 0,69$  et R= 48) et les rendements ( $x = 0,61$  à  $0,81$  et R= 46 à 66%) (groupe E).



Variables**	Axe 1		Axe 2		Axe 3		Axe 4	
	x	R%	y	R%	y	R%	y	R%
PD					0,78	61		
PS			-0,73	53				
PT			-0,82	68				
TD	0,89	81						
TMS	0,91	83						
TS					-0,69	48		
MT	0,64	41						
STI							0,81	66
STD	0,86	75						
STMS	0,73	54						
STS			-0,83	70				
TST	0,90	82						
Rdt							0,68	46

Tableau V.26 : Qualité de représentation des variables – cas du blé dur dans les parcelles

\* voir légende en annexe

iii- Qualité de représentation des individus

La représentation des individus (parcelles d'essais) sur des plans de corrélations (tableau V.27 et figure V.5b), met en évidence ce qui suit : - Sur l'axe 1: les parcelles de Kais et de Hamla se détachent positivement ( $x = 1,84$  à  $3,84$ ) et sont fortement corrélées entre elles ( $R = 43-72\%$ ) (groupe A). Elles sont négativement corrélées avec la station de Timgad et celles de Berriche (B1A et B1B) ( $x = -2,49$  à  $-5,17$ ), celles-ci étant moyennement corrélées entre elles ( $R = 43 - 58\%$ ) (groupe B).

- Sur l'axe 2 : la parcelle B de Ain Skhouna (SMB) ( $x=2,19$  et  $R= 7\%$ ) (groupe C), est négativement corrélée avec les parcelles de Berriche (B2A, B2B et BMA) ( $x = -3,47$  à  $-4,1$  et  $R = 56 - 70\%$ ) (groupe D ). - Sur l'axe 3 : le groupe E représente la parcelle S1A de Ain Skhouna ( $x= -2,53$ ,  $R= 68\%$ ). - Sur l'axe 4, la parcelle de Hamla (H2) est moyennement corrélée ( $x = -2,43$   $R= 57\%$ ), (groupe F). - Les facteurs, sur les axes 2, 3 et 4 des cercles et des plans de corrélations, sont indépendants de ceux disposées sur l'axe 1. Les variables et les individus de la 1<sup>ere</sup> composante ainsi que ceux de la 2<sup>eme</sup>, 3<sup>eme</sup> et 4<sup>eme</sup> composante perdent leur regroupement par des distances nuancées formant ainsi des sous-groupes au sein des groupes respectifs initialement formés.

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

Individus**	Axe 1		Axe 2		Axe 3		Axe 4	
	x	R%	y	R%	y	R%	y	R%
T1	-2,49	48						
H1	1,84	43						
H2							-2,43	57
S1A					-2,53	68		
SMB			2,19	47				
K1A	3,91	71						
K2A	2,10	61						
KMA	2,56	60						
K1B	3,84	72						
K2B	2,11	60						
KMB	2,54	60						
B1A	-5,17	57						
B2A			-4,08	59				
BMA			-3,47	70				
B1B	-3,88	58						
B2B			-3,87	56				
BMB			-2,63	70				

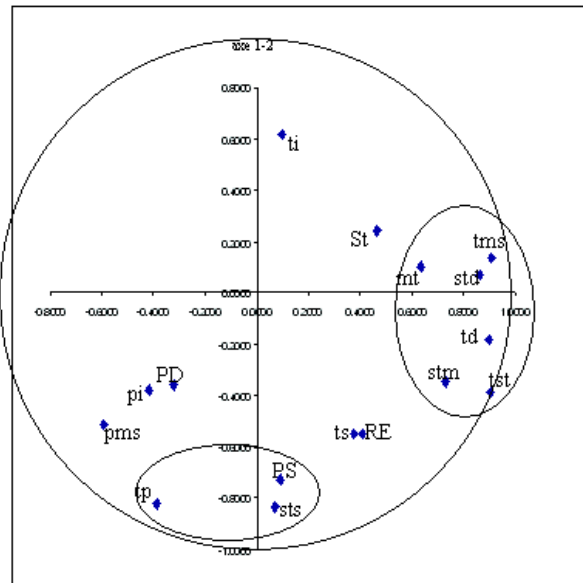
Tableau V.27 : Qualité de représentation des individus – Cas du blé dur à Ain Skhouna

\*voir légende en annexe

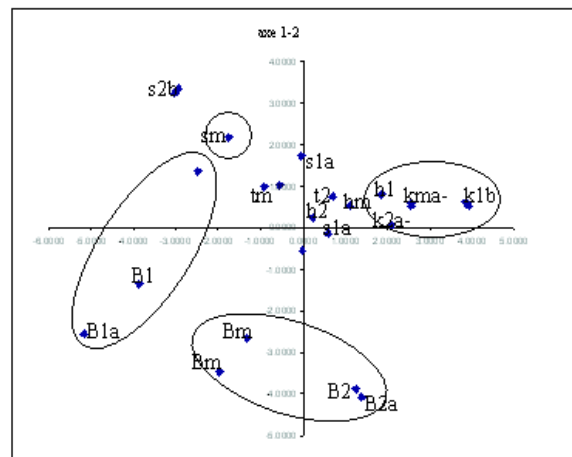
Par ajustement des variables et des individus (tableau V.28), il ressort que :

- Dans les stations de Kais, les températures sont corrélées entre elles et présentent, des écarts de moins de 1°C. Les moyennes sont de 8,4°C pour le stade développement et 12,4°C pour le stade mi-saison, stades importants durant lesquels le végétal développe sa biomasse. Ces valeurs sont inversement proportionnelles à celles de Berriche

- Les stations de Hamla et de Timgad se détachent distinctement entre elles, malgré qu'elles soient couvertes par la même station climatique. Il en est de même pour Ain Skhouna qui se détache à part avec des valeurs inversement proportionnelles à celles de Berriche, enregistrant des écarts thermiques très important de plus de 1 °C durant le stade développement à 4°C durant le stade mi-saison. Les écarts de pluie sont eux aussi, très importants durant le stade saison alors que c'est l'inverse pour les pluies enregistrées durant la période de croissance, ce qui marque l'irrégularité pluviale dans la station de Ain Skhouna.



(a)



(b)

### 5.3.2- Cas de l'orge

#### 5.3.2.1- Interprétation par la méthode de régression multiple

i- Description des données statistiques de base

D'après le *tableau V.29*, les rendements de l'orge (20 qt/ha) malgré qu'ils soient aléatoires, ils sont légèrement meilleurs que ceux du blé dur. En outre, les pluies sont faibles et irrégulières.

Tableau V.29 : Données descriptives - Cas de l'orge dans les parcelles

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Variabes	n	Moyenne	S	minimum	maximum
PD	9	30,94	9,86	13	45
PI	9	77,6	33,6	6,8	121
PMS	9	23,03	14,88	9,5	48
PS	9	11,46	4,18	6,5	18
MP	9	149,9	31,0	121	199
TI	9	7,789	0,920	6,7	9,3
TD	9	8,133	0,896	6,8	9,2
TMS	9	14,74	3,83	9,4	20,5
TS	9	19,444	1,969	17,5	24
MT	9	12,444	1,405	10,8	14,4
CTI	9	276,9	75,2	212	393
CTD	9	780,9	103,7	670	942
CTMS	9	502,8	119,7	374	648
CTS	9	387,6	129,3	258	693
MC	9	1944,1	290,7	1633	2329
RDT	9	7,83	6,80	1,5	20

ii- Corrélations (Pearson)

D'après la matrice des corrélations, les rendements de l'orge sont corrélés avec les pluies durant le stade initial (PI) ( $r = 0,810$  et  $p\text{-value} = 0,008$ ), durant le stade développement (PD) ( $r = 0,831$  et  $p\text{-value} = 0,006$ ), durant la période de croissance (MP) ( $r = 0,836$  et  $p\text{-value} = 0,005$ ), et avec les températures durant le stade mi-saison (TMS) (avec  $r = -0,660$  et  $p\text{-value} = 0,053$ ).

iii- Modèles de régression selon la méthode «stepwise» (Danielie, 1980)

Les trois modèles de régression qui se dégagent sont :

*Modèle (1) : Rendement = - 19,67 + 0,183. MP*

avec :  $R^2$  (%) = 69,87 et  $sy.xi = 3,99$  qt/ha

*Modèle (2) : Rendement = -52,44 + 0,188. MP + 3,94. TP*

avec:  $R^2$  (%) = 96,73;  $sy.xi = 1,42$  qt/ha

*Modèle (3) : Rendement = -47,19 + 0,172. MP + 4,09. TP - 0,0148. CTI*

avec:  $R^2$  (%) = 98,83 et  $sy.xi = 0,93$  qt/ha

Ce troisième modèle est meilleur avec une très forte corrélation (99%) et une erreur d'estimation plus faible (0,93 qt/ha).

**5.3.2.2- Interprétation par ACP- cas de l'orge dans les parcelles**

i-/ Pouvoir explicatif des principaux axes

Le pourcentage de variation expliqué par les axes 1, 2,3 et 4 est respectivement de 56,2% ; 54% et 50,4% (*tableau V.30*). La représentation bidimensionnelle est de moyenne à assez bonne qualité.

**Tableau V.30 : Pouvoir explicatif des principaux axes - cas de l'orge dans les parcelles**

Axes	1	2	3	4
Variance%	39,1	17,1	15,5	11,3
Cumul	39,1	56,2	71,7	83

ii-/ Caractérisation des principaux axes

D'après le cercle des corrélations (*figure V.6a et tableau V.31*), il apparaît :

- Sur l'axe 1, la pluie en période de croissance (PT) est représentée avec des valeurs fortement détachées ( $x = 0,89$ ) (groupe A). Elle est négativement corrélée avec les températures ( $R = 53$  à  $90\%$ ) ( $x = -0,75$  à  $-0,95$ ) (groupe B).

- De part et d'autre de l'axe 2, se détache positivement la température initiale TI ( $x = 0,85$  et  $R = 73\%$ ) (groupe C). La somme des températures de saison STS (groupe D) se détache négativement ( $x = -0,70$  et  $R = 50\%$ ).

- Sur l'axe 3, les pluies et les températures au stade développement (PD) ainsi que les rendements, sont moyennement corrélées entre elles ( $R=42-54\%$ ) et se détachent positivement ( $x = 0,64$  à  $0,74$ ). Elles forment le groupe E.

- Sur l'axe 4, les pluies au stade saison, moyennement corrélées ( $R = 56\%$ ) se détachent négativement ( $x = -0,75$ ) (groupe F).

- Les variables disposées sur les composantes 2 et 3 et 4 sont indépendantes entre elles.

Axes →	1		2		3		4	
	x	r%	y	r%	y	r%	y	r%
PD					0,67	45		
PS							-0,75	56
PT	0,89	80						
TI			0,85	73				
TD					0,64	42		
TMS	-0,95	90						
MT	-0,94	89						
STD	-0,75	53						
STMS	-0,86	75						
STS			-0,70	50				
TST	-0,94	89						
Rdt					0,74	54		

Tableau V.31 : Qualité de représentation des variables – Cas de l'orge dans les parcelles

iii-/ Qualité de représentation des individus

Sur le plan de corrélations (*figure V.6b et tableau V.32*), les individus se positionnent comme suit :

- Sur l'axe 1, se regroupent (groupe A) les parcelles de la station de Kais, positivement ( $x = 2,36$  à  $3,90$ ) et fortement corrélées entre elles ( $R = 62$  à  $77\%$ ). Elles sont négativement corrélées avec les parcelles de Berriche ( $x = -2,49$  à  $-4,42$ ), qui sont moyennement à fortement corrélées entre elles ( $R = 48$  à  $75\%$ ) (groupe B).

- Sur l'axe 2, les groupe C et D représentent négativement, corrélées entre elles (avec  $x = -2,81$  et  $R = 43\%$ ) les parcelles de Ain Skhouna (S1A et S2A).

- La station de Timgad (groupe E) est représentée sur l'axe 3 ( $x = -2,37$  et  $R = 55$  à  $60\%$ ).

- La parcelle B de Ain Skhouna (groupe F) est représentée positivement par l'axe 4.

Individus*	Axe 1		Axe 2		Axe 3		Axe 4	
	x	R%	y	R%	x	R%	x	R%
T1					-3,6	60		
TM					-2,37	55		
H1	-3,44	57						
HM	-2,49	48						
S1A			-2,81	43				
S2A			2,65	42				
SMA							1,55	46
S1B							3,04	58
K1A	3,90	62						
KMA	3,44	75						
K1B	3,87	62						
K2B	2,36	41						
KMB	3,1	77						
B1A	-4,42	69						
BMA	-2,83	66						
B1B	-3,95	68						
BMB	-2,67	75						

Tableau V.32 : Qualité de représentation des individus - cas de l'orge dans les parcelles

Par ajustement des cercles et plans de corrélations (tableau V.33) nous avons :

- A Kais, les pluies en période de croissance qui sont en moyenne de 199mm sont inversement proportionnelles aux températures moyennes journalières, a leurs cumuls durant le stade développement (s = 974°C), et stade mi-saison (18°C) ainsi qu'en période de croissance (14°C) de la culture dans la station de Berriche. Comme elles le sont aussi pour la parcelle de Hamla qui présente des valeurs plus élevées,

- A Ain Skhouna les valeurs thermiques du stade initial (10°C) sont équivalentes à la moitié de celle du cumul du stade saison (499°C),

- D'après la matrice de corrélations (voir annexe), les rendements sont fortement corrélés avec les pluies du stade développement et les pluies de la période de croissance, mais sont faiblement corrélées avec le stade initial. Comme ils sont inversement proportionnels aux températures et à leurs cumuls durant le stade mi-saison, et durant la période de croissance.

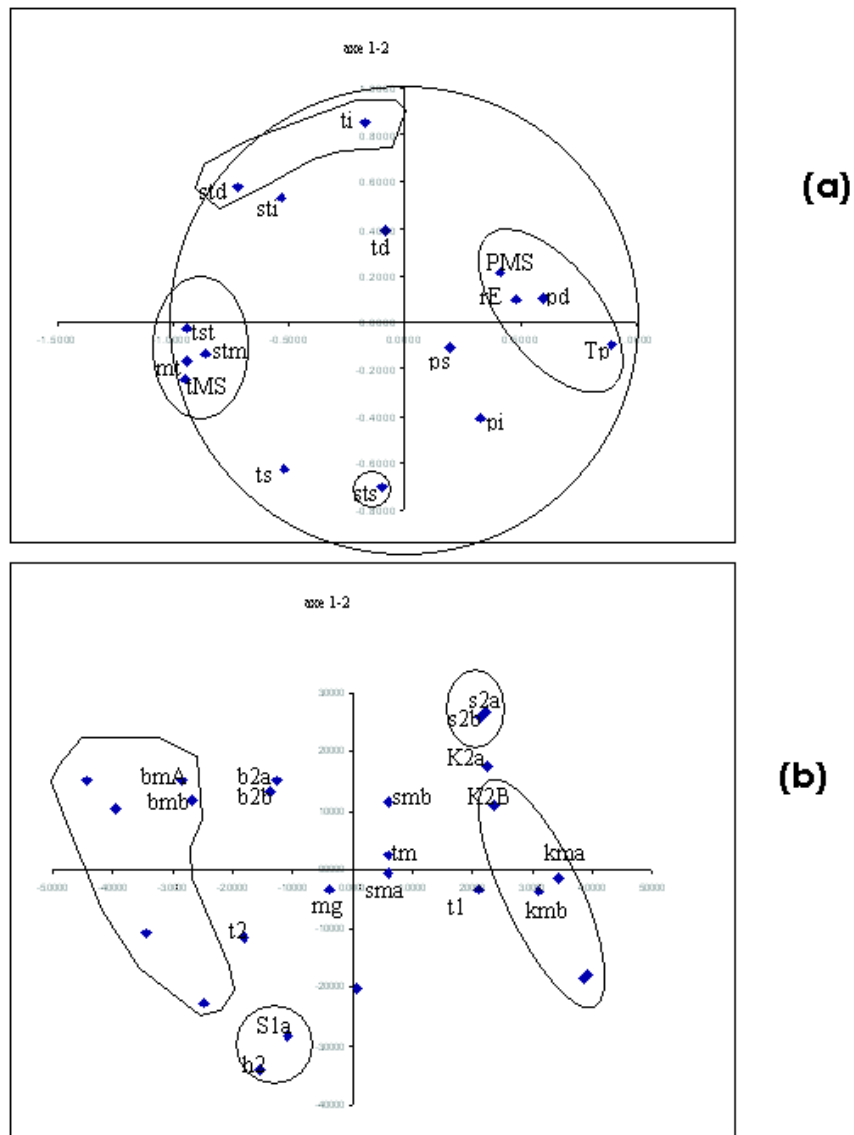


Fig. V.6 : Représentation graphique des variables (a) et des individus (b) au moyen d'ACP Cas de l'Orge dans les parcelles d'essais

## 5.4 – Conclusion

Les données expérimentales climatiques et physico-chimiques relevées au niveau des 8 parcelles d'essais et au niveau des deux plaines céréalières de Rémila et de Berriche, ont été interprétées en utilisant les méthodes statistiques d'analyse de la variance (ANOVA), analyse multidimensionnelle (ACP) et régression multiple.

Les résultats dégagés par ces méthodes sont importants de par leur complémentarité quant aux réponses définies dans notre objectif. Ils nous traduisent le comportement des deux variétés locales, céréalières de blé dur et d'orge, et ce en termes de rendements compte tenu: 1) des caractéristiques climatiques dominantes (P, T); et 2) des caractéristiques de sols ce qui nous permet de conclure ce qui suit:

a) – Pour les deux plaines de Remila et Berriche le coefficient de corrélation montre qu'il existe une très forte corrélation entre les pluies et rendements avec une erreur d'estimation très réduite. La part de la variance étant plus importante à Remila qu'à Berriche, ceci met en exergue l'importance du facteur pluie qui apparaît ainsi le premier facteur déterminant des rendements. Les autres facteurs de station seraient ont bien sur eux aussi à l'origine des rendements enregistrés.

La similitude entre les groupes homogènes et les exigences climatiques des cultures nous à permis de ressortir les classes de limitations pluviales ou exigences pluviales de ces cultures. Il apparaît ainsi que les valeurs optimales se situent autour des 450mm et plus alors que les valeurs marginales se situent autour des 150mm et moins.

b)- La réponse des rendements aux caractéristiques des sols, qui se dégage des deux méthodes : ACP et régression multiple, confirme les résultats précédents relatifs à l'interdépendance des ensembles physiographiques: climatique et édaphique.

Ainsi le climat n'explique pas à lui seul les rendements. A Berriche par exemple, les sols sont impliqués avec une forte proportion, alors que c'est le contraire à Rémila ou les conditions climatiques qui sont plus favorables expliquent mieux les rendements.

Nous pouvons en outre, scinder en deux groupes, les caractéristiques de sols et ce selon leur degré de limitation : - Celles corrélés avec les rendements et sont dominantes : telles la texture, le calcaire total, et la matière organique ; - Les autres caractéristiques qui seraient alors de limitation secondaires. Cette classification des facteurs, primaires dominants ou secondaires est largement développée et appliquée par DUCLOS (1971).

c)- En conséquence de points précédents, il est possible de ressortir des unités physiographiques spécifiques ou macro-stations. Ainsi la région de Kais et de Remila qui sont proches l'une de l'autre, se distinguent climatiquement de Berriche au Nord –est et de Batna au Sud –ouest. Cette dernière avec ses principales plaines :Hamla, Timgad et Ain Skhouna pourrait être délimitée à son tour en micro-stations distinctes.

Globalement et au vu des l'ensemble des résultats obtenus (ajustement des variables et des individus) dans les parcelles d'essais, il est confirmé l'existence d'une spécificité physiographique, particulièrement celle pluviale pour les cultures étudiées permettant à cet effet d'opter pour un zonage sur la base de ce facteur.

Nous avons par ordre de moindre à forte contrainte pour les céréales :

- 1) la région centre ainsi qu'une partie des terres au Nord-Ouest de la zone d'étude, avec une bonne pluviométrie est des chaleurs modérées. Les rendements sont assez bons à bons dans leur ensemble,

- 2) la région Est : moins pluvieuse, des températures légèrement élevées et des rendements moyens a faibles,

- 3) la région Ouest avec des conditions agro-écologiques globalement contraignantes et des rendements conséquemment faibles à très faibles.



# CHAPITRE -6- METHODES D'EVALUATION ET DE CLASSIFICATION DES APTITUDES DES TERRES

## 6.1- Généralités

L'étude d'évaluation a pour objectif de dégager les aptitudes culturales dans des conditions en irrigué ou en sec, actuelles ou potentielles des terres agricoles pour un type d'utilisation (cultures ou mode de développement déterminé).

L'aptitude telle considérée par des auteurs entre autres FLASSE et al. (1991) apparaît comme l'élément de base essentiel pour toute planification agronomique et pour tout aménagement du territoire ou encore de tout remembrement des terres.

Il ressort donc que l'une des fonctions de l'évaluation des terres est celle qui consiste précisément de faire comprendre les relations réciproques entre la terre et son utilisation.

Cette équation à multiples variables, par sa résolution, conduit ou permet au planificateur de comparer les modes d'utilisations les plus prometteurs (FAO, 1988b). La dite planification qui toucherait les terres de façon générale ou agricoles particulières se doit d'être une forme de planning séquentiel spatial est temporel de leur utilisation compte tenu du potentiel édaphique et hydriques des terres distinct ou confondu avec celui de son environnement économique et social.

Donc, c'est en terme de décisions particulières ou générales de l'utilisation des terres, décisions raisonnablement planifiées que l'homme arrive à tirer le maximum d'avantages des ressources de l'environnement, sans pour cela perturber son équilibre et veiller ainsi à leur conservation durable.

Il s'agit dans ce contexte du «capital terre» qui d'après LAFLECHE (1972) devra être par le biais d'un classement technique et scientifique des terres, valorisé puis soumis à un partage raisonné entre divers utilisateurs pour une gestion au mieux des intérêts de la collectivité locale.

Le choix d'un système de classification répondant au problème posé par l'utilisation des terres à spécificités locales strictes ou régionales rend difficile toutes propositions de valeurs universelles (MULCACHY al. cités par LAFLECHE, 1972), ceci pour trois raisons :

- L'objectif est variable d'une évaluation à une autre,
- Les critères géographiques sont différents,
- Il est impossible de proposer un classement à l'échelon mondial de référence, à une ou quelques plantes seulement.

Au vu de cette problématique qui abolit l'universalité de la plupart des résultats qui en découlent des systèmes d'évaluations en vigueur, nous avons opté dans notre travail pour une méthode qui nous permettrait d'arriver à des données spécifiques locales et ce par

application d'un système d'évaluation dont nous reconnaissons son application à une large échelle.

## 6.2 - Principales Méthodes d'évaluation des Terres

Les méthodes d'évaluation des terres prennent en considération les limites des caractéristiques des terres. Nous avons quatre méthodes (SYS et al.1991-tome II):

- Méthode U.S.D.A.
- Méthode d'évaluation climatique d'après Papadakis
- Le système paramétrique
- Classification des aptitudes des terres- Cas des zones tropicales humides

### *-Méthode d'évaluation climatique d'après Papadakis*

PAPADAKIS (1970) propose une classification, spécifique écologique des potentialités agricoles. Les facteurs climatiques pris en considération sont la pluviométrie moyenne, les valeurs moyennes, minimales et maximales thermiques ainsi que l'humidité relative.

#### *- Méthode U.S.D.A.*

Les classes d'aptitudes des terres développées par la méthode USDA (KLINGEBIEL and MONTGOMERY, 1966) est une des nombreuses interprétations employées dans le domaine de l'agriculture dont les principes sont :

-Les critères employés dans l'évaluation d'une unité de terre sont les propriétés de terres, physiques disponibles après une enquête sur le terrain,

-Les limitations sont en fonction du degré de contraintes du développement et de la croissance des cultures,

-L'aptitude d'une terre est fonction de son aptitude à supporter ou à permettre un meilleur et plus large développement cultural.

Ce modèle d'évaluation des terres n'est pas spécifique pour une culture ou pour un mode de développement.

#### *- Le système paramétrique*

Le système proposé par RIQUIER et al. (1971), in Sys (1991) est un exemple de l'approche paramétrique d'évaluation des terres avec toutefois la spécification de terres pour la forêt, le pâturage et les cultures.

Ce système ne tient pas compte des considérations sociales ou économiques lorsqu'elles sont indépendantes des valeurs intrinsèques du sol et lorsqu'elles ne peuvent expliquer soit sa productivité soit ses rendements.

La durabilité de la productivité des terres peut être assurée par la maîtrise des conditions (facteurs) de station, ainsi que de la politique d'investissement. Cette responsabilité technico-financière, peut être amenée à résoudre partiellement ou globalement, les problèmes d'ordre physiques ou autres, énumérés ci dessous, et qui reviennent incessamment dans tous les projets d'aménagement.

#### *- Classification des aptitudes des terres- Cas des zones tropicales humides*

Adaptée de la méthode paramétrique, elle est développée par SYS (1991). L'indice de productivité est le produit des indices de six caractéristiques de station qui sont : la profondeur, la texture, le développement du profil du sol, le drainage, le pH, la saturation en bases et enfin le niveau de développement de l'horizon de surface. L'indice global dégage six classes d'aptitudes.

- *La méthode FAO d'évaluation pour une culture spécifique.*

## 6.3 - La Méthode FAO

La méthode d'évaluation des terres FAO propose des principes régissant le système de classification des terres pour un mode de production spécifique.

D'après VERHEYE (1990.b), cette méthode se distingue des précédents systèmes dans la mesure où elle ne constitue pas une interprétation du milieu pédologique pour les cultures, mais qu'elle part immédiatement des exigences culturales de la culture.

Ces exigences se réfèrent à des conditions pédologiques topographiques et climatiques, mais également à des facteurs liés aux conditions socio-économiques et aux pratiques culturales. Tous ces critères sont évalués en fonction du mode d'utilisation adopté.

### 6.3.1 - Principes de la méthode FAO

---

Les principes (voir en annexe 9, la relation entre l'ensemble de ces principes) et les concepts de cette méthode sont largement développés dans le document portant «cadre pour l'évaluation des terres» ainsi que dans les travaux de sur le zonage agro-écologique F.A.O. (1978 ) (VERHEYE, 1990. a). Ces principes se définissent comme suit :

1. Définition du type d'utilisation pour laquelle l'évaluation doit être faite,
  2. Etablissement des exigences culturales du type d'utilisation préconisé, y compris la définition des conditions de croissance optimales et marginales,
  3. Comparaison entre les propriétés édaphiques et les exigences culturales, du type d'utilisation concerné,
1. Etablissement d'une échelle de classification des aptitudes en fonction des corrélations obtenues entre les exigences spécifiques et les conditions de milieu,
  1. Validation des classes d'aptitudes en terme de rendements et/ou de bénéfices obtenus ou anticipés.

### 6.3.2 - Type d'utilisation des terres (TUT)

---

Dans le système FAO(1976a, b c), la terre est définie à partir d'un ensemble de facteurs de station qui influent sur leur potentiel d'utilisation. Ces facteurs sont: le climat, le relief, les sols, l'hydrologie et la végétation.

Ici, le concept terre est plus vaste que celui des sols ou de la topographie, qui mettent en relief, par leurs variations, des unités de sols distinctes entre elles par une ou plusieurs caractéristiques.

Dans le cadre de l'exploitation des terres et des modalités de définition de cette exploitation, la FAO a introduit deux concepts:

1) Celui de la "*catégorie principale d'utilisation des terres*" qui est une grande subdivision du territoire rural, et

2) Celui de "*type d'utilisation des terres*" qui est un mode d'utilisation défini de façon plus détaillée.

Dans le même ordre de définition des concepts relatifs au TUT, il ressort selon VERHEYE (1990,b) que le type d'utilisation des terres définit l'usage de la terre en terme de cultures et/ou de produits récoltés et de gestion d'exploitation.

C'est aussi d'après la FAO (1989), un mode d'utilisation défini de plus près en fonction d'une série de descripteurs techniques correspondants à un environnement social, économique et physique donné

Donc, les éléments des types d'utilisation des terres comprennent des données ou des hypothèses sur la production, les marchés le capital, la main d'œuvre, la technicité, les infrastructures, la caractère foncier et les revenus des exploitants..

Etant donné donc que la classification FAO est spécifiquement liée à la culture et à ses exigences culturelles, il est nécessaire de définir dès le début de l'évaluation, pour quel type ou pour quelle catégorie d'utilisation des terres l'exercice sera fait. Donc, dans ce système d'évaluation des terres, il est apparenté pour chaque unité de terres, une culture type ou mode de développement propre sur la base de ses exigences comparés avec les facteurs de station.

L'utilisation des terres peut être unique, multiple (forêt de bois d'œuvre et de loisirs) et polyvalente (rotation périodique).

De plus, le type d'aménagement pour ces cultures peut varier entre le traditionnel, (sans préparation mécanique, sans engrais ...), le traditionnel amélioré (faible emploi mécanique...) et l'industriel (mécanisation entière, engrais ...).

Dans le cas qui nous concerne nous sommes dans une région qui pratique de façon plus générale (hormis quelques cas localisés d'utilisation multiple et/ou polyvalente) le mode unique (blé ou orge) semi-mécanisé et a utilisation irrégulière.

### **6.3.3 - Relation exigences culturelles / facteurs de station**

---

Cette procédure, à pour objectif d'estimer dans quelle mesure les conditions physiographiques (écologiques) peuvent satisfaire les exigences de développement et de croissance des cultures.

Les résultats distincts ou généraux qui se dégagent sont exprimés en terme de point indiciaire, lequel exprime l'indice ou degré de contrainte des caractéristiques. Considérés en interactions et /ou en interdépendances, nous obtenons des notations de ces caractéristiques des niveaux de potentialités des terres qui se définissent en terme de classes d'aptitudes selon une échelle déterminée.

### **6.3.4 - Méthodes de classification des terres**

---

#### **6.3.4.1- Structure et échelle de classification des aptitudes**

### **i- Structure de classification des aptitudes**

La méthode FAO considère quatre classifications:

\*- *Ordre d'aptitude des terres* :

Nous avons deux possibilités: la possibilité d'une aptitude (=suitability) (Symbolisée par la lettre S) ou la possibilité d'une inaptitudes (Symbolisée par la lettre N).

\*- *Classes d'aptitude des terres* :

Pour cela il a été proposé une subdivision des ordres selon les niveaux de contrainte de l'un ou de plusieurs facteurs de station. Il est question alors de 5 classes d'aptitude qui se répartissent selon leur qualification, comme suit:

-Trois classes d'aptitude : S1 (bonne aptitude), S2 (aptitude moyenne), S3 (aptitude marginale

-Deux classes d'inaptitude: N1 (inaptitude actuelle mais avec possibilités d'aptitude potentielle) et N2 (inaptitude potentielle).

\*- *Sous classes d'aptitude* :

Elles indiquent le ou les types de limitations qui définissent le ou les types d'aménagements potentiels, limitant de ce fait leur contrainte.

\*- *Unité d'aptitude des terres* :

Ce sont des subdivisions des sous classes et peuvent être subdivisées encore en un nombre illimitées d'unités. Elles ont le même degré d'aptitude au niveau de la classe et les mêmes types d'utilisation au niveau de la sous-classe. Comme elles indiquent les différences mineures d'aménagement, elles permettent une interprétation détaillée au niveau de la planification agricole.

### **ii- Echelles de classification des aptitudes**

La classification de l'aptitude des terres peut être établie sur la base de données actuelles sans aménagement. Comme elle peut être établie en tenant compte de ses capacités potentielles, ce qui nécessite des travaux d'aménagements et de investissements conséquents.

Une fois l'aptitude des terres est établie, il est procédé au regroupement des unités selon leur aptitude à un type d'utilisation donné.

Les classes d'aptitudes peuvent être déterminées selon trois types d'échelles ou méthodes qui sont :

- la méthode simple ou méthode de limitation maximale,
- la méthode du nombre et de l'intensité des limitations,
- la méthode paramétrique.

### **6.3.4.2- Description des méthodes de classification**

Dans le système FAO de classification des terres, nous avons trois méthodes de classification des aptitudes des terres. La description de ces méthodes d'après SYS et al. (1991, tomes I et II) se présente comme suit.

#### **i- Méthode simple ou méthode de limitation maximale**

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

La classe d'aptitude est déterminée selon la condition la moins favorable de l'une des qualités ou caractéristiques définies par l'un des ces ensembles: climatique, topographique, physique, fertilité et toxicité, tels recensés comme suit:.

Caractéristiques et qualités des terres	Degré d'aptitude				
	S1	S2	S3	N1	N2
- Conditions de climat (C)					
- Conditions topographiques (t)					
- Conditions d'humidité (w)					
- Conditions physiques (s)					
- Conditions de fertilité (f)					
- Salinité /alcalinité (n)					

Ce procédé d'évaluation prime les conditions climatiques sur les autres caractéristiques et qualités de station. Les caractéristiques climatiques les plus limitantes concernée par l'évaluation sont : la température, l'humidité relative et la radiation (insolation). Le niveau de classement une fois déterminé, est par la suite, utilisé dans l'évaluation globale.

La relation entre les niveaux de limitations et les classes d'aptitudes se présente comme suit :

<u>DEGRE DE</u>	<u>TYPES DE</u>	<u>CLASSES D'APTITUDES DES TERRES</u>
<u>limitations</u>	<u>Limitations</u>	
0 :	Pas de contrainte .....	S1 : Très bonne aptitude
1 :	Faible contrainte.....	S1 : Très bonne aptitude
2 :	Contrainte Modérée.....	S2 : Aptitude modérée
3 :	Contrainte Sévère.....	S3 : Aptitude marginale
4 :	Contrainte Très sévère...	N1 : inapte actuellement. Aptitude potentielle
		.....N2 : inaptitude totale

**ii- Méthode du nombre et intensité des limitations**

Le principe de cette méthode consiste déterminer les classes d'aptitude des terres selon le nombre et l'intensité de limitations.

D'après VERHEYE (1990.a), Les conditions de croissance peuvent êtres:

\*/- Optimales donc sans contraintes (Pas de contrainte = sigle P), avec des rendements très légèrement diminués par rapport au rendement optimal.

\*/- Avec une contrainte faible (sigle: F).Les rendements sont affectés sur près de 10à 30% par rapport au rendement optimal.

\*/- Contrainte marginale (sigle: M), Les rendements sont affectés sur de 30% à 50% par rapport au rendement optimal.

\*/- Contrainte sévère (sigle: S). Les rendements sont affectés sur plus de 50% par rapport au rendement optimal.

Pour l'application de cette méthode il est nécessaire de présenter les exigences des cultures types sous la forme suivante:

<i>Caractéristiques et qualités des terres</i>	<i>limitations</i>			
	<i>Pas de contraintes</i> (P)	<i>Contrainte Faible</i> (F)	<i>Contrainte Marginale</i> (M)	<i>Contrainte Sévère</i> (S)
- Conditions de climat (C)				
- Conditions topographiques (t)				
- Conditions d'humidité (w)				
- Conditions physiques (s)				
- Conditions de fertilité (f)				
- Salinité /alcalinité (n)				

Le principe de la méthode diffère dans son évaluation, entre les caractéristiques de climat et les caractéristiques de sol.

Pour l'évaluation des caractéristiques climatiques, il est pris en considération la classe de contrainte la plus déterminante ou la plus sévère. Les critères pour la détermination des aptitudes climatiques, ainsi que les degrés de limitations, tels mis en application par VERHEYE (1990.a), et développés par SYS et al. (1991, tome I), se présentent comme suit:

<i>Classes</i>	<i>critères</i>	<i>limitation</i>
S1	Pas de contraintes de climat; ou, au maximum 3 contraintes faibles .....	0 1
S2	4 limitations faibles et/ou 3 limitations modérées .....	2
S3	4 limitations modérées et/ou 1 au plus de limitations sévères .....	3
N	Une ou plusieurs contraintes très sévères .....	4

b- Les critères de détermination des classes d'aptitudes des sols appliquent quant à eux le principe du nombre de limitations qui se définit comme suit:

<u>Classes d'aptitude des terres</u>	<u>critères</u>
<u>1-Classes des sols aptes (S)</u>	
- S1 : Bonne aptitude.....	Unité de terre sans ou avec seulement 4 limitations faibles
- S2 : Aptitude modérée.....	Unité de terre avec plus de 4 limitations Faibles et /ou pas plus de 3 limitations modérées
- S3 : Aptitude marginale ...	Unité de terre avec plus de 3 limitations modérées et/ou une limitation sévère
<u>2- Classes des sols inaptes (N)</u>	
- N1 : Inaptitude actuelle...	Unités avec des limitations sévères pouvant être corrigées
- N2 : Inapte .....	Unités de terres avec des limitations ne pouvant être corrigées

### iii- La méthode paramétrique

Dans la méthode paramétrique, il est attribué une note chiffrée pour chacune des caractéristiques (ou qualités). Les notations sont régressives de 100 à 0 (zéro), au fur et à mesure de l'élévation (dominance) de la limitation de la caractéristique considérée (évaluée).

Si la valeur de la caractéristique et/qualité est optimale (sans contrainte) pour le type d'utilisation considéré, la notation est alors maximale (notation égale à 100 sinon plus de 95). En conditions marginales, la notation est inférieure à 45.

Les exigences des cultures sont relevées comme suit:

Caractéristiques et qualités des Terres	Classes, limitations et notation					
	S1		S2	S3	N1	N2
	0	1	2	3	4	
	100	95	85	60	40	25
- Climat (c)						
- Conditions topographiques (t)						
- Conditions physiques (s)						
-Conditions de fertilité (f)						
- salinité /alcalinité (n)						



Une fois que toutes les caractéristiques ont été notées, l'ensemble de ces notations est repris dans une formule par laquelle il est déterminé l'indice global (I<sub>g</sub>), appelé aussi indice d'aptitude (I<sub>a</sub>) ou indice cultural (I<sub>c</sub>), définitions qui se valent toutes.

Cet indice est différent selon que nous appliquons l'indice de la racine carré (KHIDDIR, 1936, in Sys et al. 1991, tome I) ou l'indice de Storie (Sys et al. 1991, tome I) indice que nous avons retenu par sa simplicité de calcul:  $I_g = A \times B/100 \times C/100 \times \dots$

(A, B, C, = notation respectives des qualités ou caractéristiques)

La notation du climat se fait en deux étapes. La 1<sup>ère</sup> étape consiste à dégager un indice résultant du produit de notation (indice global) des facteurs climatiques. Cette valeur est ensuite corrigée en 2<sup>ème</sup> étape, en établissant une correspondance avec une notation parallèle ou degré correspondant (voir encadré ci-dessous).

<u>Classes</u>	<u>niveau</u>	<u>Indice</u>	<u>degré correspondant</u>
<u>de climat</u>	<u>de limitation</u>	<u>ou notation paramétrique</u>	
S1 .....	Pas de limitation...(F)....	100 - 75.....	100 - 85
S2 .....	Limitation Faible (F).....	75 - 50.....	85 - 60
S3 .....	Limitation modérée (M)....	50 - 25.....	60 - 40
N .....	Limitation sévère (S) .....	25 - 12,5 .....	40 - 20
	Très sévère.	12,5 - 0 .....	20 - 0

### 6.3.5 - Choix de la méthode de Notation

Les trois méthodes de notation et de détermination des classes d'aptitudes de climat et de sols décrites ci-dessus, présentent des qualifications distinctes qui ne peuvent être définies soit en termes d'avantages ou soit d'inconvénients qu'une fois étudiées de paire avec les objectifs arrêtés.

Comme nous avons travaillé sur le comportement de deux variétés locales de cultures céréalières en sec dans une région semi-aride, nous avons arbitrairement retenu la seconde méthode qui tient compte du nombre et de l'intensité des limitations. Toutefois nous avons jugé opportun et nécessaire d'introduire de légères modifications sur celles climatiques plus particulièrement, modifications présentant moins de rigueur, rendant de ce fait cette méthode plus souple dans son appréciation des aptitudes.

Les limitations nouvellement établies sont alors à caractère spécifique et ne sont applicables que pour ce genre de variétés céréalières et dans des conditions de bioclimat semi aride.

Nous sommes convaincus que le fait d'adapter cette méthode de notation avec de légères modifications et ce en rapport avec la spécificité de exigences culturales des cultures, nous permettrait d'arriver à des résultats plus rapprochés et plus objectifs de développement agricole.

Les limitations après modifications, se présentent comme suit:

\*/-Critères de limitations des aptitudes édaphiques:

Pour l'évaluation des caractéristiques de sol nous n'avons pas opéré de changement et nous avons considéré à la fois le nombre et le degré de contraintes avec des appréciations des qualités et caractéristiques des terres.

A priori, cette approche d'appréciation des caractéristiques édaphiques semble présenter l'avantage qui consisterait à mettre en relief et avec plus d'efficacité les effets interactifs des différents facteurs.

- S1 → Bonne aptitude : Pas de contraintes (sigle P),
  - Les terres ne présentent pas plus de 3 limitations faibles ( $\leq 3F$ ),
  - Production optimale de l'ordre de 90 à 100%
  
- S2 → Aptitude moyenne: Contraintes faibles (sigle F)
  - Plus de 3 contraintes faibles et ou au maximum 4 contraintes moyennes ( $>3F$  à  $\leq 4M$ ),
  - Les rendements des récoltes sont affectés de 10-30%.
  
- S3 → Aptitude marginale: Limitations moyennes (M),
  - Plus de 3 contraintes moyennes et une contrainte sévère ou au maximum deux contraintes sévères à conditions que celles-ci soient de nature à être corrigées ( $>4M$  à  $\geq 1S$  ou  $\leq 2S$ ),
  - Les contraintes sont responsables d'une baisse de rendement de l'ordre de 30-50%.
  
- N → Terres inaptes: - Limitations sévères (S),
  - Au moins deux contraintes sévères ne pouvant être corrigés,
  - Elles sont sensées causer une diminution d'au moins 50% de la récolte

\*/-Critères de limitations des aptitudes climatiques:

<i>Classes</i>	<i>critères</i>	<i>limitation</i>
-Classe S1:	Pas de contraintes de climat, ou	0
	au maximum 3 contraintes faibles	1
-Classe S2:	4 limitations faibles et/ou	
	3 limitations modérées	2
-Classe S3:	4 contraintes modérées et plus,	
	et pas plus de 2 contraintes sévères,	3
-Classe N:	Plus de 2 contraintes sévères.	4

Les sous classes se définissent par les symboles ou codes (en caractères latines minuscules) comme suit :

<b>C : CLIMATIQUES</b>
t : topographique
w : humidité (drainage, inondation)
s : caractéristiques physiques
f : fertilité
n : salinité et alcalinité

### 6.3.6- Modalités de présentation des résultats

Les résultats d'évaluation une fois synthétisés doivent être présentés sous forme de rapport indiquant la ou les méthodes employées, la description des différentes catégories d'utilisation et énonçant la spécificité des travaux et aménagements en rapport avec les conditions socio-économiques.

Bien sur tout rapport qui se veut d'être complet pour être appliqué et exploité sur le terrain devra être muni d'un rapport sous forme de carte(s) y mentionnant toutes les informations. L'importance de ces informations diffère selon l'échelle de représentation qui ne doit pas sortir du cadre de travail défini initialement dans les objectifs. Les modalités de représentation des informations, sont de différentes catégories, que l'évaluateur-cartographe choisi à sa guise, sans normes particulières.

Dans ce cas, l'expérience joue un rôle prépondérant dans le choix des modalités de représentation mais sans toutefois omettre le caractère spécifique et/ou important des informations qui doivent être reportées.

Dans noter cas précis nous avons représenté les cartes d'aptitudes en utilisant des *couleurs de notre choix* afin de distinguer entre elles les *unités* qui présenteraient des *classes d'aptitudes* (ordre et classe d'aptitude; ex S1) différentes, sans que ne soient indiquées les sous classes d'aptitudes et ce en raison de l'échelle de représentation qui ne nous le permettait pas.

# CHAPITRE -7-DETERMINATION DES EXIGENCES CULTURALES

## 7.1- Généralités

Selon VERHEYE (1990.a), tout mode d'utilisation des terres exige des qualités physiques et physico-chimiques de station, liées au développement optimal de la plante et dont le produit économique serait exploité par l'homme.

Physiologiquement donc, et afin d'être assurée d'un développement végétatif normal, toute culture aura besoin d'une certaine quantité d'eau, répartie régulièrement, d'éléments nutritifs (minéraux) dans le sol, qu'elle pourra puiser directement et sans difficulté, ou sous forme d'apports répartis dans le temps selon des besoins spécifiques durant chacune des phases. Comme elle nécessite une quantité donnée d'énergie afin d'assurer sa photosynthèse et la formation de sa biomasse.

En outre, la station peut présenter certaines formations morphologiques, contraignantes pour la culture, comme les très fortes pentes ou les affleurements rocheux, pouvant de ce fait affecter la production.

Il est à noter aussi que les rendements d'une culture ne sont pas uniquement dépendant de conditions de stations mais sont déterminés aussi par les caractéristiques génétiques qui sont à la base de la manière dont cette culture s'adapte à l'environnement.

Ces deux éléments, écologique (climat, sol, et eau) et génétique qui sont nécessaires à une croissance et à un rendement optimum sont interdépendants et varient avec la culture et avec la variété (F.A.O.1976.c).

Ainsi les systèmes d'évaluation et de classification des aptitudes des terres en vigueur, mettent en équation et de manière relativement claire, le potentiel station et le potentiel écologique dont l'objectif est de permettre une meilleure exploitation du potentiel terre, et par là, sa durabilité productive et sa durabilité écologique.

L'homme avec son expérience, avec une vision rigoureuse et avec des moyens adéquats intervient logiquement en temps et en espace dans ce système et permet d'exploiter au maximum ce potentiel.

Les principales caractéristiques/qualités de station qui constituent le support de la culture et qui ont une influence directe sur sa croissance et sa production, se résument en deux principaux ensembles:

*\*-Ensemble climat :*

- Les régimes hydriques et thermiques de la période de croissance,

*\*-Ensemble édaphique*

- Les conditions d'aération et la disponibilité en oxygène,

- La disponibilité en éléments nutritifs, et

- La sensibilité aux éléments toxiques.

Toutes ces qualités sont considérées comme des exigences incontournables que nous devons effectivement mesurer et/ou calculer et ce en rapport avec la culture qu'elles affectent de manière directe ou indirecte. En effet, VERHEYE (1990. b) estime que tout essai de quantification des qualités de terre a donc intérêt à passer par les caractéristiques ou paramètres édaphiques qui les affectent.

Ceci nous amène à poser le problème des exigences culturales spécifiques de climat et de sol de la culture, lesquelles seront en seconde étape, comparées avec les conditions de milieu. La confirmation de leur corrélation expliquerait l'adaptabilité parallèle écologique et génétique avec pour conséquence une production meilleure mais surtout durable.

Ceci est toutefois insuffisant, car la connaissance du terrain, la maîtrise des conditions d'adaptabilité et l'estimation et la définition des paramètres influents ne suffit pas si tout cela ne fait l'objet d'une planification spatiale et temporelle.

Dans notre travail nous avons gardé comme ligne directrice, celle globale de l'évaluation avec en son sein les principes fondamentaux que nous jugeons incontournable pour répondre à nos objectifs.

Le premier principe de l'évaluation suivi du second, consiste à déterminer le type d'utilisation des terres (TUT) avec ses exigences culturales.

Aussi, les exigences culturales (de climat et de sols) que nous allons présenter ci-après sont spécifiques des deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf. var. MBB) et d'orge (*Hordeum vulgare* L. var. Saida) dans cette partie Sud des Hautes Plaines Constantinoises. Elles sont la synthèse des résultats expérimentaux, qui ont été enregistrés dans les différentes stations représentatives de cette région.

Les niveaux de limitation climatiques et édaphiques sont présentés selon la méthode d'évaluation FAO d'évaluation qui tient compte du nombre et de l'intensité de la contrainte

La spécificité d'application de ces conditions culturales, est bio-physiographique. Il est possible en effet, d'extrapoler (méthode dite inductive) ou d'interpoler (méthode dite déductive) les notations des caractéristiques (ou des qualités) à condition que les stations ou les régions concernées ou envisagées présentent des similitudes physiographiques (LEGROS, 1996).

## **7.2 - Exigences Climatiques**

### **7.2.1- Opportunité climatique**

---

De par la complexité des divers facteurs, plus particulièrement ceux de station, qui expliquent les potentialités agricoles, nous avons ceux du climat qui sont certainement les plus déterminants (SYS et al.1991), comme c'est le cas de notre zone d'étude qui se situe dans une région à bio-climat semi-aride.

Le régime thermique de la période de croissance à une influence directe sur les conditions de germination, de photosynthèse et de formation de la biomasse, ainsi que sur la maturation. Il inclut plus particulièrement les régimes de radiation (longueur de journée, insolation) et de température.

Selon la FAO (1980), les facteurs de chaleur climatique, déterminants des rendements sont : la température, le rayonnement et la longueur de la campagne végétative, outres certaines conditions spécifiques de température et de longueur diurne, nécessaires au développement de la culture.

En règle générale, la température conditionne le rythme de développement de la culture et influe sur la longueur de la période végétative totale qui lui est nécessaire pour donner des rendements optimums.

En relation avec la croissance, le climat n'affecte la plante que durant la période végétative. Il est à la base de la croissance de la plante et de la production de la biomasse.

### 7.2.2 –Potentiel hydrique et développement

---

Le régime hydrique qui détermine la disponibilité en eau pour la culture durant sa période de croissance, est affecté par les conditions locales de climat d'abord et de sols ensuite, intervient par sa capacité de rétention en eau et sa réserve en eau utile (RFU).

Si les sols de notre zone d'étude et plus particulièrement ceux en général des parcelles d'essais, présentent dans leur ensemble une capacité de rétention moyenne à assez bonne, capable de constituer un stock non négligeable en eau, nous avons par contre et en opposé des moyennes pluviales annuelles faibles et irrégulières surtout. Les conséquences sur le poids du grain, dus au stress hydrique, peuvent être évités par une grande précocité (MONNEVEUX, 1989; in GALLAIS et al. 1992).

Il a été constaté en outre (HACHEMI, 1977; JONARD, 1952 in BOYELDIEV 1981) que l'exploration des paramètres phénologiques et morphologiques, permet de rendre compte de la tolérance avec un potentiel hydrique élevé ou faible! Par exemple, les besoins en eau durant la phase semis-levée des deux cultures sont de 20 à 25 % du poids du grain.

Les fortes pluies, avant et au début de la campagne, favorisent de bons rendements, en particulier quand les sols sont profonds et ont une bonne capacité de rétention en eau. Les déficits hydriques s'ils sont légers pendant la période végétative (tallage et épiaison), ils n'ont que peu d'effets sur le développement de la culture. La période de floraison est la plus sensible à ces déficits. Leur (déficit) prolongation jusqu'à la formation du grain, provoque une diminution en poids de ces derniers. Pendant le mûrissement l'effet est moindre sur les rendements.

Dans l'ensemble de nos parcelles et stations expérimentales, les déficits hydriques, quelque soit leur caractère qui est généralement légers à élevés, ont été limitants surtout en phase d'épiaison-floraison des cultures. Une fois entré en phase maturation les épis présente un aspect chétif finalisé par une forte diminution du poids des grains et des rendements faibles en conséquences.

Si les céréales peuvent être cultivées dans des régions à pluviométrie large comprise entre un minimum de 250mm et un maximum de 1200mm (LEONARD et al. 1963 in ZOUAOUI, 1991), avec des rendements conséquemment faibles et aléatoires à bons et durables, leur aire de prédilection peut comprendre toutes les limites des Hautes Plaines et Plateaux du Nord de l'Algérie autrefois moyennement arrosés entre 400mm et 650mm (d'après les données moyennes sur 20ans fournies par l'ONM). A noter que ces régions subissent actuellement une régression pluviale moyenne importante comprise entre 30mm et 100mm en fonction de la spécificité écologiques. A noter que la pluviométrie moyenne durant ces deux dernières décennies atteint les 450mm.

A travers le monde, 75% de la superficie cultivée en blé est arrosée par une tranche pluviale comprise entre 375 mm et 875mm. En Algérie la zone de prédilection des céréales se trouve arrosée par une tranche pluviale comprise entre 200mm au Sud et 600mm au Nord. En dessous de la tranche minimale, les cultures en sec sont à éviter de manière générale et ne sont autorisées en irrigué que dans des écosystèmes stables (non ou moins érodables).

Dans notre zone d'étude nous avons enregistré des améliorations notables durant les périodes où les hauteurs pluviales moyennes de croissance sont égales ou supérieures à 350mm. De manière générale, les rendements inter-stations et inter-années, enregistrés pour le blé dur et l'orge, sont faibles et aléatoires.

### **7.2.3 – Détermination des exigences climatiques**

---

Pour la détermination des exigences climatiques et édaphiques des cultures nous avons tenu compte des corrélations dégagées à partir de l'analyse statistique comme nous avons tenu compte de ce qui ressort de l'interprétation classique des résultats enregistrés au niveau des parcelles d'essais et des plaines céréalières.

#### ***i - Exigences pluviales***

*\*/-- Pluies de croissance:*

D'après les relevés des répartitions pluviales nous avons noté que les pluies annuelles ne sont pas exploitées dans leur totalité par les cultures durant leur croissance. En effet, nous avons constaté et ce par rapport à l'année agricole, des quantités pluviales diminuées comprises entre près de 30% (cas de la région de Remila et Kais), et 65% selon les stations (c'est surtout le cas de la région de Berriche).

Les disponibilités hydriques ou réserves cumulées au niveau du sol sont celles estimées à compter de la période de remplissage du sol jusqu'à leur utilisation totale, entérinées par un déficit prolongé jusqu'à la phase maturation.

En outre, la culture a été confrontée durant sa période de croissance à des stress hydriques parfois courts parfois prolongés et ce en raison des insuffisances pluviales décennales et annuelles. Ceci influe sur les rendements des cultures dont l'explication se trouve au niveau de la durée de la période humide et la période de croissance, périodes parfois courtes et parfois absentes totalement.

Compte tenu des résultats enregistrés, qui font ressortir un écart moyen de 30% entre la période agricole et celle de croissance, il ressort que les besoins optimums de croissance des cultures ne peuvent être inférieurs à 450mm. La valeur marginale ne peut excéder les 200mm. L'orge, en raison de la durée réduite de son cycle végétatif (près de 30jours) par rapport à celui du blé dur, exige des conditions pluviales moins draconiennes.

En outre, si nous considérons les groupes homogènes qui ont été dégagés par l'analyse de la variance, il nous est possible de faire une analogie entre ces groupes d'une part et les limitations pluviales selon des degrés respectifs à ces groupes d'autre part.

Partant de cette hypothèse, nous pouvons alors estimer les valeurs pluviales annuelles optimales à 650mm et marginales à moins 322mm. Considérant la variabilité qui est d'environ 30% entre les disponibilités durant la croissance et celles annuelles, les valeurs optimales de croissance seraient approximativement égales et plus de 400mm, alors que les valeurs marginales seraient de 200mm .



### *\*/-- Pluies durant les stades végétatifs*

Comme les données du stade végétatif cumulent celles des deux stades, "initial" et "développement (voir protocole expérimental), la plante développe en général une biomasse approximative de 70%. Ceci implique des quantités d'eau pluviales importantes mais surtout favorables durant cette période. SYS et al. (1993), proposent des valeurs comprises entre un minimum limitant de 30mm et un optimum de 120mm.

Les disponibilités hydriques durant la phase végétative, sont variables d'une station à une autre et d'une année à une autre avec des conséquences sur des rendements qui sont aléatoires avec des valeurs parfois moyennes à faibles et parfois assez bonnes.

Compte tenu des corrélations dégagées par les différentes méthodes statistiques, celles-ci étant parfois bonnes et parfois moyennes entre les rendements et les pluies durant les stades et compte tenu des valeurs qui sont parfois proportionnelles et parfois inversement proportionnelles entre les individus et les variables telles représentées sur les tableaux et les graphes, il nous a été possible de dégager dans une synthèse générale, certaines valeurs optimales et minimales de certains stades végétatifs.

A ce sujet, nous avons remarqué que les rendements sont bons pour des valeurs pluviales comprises entre 110mm et 165mm pour le blé dur contre respectivement 95mm et 160mm pour l'orge. Elles sont marginales lorsqu'elles sont moins de 50mm.

Les pluies disponibles durant le stade épaison-floraison sont faibles pour le blé dur (16mm à 60mm) à très faibles pour l'orge (9-28mm). Ceci explique de manière notable les rendements enregistrés par ces deux cultures.

Dans des conditions difficiles de stress hydrique, l'orge résiste mieux que le blé avec des périodes critiques qui selon la FAO (1977) coïncideraient avec la phase montaison-épaison, prolongée jusqu'à la maturation. Ces périodes critiques (par ordre d'importance de stress) sont par stades végétatifs des cultures comme suit :

- Pour l'orge: début montaison > stade pâteux > début tallage.
- Pour le blé dur : floraison > formation du produit > période végétative.

Les valeurs marginales qui se dégagent soit de nos tableaux d'ajustement soit de notre interprétation classique, sont de 20mm et moins. Les valeurs optimales sont comprises entre 50mm et 70mm.

Durant la phase maturation, la nécessité des pluies se fait sentir au niveau du comportement de la graine dont le remplissage en dépend. Toute déficience pluviale agit négativement sur la qualité et la quantité. SYS et al, (1993) estiment à 60mm, les besoins optimums en eau pluviale durant cette phase. Le minimum exigé est de 10mm.

Les valeurs marginales enregistrées au niveau de nos différentes stations sont aléatoires selon les régions. Elles avoisinent les 10mm dans la région de Batna. Les valeurs optimales obtenues par référence à la station de Kais et Rémila dont les rendements sont bons, sont de 68mm.

### **i - Exigences thermiques**

#### *\*--Température de croissance*

SYS et al. (1993) proposent pour chaque classe d'aptitude des valeurs thermiques minimales et maximales comprises entre 15°C et 18°C. Au delà de ces valeurs la culture devient sensible avec des incidences négatives sur les rendements.

Considérant le caractère semi-aride de notre zone d'étude, ces températures nous paraissent de plus en plus contraignantes au fur et à mesure de la régression des pluies annuelles.

Selon la F.A.O. (1976a), le blé d'hiver peut supporter des températures moyennes de croissance allant jusqu'à 20°C. En outre, pour ses besoins en chaleur, le blé peut s'adapter à diverses températures allant des plus basses à celles relativement élevées (BLEND, 1977).

Dans notre zone d'étude (toutes parcelles confondues), nous avons enregistré pour les deux cultures des moyennes de températures annuelles aléatoirement, entre 14°C au Centre et 15°C à l'Est contre respectivement 12°C et 13°C pour la seule période de croissance.

Compte tenu des rendements enregistrés, et compte tenu de leur corrélation avec les températures moyennes et ce selon les stations, nous avons retenu comme valeurs optimales thermiques de croissance celles comprises entre 14 et 15° et marginales celles basses ou élevées avec des degrés de limitations proportionnels à l'évolution de ces valeurs.

*\*/-- Températures durant les stades phénologiques*

Durant les cycles végétatifs, les conditions thermiques requises conventionnellement sont spécifiques d'un certains nombres de paramètres physio-biologiques et de durée de ses stades végétatifs.

D'après les relevés bibliographiques (SYS, 1976, tome III), (SYS et al. 1993), les valeurs optimales en vigueur sont légèrement supérieures par rapport à celles que nous avons relevé dans nos stations. Elles sont légèrement progressives entre le stade végétatif (qui nécessite 8°C à 12°C pour l'orge contre 18°C à 20°C pour le blé) au stade maturation (20°C à 24°C pour l'orge contre 16°C à 24°C pour le blé). Les valeurs moyennes relevées dans nos stations (*voir tableau IV.7*), sont respectivement de 7°C à 22°C pour le blé contre 8°C à 19,5°C pour l'orge).

Compte tenu des rendements enregistrés par nos deux cultures, nous déduisons que ces valeurs sont donc limitantes. Elles sont soit basses soit élevées.

Que se soit pour l'orge ou pour le blé dur, les températures sont variables entre 8,5°C et 9,5°C avec des rendements faibles à moyens. Les stations pour lesquelles nous avons enregistré d'assez bons rendements, ont enregistré des températures moyennes de 7°C. Les températures conventionnelles optimales sont comprises entre 8 et 12°C, au-delà desquelles les contraintes commencent à devenir sérieuses. Il est à remarquer que durant la meilleure année agricole (1995/96), les températures moyennes du cycle végétatif sont élevées (12°C -13°C). Les cumuls enregistrés durant la période végétative sont plus élevés que ceux estimés par la FAO (1980) et qui sont de 180-250°C.

Durant l'épiaison-floraison, les températures moyennes enregistrées sont de 15 à 17°C. L'optimum pour la floraison est compris entre 13 et 25°C (Sys et al, 1991).

A la levée, les températures minimales de germination des cultures dans notre zone d'étude, sont élevées. Elles sont de 5°C à 7°C ce qui est largement en dessus des valeurs limites estimées par LEONARD et al,(1963) in Vilain (1987) à 4°C et estimées largement en dessous (-2°C) par PAPADAKIS (1970).

Les cumuls enregistrés pour les températures durant le cycle de croissance, sont compris entre 1800°C à 2400°C. Ils se rapprochent relativement des écarts présentés par (1987) qui estime à 2350°C le cumul moyen, et enfin LEONARD (1971) in VILAIN VILAIN (1987) l'estime entre 1846 et 2376°C pour l'orge contre 1966-2462°C pour le blé dur.

Durant la maturation les fortes chaleurs favorisent le durcissement de la graine avant sa récolte. Les températures conventionnelles toutes espèces confondues, sont comprises entre celles minimales donc marginales limitantes de 16°C et celles optimales de 24°C (SYS et al,1993).

Dans nos stations nous avons enregistré des valeurs moyennes de 22,5°C pour le blé dur et 19,5°C pour l'orge, valeurs corrélées avec les bons rendements réalisés par ces cultures. Il nous est arrivé d'enregistrer des rendements mauvais et irréguliers pour ces mêmes valeurs. Ce genre de situation a coïncidé avec l'absence totale de pluies ou des pluies très aléatoires provoquant le stress hydrique chez les cultures suivi des cas d'échaudage. Nous avons considéré ce cas comme étant exceptionnel car dans les stations où nous avons eu des années quelque peu anormales (faible pluie ou bonnes pluies mais régulières durant les stades) les corrélations entre rendements et températures sont relativement bons pour des valeurs optimales de plus de 24°C et à marginalité progressive allant de pair avec la régression des valeurs ou leur élévation.

Suite aux résultats synthétisés et présentés sous forme de tableaux (*tableau VII.1* pour le blé dur et *tableau VII.2* pour l'orge), il est important de souligner que les facteurs climatiques jouent un rôle des plus prépondérants quant à l'explication du comportement des cultures dans une région donnée. Toutefois, SYS et al. (1991) estiment par consensus général, que l'agro-climatologie conventionnelle peut faire peu pour prévoir les potentialités agricoles d'une région ou de pays ou aider au transfert de récolte, des variétés ou l'expérience d'une partie du monde à un autre. Ce qui nous incite donc à considérer l'interférence du climat avec un autre micro-système, celui édaphique (sol) en l'occurrence, dont l'importance n'est pas à prouver de par sa définition de support minéral et de fertilité pour la plante.

### 7.3 - Exigences Edaphiques

Donc, et à l'instar du climat dont nous venons de développer les conditions optimales et leur impact sur le développement des cultures, le sol apparaît aussi ensemble importants avec des facteurs qui influent de manière interdépendance sur le comportement des cultures.

Dans les stations d'essais et les plaines céréalières, les rendements enregistrés sont très aléatoires en raison des limitations graduelles, conséquentes de la complexité des combinaisons et des interactions entre facteurs physiques et physico-chimiques de station.

Selon l'importance de ces caractéristiques, il est confirmé le rôle nécessaire et important, de certaines d'entre elles.

Entre autres facteurs soulevés par VERHEYE (1990.a), nous avons: La zone rhizofonctionnelle et les conditions d'enracinement, Les éléments grossiers, La texture, Le calcaire total, les conditions d'aération (drainage et inondation), La disponibilité en éléments nutritifs, la sensibilité aux éléments toxiques.

#### ***i- Zone rhizofonctionnelle et les conditions d'enracinement:***

Cette zone constitue le niveau qui permet aux racines de se développer avec aisance et pénétrer dans le sol pour s'y fixer et y trouver eau et éléments nutritifs.

Cette qualité est affectée pour la plupart des sols de notre zone d'étude, comme c'est le cas très particulier de la région de Berriche dont les niveaux limitants se situent entre 30cm

et 80cm et quelques autres unités à travers la région. Ces limites de profondeur nécessaire aux cultures pour leur développement racinaire se caractérisent par des niveaux à croûtes calcaires avec blocage des oligo-éléments, diminution de la perméabilité, de la porosité et de l'aération, induisant une capacité au champ limitée. Les niveaux de limitations (en terme de contrainte) de la profondeur nécessaire varient selon les plantes donc selon leur chevelu racinaire.

Pour les cultures céréalières, cette profondeur varie entre 50cm et 150cm. Il est toutefois retenu par VERHEYE (1990a). Pour moins de 50cm les céréales sont lésées dans leur développement.

Dans les parcelles d'essais ainsi que dans certaines unités de sols de la plaine de Berriche, particulièrement celles qui sont limitées en profondeur, les rendements enregistrés sont faibles par rapport aux unités dont la profondeur dépasse les 100cm. Ces rendements sont encore plus faibles là où la profondeur est limitée à partir de 30cm. Parallèlement aux contraintes imposées par cette caractéristique physique, le caractère toujours aléatoire mais surtout faible des rendements est expliqué par d'autres contraintes de stations.

### ***ii - Eléments grossiers:***

Le volume variable des éléments grossiers (graviers, cailloux et nodules calcaires), rencontrés un peu partout, en profondeur comme en surface sur les glacis de versants et les glacis terrasses de la plaine de Berriche, de la région de Hamla, de Ain Skhouna et de Kais, limite proportionnellement à leur volume, celui (volume) effectif du sol ainsi, diminuant par là, sa capacité de rétention ainsi que sa fertilité.

D'après VERHEYE (1990.b), les couches graveleuses localisées à différents niveaux de quelques sols ne peuvent être considérées comme un horizon limitant à la profondeur utile.

Considérant la notation attribuée à la texture d'un sol qui présenterait un niveau graveleux (F.A.O, 1976a; SYS, 1980 tome 1), il apparaît que la limite acceptable en graviers ne devrait pas excéder les 15%. Au-delà de cette valeur, la notation de la texture serait proportionnelle à la teneur en cailloux le long du profil.

De par son importance physique (contrainte), ce facteur a été déterminant dans notre choix des stations expérimentales. Il s'est avéré en effet que les rendements enregistrés dans les sols caillouteux des parcelles d'essais et des sols des plaines céréalières ont été affectés notablement par cette caractéristique. Nous avons remarqué en outre, que la texture de la plupart des sols caillouteux (cailloux moins grossiers surtout), est grossière.

### ***iii - Texture:***

L'agrégat d'un sol peut exprimer par sa cohésion, sa couleur et sa structure, le degré de fertilité et fournir avec plus d'objectivité les aptitudes des sols et les rendements des cultures. Ce qui est le cas de la plaine de Remila, par exemple, qui présente des sols à texture fine, battante, compacte, porosité moyenne à faible, ce qui engendre des difficultés pour le développement des racines. L'eau qui est très fortement retenue, contraint la culture à développer une forte énergie afin de l'exploiter.

Les classes texturales présentées sous forme de schémas (triangles de texture: F.A.O. et U.S.D.A, entre autres) relativisant leur effets réciproques, ont été subdivisées en trois ensembles représentatifs. Ce sont: La texture moyenne, la texture fine et la texture grossière (voir *triangle de texture en annexe*) (VERHEYE, 1990a; 1990c)

Le blé dur préfère les sols présentant une texture moyenne. Parmi elles, la texture limoneuse à limono-argileuse avec un taux d'argile inférieur à 60% (SYS, 1980 tome 1) (SYS et al. ;1993). L'orge peut s'adapter même au sol à texture grossière.

Dans nos stations d'essais, il ressort de nos résultats que cette caractéristique physique est fortement corrélée avec les rendements. En effet, plus la texture est à tendance équilibrée et plus nous avons une amélioration des rendements et vis versa.

#### *iv- Le calcaire total*

Dans la plupart des sols de notre zone d'étude le calcaire total est fortement présent pour ne pas dire dominant. Il est soit sous forme diffuse le long du profil soit sous forme dure compact ou nodulaire en surface comme en profondeur. Les taux sont variablement importants et vont de 20% à 45%. Ce qui est équivalent à des teneurs moyennes minimales en calcaire actif de plus de 12%.

Parallèlement à ses propriétés physiques, le calcaire à un rôle chimique nutritionnel pour la plante. Comme, il agit sur les mécanismes physico-chimiques et sur l'activité biologique (VILAIN, 1989).

L'aridité climatique combinée au mode de production (dominé par la monoculture céréale), les exportations ne seront donc que très faibles avec des accumulations au niveau des formations solides de plus en plus importantes favorisées par la profondeur des labours. Le calcaire agit aussi comme élément toxique.

Les valeurs minimales et maximales constatées et relevées pour le blé dur et l'orge, sont respectivement de 12% et 25%. Au-delà, la contrainte est de plus en plus importante avec de

Aux risques de maladies (chlorose) imputant la plante de ressources minérales (oligo-éléments). Lorsqu'il est optimal (non contraignant), le calcaire agit physiquement à travers le renforcement des agrégats et le développement de la perméabilité. Chimiquement, il facilite l'échange de  $Mg^{++}$  et  $K^+$ , alors que biologiquement il permet une meilleure activité microbienne et biologique.

La valeur optimale retenue pour ces cultures est moyennement de 15% avec un minimum de 3% et un maximum de 50%.

#### *v - Conditions d'aération (drainage et inondation)*

Elles sont intimement liées au développement racinaire. Elles déterminent la disponibilité en oxygène, des racines et sont en premier lieu affectées par la porosité (qui est exprimée par la texture et structure) et par des teneurs respectives en eau et en oxygène dans les pores. Ce dernier facteur est surtout lié au drainage (externe) du profil et au risque d'inondation.

Dans notre zone d'étude, seule la plaine de Rémila présente des dépressions inondables sur des périodes allant de 3 à plusieurs semaines, en plus du niveau de la nappe phréatique qui est moins profonde (à partir des premiers centimètres), ce qui est un problème pour les cultures. A titre d'exemple, durant l'année agricole 1995/96, suite aux quantités de pluies élevées enregistrées, cela à favorisé l'inondation des sols déprimés avec pour conséquences des rendements faibles contrairement aux années précédentes durant lesquelles les conditions pluviométriques ont été moyennes et les rendements bien meilleurs.

Afin de mieux situer et caractériser l'impact de cette contrainte sur les cultures, VERHEYE (1990.b) a considéré des classes d'inondations définies selon leur fréquence et leur durée. La classification proposée se présente comme suit:

-Fréquence: \*Nulle (Fo):..... Pas de risques d'inondations,

\*Exceptionnelle (F1):. .Moins d'une inondation par an,

\*Occasionnelle (F2):... Une ou deux inondations courtes,

\*Régulière (F3) : En moyenne plus de deux inondations courtes ou une inondation par an .

- Durée (longueur): \*Très courte:..... Moins de deux jours,

\*Courte:..... Deux à sept jours,

\*Longue: .....Plus de sept jours.

*vi- La disponibilité en éléments nutritifs*

Elle dépend à la fois de la qualité naturelle des sols pour retenir les bases échangeables et de la présence effective de ces éléments. Les caractéristiques pédologiques qui interviennent à cet égard sont la capacité d'échange cationique (en meq/100g de sol), la somme et l'importance relative des bases, le pH (eau) et la teneur de matière organique de l'horizon de surface. Nos sols sont dans leur ensemble saturés et ne présentent pas de contrainte pouvant influencer de manière sérieuse sur les rendements. L'effet est notablement et ne peut être que local, selon les micro-stations.

D'après BOULAIN (1982), les sols des régions semi-arides sont saturés (>75%).

Les caractéristiques physiques des sols expliquent le caractère basique du pH.

L'ensemble de ces caractéristiques est sans contraintes pour les cultures et constituent de ce fait des valeurs optimales.

*vii- La sensibilité aux éléments toxiques*

Exprimée par la conductivité électrique en dS/m, elle estime la teneur des sels salins, au niveau de la zone racinaire, ainsi que d'un excès de sodium (exprimé en % de sodium échangeable dans le complexe absorbant).

L'excès de sels au niveau du sol agit sérieusement et de façon limitante sur la productivité des cultures. En effet, cela se manifeste par des déséquilibres nutritionnels et des effets toxiques de certains ions en solution. La pression osmotique est élevée avec augmentation de la force de succion totale de l'eau du sol entraînant une réduction de la croissance végétale (FAO, 1977).

Cette situation caractérise plus particulièrement la plaine de Rémila où la présence de sels salins occupe, 2/3 environ des terres. Ces sels sont localisés en surface, sous forme d'efflorescence sur de vastes étendues, ainsi que le long du profil sous forme de taches et de cristaux. Les taux qui sont variables, sont moyen à très élevés dans les dépressions centrales ainsi que dans les terres qui se prolongent vers le Nord -Est. Les autres terres limitrophes à prolongement Sud et Sud-Est présentent des teneurs en sels faibles à très faibles.

Du point de vue tolérance aux sels, l'orge est bien plus tolérante que le blé, allant jusqu'à 8 dS/m contre 4 dS/m pour le blé. Au-delà de ces valeurs les rendements en sont fortement imputés. Au-delà de ces valeurs les limitations sont graduellement élevées provoquant des

dégâts importants chez les cultures dont les rendements n'en seront que conséquemment réduits.

Enfin, de cette synthèse d'analyse et interprétation des résultats expérimentaux concernant le comportement de deux cultures variétés locales céréalières de blé dur et d'orge, et ce partir de différentes approches classiques et statistiques, Il est mis relativement en évidence de nouvelles conditions climatiques et édaphiques d'adaptation de ces variétés par rapport à celles locales et ce malgré certainement des besoins initiaux plus importants.

Ce qui ressort jusque là, c'est que toutes les conditions d'adaptation (ou exigences culturelles) n'ont pas été établies sur la paramètre de la "spécificité variétale", et n'ont concerné que l'espèce de la culture de blé dur (*Triticum durum* Desf) et d'orge (*Hordeum vulgare* L.).

Les conclusions de cette partie de notre travail portent donc sur des exigences culturelles pour des espèces variétales spécifiques (Mohamed Ben Bachir pour le blé dur et Saida pour l'orge).

Outre la spécificité variétale nous avons insisté sur la spécificité du terroir qui est le leur afin de mieux comprendre comme celui de pouvoir comparer entre elles les conditions initiales culturelles et celles nouvelles de station.

Notre objectif vise à ce que ces trois composantes (terroir, variété exigences) soient mises en adéquation avec une résolution sérieuse à prendre en considération lors de toute option de planification pour des actions de développement agricole. Ceci, donnerait plus de considération avec des possibilité de réintroduction de ces variétés autrefois marginalisées, à une époque pas lointaine.

Les exigences édaphiques que nous proposons pour le blé dur (*tableau VII.3*) et pour l'orge (*tableau VII.4*), sont donc affectées de manière directe ou indirecte par des propriétés ou caractéristiques de climat, sol et paysage, qui peuvent être effectivement mesurées ou calculées.

Nous tenons à faire remarquer que malgré qu'ayant ayons tenu compte, lors de notre évaluation des caractéristiques et qualités des terres, de la seule méthode de limitations dite "méthode du nombre et degré de limitations" nous avons établi ces tableaux avec analogie des trois approches de limitations telles développées dans le chapitre précédent.

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Caractéristiques et qualités	Niveaux de contrainte et aptitudes			
	Pas (P) (S1) 100 - 85	Faible (F) (S2) 85 - 65	Moyen (M) (S3) 65 - 45	Sévère (S) (N) < 45
Pluie (mm)- croissance	> 450	450-350	350-200	< 200
Pluie (mm)- stade développement	100-90	90-70 100-120	70-60 ≥120	< 60
Pluie(mm) durant le stade épiaison-floraison	80-50	50-30 80-100	30-20 ≥100	< 20
Pluie (mm) durant le stade maturation	60-50	50-35 60-70	35-15 ≥70	<15
Température (°C) durant le stade développement	10-8	8-6 10-14	6-3 14-20	< 3 ≥20
Température (°C) durant le stade épiaison-floraison	18-13	18-22 13-10	22-26 10-8	≥ 26 < 8
Température (°C) durant le stade maturation	28-22	22-18 28-32	18-14 32-36	<14 ≥36
Température moyenne (°C) durant la période de croissance	16-14	14-12 ≥16	12-10	<10
Température (°C) journalière du mois le plus froid	(-10) - (-5)	(-10) - (-12) (5)-(8)	(-12) - (-15) (10)-(8)	(-15) - (-18) ≥10
Cumul temp.(°C)- croissance	2400 - 2200	2200 - 2100	2100 -1800	<1800

*Tableau VII.1: Exigences climatiques du blé dur (*Triticum durum* Desf. Var. Mohammed Ben Bachir) - Sud des Hautes Plaines Constantinoises*



<i>Caractéristiques et qualités</i>	<i>Niveaux de contrainte et aptitudes</i>			
	Pas (P) (S1) 100-85	Faible (F) (S2) 85-65	Moyen (M) (S3) 65-45	Sévère (S) (N) <45
Pluie (mm) - croissance	> 400	400-300	300-200	<200
Pluie(mm) - développement	90-80	80-65	65-50	<50
Pluie(mm) - épi-floraison	70-40	40-30	30-20	<20
Pluie (mm) -maturation	50-40	40-30	30-15	<15
Température (°C) durant le stade développement	10-8	8-6 10-14	6-3 14-18	<3 >18
Température (°C) durant le stade épiaison-floraison	16-12	16-20 12-10	20-24 10-6	>24 <6
Température (°C) durant le stade maturation	24-20	20-17 24-30	17-12 30-34	<14 >34
Température moyenne (°C) durant la période de croissance	13-15	13-12 15-16	12-10 <16	<10
Température (°C) journalière du mois le plus froid	(-10)-(-5)	(-10)-(-12) 5-8	(-12)-(-15) 10-8	(-15)-(-18) >10
Cumul des temp.(°C) - croissanc	2300-2100	2100-2000	2000-1700	<1050

Tableau VII.2 : Exigences climatiques de l'orge (*Hordeum vulgare* L. var. *Saida*)- Sud des Hautes Plaines Constantinoises

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Caractéristiques Et Qualités	Niveaux de contrainte			
	Et aptitudes			
	Fas (F) (S1) 100 - 85	Faible (F) (S2) 85 - 65	Moyen (M) (S3) 65 - 45	Severe (S) (N) < 45
<u>Topographie (%) (t):</u>	≥3	3-10	10-20	≥20
<u>Humidité (w):</u>				
<u>Inondation</u>	F0	F1	F2	F3
<u>Drainage</u>	Très bon à bon (Hydromorphie >100cm)	Assez bon (Hydromorphie 100 - 50cm)	Faible (Hydromorphie 50-30cm)	Très faible (Hydromorphie 0-30cm)
<u>Charact. Physiques (s):</u>				
<u>Texture</u>	M	M-MF	MG-G	G-F
<u>Cailloux (%)</u>	La contrainte de la texture est proportionnelle à la charge en cailloux >15%			
<u>Profondeur (cm)</u>	≥100	100-50	50-30	≤30
<u>Calcaire total (%)</u>	10-25	25-35 10-3	35-50 <3	≥50
<u>Gypse (%)</u>	0-3	3-5	5-10	10-20
<u>Charact. Fertilité (f):</u>				
<u>CFC (Cmol/Kg)</u>	≥24 ≥80	24-16 80-50	<16 50-35	≤35
<u>Saturation en base (%) pHeau</u>	≥8	8-6	6-3	<3
<u>Matière Organique (%)</u>	≥2	2-1	1-0,5	<0,5
<u>Toxicité (n):</u>				
<u>Salinité (dS/m)</u>	≤2	2-4	4-8	≥8
<u>Alcalinité (ESP %)</u>	0-15	15-25	25-40	≥40

Tableau:VII.3: Exigences édaphiques su blé dur (*Triticum durum* Desf. Var. Mohammed Ben Bachir) - Sud des Hautes Plaines Constantinoises

## CHAPITRE -7-DETERMINATION DES EXIGENCES CULTURALES

Caractéristiques et	Niveaux de contrainte et aptitudes			
	Pas (P)	Faible (F)	Moyen (M)	Sévère (S)
Qualités	(S1)	(S2)	(S3)	(N)
	100 - 85	85 - 65	65 - 45	< 45
Topographie (%)(f) :	>3	3-10	10-20	>20
<b>Humidité (w) :</b>				
Inondation	Fo	F1	F2	F3
Drainage	Hydromorphie >100cm	Hydromorphie 100 - 50cm	Hydromorphie 50-30cm	Hydromorphie >30cm
<b>Caract. Physiques (s) :</b>				
Texture	M	MF-MG	MG-F	F-G
Cailloux (%)	La contrainte de la texture est proportionnelle à la charge en cailloux >15%			
Profondeur (cm)	≥100	100-50	50-20	≤ 20
Calcaire total (%)	10-25	25-35 10-3	35-50 <3	≥50
Gypse (%)	0-3	3-5	5-10	10-20
<b>Caract. Fertilité (f) :</b>				
CEC(meq/100g d'argile)	≥24	24-16	<16	
Saturation en base (T%)	≥80	80-50	50-35	≤35
PH eau	>8	8-6	6-3	<3
Matière Organique (%)	≥2	2-1	1-0,5	<0,5
<b>Toxicité (n) :</b>				
Salinité (dS/m)	≤4	4-6	6-10	>10
Alcalinité (ESP %)	0-15	15-25	25-40	≥40

*Tableau:VII.4 : Exigences édaphiques de l'orge (Hordeum vulgare L. var. Saida)- Sud des Hautes Plaines Constantinoises*

# CHAPITRE -8- CARACTERISATION ET CARTOGRAPHIE DES UNITES DE SOLS

## 8.1- Généralités

Le travail de cartographie consiste en une représentation schématique sur une surface plane, de l'organisation spatiale (espaces, formes,) d'unités géographiques, selon une échelle de travail préalablement arrêtée et ce en fonction des éléments représentatifs et indicatifs des informations utiles de terrain en réponse à nos objectifs. C'est aussi un travail de modélisation de la nature pour des applications et des pratiques diverses sur le terrain.

Le travail cartographique par lequel nous étions concerné dans cette partie de notre étude, nous impose des étapes spécifiques à notre option et à notre objectif.

Pour rappel, la technique de cartographie que nous avons considérée est la "cartographie raisonnée". Elle exige certes plus d'effort et de compréhension du milieu, par rapport à celle des «sectons» qui exige une prospection systématique plus longue et plus coûteuse ou à celle «géostatique» qui est une méthode déductive. Cette méthode n'impose pas de limites systématiques entre les différents sols (LEGROS, 1996). Dans la plupart des cas les sondages et les profils représentatifs de sols ont été délimités sur la base de critères sélectionnés.

Comme première étape que nous déjà réalisé, nous avons opéré une délimitation territoriale (ou délimitation géographique) avec l'importance spatiale de notre zone d'étude ceci nous a permis d'avoir une idée de l'ampleur et de l'importance des informations à répertorier et à représenter qui seraient en conformité avec les objectifs découlant de notre problématique.

L'un des objectifs de notre travail consiste à déterminer les aptitudes culturales des terres pour deux cultures choisies (blé dur et orge). Ce travail qui aboutit par son exploitation, pour des objectifs pratiques divers entre autres: la planification de l'occupation agricole, l'aménagement agricole, la régionalisation des problèmes agronomiques et diverses autres applications, consiste inévitablement à passer par la connaissance du milieu naturel.

Compte tenu de l'orientation et de l'importance que revêt notre zone d'étude sur le plan agricole, nous avons délimité et de cartographié de façon distincte entre elles toutes les unités de sols sur la base de facteurs pédogénétiques ou qualités et caractéristiques propres (ZOUAOUI, 1991). Ces unités constituent dans la structure de classification des aptitudes, des subdivisions des sous classes et peuvent être subdivisées encore en un nombre illimitées d'unités. Elles ont le même degré d'aptitude au niveau de la classe et les mêmes types d'utilisation au niveau de la sous-classe. Comme elles indiquent les différences mineures d'aménagement, elles permettent une interprétation détaillée au niveau de la planification agricole.

Au vu de l'échelle utilisée dans notre travail cartographique, il ne nous a pas été possible de délimiter les unités qui caractérisent la zone d'étude (Sud des hautes Plaines Constantinoises) comme il en a été de même pour les parcelles d'essais de Kais, de Timgad, de Ain Skhouna et de Hamla. Mais comme leur délimitation cartographique n'influe d'aucune

manière sur l'évaluation, leur localisation dans l'espace a été indiquée par les profils. Les parcelles d'essais de Berriche ont été par contre délimitées et ce pour les différencier des unités de la dite plaine dont les unités ont été cartographiées au même titre que celles de la plaine de Rémila.

La procédure d'évaluation va porter sur l'ensemble des unités de sols de la zone d'étude des plaines de Berriche et de Rémila et celles des parcelles d'essais.

## 8.2- Caractérisation des Unités de Sols

### 8.2.1- Caractérisation des unités de sols - Sud des Hautes Plaines Constantinoises (HPC)

---

Les grandes tendances de sols, représentatives de notre zone d'étude (Sud des Hautes Plaines Constantinoises) ont été cartographiées sur la base d'un travail de prospection complété par la description et l'analyse des quatre profils PA, PB, PC et PD, respectifs ainsi que des 21 profils des 21 unités de sols (U1 à U21) de la cette zone.

Les données analytiques de tous ces profils, sont relevées sous forme de tableaux. Comme notre région d'étude présente trois zones agro- pluviométriques (voir chapitre1) qui se caractérisent chacune d'elles par des moyennes pluviales annuelles spécifiques, les données analytiques des profils ont alors été reportées dans des tableaux distincts (*les données descriptives des 21 unités sont reportées en annexe5*).

#### 8.2.1.1- Caractérisation des unités de la zone "agro-climatique 1" (ZAC 1)

La "zone agro pluviométrique 1" (ZAC 1) est mieux arrosée par rapport aux autres zones. Elle s'étale principalement du centre de la zone d'étude jusque vers la partie Sud. Elle est représentée par 7 profils pédologiques représentatifs (*tableau VIII.1*).

La synthèse des données nous permet de constater que ces sols sont en général sur matériau argileux ainsi que sur substrat calcaire et sur alluvions-colluvions calcaires. Ils sont calcimagnésiques en général avec de légères tendances d'hallomorphie caractérisant des plages restreintes et limitées spatialement. Certaines plages présentent des juxtapositions entre calcimagnésiques et halomorphes). Parfois ils sont soit sur terrasses soit sur glacis terrasse à topographie plane, rarement inclinée ou légèrement vallonnée. Ils présentent différentes textures limoneuse, limono-argilo-sableux et argilo-limoneux. Les bases échangeable sont dominées par les ions calciums (16 à 31 Cmol /kg); la CEC est élevée (> 25 Cmol/kg). Les teneurs en calcaire total sont assez élevées (22 %) à très élevées (39%). Le pH eau est basique (7,35-8,5). Pas de sels salins. De faibles teneurs en matière organique (<1,6%). Le drainage est bon dans l'ensemble des sols hormis la zone centrale qui est sujette à des inondations occasionnelles prolongées en hiver.

A partir de ces données analytiques nous avons ressorti et présenté sous forme de tableau les valeurs des principales caractéristiques agro-pédologiques avec leurs sigles respectifs tels développés plus haut (*tableau VIII.2*).

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

Echantillons	14	15	16	17	18	20	Pd
Granulométrie (%)							
Argile	38	37,5	39	45,6	44,7	38	55
Limon	42	40,5	41	30,15	35	41,8	30
Sable	22,20	22,20	20	24,25	23,3	20,5	15
Bases échangeables (Cmol /kg)							
Na <sup>+</sup>	0,6	1,10	1,63	2,3	3,85	2,1	25
K <sup>+</sup>	0,2	0,55	0,66	1,1	0,4	1,1	0,6
Ca <sup>++</sup>	31	31,63	25,1	31,5	24,5	25,5	16
CEC	25	25,5	28,3	34	32	28,5	38
Sels solubles (meq/l)							
Na <sup>+</sup>					234,3		115
K <sup>+</sup>					3,6		20
Ca <sup>++</sup>					13,3		20
Mg <sup>++</sup>					3,5		41
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>					21,51		127
Cl <sup>-</sup>					23,31		108
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>					1,6		7
CE (dS/m)	1,2	1,6	1,1	0,9	4,4	1,6	8,6
pH	7,5	7,6	7,8	8,3	8,5	8,1	7,35
CaCO <sub>3</sub> total (%)	22	38	29	39	35	32	21,5
Mat. Org. (%)	1,2	1,9	1,3	1,6	1,1	1,6	1,1

Tableau VIII.1 : Données analytiques des profils- zone agro-climatique 1-(Sud des HPC)

Echantillons	14	15	16	17	18	20	Pd
<u>Topographie (t) (%)</u>	2	2-3	<1	2-3	5-8	<1	<1
<u>Humidité (w)</u>							
- Inondation	Fo	Fo	Fo	Fo	Fo	Fo	F1
- Drainage	Bon(B)	Bon(B)	Bon(B)	Bon(B)	Bon(B)	Bon(B)	(M)
<u>Caract. phys(s)</u>							
- Texture	LAL (M)	LAL (M)	LA (M)	A (F)	A (F)	LA (M)	A (F)
- Cailloux (%)	<5	Pas	pas	20-30	5	Pas	Pas
- Profondeur (cm)	50	80	80	60	80	120	100
<u>Caract. fertilité (f)</u>							
-CEC(Cmol /kg)	25	25,5	28,3	34	32	28,5	38
- V (%)	100	100	100	100	> 90	100	100
- CaCO3 (%)	22	38	29	39	35	32	21,5
- MO (%)	1,2	1,9	1,3	1,6	1,1	1,6	1,1
<u>Toxicité (n)</u>							
- Salinité	1,2	1,6	1,1	0,9	4,4	1,6	8,6
	(2)	(2)	(2)	(2)	(4)	(2)	(8)
- Alcalinité					24,5		29

TableauVIII.2 : Résumé des principales caractéristiques agro-pédologiques de la ZAP : 1

### 8.2.1.2- caractérisation des unités de la zone "agro-pluviométrique 2" (ZAC 2)

La "zone agro-climatique 2" est moyennement arrosée. Elle est délimitée au Sud-ouest et au Nord-est de la zone d'étude. Les sols sont à dominance calcimagnésiques. Cette partie de la zone d'étude est représentée par 12 profils pédologiques (*tableauVIII-3*). Ils sont en général sur matériau marno-calcaire à calcaire au Sud-ouest et calcaire compact au Nord-Est et rarement sur substrat argileux ou sur colluvions. La topographie est très variable, mais dominée par des formes vallonnées au Nord-est avec de légères dépressions enclavées à légèrement inclinée au Sud-Ouest. La présence de cailloux calcaire caractérise quelque peu les terres au Nord-est et ce par rapport aux autres régions avec des teneurs faibles à très faibles. Leur texture est argileuse, limono argileuse, limoneuse et limono-argilo-sableuse. Les bases échangeables sont dominées par les ions calcium (22 à 45 Cmol/kg). La CEC est assez élevée (25 -34 Cmol/kg). Ces sont des sols saturés. Le pH est basique (7,6-8,7), les

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

teneurs en calcaire sont assez élevées (>25%), les teneurs en matière organique sont très faibles. A noter l'existence d'une plage halomorphe (unité 21) qui présente des teneurs en sels Na SO<sub>4</sub> et Ca SO<sub>4</sub>. La conductivité électrique est de 3,8 dS/m).

Les principales caractéristiques agro-pédologiques avec les sigles adoptés sont résumées sous forme de tableau (*tableau VIII.4*).

<b>Echantillons</b>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>19</i>	<i>21</i>	<i>PA</i>	<i>PB</i>
Granulométrie												
(%)	38,5	38	37,5	28	35	35	40	27	37,5	45,8	34,5	18
Argile												
Limon	35	43	42,5	45	30	35	38	38	42	18,2	48,5	34
Sable	26,5	20,5	20	27	35	30	22	34	20,5	26,0	17	48
Bases échangeables (Cmol /kg)												
	1,1	11	1,9	1,2	1,8	3,57	1,2	2,1	1,4	6,80	1,12	0,56
Na <sup>+</sup>												
K <sup>+</sup>	0,8	0,4	0,55	0,8	0,5	27	0,5	1,8	0,5	1,3	0,11	0,5
Ca <sup>++</sup>	12,3	40,3	81,6	90,0	85	85,1	71,3	51	50,1	77,5	32,5	29
CEC	40,1	40,1	95,3	85	98	89	82	54	55	85,0	33,2	31
Sels solubles (meq/l)												
										21,6		
Na <sup>+</sup>												
K <sup>+</sup>										6,2		
Ca <sup>++</sup>										14,5		
Mg <sup>++</sup>										6,1		
So <sub>4</sub> <sup>-</sup>										28,8		
Cl <sup>-</sup>										24		
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>										0,9		
E dS/m	0,7	0,9	1,1	0,6	1,4	1,8	0,63	0,84	1,3	3,8	0,21	0,7
H	7,8	7,9	7,6	7,7	7,8	7,9	7,8	8,6	7,9	8,3	8,4	8,2
CaCO <sub>3</sub> total (%)	25	25,5	36	25	29	30	35	40	36	32	15,8	30,5
Mat. Org. (%)	1,0	1,0	1,2	1,1	0,7	2,1	1,37	0,9	1,5	1,2	1,7	0,7

*Tableau VIII-3: Données analytiques des profils de la zonalité agro-climatique 2 - Sud des hautes Plaines Constantinoises*



	1	3	4	5	6	7	8	9	19	21	PA	PB
<u>Topographie(t)</u>	4-6	<1	2	6-8	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<u>Humidité (w)</u>												
Inondation	Fo	Fo	Fo	Fo	Fo	Fo	Fo	Fo	o	Fo	Fo	F1
Drainage	Bon (B)	B (B)	B (B)	B (B)	B (B)	B (B)	B (B)	B (B)	B (B)	B (B)	B (B)	Faib (M)
<u>Caractérist. physiques (s)</u>												
Texture	LA	LA	LA	L, LA,	L	LA	A, L	L	LA	A	LA	L
Cailloux (%)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(F)	(M)	(M)
Profondeur	<5 130	10 150	<5 150	50 120	pas 120	pas 80	pas 140	pas 80	pas 120	<5 100	<5 >60	pas 100
<u>Car. fertilité (f)</u>												
-CEC(Cmol /kg)	20,1	40,1	5,3	35	38	59	52	54	55	45	33,2	31
-V (%)	100	100	>95	>95	100	100	>95	85	>85	>95	100	>95
-CaCO3 (%)	25	25,5	36	25	29	30	35	40	36	32	15,8	30,5
MO. (%)	1,0	1,0	1,2	1,1	0,7	2,1	1,4	0,9	1,5	1,2	1,7	0,7
<u>Toxicité (n)</u>												
Salinité (CE en dS/m)	0,7 (2)	0,9 (2)	1,1 (2)	0,6 (2)	1,4 (2)	1,8 (2)	0,6 (2)	0,8 (2)	1,3 (2)	3,8 (2-4)	0,21 (2)	0,7 (2)
Alcalinité (%)										48		

Tableau VIII-4 : Résumé des principales caractéristiques agro-pédologiques avec les sigles adoptés-ZAC : 2 (Sud des hautes Plaines Constantinoises)

### 8.2.1.3- Caractérisation des unités de la zone "agro-climatique 3" (ZAC : 3)

La "zone agro pluviométrique 3" est moyennement à faiblement arrosée. Elle occupe la partie centrale de la zone d'étude. Nous avons trois classes de sols qui sont principalement: vertisol, calcimagnésique et halomorphe. Les autres classes sont elles aussi représentées mais non sur de vastes étendues. Ils sont représentés par 6 profils pédologiques (tableau VIII-5) qui se présentent particulièrement sur matériau argileux. Ils sont rarement sur matériau argilo-calcaire. Ils sont sur terrasses et glacis terrasse. Ils sont profonds. La topographie est très variable, dominée par des larges étendues planes à inondation temporaire. Le drainage est bon dans l'ensemble. La présence de colluvions calcaires en surface et en profondeur caractérise les terres inclinées à pente variable entre 3 et 6%. Ce sont donc des sols argileux à argilo limoneux. Les bases échangeables sont dominées par l'ion calcium. La CEC est bonne à élevée. Les sels salins sont par ordre d'importance

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub> et MgSO<sub>4</sub>. Les teneurs en calcaire total sont élevées à très élevées; alors que pour la matière organique elles sont moyennement faibles (1,8%) à très faibles (<1%).

Les principales caractéristiques agro-pédologiques avec les sigles adoptés sont résumées sous forme de tableau (*tableau VIII.6*).

Echantillons	2	10	11	12	13	PC
Granulométrie (%)						
Argile	45,5	48,5	48	38	40	53
Limon	41,5	35	35	42	38	30
Sable	13	21,5	17	20	22	17
Bases échangeables (Cmol/kg)						
Na <sup>+</sup>	1,2	1,0	4,42	0,8	1,2	1,3
K <sup>+</sup>	0,8	0,8	0,93	0,6	0,5	1,8
Ca <sup>++</sup>	28,1	21	60,5	31,5	59,3	40,1
Mg <sup>++</sup>	-	-	-	-	-	6,7
CEC	38	19	55,0	41,2	69	48
Sels solubles (meq/l)						
Na <sup>+</sup>			25,4			20,1
K <sup>+</sup>			8,5			0,1
Ca <sup>++</sup>			15,3			51,5
Mg <sup>++</sup>			5,7			11,5
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>			26,9			18
Cl <sup>-</sup>			27,1			33
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			1,34			5,4
CE (dS/m) pâte saturée	0,8	0,71	6	0,1	0,5	6,5
pHeau	7,5	8,1	8,7	7,2	7,9	8,6
CaCO <sub>3</sub> total (%)	21	35	42	25	35	18,75
Mat. Org. (%)	1,2	2	0,9	1,2	1,11	0,8

*Tableau VIII.5 : Données analytiques des profils des sols – ZAC3-Sud HPC*

	2	10	11	12	13	PC
<u>Topographie (t)</u>	1-2	3-6	<1	3-6	1	1-1,5
<u>Humidité (w)</u>						
Inondation	Fo	Fo	Fo	Fo	Fo	Fo
Drainage	Bon (B)	Bon (B)	Bon (B)	Bon (B)	Bon (B)	Bon (B)
<u>Caract. phys. (s)</u>						
Texture	A (F)	A (F)	A (F)	LAL (M)	A, LA (M)	A (F)
Cailloux	5	Pas	Pas	Pas	10	<15
Profondeur	130	100	110	110	70	130
<u>Caract.fertilité (f)</u>						
CEC	38	19	55,0	41,2	99	48
V	>90	100	100	>90	>95	100
CaCO3	21	35	42	25	35	18,75
MO	1,2	2	0,9	1,2	1,11	0,8
<u>Toxicité (n)</u>	0,8 (2)	0,71 (2)	6 (4)	0,1 (2)	0,5 (2)	6,5 (4)
Salinité			46,2			41,8
Alcalinité						

Tableau VIII.6 : Résumé caractéristiques agro-pédologiques-ZAC3 – Sud HPC

### 8.2.2- Caractérisation des unités de sols de la plaine de Remila

Les sols de la plaine de Rémila sont représentés par 10 principaux profils pédologiques dont les caractéristiques de station et édaphiques de profil, ont été recensées sous forme de tableaux (tableaux VIII.7 et VIII.8). Ces profils ont été réalisés pour l'actualisation des résultats des travaux agro-pédologiques (AISSOUG, 1973) et d'évaluation des terres (ZOUAOU, 1991).

Ces sols sont à dominance calcimagnésique et halomorphe, suivies par de faibles unités, vertiques et peu évolués. Ils sont sur matériau parental argileux à argilo-calcaire et marno-calcaire et calcaire, rarement. Occupant de larges terrasses formées durant le quaternaire ancien et récent, leur topographie est plane, à drainage imparfait avec parfois des cas d'inondation allant de courtes durées (moins de trente jours) à très prolongées (d'une durée allant jusqu'à six mois).

L'interprétation des données analytiques nous donne ce qui suit :

- D'après le triangle de texture adopté par la FAO (VERHEYE, 1990a), la majorité des échantillons des sols étudiés présentent une texture moyennement fine à fine (plus de 40% d'argile). Seules les unités 1, 2 et 9 ont une texture moyenne. Considérant la classification U.S.D.A. adoptée aussi par la F.A.O. (LEGROS, 1996) (voir figure du triangle de texture en annexe 4), la texture des sols de la zone d'étude, Rémila est dominée par la

fraction argileuse suivie de celle limono--argileuse à argilo-limoneux et enfin limon-argilo-limoneux (les sols de la plaine de Remila sont lourds et battants. Les eaux retenues dans les sols ne sont ni totalement, ni facilement disponibles pour la plante en raison de la force hygroscopique élevée, reliant les molécules d'eau aux micelles. Cette force est légèrement faible chez les autres types de sols qui présentent une à texture limoneuse et une structure grumeleuse.

-La quasi-totalité des sols présentent une CEC > 20 Cmol /kg. Ce qui les prédispose pour une bonne capacité de stockage des cations. D'après HALITIM (1985), les minéraux qui dominent dans cette région sont par ordre d'importance: l'illite avec une CEC comprise entre 15 et 30 meq/ 100g) et la kaolinite avec une CEC comprise entre 2 et 10 Cmol /kg ce qui confirme la capacité de fixation des ions. Avec un taux de saturation élevé (V>80%) les sols sont alcalins (pH > 7,4).

-Les teneurs en calcaire total sont élevées (20 à 30%) à très élevées (>40%), ce qui induit un manque d'oligo-éléments suivi confirmé par l'apparition des signes de chlorose chez les végétaux.

-La matière organique est faible (1,1% à 1,35%) en raison plus particulièrement de l'utilisation permanente d'une monoculture.

-Les sels salins sont présents sous forme d'efflorescence et de taches avec parfois des cristaux à des niveaux moins profonds (50cm). Ils sont du type Na Cl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et CaSO<sub>4</sub>.

Par extrapolation des données analytiques et/ou physique de station, nous avons pu affiner la délimitation des 33 unités de sols ou sous classes délimitées par ZOUAOUI (1991).

La caractérisation, avec le sigle respectif de chacune des caractéristiques agro-pédologiques de ces unités de sols de Rémila, ressort dans le *tableau VIII.9*.

(*)	P E N T E (%)	I N O N D A T I O N	D R A I N A G E	T E X T U R E	P R O F O N D (cm)	C A L C. T O T.	C E C  Cmol /kg	V (%)	M O (%)	S A L I N I T E (dS/m)	A L C A L I N I T E (Na/T)
1	2	Pas	Bon	LA,Lf,A	100	25	>25	100	2,2	2	>15
2	1	Faible	Pauvre	LA,Lf,A	//	25	>25	//	2,2	4	//
3	1	Faible	Pauvre	L,LA	//	25	>25	//	1,5	4	//
4	1	Pas	Pauvre	LA,Lf,A	//	25	>25	//	0,7	4	//
5	1	Pas	Pauvre	LA,Lf,A	//	15,3	<15	//	1,15	2	//
6	1	Faible	Pauvre	L,LA	//	15,3	15	//	1,15	2	//
7	1	Pas	Bon	SA	//	15,3	15	//	1,15	2	//
8	1	Pas	Modéré	LA,Lf,A	//	15,3	>25	//	1,15	4	//
9	1	Pas	Modéré	LA,Lf,A	//	25	>25	//	2,2	7	//
10	1	Pas	Bon	L,LA	//	15,3	>25	//	1,15	4	//
11	1	Faible	Bon	LA,Lf,A	//	25	>25	//	2,2	2	//
12	1	Faible	Modéré	L,LA	//	17	>25	//	1,5	2	//
13	1	Pas	Bon	LA,Lf,A	//	25	>25	//	1,5	2	//
14	1	Pas	Bon	L,LA	//	28,5	22,5	//	1,1	4	//
15	1	Pas	Modéré	L,LA	//	25	>25	//	1,5	2	//
16	1	Impar	Impar	L,LA	//	25	>25	//	1,5	4,5	//
17	1	Faible	Impar	LA,Lf,A	//	23	>25	//	0,7	4	//
18	1	Faible	Impar	LA,Lf,A	//	25	>25	//	1,5	2	//
19	1	Faible	Modéré	LA,Lf,A	60	15,3	15	//	1,15	4	//
20	1	Impar	Pauvre	LA,Lf,A	//	23	>25	//	2,2	7	//
21	1	Faible	Pauvre	LA,Lf,A	//	23	25	95	0,7	4	//
22	1	Faible	Modéré	LA,Lf,A	//	25	25	//	1,5	2	//
23	1	Impar	Modéré	SA	//	40	18	//	1,1	7	//
24	1	Faible	Modéré	LA,Lf,A	//	25	25	//	1,5	2	//
25	1	Pas	Modéré	L,LA	//	25	25	//	0,7	4	//
26	1	Faible	Impar	LA,Lf,A	//	25	25	//	1,5	2	//

Tableau II.9 : Relevé des caractéristiques des phases de sols de la plaine de Remila

\*) unités de sols

Le travail de caractérisation synthétique des unités de la plaine de Rémila a été finalisé par une représentation cartographique de ces unités à l'échelle 1/50.000<sup>e</sup> (figure VIII.1)

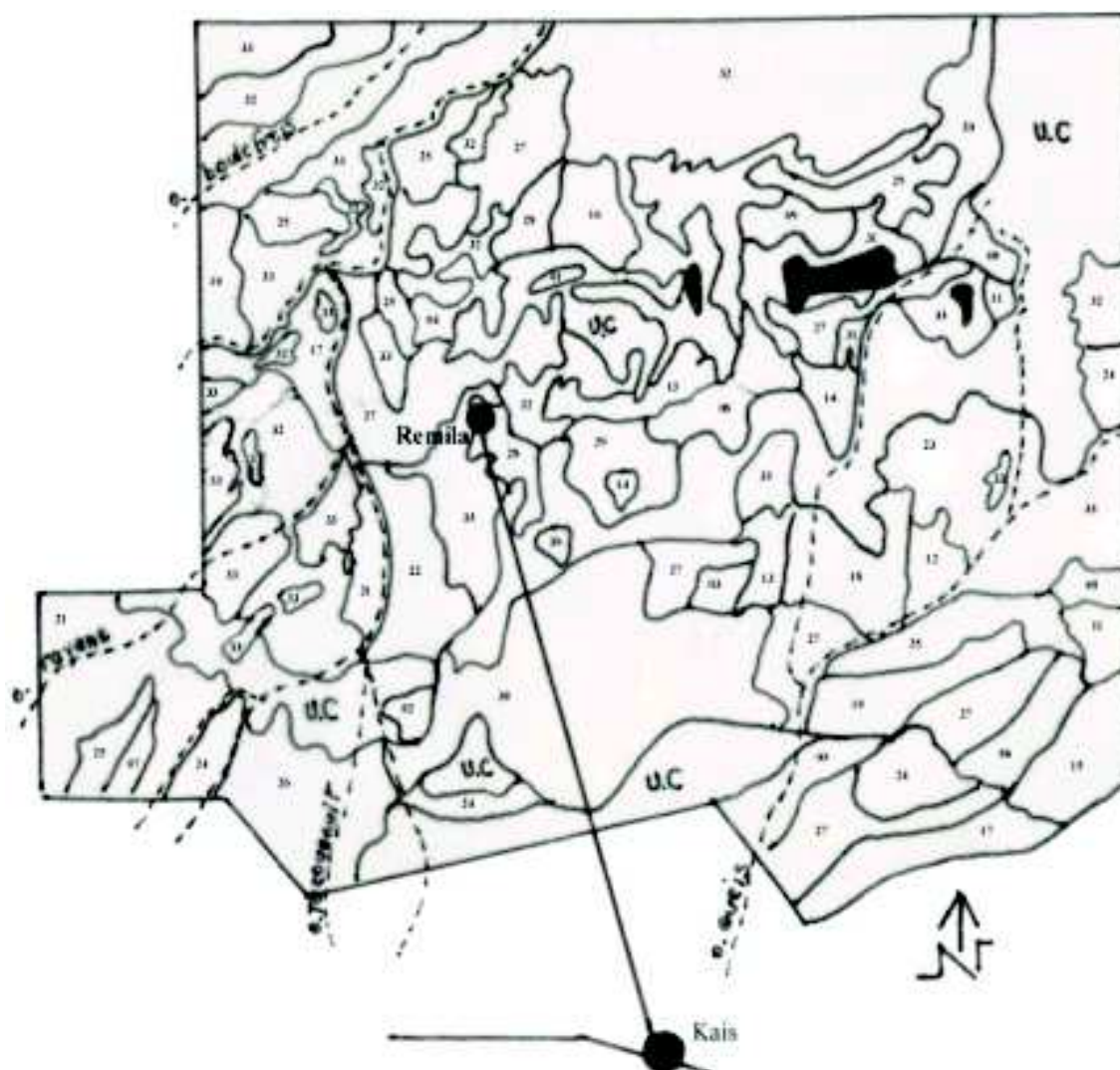


Fig.VIII.1: Carte des phases de sols - Plaine de Remila

Echelle 1/100.000<sup>e</sup> ; précision 1/50.000e

### 8.2.3- Caractérisation des unités de sols de la plaine de Berriche

La plaine de Berriche, ayant déjà fait l'objet d'un travail cartographique à des fins de mise en valeur (VOROBIEV, 1983), nous avons alors réalisé une série de 5 profils (voir *tableau II.12*) qui nous ont permis d'actualiser quelques données pédogénétiques.

Ce travail a été répété durant plusieurs périodes : 1993/94, 1964/95, 1995/96 et bien plus après dans le cadre des travaux de recherche particuliers, ce qui nous a permis de dégager 12 unités de sols dont les caractéristiques agro-pédologiques avec leur sigle respectif, sont présentées sous forme de tableau (*tableau VIII.10*). La représentation cartographique (*figure VIII.2*) des sols de Berriche a été réalisée à l'échelle 1/50.000<sup>e</sup>

U N I T E S	P E N T E S (%)	I N D I C E	D R A N A G E	T E X T U R E	P R O F O N D E (cm)	C A R B O N E	C A R B O N E	C E C (Cmol/kg)	V O L U M E (%)	Mat Org (%)	S A L I N I T E (dS/m)
1	3-6	Fo	Bon (B)	SA (G)	>100	2-3	38	>25	100	<1,1	< 1,5 (2)
2	3	Fo	Bon (B)	L,LA (M)	>100	<2%	42	>25	100	1,2	//
3	1	Fo	Bon (B)	SA (G)	>100	5	32	>25	100	1,6	//
4	1	Fo	Bon (B)	SA(G)	80	5	40	>25	100	1,5	//
5	1	Fo	Bon (B)	LA,Lf,A (MF)	80	0	40	>25	100	1,5	//
6	1-2	Fo	Bon (B)	LA,Lf,A (MF)	>100	0	30,5	19	100	1,5	//
7	4	Fo	Bon (B)	L,LA (M)	50	50	39,0	33	96	1,1	//
8	3	Fo	Bon (B)	SA (G)	30	50	45	65	100	1,5	//
9	1-2	Fo	Bon (B)	SA (G)	120	35	42	45	98	1,1	//
10	5	Fo	Bon (B)	SA (G)	65	50	38	62	96	1,5	//
11	1	Fo	Bon (B)	LA,Lf,A (MF)	150	0	15	30	100	1,8	4,1 (4)
12	2	Fo	Bon (B)	L,LA (M)	80	15	25	67	100	1,2	< 1,5(2)

Tableau VIII.10 : Caractérisation agropédologique des unités de sols de la plaine de Berriche

Selon les triangles de texture de la FAO (in VERHEYE, 1990a) et USDA (LEGROS, 1996), la texture des sols est de type grossière (unités 1,3,4,7,10,12) à moyenne (unités 2, 3,11) et fine (unités 5,6,8), dominée par la fraction limono-argileuse et argileuse (voir triangle de texture en annexe). En surface, les sols sont légers avec une bonne porosité et une compacité moyenne à élevée en profondeur, favorisée par les accumulations calcaires. Avec une CEC > 25Cmol /kg et un taux de saturation élevé (>85%), ils ont une bonne capacité de stockage des cations (BOULAINÉ, 1957). Le pH est alcalin. Le calcaire sous forme de nodules, d'encroûtements et de croûtes bloque les oligo-éléments indispensables pour les cultures et favorise la chlorose des végétaux. La teneur en matière organique est faible (1% à 1,8%).

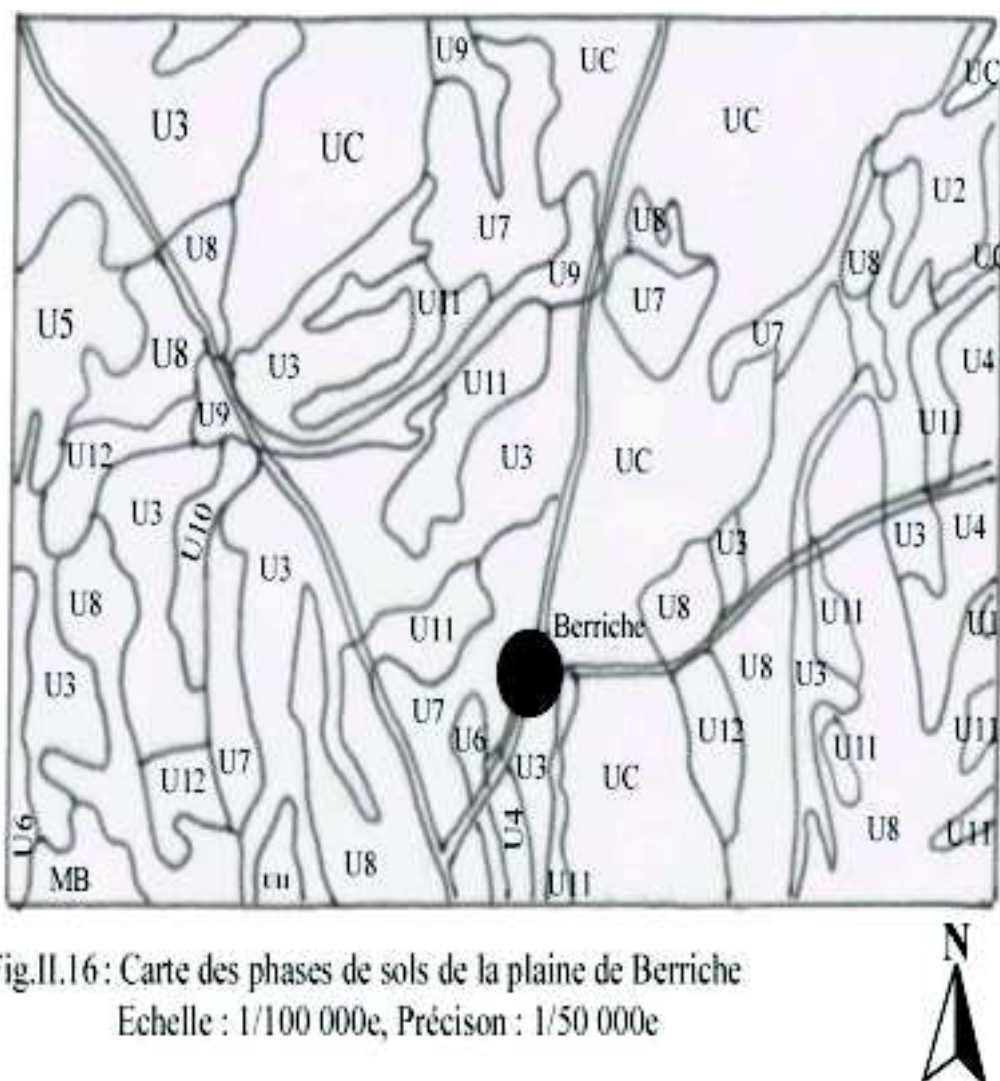


Fig.II.16 : Carte des phases de sols de la plaine de Berriche  
Echelle : 1/100 000e, Précision : 1/50 000e

*Fig.II.16 : Carte des phases de sols de la plaine de Berriche*

Echelle : 1/100 000<sup>e</sup>, Précision : 1/50 000e

#### 8.2.4- Caractérisation des unités de sols des parcelles d'essais

Les caractéristiques physiques et physico-chimiques des profils pédologiques des parcelles d'essais ont été développées dans le chapitre III. A partir de ces données nous avons déterminé et recensé sous forme de tableaux (*tableau VIII.11*), les valeurs moyennes des principales caractéristiques agro-pédologiques à évaluer.

tableau8-11.gif



# CHAPITRE -9- EVALUATION PROPUREMENT DITE

## 9.1 – Evaluation Climatique

### 9.1.1 - Introduction

L'évaluation climatique est effectuée par comparaison entre les caractéristiques des facteurs climatiques de station (pluviométrie et température) avec celles, exigeantes (qui conditionnent leur développement) des cultures

Les résultats dégagés de cette procédure présentés sous forme de tableaux nous donnent un exemple d'une telle opération pour le blé dur et l'orge au niveau des diverses stations.

cette étude couvre :

- L'ensemble des terres de la zone d'étude (Sud des Hautes Plaines Constantinoises) avec distinctement les trois zones agro-climatiques .
- Les plaines céréalières de Rémila et de Berriche; et
- Les parcelles expérimentales

### 9.1.2 - Données climatiques de base

Comme la délimitation des zones agro-climatiques à été établie sur la base des données pluviales, nous avons alors considéré les valeurs moyennes pluviales et thermiques qui leur correspondent (*tableau IX.1*).

ZAC		S	O	N	D	J	F	M	Av	M	J	Jt	At
		1	P	43	40	48	46	41	39	45	40	41	27
	T	20,9	15,4	10	8,6	4,4	5,1	8,5	11,2	15,2	19,8	24,5	23,6
2	P	30	29	31	35	28	28	36	30	35	19	9	19
	T	21,6	16,5	10,6	6,3	5,5	7	9	12,4	17,3	22,3	25	25,3
3	P	23	22	23	30	24	71	35	25	30	17	11	12
	T	21,7	16,2	10,1	6,9	4,9	6,6	9,1	12	16,8	22	25	25,5
tZACc*	P	32	30	34	37	31	46	39	32	35	21	17	17
	T	21,4	16	10,2	7,2	4,9	6,2	8,9	11,9	16,4	21,4	24,8	24,8

*Tableau IX.1 : Données climatiques (Pmm, T°C) dans les zones agro-climatiques - Sud des Hautes Plaines Constantinoises*

tZACc\*: toutes zones agroclimatiques confondues

Tenant compte d'une part de nos propres appréciations et constatations sur le comportement des cultures de blé dur et d'orge et tenant compte d'autre part des directives

et conseils des agriculteurs et des techniciens des services agricoles, il nous à été possible d'établir les périodes avec les durées moyennes correspondantes de croissance et des stades végétatifs.

Les données dont nous disposons, relatives aux durées moyennes des stades végétatifs sont les suivantes:

- Stade initial : 35j (15 Nov-20Dec) et 35j (15 Nov-20Dec),
- Stade développement : 120j (20Dec – 20 avril) et 130j (20Dec – 5 mai)
- Stade mi-saison : 35 j (20avril -25 mai) et 45 j (5 mai- 15juin)
- Stade saison : 25 j (25mai -20juin) et 20j (15juin -10juillet).

Ces durées sont applicables uniquement pour les zones agro-climatiques et les plaines céréalières qui constituent des écosystèmes plus larges et plus étendus par rapport aux stations d'essais qui sont représentatives de micro-écosystèmes et pour lesquelles les durées et les périodes ont été dégagées à partir des résultats expérimentaux.

Les disponibilités hydriques et thermiques par cultures et par zones agro-climatiques sont reportées sous forme de tableau (*tableau IX.2*).

En ce qui concerne les stations expérimentales de Ain Skhouna, Hamla, Timgad, Kais et Berriche, les données climatiques moyennes considérées sont celles déterminées et calculées lors des essais (voir tableaux IV.7).

Pour ce qui est des plaines de Remila et de Berriche, les périodes et les durées des stades de croissance sont les mêmes que celles appliquées pour les zones agro-climatiques. Les disponibilités hydriques et thermiques par cultures sont reportées dans le tableau ci dessous (*tableau IX.3*).

		Z AC1		ZAC2		ZAC3		Toutes ZAC confondues	
		P (mm)	T°C	P (mm)	T°C	P (mm)	T°C	P (mm)	T°C
O	<i>Stade Initial</i>	54	9,3	39	8,5	31,5	8,5	42	8,7
R	<i>Stade D</i>	140	7,6	124	8	160	9,5	154	11,6
G	<i>Stade MS</i>	44	13,2	18	15	33	14,4	34	14,2
E	<i>Stade S</i>	24	17,5	14	20	17	19	18,5	18,9
	<i>Croissance</i>	262	14	195	15	241,5	14,7	248,5	14,6
B	<i>Stade I</i>	54	9,3	40	6	31,5	8,5	42,8	8,6
L	<i>Stade D</i>	188	10	140	8,3	171	9,4	182	9
E	<i>Stade MS</i>	47,5	17	38,5	19,2	14,5	19,2	34,5	19
D	<i>Stade S</i>	24	24	14	23,5	13,5	23,5	19,5	23,1
U	<i>Croissance</i>	314,5	14	232,5	15	230,5	14,7	278,8	14,6
R									

*Tableau IX.2 disponibilités hydriques et thermiques du blé dur et d'orge au niveau de chacune des zones agro-climatiques.*

### **9.1.3- Evaluation agro-climatique pour le blé dur et l'orge dans les zones agro- climatiques**

#### *- Cas de la "zone agro-climatique 1"*

D'après les résultats d'évaluation (*tableau IX.4*), il ressort que le climat de la "zone agro-climatique 1" présente de bonnes aptitudes pour l'orge comme pour le blé dur. Les

contraintes qui sont particulièrement pluviales en période de croissance et maturation sont modérées. Les conditions thermiques sont sans contraintes.

Zone agro-climatique_1							
orge			Blé dur				
Not	VR	VO	Not*	VR*	VO*		
M	262	>400	M	314,5	>450	- Pluie de période de croissance	
-	194	>90	-	262	>100	- Pluie, stade végétatif	
-	44	70-40	F	47,5	70-50	- Pluie, stade épiaison floraison	
M	24	50-40	M	24	60-50	- Pluie, stade maturation	
-	14	12-14	-	14	14-16	- Température de croissance	
-	8,5	10-8	-	9,8	10-8	-Température, stade vegetatif	
-	13,2	15-12	-	17	17-13	-Température, épiaison floraison	
F	17,5	24-20	-	24	22-24	- Température, stade maturation	
-	-	2250-2100	-	-	300-240	- cumul, temp. de croissance	
2 1			2 1 -			F M S	Relevé des contraintes
			S1			Aptitude climatique (Ac)	
I							

Tableau IX.4: Evaluation agro-climatique - cas du blé et orge (zone agro-climatique 1)

\*VO:Valeur optimale \* VR valeur réelle \*Not: notation

-Cas de la zone "agro- climatique 2"

Le climat de la "zone agro-climatique 2" est inapte (N) pour le blé dur alors, et est marginal à inapte pour l'orge (S3/N). Les contraintes se caractérisent par des insuffisances pluviales et thermiques durant presque l'ensemble des stades végétatifs (tableau IX.5).

- Cas de la "zone agro-climatique 3"

Au niveau de cette zone, le blé dur est confronté à un climat à aptitude mitigée entre marginale et inapte. Les contraintes sont dues à des insuffisances pluviales durant les stades de croissance de cette culture. Il est inapte pour l'orge avec des contraintes pluviales et thermiques qui se caractérisent par des insuffisances durant presque l'ensemble des stades le développement de la culture (tableau IX.6)

- Toutes zones agro-climatiques confondues

Le climat de la zone d'étude est inapte (N) pour l'orge alors qu'il est modéré pour le blé dur (S2) (tableau IX.7). L'orge semble rencontrer de sérieuses difficultés lors de son développement. Le blé dur n'en rencontre que très peu (aptitude modérée : S2) et avec des degrés de contraintes générales faibles à moyennes. Les conditions hydriques sont très sévères pour l'orge, suivies de celles thermiques, celles-ci étant modérées pour le blé dur et touchent les stades végétatifs les plus sensibles (développement et fin épiaison-floraison à maturation).

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

Zone agro-climatique 2							
orge			Blé dur				
Not	VR	VO	Not*	VR*	VO*		
M	195	>400	1	232,5	>450	- Pluie de période de croissance	
-	162	100-80	-	180	90	- Pluie, stade végétatif	
S	18	70-40	F	38,5	70-50	- Pluie, stade épiaison-floraison	
S	14	50-40	S	14	60-50	- Pluie, stade maturation	
F	15	12-14	-	15	14-16	- Température de croissance	
-	8,2	10-8	F	7,2	10-8	-Température, végétatif	
-	15	15-12	F	19,2	17-13	-Température, épiaison floraison	
-	20	24-20	-	23,5	22-24	- Température, stade maturation	
-	-	2250-2100	-	-	300-240	- cumul, temp. de croissance	
1			3			F	RELEVE
1			1			M	DES
2			1			S	CONTRAINTES
S3			S3			Aptitude climatique (Ac)	

Tableau IX.5: Evaluation agro-climatique - cas du blé et orge (ZAC 2)

\*VO:Valeur optimale \* VR valeur réelle \*Not: notation

"zone agro- climatique 3"							
orge			Blé dur				
Not	VR	VO	Not*	VR*	VO*		
S	241,5	>400	S	230,5	>450	- Pluie de période de croissance	
-	191,5	100-80	F	202,5	90	- Pluie, stade végétatif	
S	33	70-40	F	14,5	70-50	- Pluie, stade épiaison-floraison	
S	17	50-40	M	13,5	60-50	- Pluie, stade maturation	
-	14,7	12-14	-	14,7	14-16	- Température de croissance	
-	9	10-8	-	9	10-8	-Température, stade végétatif	
M	14,4	15-12	-	19,2	17-13	-Température, épiai-floraison	
P-F	19	24-20	-	23,5	22-24	- Température, maturation	
F	-	2250-210	-	-	2300-240	- cumul, temp. de croissance	
0-1			2			F	Relevé des contraintes
1			1			M	
3			1			S	
N			S3/N			Aptitude climatique (Ac)	

Tableau IX.6 : Evaluation agro-climatique - cas du blé et orge (ZAC 3)

\*VO:Valeur optimale \* VR valeur réelle \*Not: notation

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Toutes zones agro-climatiques confondues						
orge			Blé dur			
Not	VR	VO	Not*	VR*	VO*	
S	248,5	>400	S	278,5	>450	- Pluie- période de croissance
-	196	100-80	-	204,8	90	- Pluie- stade développement
S	34	70-40	M	34,5	70-50	-Pluie, stade épi-floraison
S	18,5	50-40	M	19,5	60-50	- Pluie, stade maturation
-	14,6	12-14	-	14,6	14-16	- Température de croissance
F	10,1	10-8	M	8,8	10-8	-Température, développement
-	14,2	15-12	M	19	17-13	-Température, épi-floraison

*Tableau IX.7 : Evaluation agro-climatique - cas du blé et orge (Toutes zones confondues)*

\*VO:Valeur optimale \* VR valeur réelle \*Not: notation

Par comparaison entre chacune des trois zones agro-climatiques d'une part et l'ensemble de la zone d'étude d'autre part (tableau ci dessous) nous constatons de très légères différences de limitation, soit générales (période de croissance) soit particulières (stades végétatifs). Par rapport au blé dur qui est a aptitude climatique moyenne à modérée, la culture de l'orge quant à elle semble rencontrer de très sérieuses contraintes climatiques.

	Aptitude climatique : Zone AC1	Aptitude climatique : Zone AC2	Aptitude climatique : Zone AC3	Aptitude climatique : Toutes ZAC confondues
Blé dur	S1	S3	S3/N	S2
Orge	S1	S3	N	N

En conclusion, nous pouvons dire que, le climat au niveau de la "zone agro-pluviométrique 1", représentée par les parcelles d'essais de Kais ainsi que de plaine de Rémila, est a contrainte modérée(S2) à marginale (S3) pour le blé dur comme pour l'orge. Nous remarquons une légère tendance vers l'inaptitude qui serait alors la conséquence de nouvelles conditions climatiques possibles défavorables. Au niveau de la "zone agro-pluviométrique 2" caractérisée par les parcelles d'essais de la Hamla, Timgad et Ain Skhouna( région de Batna), le climat est à dominance inapte avec de légères nuances d'aptitude probable au cas les conditions climatiques tendraient vers des améliorations. Enfin dans la "zone agro-pluviométrique 3", représentée par la plaine de Berriche et les parcelles d'essais de Berriche, le climat est dominé par des cas d'inaptitude pour les deux cultures de blé dur et d'orge.

### 9.1.4- Evaluation agro-climatique pour le blé dur et l'orge dans les plaines et les parcelles d'essais

#### 9.1.4.1- Cas du blé dur - Plaine de Remila

La contrainte climatique est sévère durant la 3<sup>ème</sup> année (classe d'aptitude : N) (tableau IX.8). Les faibles pluies qui présentent une contrainte sévère ont provoqué un stress hydrique important durant la période végétative ainsi que durant le stade d'épiaison-floraison et le stade maturation de la culture. Les températures relevées durant ces périodes sont faiblement contraignantes. Durant les autres années et malgré des pluies relativement meilleures, la contrainte climatique est aléatoire avec des classes d'aptitudes conséquemment aléatoires.

Nous avons en effet : Durant la 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année, l'aptitude est marginale (S3) avec limitations moyennes le long de la période de croissance. Lors de la 3<sup>e</sup> et 4<sup>ème</sup> année, le climat est inapte (N) caractérisé par un stress hydrique sévère durant le cycle végétatif de la culture et ce malgré une contrainte faible pluviale durant les autres stades. Durant la 4<sup>ème</sup> année, le climat est moyennement apte avec des contraintes modérées de pluies et de températures touchant pratiquement tous les stades végétatifs. Durant la 5<sup>ème</sup> année, les pluies étant meilleures, l'aptitude est bonne (S1). Toutes années et tous stades confondus, les températures moyennes sont dans leur ensemble, modérément à faiblement contraignantes.

		1991-92			1992-93		1993-94		1994-95		1995-96	
	VO*	VR*	Not*	VR	Not	VR	Not	VR	Not	VR	Not	
PC	>450	316	M	231	M	225,7	M	246,6	M	531	-	
PD	90	230	-	165,4	-	121	-	148,8	-	317,8	-	
PEF	70-50	24,7	M	39,7	F	16,9	S	36,3	F	107	-	
PM	60-50	60	-	25,8	M	7,8	S	61,6	M	39,3	F	
Tmc	14-16	10,7	M	12,2	F	12,3	F	12,5	F	11,8	M	
TV	10-8	6,5	F	6,6	F	7,6	F	9,1		8,1		
TEF	17-13	10,5	F	12,9	F	10,3	F	12,4	F	13,1		
TM	22-24	19	F	23,3		23,7		19,3	F	17,8	F	
ST	2300-2400	2193	F	2480	F	2521	F	2552	F	2419		
Relevé		F	3	2	1	5	2					
des contraintes		M	4	4	-	1	1					
		S	-	-	2	-	-					
Aptitude climatique (Ac)			S3	S3	N	S2	S1					

Tableau IX.8 : Evaluation agro-climatique - cas du blé dur dans la plaine de Remila

\*VO: Valeur optimale \* VR valeur réelle \*Not: notation

#### 9.1.4.2- Cas du blé dur - Plaine de Berriche

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Durant les années agricoles les moins arrosées (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup>), le climat est sévèrement contraignant (inapte). Le stress hydrique est important durant le cycle de croissance mais surtout durant le stade végétatif et le stade épiaison-floraison. Durant les autres stades, la contrainte est faible. Durant la 4<sup>ème</sup> année Le climat est marginal pour les cultures (aptitude S3). Il s'est caractérisé particulièrement par un stress hydrique important durant le cycle végétatif de la culture. En 5<sup>ème</sup> année, bien qu'ayant enregistré de très bonnes pluies, le climat est à contrainte modérée (S2) durant le développement de la culture. Les contraintes thermiques sont faibles durant presque la période végétative (*tableau IX.9*).

		1991-92		1992-93		1993-94		1994-95		1995-96	
	VO.*	VR.*	Not*	VR.*	Not*	VR.*	Not*	VR.*	Not*	VR	Not*
PC	>450	243	M	103	S	140	S	141	S	408,3	-
PD	90	136	-	52	S	121	-	89	F	317	-
PEF	70-50	51	-	38	F	15	S	16	S	58	-
PM	60-50	56	-	13	S	5	S	36	F	33,4	F
Tm	14-16	12,9	F	13,8	F	12,9	F	13	F	12	F
TV	10-8	11	F	10,5	F	8,3	F	9,4	F	8,4	F
TEF	17-13	11,8	F	13,4	-	13,2	-	14,2	-	13,7	-
TM	22-24	18,5	F	21,5	F	21,7	F	19,7	F	17,3	F
ST	2300-24	2237	F	2415	-	2237	F	2421	-	2100	F/M
Relevé	F	5		4		4		5		4-5	
des contraintes	M	1		-		-		-		0-1	
	S	-		3		3		2		-	
Apt. clim. (Ac)		S2		N		N		S3		S2	

*Tableau IX.9 : Evaluation agro-climatique - cas du blé dur dans la plaine de Berriche*

VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac= classe d'aptitude du climat

**9.1.4.3- Cas pour le blé dur - Parcelles d'essais**

- Parcelles d'essais de Kais

Durant les deux années de suivi de la culture, il apparaît que le climat est à aptitude marginale (S3) à inapte (N) dans l'ensemble des parcelles. Il est caractérisé par une insuffisance pluviale durant le stade maturation provoquant un stress hydrique sévère. Durant les autres stades, la contrainte est faible à moyenne. La température est moyennement limitante durant la croissance et la phase d'épiaison-floraison (*tableau IX.10*).

- Parcelles d'essais de Berriche

Le climat est à aptitude modérée pour la culture de blé dur. Le stress hydrique touche la culture durant sa croissance ainsi que durant les stades allant de l'épiaison-floraison à la maturation. Durant les autres stades, les contraintes hydriques et thermiques sont faibles à modérées (*tableau IX.11*).

Nous remarquons que les aptitudes durant l'année 1993/94, dégagées pour le blé dur quoique rapprochées restent quand même différentes ce qui dénotent de la particularité microclimatique qui est localement moins limitante et régionale plus limitante. Ceci peut s'expliquer aussi par les différences de durée de développement que nous avons pris en



considération et qui sont relativement aléatoire pour l'ensemble de la plaine alors qu'au niveau des parcelles elles sont basées sur des résultats expérimentaux.

-Parcelles d'essai de Hamla (tableaux IX.12) de Timgad (tableau IX.13) et de Ain Skhouna (tableau IX.14).

Le climat est marginal dans l'ensemble. La contrainte hydrique est très sévère alors que la contrainte thermique est modérée. Le stress hydrique touche la culture de blé dur durant sa période de croissance ainsi que durant l'épiaison-floraison. Durant la maturation il est modéré. Seule la phase de développement ne rencontre pas de problèmes d'insuffisance hydrique et de fortes ou basses chaleurs

		1993-1994				1994-1995	
		A		B		A et B	
	V. O.*	V. R.*	Not*	V. R.*	Not*	V. R.*	Not*
PC	>450	268	1	215,6	1	315,3	1
PV	90	152	-	188	-	149,2	-
PEF	70-50	98	-	23	F	36,3	F
PM	60-50	4,8	S	4,8	S	130,4	S
Tm	14-16	11,1	M	11,1	-	14,3	-
TV	10-8	6,5	F	6,5	-	8,1	-
TEF	17-13	7,8	M	7,8	-	17	-
TM	22-24	23,7		23,7	-	22,6	-
ST	2300-2400	1816	M	1816	M	2903	M
Relevé	F	4		2		2	
des contraintes	M	1		1		1	
	S	1		1		1	
Aptitude climatique (Ac)		S3		S3		S3	

Tableau IX.10: Evaluation agro-climatique - cas du blé dur dans les parcelles de kais

\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac= classe d'aptitude du climat

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

		1993-94		1994-95	
		A et B		A et B	
	VO.*	VR.*	Not*	VR*	Not*
P (mm) Croissance	>450	120,3	S	152	S
P (mm) Développement	90	65,3	M	101	-
P (mm) ep.floraison	70-50	71	-	11	S
P (mm). Maturation	60-50	5	S	140	S
T (°C) de croissance	14-16	16,2	F	14	-
T (°C) Développement	10-8	9,4	-	79	-
T (°C) ep.floraison	17-13	22	F	18,7	-
T. (°C) Maturation	22-24	25,1	-	22,1	-
Cumul des températures (°C)	2300-2400	2922	M	2717	F
Relevé		F	2	2	
des contraintes		M	2	-	
		S	2	2	
Aptitude climatique (Ac)		S3		S3	

Tableau IX.11 : Evaluation agro-climatique  
- cas du blé dur dans les parcelles de Berriche

\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac= classe d'aptitude du climat

		1993-1994		1994-1995	
	VO.*	VR.*	Not*	VO*	VR.*
P (mm) Croissance	>450	140	S	140	S
P (mm) Développement	90	96	-	96	-
P (mm) ep-floraison	70-50	16,5	S	16,5	S
P (mm). Maturation	60-50	27,5	M	27,5	M
T (°C) de croissance	14-16	15,5	-	14,1	-
T (°C) Développement	10-8	8,5	-	7,5	F
T (°C) ep-floraison	17-13	22,2	M	19,4	F
T. (°C) Maturation	22-24	23,2	-	22	P/F
Cumul des températures (°C)	2300-2400	2585	F	2355	-
Relevé		F	1	2-3	
des contraintes		M	2	1	
		S	2	2	
Aptitude climatique (Ac)		S3		S3	

Tableau IX.12 : Evaluation agro-climatique - cas du blé dur dans la parcelle de Hamla

\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac = classe d'aptitude du climat

	1992-1993			1993-1994	
	VO*	VR*	Not*	VR*	Not*
P (mm) Croissance	>450	152	S	120	S
P (mm) Développement	90	103,3	-	106	-
P (mm) ep-floraison	70-50	11	S	12	S
P (mm). Maturation	60-50	38	F	2	S
T (°C) de croissance	14-16	12	M	15,2	-
T (°C) Développement	10-8	7,5	F	8	F
T (°C) ep-floraison	17-13	12,9	F	21,8	M
T. (°C) Maturation	22-24	20,4	M	23,5	-
Cumul des températures (°C)	2300-2400	1960	M	2443	F
Relevé des contraintes	F	3		2	
	M	1		1	
	S	2		3	
Aptitude climatique (Ac)		S3		N	

Tableau IX.13 : Evaluation climatique - cas du blé dur dans la parcelle de Timgad

\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation A= classe d'aptitude du climat

	V.O *	992-19931		1993-1994	
		V. R*	Not*	V. R.	Not
P (mm) Croissance	>450	150	S	167	S
P (mm) Développement	100	108,3	-	135	-
P (mm) ep-floraison	80-50	42	F	21	M
P (mm). Maturation	60-50	0	S	11	S
T (°C) de croissance	14-16	14,8	-	10,7	M
T (°C) Développement	10-8	15,6	M	8,9	-
T (°C) ep-floraison	18-13	18,7	F	10,4	F
T. (°C) Maturation	22-28	25	-	14,5	M
Cumul des températures (°C)	2300-2400	2526		1851	M
Relevé des contraintes	F	2		1	
	M	1		4	
	S	2		2	
Aptitude climatique (Ac)		S3		S3	

*Tableau IX.14 : Evaluation agro-climatique - cas du blé dur dans les parcelles de Ain Skhouna*

\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac= classe d'aptitude du climat

#### **9.1.4.4- Cas de l'orge - Plaine de Remila**

Hormis quelques légères différences d'adaptation agro-climatique, les exigences de l'orge sont proches de celles du blé dur (*tableau IX.15*). Face aux conditions climatiques durant les cinq années, l'orge rencontre des difficultés marginales de développement durant quatre années successives (2<sup>eme</sup>, 3<sup>eme</sup> et 4<sup>eme</sup> année). Le stress hydrique aura été effectif durant la période de croissance et les stades épiaison-floraison à maturation avec des températures, modérément à moyennement limitantes. Durant la 1<sup>ere</sup> année le climat est S3/N donc il est instable et dépend des quantités pluviales ainsi que de leur répartition mensuelle et/ou décadaire. Ce n'est que durant la 5<sup>eme</sup> année que le climat est apte (S1) avec des conditions pluviales améliorées quantitativement et une répartition mensuelle et décadaire acceptable, ce qui à permis d'enregistrer de bons à de très bons rendements.

#### **9.1.4.5- Cas de l'orge - Plaine de Berriche**

Le climat est marginal (S3) durant les trois premières années (1991/92-93/94). Il est inapte en 3<sup>eme</sup> année. Ce n'est qu'en 5<sup>eme</sup> que le climat est modéré avec une aptitude moyenne (S2) (*tableau IX.16*).

Les limitations touchent pratiquement tous les stades végétatifs. Elles le sont particulièrement durant la croissance ainsi que durant le début de la phase végétative allant jusqu'à la phase maturation. Les températures sont faiblement à modérément limitante

		1991-92		1992-93		1993-94		1994-95		1995-96	
	VO*	VR*	Not	VR	Not	VR	Not	VR	Not	VR	Not
PC	>400	263	M	193	S	219,3	M	183,3	S	472,2	-
PD	90-80	202,	-	129	-	196,3	-	144	-	370	-
PEF	70-40	38,1	F	17,1	S	11,9	S	35,4	F	40,4	-
PM	50-40	11,5	S	46,4	-	11,2	S	6,1	S	62,7	-
Tm	13-15	13,1	-	11	F	10,5	F	11,7	F	10,8	F
TV	10-8	6,5	F	6,6	F	7,1	F	9,6	-	7,8	F
TEF	16-12	9,7	M	10,1	F	8,4	M	9,5	M	11,4	F
TM	24-20	15,7	M	19,7	F	19,6	F	18,1	F	16,6	F
ST	2250-2100	2292	F	1837	F	1837	F	2046	F	2165	-
Relevé des contraintes	F	2		5		3		4		4	
	M	3		-		1		1		-	
	S	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		-	
<b>Apt. clim.(Ac)</b>		<b>S3/N</b>		S3		S3		S3		S1	

Tableau IX.15: Evaluation agro-climatique -cas de l'orge dans la plaine de Rémila

\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac= classe d'aptitude du climat

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

		1991-92		1992-93		1993-94		1994-95		1995-96	
	VO	VR	Not	VR	Not	VR	Not	VR	Not	VR	Not
PC	>400	220	M	103	S	136	S	101	S	387,1	F
PD	90-80	151	-	52	M	109	-	85		305,7	-
PEF	70-40	42	-	4	S	24	M	14	S	25,9	M
PM	50-40	27	M	47	-	3	S	2	S	55,5	-
Trnc	13-15	11,4	F	12,5	-	12	-	11,8	F	11,8	F
TV	10-8	10,6	-	9,7	-	8,2	-	9,9		7,6	F
TEF	16-12	11,8	F	12,8	-	10,9	F	11	F	10,8	F
TM	24-20	18,5	F	18	F	20,7	-	17,6	F	18,7	F
ST	2250-2100	1995	F	2187	-	2100	-	2065	F	2065	F
Relevé	F	2		1		1		4		6	
des	M	4		1		1		-		1	
contraintes	S	-		2		2		3		-	
<b>Apt. clim. Ac)</b>		S2		S3		S3		N		<b>S2</b>	

Tableau IX.16 : Evaluation agro-climatique -cas de l'orge dans la plaine de Berriche

\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac= classe d'aptitude du climat

#### 9.1.4.6- Cas de l'orge - Parcelles d'essais de Kais

Dans les parcelles de Kais (tableau IX.17) le climat est marginal. La contrainte pluviale est sévères caractérisée par des fortes insuffisances hydriques durant les stades épiaison-floraison et maturation. Elles sont modérées durant les autres stades. Les températures sont modérées pour l'ensemble du développement végétatif de l'orge.

#### 9.1.4.7- Cas de l'orge - Parcelles d'essais de Berriche

Au niveau des parcelles de Berriche (tableau IX.18), le climat est marginal a inapte. Les contraintes sont pluviales et sont sévères. Les contraintes thermiques sont faibles à modérées. Les stades les plus sensibles sont ceux de l'épiaison floraison et maturation. Ils sont touchés par un stress hydrique important. Comme il en est de la période de croissance de la culture. Les chaleurs sont moyennement limitantes durant tous les stades végétatifs.

Comme pour le blé dur, l'aptitude de l'orge est tributaire des conditions climatiques spécifiques. Toujours est il, le blé dur et l'orge nécessitent des conditions climatiques plus favorables que celles qui ont prévalu durant les années agricoles 1993/94 et 1994/95.

#### 9.1.4.8- Cas de l'orge - Parcelle d'essai de Hamla

<Le climat a été sévèrement contraignant. Les pluies ont été insuffisantes durant la croissance ainsi que durant le stade épiaison floraison et le stade maturation. Les températures sont par contre modérément à faiblement limitantes (*tableau IX.19*).

#### 9.1.4.9- Cas de l'orge - Parcelle d'essai de Timgad

Le climat est modéré à marginal. La contrainte pluie est sévère durant la croissance. Elle est modérée à faible durant les autres stades. Il en est de même des conditions de température qui sont modérées à faibles durant l'ensemble des stades (*tableau IX.20*)

#### 9.1.4.10- Cas de l'orge - Parcelles d'essais de Ain Skhouna

Le climat est sévèrement contraignant. Les conditions pluviales sont sévères lors de la période de croissance à très sévères lors de la maturation. Par contre les conditions thermiques sont faiblement à moyennement limitantes durant la période végétative (*tableau IX.21*).

	Val. Opt.	1993-1994				1994-1995	
		A		B		A et B	
		Val. Réé.	notation	Val. Réé.	notation	Val. Réé.	notation
PC	>400	210,3		212,4		184,5	
PV	90-80	187,3		187,3		144	
PEF	70-40	11,8	S	9,1	S	35,4	F
PM	50-40	11,2	S	16	S	6,1	S
Tm	13-15	10,4	F	10,4	F	11,2	F
TV	10-8	6,5	F	6,5	F	9	
TEF	16-12	9,3	M	9,3	M	9,4	M
TM	24-20	16,7	M	16,7	M	17,4	M
ST	2250-2100	1816	M	1816	M	1903	M
Relevé des contraintes	F	2		2		2	
	M	4		4		3	
	S	2		2		2	

Tableau IX.17 : Evaluation agro-climatique de l'orge - parcelles d'essais de Kais

\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac= classe d'aptitude du climat

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

	VO*	1993-94				1994-95	
		A		B		A et B	
		VR.*	Not*	VR.*	Not*	VR.*	Not*
P (mm) Croissance	>400	119,3	S	118,3	S	123	S
P (mm) Développement	90-80	113,3		112,3		85	
P (mm) Ep.Floraison	70-40	6	S	6	S	16	S
P (mm). Maturation	50-40	0	S	0	S	22	M
T (°C) de croissance	13-15	15,1	F	15	F	13,1	
T (°C) Développement	10-8	9,4		9		9,2	
T (°C) Ep.Floraison	16-12	21,1		21,1		15	P/F
T. (°C) Maturation	24-20	20,5		20,5		19,3	F
Cumul des températures (°C)	2250-210	2201	-	2239	-	2112	-
Relevé	F	1		1		1-2	
des contraintes	M	-		-		1	
	S	3		3		2	
Aptitude climatique		N		N		S3	
(Ac)							

Tableau IX.18 : Evaluation agro-climatique - cas de l'orge dans les parcelles d'essais de Berriche

\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac= classe d'aptitude du climat

	VO.*	1993-94		1994-95	
		VR.*	Not*	VR.*	Not*
P (mm) Croissance	>400	114	S	131	S
P (mm) Développement	90-80	101		87	
P (mm) Ep.Floraison	70-40	10	S	9	S
P (mm). Maturation	50-40	0	S	35	F
T (°C) de croissance	13-15	15,4	F	13,4	
T (°C) Développement	10-8	7,7	F	7,4	F
T (°C) Ep.Floraison	16-12	22,2	M	18	M/F
T. (°C) Maturation	24-20	24,1		21	
Cumul des températures (°C)	2250-2100	2306	F	2351	F
Relevé	F	4		3-4	
des contraintes	M	1		0-1	
	S	3		2	
Aptitude climatique		N		N	
(Ac)					

Tableau IX.19 : Evaluation agro-climatique - cas de l'orge dans la parcelle d'essai de Hamla



\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac= classe d'aptitude du climat

	1992-93			1993-94	
	VO*	VR*	Not*	VR*	Not*
P (mm) Croissance	>400	136,3	S	120	S
P (mm) Développement	90-80	87,3	-	87,3	-
P (mm) Ep.Floraison	70-40	16	M	16	M
P (mm). Maturation	50-40	33	F	33	F
T (°C) de croissance	13-15	9,6	M	14,6	F
T (°C) Développement	10-8	7	F	8,3	-
T (°C) Ep.Floraison	16-12	10,2	F	16,1	F
T. (°C) Maturation	24-20	14,5	M	26	F
ST	2250-2100	1491	S	2040	F
Relevé des contraintes	F	3		5	
	M	3		1	
	S	2		1	
Aptitude climatique (Ac)		N		S3/N	

Tableau IX.20 : Evaluation agro-climatique - cas de l'orge dans la parcelle d'essai de Timgad

\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac= classe d'aptitude du climat

	V. O.	1992-1993				1993-1994	
		A		B		A et B	
		V. R.	Not.	V. R.	Not.	V. R.	Not.
PC	400	147		151		160	
PV	100-80	101	-	107		98	
PEF	70-40	46	-	46		49	
PM	50-40	0	S	0	S	13	S
Tm	12-14	13		13		10	M
TV	10-8	5,7	M	5,7	M	8,9	
TEF	15-12	17,6	F	17,6	F	10,4	F
TM	24-20	22,7		22,7		12,2	S
ST	2250-2100	2128		1687	S	1593	S
Relevé des contraintes	F	1		1		1	
	M	1		1		1	
	S	2		3		4	
Aptitude climatique (Ac)		N		N		N	

Tableau IX.21 Evaluation agro-climatique -cas de l'orge dans les parcelles d'essais de Ain Skhouna

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

\*VO = valeur optimale \*VR= valeur réelle \* Not = Notation Ac= classe d'aptitude du climat

En conclusion de ce paragraphe, il ressort que d'après les *tableaux IX.22 et IX.23* de synthèse des aptitudes climatiques respectivement dans les plaines céréalières et dans les parcelles d'essais que se sont les vicissitudes climatiques (pluviales surtout) qui sont à l'origine des perturbations du comportement des deux cultures de blé dur et d'orge durant leur développement dans notre zone d'étude.

L'impact des éléments, pluvial et thermique du climat fait que la culture de l'orge est soumise à deux contraintes conjointement importantes, celle pluviale (pluies insuffisantes durant la croissance et les stades épiaison-floraison ainsi que durant la maturation) et celle des températures modérément élevées et/ou basses durant la période de croissance ainsi que durant les stades épiaison floraison et maturation.

Nous avons enregistré dans les stations de la région de Batna et ce durant la période de croissance de la culture, des pluies diminuées de près de 2/3 par rapport aux quantités annuelles enregistrées. Dans les autres stations de Kais et de Berriche l'écart entre les hauteurs pluviales en période de croissance et celles annuelles, est plus restreint.

	Blé dur						Orge					
	1991	1992	1993	1995	1995	Tac*	1991	1992	1993	1995	1995	Tac*
	/92	/93	/94	/95	/96		/92	/93	/94	/95	/96	
Remila	S3	S3	N	S2	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S1	S2/3
Berriche	S2	N	N	S3	S2	S3	S3	S3	S3	N		S3

*Tableau IX.22 : Synthèse des aptitudes agro-climatiques du blé dur et de l'orge dans les plaines de Rémila et Berriche –Sud des Hautes Plaines Constantinoises*

Tac \*: toutes années confondues

	Ble dur				orge			
	1992	1993	1994	Tac*	1992	1993	1994	Tac*
	/93	/94	/95		/93	/94	/95	
<u>Kais</u> : parcelle A	-	S3	S3	S3		S3	S3	S3
parcelle B		S3				S3	S3	
<u>Berriche</u> : parcelle A		S3	S3	S3		N	N	S3/N
parcelle B		S3				S3	S3	
<u>Hamla</u> :		S3	S3	S3		S3	S2	S2/3
<u>Umgad</u>	S3	N	-	S3/N	N	S3/N		S3/N
<u>Ain Skhouana</u> :								
parcelle A	S3	S3	-	S3	S3	N		S3/N
parcelle B	S3	S3			S3	N		

*Tableau IX.23 : Synthèse des aptitudes agro-climatiques du blé dur dans les différentes parcelles d'essais –Sud des Hautes Plaines Constantinoises*

Tac \* : toutes années confondues

---

## 9.2 - Evaluation des Caractéristiques Agro-Pédologiques pour le Blé Dur et l'Orge

### 9.2.1- Evaluation pour le blé dur et l'orge -cas des sols des zones agro- climatiques

---

- Cas des sols de la "zone agro-climatique 1" (tableau IX-24)

Les unités de la "zone agro-pluviométrique 1" sont partagées entre des aptitudes bonnes (S1) et des aptitudes modérées (S2) que se soit pour le blé dur comme pour l'orge. Seule l'unité PD est à aptitude marginale (S3) tendant vers des conditions d'aptitudes sévères (N) (tableau IX.21).

Compte tenu des limitation des principales caractéristiques agro-pédologiques nous dégageons cinq sous classes : S1f (1 unité), S1 sf (1unité), S2tsf (2 unités), S2 tsfn (1unité) et S3/N twsfn (1unité).

Parmi les principales caractéristiques limitantes et dominantes nous avons celles physiques(s) caractérisées par d'importantes teneurs en calcaire allant de plus de 25% (limitation faible) à plus de 35% (limitation moyenne). La texture est rarement contraignante. Suivent ensuite les caractéristiques de fertilité dominées par de faibles teneurs en matière organique (<2%) (limitation faible). Les contraintes de toxicité (faible à moyenne) ne touchent que deux unités.

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

	14	15	16	17	18	20	PD
<u>Topographie (t) (%)</u>	-	P/F	-	P/F	F	-	-
<u>Humidité (w)</u>							
- Inondation	-	-	-	-	-	-	F
- Drainage	-	-	-	-	-	-	S
<u>Caract. phys.(s)</u>							
- Texture	-	-	-	M	M	-	MS
- Profondeur (cm)	F/M	P/F	P/F	M	P/F	-	-
<u>Caract.fertilité (f)</u>							
- CEC (meq/100g de sol)	-	-	-	-	-	-	-
- V (%)	-	M	F	M	F/M	F	-
- CaCO3 (%)	F	F	F	F	F	F	F
- MO (%)							
<u>Toxicité (n)</u>							
- Salinité (dS/m)	-	-	-	-	F	-	M
- Alcalinité (%)					F		M
Relevé des contraintes:	F :	1-2	2	2-3	1-2	4-5	2
	M :	0-1	1	-	3	1-2	-
	S :	-	-	-	-	-	-
Aptitudes de sols							
(As)	S1 sf	S2 tsf	S1 sf	S2 sf	S2 tsf	S1 f	S3 Wsf

*Tableau IX.24 : Evaluation des caractéristiques agro-pédologiques (zone 1) pour le blé dur et l'orge*

- Cas de la "zone agro-climatique 2"(tableaux IX-25 et 26)

Les terres sont dans leur ensemble à bonne aptitude pour le blé dur comme pour l'orge, excepté une seule unité qui est à aptitude marginale.

Les sous classes qui se dégagent pour le blé dur et ce compte tenu de l'importance des limitations des caractéristiques agro-pédologiques sont les suivantes: S1f(3 unités ), S1tf (2 unités), S1sf(4unités), S1fn(1 unité), S1wf(1 unité), S1tsf(1 unité).

Les sous classes qui se dégagent pour l'orge sont: S1f(4 unités ), S1tf (1unités), S1sf(4unités), S1fn(1 unité), S1wf(1 unité), S1tsf(1 unité). Les caractéristiques sont dans leur ensemble à contrainte faible à moyenne dominées les caractéristiques de fertilité (teneurs en calcaire total élevées et teneurs en matière organique faible) suivie des autres caractéristiques physiques texture lourde et profondeur faible) et de toxicité,

- Cas de la "zone agro-climatique 3"(tableaux IX-27 et IX-28)

Pour le blé dur, l'aptitude des terres bonne à marginale, dominée par des contraintes physiques moyenne (texture fine à moyenne fine) suivies des contraintes faibles à moyennes de fertilité (faible teneur en matière organique teneurs élevées en calcaire total). La salinité est de contrainte moyenne. Les sous classes d'aptitudes qui se dégagent pour le blé dur sont : S1 sf (2 unités), S1tsf (2 unités), S3 sfn (1 unité) et S3 sfn (1unité).

Pour l'orge nous avons des aptitudes partagées entre celle bonne, modérée et marginale. Les sous-classes suivantes : S1 sf (2 unités), S1/S2 tsf (2 unités), S2/S3 sfn (2 unités)

Les contraintes sont dominées que se soit pour l'orge comme pour le blé dur, par des caractéristiques physiques (texture moyennement fine) et des caractéristiques de fertilité (teneurs élevées en calcaire total et teneurs faibles en matière organique).Les cas de salinité sont spécifiques à de unités qui sont légèrement halomorphes

		2	10	11	12	13	PC
<u>Topographie (t) (%)</u>		-	F	-	F	-	-
<u>Humidité (w)</u>			-	-	-	-	-
- Inondation		-					
- Drainage		-	-	-	-	-	-
<u>Caract. phys. (s)</u>							
- Texture		M	M	M	F	F/M	M
- Profondeur (cm)		-	-	-	-	F	-
<u>Caract.fertilité (f)</u>							
- CEC (meq/100g de sol)		-	F	-		-	-
		-	-	-	-	-	-
- V (%)		M	F/M	M	M	M	-
- CaCO3 (%)							
- MO (%)		F	P/F	M	F	F	M
<u>Toxicité (n)</u>							
- Salinité (ds/m)		-	-	M	-	-	M
- Alcalinité (%)				S			S
Relevé des contraintes	F:	1	3	1	4	2-3	1
	M:	2	1-2	4	1	1-2	3
	S:	-	-	1	-	-	1
Aptitudes de sols (As)			S1tsf	S3sfn	S1tsf	S1sf	S3sfn

Tableau IX.27 : Evaluation des caractéristiques agro-pédologiques (ZAP3) pour le blé dur

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

		2	10	11	12	13	PC
<u>Topographie (t)</u>		-	F	-	F	-	-
<u>Humidité (w)</u>							
- Inondation		-	-	-	-	-	-
- Drainage		-	-	-	-	-	-
<u>Caract. phys. (s)</u>							
- Texture		F/M	F/M	F/M	F	F	F/M
- Profondeur		-	-	-	-	F	-
<u>Caract.fertilité (f)</u>							
- CEC		-	F	-	-	-	-
- V		-	-	-	-	-	-
- CaCO3		-	F/M	M	P/F	F/M	-
- MO		F	P/F	M	F	F	M
<u>Toxicité (n)</u>							
- Salinité		-	-	F/M	-	-	F/M
- Alcalinité		-	-	S	-	-	S
élévée des contraintes	F:	1-2	3-4	1	3-4	3-4	1
	M:	0-1	1	3	-	0-1	2
	S:	-	-	1	-	-	1
Aptitudes de sols		S1sf	S1/S2	S2/S3	S1	S1	S2/S3
(As)			tsf	sfh	tsf	sf	sfh

Tableau IX.28 : Evaluation des caractéristiques agro-pédologiques de la ZAP3 pour l'orge

### 9.2.2 - Evaluation pour l'orge et le blé dur - cas des unités de sols des plaines céréalières

- Unités de sols de la plaine de Rémila

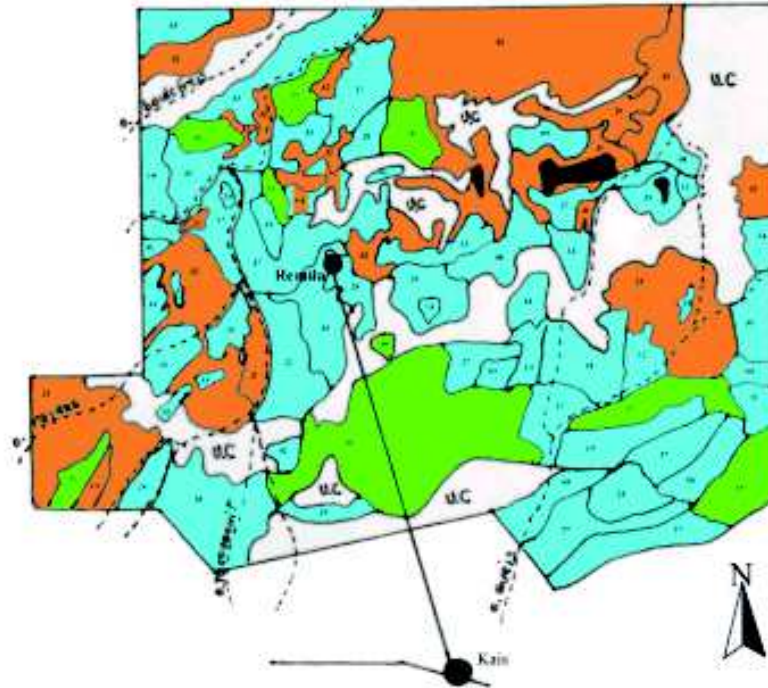
*\*/- pour le blé dur :*

Hormis quelques unités de faible superficie qui sont soit à bonne aptitude (S1) ou inaptées (N), le reste des unités est à aptitude modérée (tableau. IX.29 et figure IX.1).

Les caractéristiques qui présentent des contraintes sont par ordre d'importance : La texture qui est fine à moyennement fine. Elle est modérément contraignante (aptitude S2). Les teneurs élevées en calcaire total sont à degré de limitation marginal à sévère (aptitude S3/N). Enfin, la salinité qui est sévèrement contraignante dans la plupart des unités, particulièrement celles qui constituent les dépressions du Nord de la plaine.

*\*/-pour l'orge :*

Les unités présentent dans leur ensemble une aptitude modérée (S2) à très légère donc relativement bonne (S1) (*tableau IX.30 et figure.IX.2*). Les principales contraintes sont celles physiques de sols et se caractérisent par : Une texture fine à grossière qui est moyennement limitante et des teneurs élevées en calcaire total qui la marginalisent sévèrement.

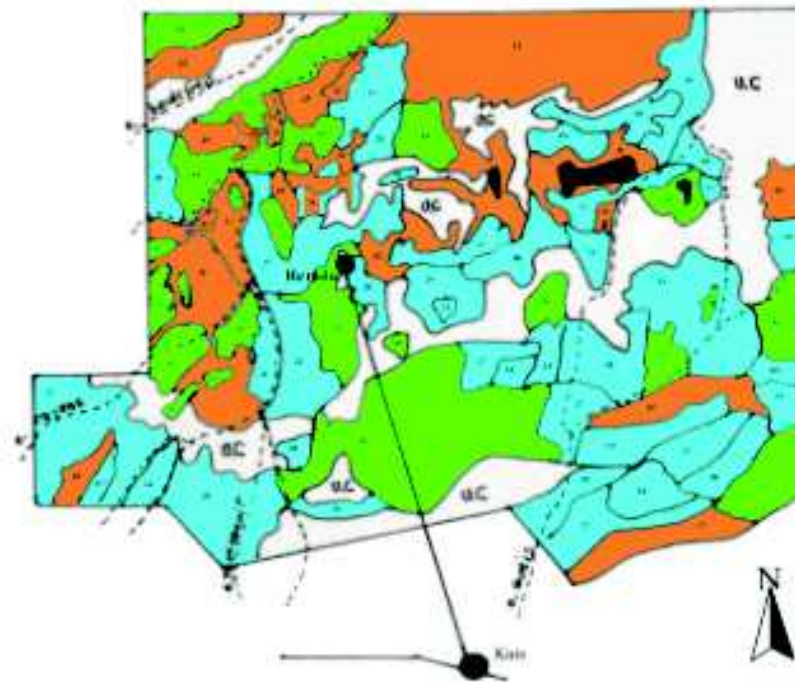


**Fig IX.1 – Carte d'aptitude des sols pour le blé dur  
-plaine de Remila  
- Echelle 1/50.000 e**

- Bonne aptitude des sols (S1)
- Aptitude modérée (S2)
- Aptitude marginale (S3)
- Sols à aptitude modérée à marginale (S2/3)
- UC : Unités Cartographiques complexes

*Fig IX.1 – Carte d'aptitude des sols pour le blé dur-plaine de Remila*

Echelle 1/50.000<sup>e</sup>



**Fig.IX.2: Carte d'aptitude des sols pour l'orge - Plaine de Remila**  
**Echelle 1/50.000e**

Bonne aptitude des sols (S1)  
 Aptitude modérée (S2)  
 Aptitude marginale (S3)  
 Sols à aptitude modérée à marginale (S2/3)  
 UC : Unités Cartographiques complexes

*Fig.IX.2: Carte d'aptitude des sols pour l'orge - Plaine de Remila*

Echelle 1/50.000e

- Unités de sols de la plaine de Berriche

*\*/- pour le blé dur*

L'aptitude des sols est dans son ensemble moyenne (S2) à marginale (S3) (*tableau IX.31 et figure IX.3*). La texture grossière avec des niveaux lithiques est moyennement à sévèrement contraignante. Les faibles teneurs en matière organique sont à contrainte moyenne. Les teneurs élevés en calcaire total sont sévèrement limitantes (N).

*\*/- pour l'orge :*

Malgré que partagé entre les trois aptitudes bonnes, moyennes et marginales, il s'avère néanmoins que l'aptitude des sols est dominée par l'aptitude moyenne (*tableau IX.32 et figure.IX.4*), expliquée par une texture moyenne et un taux élevé en calcaire total.



U	Topo (t)	Humidité (w)		Caract.Phys. (s)		Caractéristiques de. FertiliSal (n) (f)				Relevé des Limitations. F - M - S	Classes d'aj des sols	
		In	Dr	Text	Prof	T	V	M. O.	Cal.To			
1				M		F		F	M		2 - 2 - .	S2sf
2								F	S		1 - . 1	S3f
3				M					M		. - 2 .	S2sf
4				M	FM			FM	M		2(2) 2(2) .	S2sf
5		F	F	S	FM			FM	M		2(1) (2) 1	S3wsf
6				S				FM	M		(1) 1 (1) 1	S3sf
7	F			M	M			F	M		2 3 .	S2tsf
8	F				M	F		FM	S		2(1) 1(1) 1	S3wsfn
9				M		F		F	S		2 2 1	S3 sfn
10				S	FM	F		FM	M		1(2) 1(2) 1	S3fn
11	F			S		F			FM	F	3(1) (1) 1	S3wsf
12	F			M	F			F	FM		3(1) 1(1) .	S2wf

Tableau IX.31: Evaluation des caractéristiques de sols de Berriche pour le blé dur

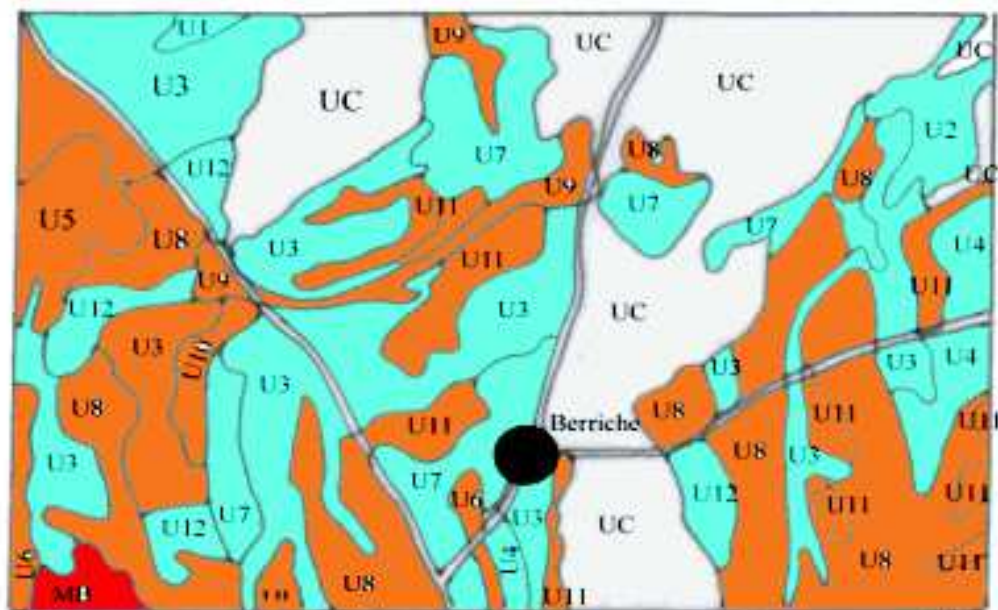


Fig.IX.3- Carte d'aptitude des sols pour le blé dur  
- Plaine de Berriche. Echelle 1/50.000e



- Aptitude modérée des sols (S2)
- Aptitude marginale des sols (S3)
- Sols inaptes (N)

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saïda) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

*Fig.IX.3- Carte d'aptitude des sols pour le blé dur - Plaine de Berriche.*

Echelle 1/50.000e

U	Topo. (t)	Humidité		Caract Phys.		Caract. de. Fertilité				Sal (n)	Relevé			Classes d'apt. des sols	
		(w)		(s)		(f)					Des limitat.				
		In	Dr	Text	Prof.	T	V	MO	Cal.T		F	M	S		
1				FM		F		F	M			2(1)	1(1)	.	2sf
2								F	S			1	.	1	S3f
3				FM					M			(1)	1(1)	.	S2sf
4				FM	FM			F	M			1(2)	1(2)	.	<b>2sf</b>
5		F	F	MS	FM			F	M			3(1)	1(2)	(1)	S2/3sf
6				MS				F	M			1	1(1)	(1)	S2/3sf
7	F			FM	M				M			1(1)	2(1)	.	S2sf
8	F				M	F		F	S			3	1	1	S3tsf
9				FM		F			S			1(1)	(1)	1	S3 sf
10				MS	FM	F		F	M			2(1)	1(2)	(1)	S2/3f
11	F			MS		F			FM			2(1)	(2)	(1)	S2/3sf
12	F			FM	F				FM			2(2)	(2)	.	S1/2sf

*Tableau IX.32 Evaluation des caractéristiques de sols de Berriche pour l'orge*

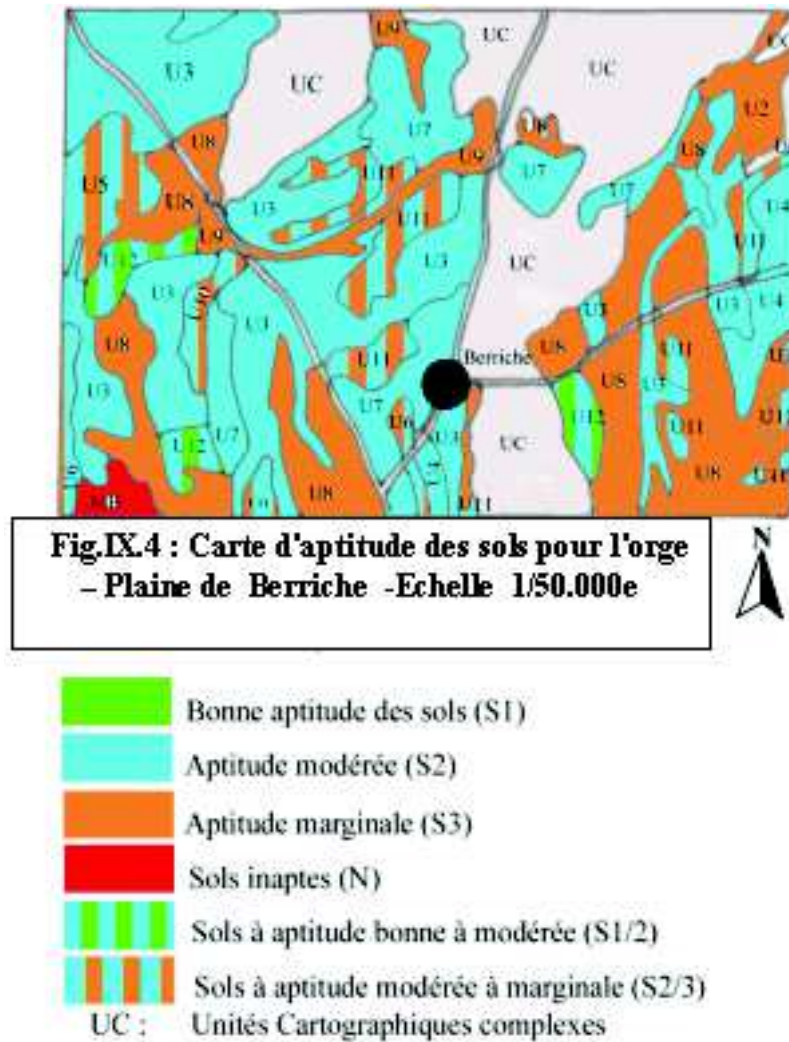


Fig.IX.4 : Carte d'aptitude des sols pour l'orge – Plaine de Berriche  
-Echelle 1/50.000e

### 9.2.3 - Evaluation des sols des parcelles d'essais pour l'orge et le blé dur

*\*/- pour le blé dur*

Contrairement aux sols des parcelles symbolisées par la lettre 'A' de l'ensemble des stations qui se caractérisent par de faibles contraintes physiographiques, et qui sont de ce fait, à bonne aptitude, les sols des parcelles 'B', avec leurs caractéristiques physiques limitantes sont à aptitudes marginales (*tableau. IX.33*). Les aptitudes moyennes des sols (S2) sont expliquées par les facteurs physiques présentant des limitations modérées proches de la marginalisation. Ce sont la profondeur (<40cm), la texture (grosière en présence de taux de cailloux importants) et enfin de calcaire total avec des taux moyens à élevés.

*\*/- pour l'Orge*

Le comportement de l'orge dans chacune des unités de sols des parcelles 'A' et 'B', compte tenu de leurs contraintes physiques spécifiques, est identique à celles relevées chez le blé dur. Les mêmes caractéristiques avec leur degré de contrainte spécifique ressortent dans l'étude d'évaluation (*tableau IX.34*).

conclusion

En conclusion, de cette étude d'évaluation des sols des plaines céréalières et des sols des parcelles d'essais pour deux types de cultures céréalières blé dur et orge, il ressort que :

- La plaine de Rémila présente de meilleures aptitudes pour l'orge. En effet, cette culture semble présenter une meilleure tolérance vis à vis de certaines caractéristiques de sols comme la salinité et la texture. Dans l'ensemble, elle est à aptitude moyenne avec de légères nuances (S2-S3 et S1)

- La plaine de Berriche présente des aptitudes légèrement meilleures pour le blé dur que pour l'orge. Mais dans l'ensemble, le niveau d'aptitude est partagé entre de différents niveaux : bon, moyen et marginal avec des cas d'inaptitude de moindre.

- Les résultats comparés, enregistrés dans les parcelles d'essais sont significatifs de l'importance et de l'impact de leurs caractéristiques physiques, comme de leur spécificité de limitation, sur les cultures. Les niveaux d'aptitude généraux malgré que se départageant vis-à-vis des deux cultures, ils sont dans leur ensemble bons à modérés avec de légères nuances marginales.

- Les contraintes physiques et/ou physico-chimiques (toutes stations et toutes cultures confondues), sont dominées par : i)- une texture fine à très fine (cas de la plaine de Remila) suivies de celle grossière en présence de cailloux calcaires comme c'est le cas dans la plaine de Berriche, ii)- le calcaire total avec des taux élevés (cas de Berriche) à légèrement élevés et enfin iii)- les autres caractéristiques, telle la matière organique la profondeur ou la topographie.

## **9.3- Aptitudes Culturelles**

L'aptitude culturale pour un type d'utilisation, consiste à déterminer le mode et le degré de convenance d'une terre pour un type d'utilisation donné. Ceci est possible en tenant compte de l'interdépendance des actions entre les facteurs édaphiques et les facteurs climatiques, comparée avec les exigences optimales de ce type utilisation des terres.

Il nous a été possible dans les paragraphes précédents, d'évaluer distinctement d'une part les caractéristiques physiques et physico-chimiques de sols et les facteurs climatiques (P en mm, et températures °C) d'autre part.

### **9.3.1- Aptitudes culturelles du blé dur et de l'orge dans les zone agro-climatiques**

---

- Cas des terres de la "zone agro- climatique 1"

D'après les résultats d'évaluation (*tableau IX.35*) nous avons une aptitude culturale qui est dans l'ensemble modérée pour le blé dur alors qu'elle est marginale pour l'orge avec des cas inaptitude actuelles de certaines unités dont le niveau de contrainte peut toutefois

être limité par des actions d'aménagement. Le climat quant à lui est avec une contrainte dominante.

		14	15	16	17	18	20	PD
Blé dur	Ac	S2						
	As	S1	S2	S1	S2	S2	S1	S3
	A. C*	S1/2	S2	S1/2	S2	S2	S1/2	S2/3
orge	Ac	N						
	As	S1	S2	S1	S2	S2	S1	S3
	A. C*	S3	S3/N	S3	S3/N	S3/N	S3	N

Tableau IX.35 : Aptitudes culturales pour le blé et l'orge dans la "ZAC 1"

\*- AC aptitude culturelle

- Cas des terres de la "zone agro-climatique 2"

L'aptitude culturelle est bonne à modérée (S1/S2) pour le blé dur alors qu'elle est modérée à marginale (S2/S3) pour l'orge (tableau IX. 36).

Pour le blé dur comme pour l'orge nous avons 6 sous classes d'aptitudes qui se dégagent, avec comme principale contrainte : le climat.

		1	3	4	5	6	7	8	9	19	21	PA	PB
Blé dur	Ac	S2											
	As	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1
		tf	sf	tf	tsf	f	sf	f	sf	f			
	A. C*	S1	S1	S1	S1	S1	S1/	S1/	S1/	S1/	S2/	S1/	S1/
		/S2	/S2	/S2	/S2	/S2	S2	S2	S2	S2	S3	S2	S2
		ctf	csf	ctf	ctsf	csf	csf	cf	csf	cf	cfh	csf	Cwf
orge	Ac	N											
	As	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1
		tf	sf	f	tsf	f	sf	f	sf	f	fh	sf	wf
	A. C*	S2	S2	S2/	S2/	S2/	S2/	S2	S2/	S3	S3	S2/	S2/
		/S3	/S3	S3	S3	S3	S3	/S3	S3		S3	S3	
		ctf	csf	cf		cf	csf						

Tableau IX.36 : Aptitudes culturales pour le blé et l'orge - cas de la "ZAC2"

\*- AC aptitude culturelle

- Cas des terres de la "zone agro- agroclimatique 3"

Les terres sont partagées entre l'aptitude modérée et l'aptitude marginale pour le blé dur. Elles sont par contre marginales pour l'orge.

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Nous dégageons trois sous classe d'aptitudes pour le blé dur comme pour l'orge ayant pour contrainte dominante: le climat (*tableau IX. 37*).

		2	10	11	12	13	PC
Blé dur	Ac	S3/N					
	As	S1sf	S1tsf	S3sfn	S1tsf	S1sf	S1sf
	A. C*	S2/S3	S2S3	S3/N	S2S3	S2/S3	S3/N
		csf	ctsf	csfn	ctsf	csf	csfn
orge	Ac	N					
	As	S1	S1/S2	S2/S3	S1	S1	S2/S3
		sf	tsf	sfn	tsf	sf	sfn
	A. C*	S3	S3	S3/N	S3	S3	S3/N
	csf	ctsf	csfn	ctsf	csf	csfn	

*Tableau IX.37:Aptitudes culturales pour le blé et l'orge-Cas de la "ZAC3"*

A. C\*aptitudes culturales

-Toutes zones agro-climatiques confondues

Toutes zones agro-climatiques confondues, l'aptitude culturale pour le blé dur des terres est partagée entre bonne est modérée avec de légères nuances de marginalisation actuelle de certaines unités (*tableau IX.38*).

Pour la culture de l'orge, l'aptitude culturale est par contre modérée à marginale avec de légères nuances d'inaptitudes de certaines unités.

Les sous classes d'aptitudes culturales sont au nombre de 12 unités pour le blé dur contre 13 unités pour l'orge. Les contraintes des facteurs climatiques dominant sur celles des facteurs édaphiques.

U*	Blé dur			orge				
	Ac*	As	Aptitudes Culturales	Ac	As	Aptitudes Culturales		
1	S1	S1sf	S1	S1	S1f	S1	tf	
2		S1sf			sf		S1sf	sf
3		S1sf			tf		S1f	f
4		S1f					S1f	f
5		S1sf			tsf		S1sf	tsf
6		S1f			f		S1f	f
7		S1sf			sf		S1sf	sf
8		S1f			f		S1f	f
9		S1sf			sf		S1f	sf
10		S1sf			tsf		S1/S2tsf	S1/2
11		S2sfn	S2	S2/S2sfn	S2	tsfn		
12		S1sf	S1	S1sf	S1	tsf		
13		S1sf		sf		sf		
14		S2tsf	S1/2	S2tsf	S1/2	tsf		
15		S1sf	S1	S1sf	S1	sf		
16		S2tsf	S1/2	S2tsf	S1/2	tsf		
17		S2tsfn	S1	S2tsfn	S1	tsfn		
18		S1sf		sf		sf		
19		S1f	S2	S1f	S2	f		
20		S1f		f		f		
21		S2sfn	S2	S2sfn	S2	fn		
PA	S1sf	S1	S1sf	S1	sf			
Pb	S1wf		wf					
Pc	S1sf		S2/S2sfn		S2	sf		
Pd	S2wsfn	S2	S2wsfn	S2	wsfn			

Tableau IX.38: Aptitudes culturales des terres pour le blé dur et l'orge -toutes zones agroclimatiques confondues (Sud des Hautes Plaines Constantinoises)

U\*:unités de sols

As aptitude de sols

Ac aptitude climatique

### 9.3.2- Aptitudes culturales du blé dur et l'orge dans les plaines céréalières

#### 9.3.2.1- Aptitudes culturales pour le blé dur et l'orge dans la plaine de Rémila

##### - cas du blé dur

Il ressort du tableau (tableau IX.39) des aptitudes culturales pour le blé dur dans les unités de sols de Rémila, que les conditions climatiques de la région de Rémila semblent

être des indicateurs principaux du comportement de cette culture dans cette région et ce par rapport aux conditions de sols, qui semblent être relégués en seconde plan des limitations.

Durant la 1<sup>ère</sup> année agricole (1991/1992), l'aptitude culturale générale qui se dégage est à dominance modérée (S2). Nous relevons quelques nuances d'aptitudes intermédiaires S1/2 et (S2/3). Durant les trois années qui suivent, l'aptitude est modérée à marginale (S2/3), avec des tendances d'inaptitude (S3/N à N) de certaines unités. Avec une bonne pluviométrie, en 5<sup>ème</sup> année, l'aptitude des sols est dans l'ensemble bonne à légèrement moyenne (S1/2).

#### **-Cas de l'orge**

L'aptitude des sols (*tableau IX.40*) est quasiment marginale (S3) durant les quatre premières années. Elle est bonne à modérée (S1/2) en 5<sup>ème</sup> année. Nous relevons toutefois, la présence d'unités inaptées (N) ou marginales avec une tendance inaptées (S3-N).

### **9.3.2.2- Aptitudes culturales pour le blé dur dans la plaine de Berriche**

#### **-cas du blé dur**

Comme pour la plaine de Remila, l'aptitude culturale des terres de Berriche, pour le blé dur, est conditionnée par le climat, ce dernier lui étant moins favorable. Nous constatons en effet que l'aptitude culturale durant les quatre premières années est à tendance marginale à inapte (S3 à S3/N). Durant la meilleure année agricole (5<sup>ème</sup> année), l'aptitude est modérée (S2) (*tableau 41*).

#### **- Cas de l'orge**

L'aptitude culturale des sols (*tableau IX.42*), est modérée (S2) durant la 1<sup>ère</sup> année. Durant les trois années qui suivent, les sols sont marginaux à inaptées (S3/N). Pendant la 5<sup>ème</sup>, l'aptitude est modérée.

### **9.3.2.3- Aptitudes culturales du blé et de l'orge dans les parcelles d'essais**

Dans l'ensemble des parcelles d'essais (*tableau IX.43*), que se soit pour le blé dur comme pour l'orge, l'aptitude culturale est modérée (S2) à marginale (S3) avec des nuances d'inaptitudes (N) selon la spécificité édaphiques des parcelles et selon les années pluviales.

En effet nous avons au niveau des parcelles 'A', une aptitude culturale dominée, moyenne à marginale (S2/3). Dans les parcelles 'B', l'aptitude dominante est marginale, avec une forte tendance vers l'inaptitude. Ces unités peuvent faire l'objet d'aménagement afin de limiter le degré de contraintes des caractéristiques.



D*	As	1991/92		1992/93		1993/94		1994/95		1995/96	
		Ac	Apt	Ac	Apt	Ac	Apt	Ac	Apt	Ac	Apt
			Cult		Cult		Cult		Cult		Cult
1	S2s		S2/3		S2/3						
2	S2wsfn										
3	S2wsfn										
4	S2βwsfn		S3		S3						
5	S2wsf		S2/3		S2/3	S3		S2		S1/2	
6	S2wf										
7	S3sf		S3		S3	S3/N		S2/3		S2	
8	S2wsfn										
9	S2wsfn										
10	S2fn										
11	S2wsf										
12	S2wf		S2/3		S2/3	S3		S2		S1/2	
13	S2wsf										
14	S2f										
15	S1wf		S2		S2	S2/3		S1/2		S1	
16	S1wf										
17	S2wsfn		S2/3		S2/3	S3		S2		S1/2	
18	S2wsfn										
19	S2wsfn										
20	S3wsfn	S3	S3	S3	S3	N	S3/N	S2	S2/3	S1	S2
21	S3wsfn										
22	S2wsf		S2/3		S2/3	S3		S2		S1/2	
23	S3sfn		S3		S3	S3/N		S2/3		S2	
24	S2wsf		S2/3		S2/3	S3		S2		S1/2	
25	S1fn		S2		S2	S2/3		S1/2		S1	
26	S2wsf		S2/3		S2/3	S3		S2		S1/2	
27	S2wf				S2/3						
28	S2wf				S2/3						
29	S3wsfn		S3		S3	S3/N		S2/3		S2	
30	S1f		S2		S2	S2/3		S1/2		S1	
31	S3wsfn		S3		S3	S3/N		S2/3		S2	
32	S3wsfn										
33	S2wf		S2/3		S2/3	S3		S2		S1/2	

Tableau IX.39: Aptitudes culturales pour le blé dur - Plaine de Remila (1992-96)

U\*:unités de sols -As aptitude de sols -Ac: aptitude climatique

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (Triticum durum Desf.var MBB) et l'orge (Hordeum vulgare. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

U*	As	1991/92		1992/93		1993/94		1994/95		1995/96	
		Ac	Apt	Ac	Apt	Ac	Apt	Ac	Apt	Ac	Apt
		Cult		Cult		Cult		Cult		Cult	
1	S2s		S2/3		S2/3		S2/3		S2/3		S1/2
2	S2wsfn										
3	S2wsfn										
4	S2/3Wsfh		S3		S3		S3		S3		S2
5	S2wsf		S2/3		S2/3		S2/3		S2/3		S1/2
6	S2wf										
7	S3sf		S3		S3		S3		S3		S2
8	S2wsfn										
9	S2wsfn										
10	S2fn										
11	S2wsf	S3		S3		S3		N		S1	
12	S2wf										
13	S2wsf										
14	S2f		S2/3		S2/3		S2/3		S2/3		S1/2
15	S1wf		S2		S2		S2		S2		S2
16	S1wf										S2
17	S2wsfn		S2/3		S2/3		S2/3		S2/3		S1/2
18	S2wsfn										
19	S2wsfn										
20	S3wsfn		S3		S3		S3		S3		S2
21	S3wsfn										
22	S2wsf		S2/3		S2/3		S2/3		S2/3		S1/2
23	S3sfh		S3		S3		S3		S3		S2
24	S2wsf		S2/3		S2/3		S2/3		S2/3		S1/2
25	S1fn		S2		S2		S2		S2		S2
26	S2wsf		S2/3		S2/3		S2/3		S2/3		S1/2
27	S2wf										
28	S2wf										
29	S3wsfn		S3		S3		S3		S3		S2
30	S1f		S2		S2		S2		S2		S1
31	S3wsfn		S3		S3		S3		S3		S2
32	S3wsfn										
33	S2wf		S2/3		S2/3		S2/3		S2/3		S1/2

Tableau IX.40: Aptitudes culturales pour l'orge - Plaine de Remila (1992/96)

U\*:unités de sols -As aptitude de sols -Ac: aptitude climatique

---

# CHAPITRE -10- VALIDATION DES RESULTATS

## 10.1- Méthodologie

L'objectif final de l'évaluation des terres, consiste et ce après affectation pour chaque unité de sol cartographiée, son aptitude (classe et sous classe d'aptitude) pour un type d'utilisation donné, à y associer une valeur exprimant le rendement qualitatif et/ou quantitatif ou de bénéfice financier d'une récolte.

Selon VERHEYE (1990.a) une telle opération n'ouvre pas seulement la possibilité d'associer aux classes d'aptitudes un niveau de rendement économique, mais permet également de mieux comprendre l'impact des différentes caractéristiques (ou qualités) sur la croissance et la production des cultures.

Les rendements réels des cultures, sont la résultante des multiples cas d'interdépendance intra et extra ensemble des éléments climatiques et de sol.

Comme il existe une dominance d'action soit distincte ou multiple, nous avons essayé par une opération ou procédure de validation des résultats, de comprendre et de situer ce degré d'importance et de dominance (qui explique l'effet sur les rendements des cultures). La procédure consiste donc à ressortir et à mettre en exergue les différentes correspondances (ou corrélations) entre les différents niveaux d'aptitudes (aptitudes de sols, aptitudes de climat et aptitudes de climat/sol) et les rendements des cultures. Nous considérons que cette approche nous permet de ressortir avec plus d'évidence l'élément dominant intra-ensemble ou éléments inter-ensembles ainsi que la part de dominance respective.

Comme il nous a été possible de dégager, suite a cette opération, les rendements optimums et marginaux spécifiques avec identification des potentialités des stations de la zone d'étude.

## 10.2 - Etude des Correspondances entre les Rendements Réels et les Aptitudes Climatiques

Les aptitudes ainsi que les rendements réels moyens annuels de blé dur et d'orge (toutes unités de sols confondues) prélevés au niveau des unités de sols plaines de Remila et de Berriche ainsi qu'au niveau des parcelles d'essais sont présentés sous forme de tableaux respectifs.

### 10.2.1- Cas de la plaine de Remila

---

## Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

Les données (tableau X.1 voir graphe en annexe 15) font ressortir la correspondance entre les rendements moyens annuels de blé dur et d'orge (toutes unités de sols confondus) et les aptitudes climatiques inter-annuelles (1991/92-1995/96).

Années agricoles		1991/ 1992	1992 /1993	1993 /1994	1994 /1995	1995 /1996	Moy.
Blé dur	Aptitude	S3	S3	N	S2	S1	S3
	Rendements moyens annuels	13,8	7,7	5,3	8,3	24	11,7
Orge	Aptitude	S3	S3	S3	S3	S1	S3
	Rendements moyens annuels	14,5	8,7	6,15	9,1	29,4	13,6

Tableau X.1: Correspondances entre les rendements de blé dur et d'orge et l'aptitude climatique annuelle, durant 5 années(1991/92-1995/96)-Plaine de Rémila

Il ressort d'après ce tableau et ce graphe que les rendements de blé dur et d'orge évoluent de façon progressive en relation avec les classes d'aptitudes respectives allant de l'inaptitude N à la bonne aptitude S1.

Pour une bonne aptitude correspond un rendement moyen de 24 qt/ha (enregistré durant l'année agricole 1995/96), le rendement maximal annuel atteint les 33qt/ha alors que celui minimal annuel atteint les 16 qtx/ha. Pour une aptitude marginale (contrainte sévère= inaptitude) correspond un rendement moyen de 5,3 qtx/ha enregistré durant l'année agricole 1993/94 (avec un rendement maximal de 8qt/ha et minimal de 3qt/ha). Ceci pour le cas du blé dur.

Pour le cas de l'orge, le rendement maximal enregistré durant l'année agricole 1995/96 est de 29qt/ha (rendement maximal 34 qtx/ha et minimal de 22qt/ha) auquel correspond une bonne aptitude. A l'aptitude marginale (contrainte marginale) correspondent des rendements estimés à 12,12qt/ha moyennes de quatre premières années agricoles. La valeur minimale n'excède pas les 3 qt/ha.

Ce que nous pouvons en déduire de ces résultats c'est que:

- L'évolution des rendements comme leur correspondance avec les aptitudes est légèrement aléatoire.

- Les rendements moyens toutes années confondues étant de 13,6 t/ha pour le l'orge contre 11,7qt/ha pour le blé dur, ceci explique un meilleur comportement du l'orge donc une meilleure aptitude (suitabilité) face aux conditions climatiques locales.

- De façon générale l'aptitude moyenne envisagées pour les deux cultures se définit par une légère marginalisation climatique et une aptitude marginale conséquente (S3).

### 10.2.2- Cas de la plaine de Berriche

Dans le cas de la plaine de Berriche, l'évolution des rendements pour le blé dur comme pour l'orge (tableauX.2 voir graphe en annexe 15) est quelque peu moins linéaire pour l'orge. Les rendements présentent une progression aléatoire avec des aptitudes correspondantes conséquemment aléatoires aussi. En effet les écarts entre les rendements sont importants et faussent l'échelle et la progression des classes d'aptitudes.

Considérant toutefois des rendements moyens optimums de 22,4qt/ha et marginaux de 4 qtx/ha, soit une moyenne approximative de 10qtx/ha auxquels correspondent des

aptitudes respectives : Bonne (S1), inapte (N) et marginale à sévère (S3/N), ceci peut nous amener à considérer qu'il existe dans l'ensemble une bonne corrélation entre les rendements réels optimums et marginaux de blé dur et les classes d'aptitudes particulières. Seule l'aptitude générale semble être légèrement en sous-estime des rendements qui lui correspondent.

Pour la culture de l'orge, les rendements optimums sont moyens de 21,5qt/ha et marginaux de 3,4 qt/ha, avec une moyenne générale de 9,7qt/ha. Ils correspondent à des classes d'aptitudes respectivement identiques à celles identifiées pour le blé dur.

Il ressort donc qu'au niveau de la plaine de Berriche:

- Avec des rendements moyens (toutes années et toutes unités de sols confondues) estimés à 10,25qt/ha pour le blé dur et à 9,5qt/ha pour l'orge, les conditions climatiques sont de façons générales très légèrement plus favorables pour le blé dur que pour l'orge.

- Comme l'aptitude générale envisageable pour le blé dur comme pour le blé est à la limite extrême basse de la marginalisation (S3/N) les conditions climatiques sont dans l'ensemble défavorables (marginales) aux deux cultures.

Années agricoles		1991	1992	1993	1994	1995	Moy.
		/1992	/1993	/1994	/1995	/1996	
Blé dur	Aptitudes	S2	N	N	S3	S1	S3/N
	Rendements moyens	12	6,25	4	5,2	22,4	10,25
Orge	Aptitudes	S2	S3	S3	N		S3/N
	Rendements moyens	12	4,3	3,4	6,5	21,5	9,7

Tableau X.2: Corrélation par année agricole, entre les rendements (qt/ha) de blé dur et d'orge et l'aptitude climatique - Plaine de Berriche

### 10.2.3 - Cas des parcelles d'essais

Dans les parcelles d'essais (tableauX.3) les aptitudes de blé dur vis-à-vis des rendements (toutes stations et toutes années confondues) sont très aléatoires.

Pour des rendements maximums supérieurs à 10,8qt/ha correspond une aptitude marginale (S3), alors qu'en cas d'inaptitude les rendements correspondants sont inférieurs à 5qt/ha. Aux rendements moyens estimés approximativement à 6,6qt/ha correspond la classe d'aptitude marginale à inapte (S3/N).

La correspondance entre les rendements et les aptitudes de climat est plus évidente pour Kais et pour Berriche que pour les autres stations (région de Batna) pour lesquelles les rendements ne correspondent pas nettement avec les aptitudes déterminées.

Il est toutefois possible de retenir cette correspondance si on devait considérer ces valeurs comme minimales des aptitudes, sachant que chaque classe d'aptitude est définie par des valeurs maximales et minimales de rendements.

Les classes d'aptitudes de climat de l'orge sont en fonction des années mais le sont surtout en fonction des stations. Elles sont marginales (S3) à inaptes (N). Pour des aptitudes marginales les rendements sont supérieurs à 18qt/ha alors que pour les cas d'inaptitude, les rendements sont inférieurs à 6qt/ha. Toutes stations et toutes années confondues l'aptitude

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

moyenne est à dominance inapte pour laquelle correspondent, légèrement supérieurs à la norme conventionnelle (<5qt/ha), des rendements moyens de 7,76 qt/ha.

La linéarité qui exprime la correspondance entre les aptitudes et les rendements étant quelque peu perturbée elle ne peut être prise comme référence dans ce cas précis.

		Blé dur			Orge		
		1992 /93	1993 /94	1994 /95	1992 /93	1993 /94	1994 /95
Kais	Rendements/ année	-	10,8	10,7	-	18,5	20,2
	aptitude climatique et rendements moyens	-	S3 ->10,75		-	S3 ->19,35	
Berriche	Rendements/ année	-	8,6	9,2	-	6,6	7,1
	aptitude climatique et rendements moyens	-	S3 ->8,9		-	N	S3
Hamla	Rendements/ année	-	3		-	3	6,7
	aptitude climatique et rendements moyens	-	S3 ->3		-	N ->4,85	
Timgad	Rendements/ année	1,5		-	1,5		-
	aptitude climatique et rendements moyens	S3 ->1,5	N ->1,5	-	S3 ->1,5	N ->1,5	-
in Skhouma	Rendements/ année	1,5	2,5	-	2,5	3,75	-
	aptitude climatique et rendements moyens	S3 ->2,0		-	N ->3,12		-

Tableau X.3-Corrélation par année agricole, entre les rendements de blé dur et d'orge (qt/ha) et l'aptitude climatique-Parcelles d'essais

## 10.3 - Correspondances entre les Rendements Réels et les Aptitudes de Sols

### 10.3.1 - Cas de la plaine de Remila

Pour une meilleure lecture et une meilleure appréciation et facilité d'interprétation nous avons reporté les aptitudes (classes et sous classes) selon une hiérarchie régressive allant de la meilleure classe d'aptitude jusqu'à la plus basse classe d'aptitude, enregistrées.

En outre le fait de tenir compte et de ressortir les sous classes d'aptitudes ceci nous permet de relever distinctement le type et le degré de contrainte avec les rendements réels qui leur correspondent.

Il ressort donc d'après les données reportées sous forme de tableau et reproduites sous forme de graphe (tableau X.4 voir graphe en annexe 15), il ressort ce qui suit:

#### **a- Pour le blé dur:**

Les classes d'aptitude S1, S2 et S3 se départagent 11 sous classes qui se caractérisent comme suit:

\*- la bonne aptitude (S1) caractérisée par moins de 2 facteurs limitants pour laquelle correspond un rendement moyen de 13 qt/ha. Les sous unités sont au nombre de 2 avec des rendements moyens variant entre 12,4 et 13,5qt/ha.

\*- l'aptitude modérée (S2) caractérisée par 2 facteurs limitants, pour laquelle correspond un rendement moyen de 11,8qt/ha. Les sous unités sont au nombre de 4 avec des rendements moyens variant entre 11,5 et 12 qtx/ha.

\*- l'aptitude marginale (S3) caractérisée par plus de 3 facteurs limitants pour laquelle correspond un rendement moyen de 11,8qt/ha. Les sous unités sont au nombre de 3 avec des rendements moyens variant entre 11,0 et 12,6 qt/ha et enfin

Les rendements moyens, toutes unités confondues, de sols, sont compris entre 13,0qt/ha et 11qt/ha, la moyenne de station étant de 11,7qt/ha avec une aptitude modérée à marginale (S2/S3). Celle-ci est légèrement en dessous du rendement optimal de cette classe, estimé en moyenne à 14qt/ha (au vu de ce qui a été constatée et relevé statistiquement, durant ces dernières décennies, pour cette région).

Au niveau des sous classes d'aptitudes l'évolution linéaire des rendements, malgré que légèrement aléatoire en raison de certaines sous unités dont les rendements sont un peu sur-estimées, est acceptable dans l'ensemble.

#### **b- Pour la culture de l'orge:**

Les classes d'aptitude S1, S2 et S3 sont représentées par 10 sous classes dominées là aussi par:

\*- la bonne aptitude caractérisée par moins de 2 facteurs limitants pour laquelle correspond un rendement moyen de 13,56qt/ha. Les sous unités sont au nombre de 2 avec des rendements moyens variant entre 13,2 et 13,56qt/ha

\*- l'aptitude modérée caractérisée par une dominante de 2 facteurs limitants et plus, auxquelles correspondent des rendements moyens de 13,34qt/ha. Les sous unités qui sont au nombre de 4, leurs correspondent des rendements compris entre 12,55 à 138qt/ha.

\*- l'aptitude marginale caractérisée par plus de 3 facteurs limitants pour laquelle correspond un rendement moyen de 12,83qt/ha. Les sous unités sont au nombre de 3 avec des rendements moyens variant entre 12,4 et 13,62 qt/ha;

Ainsi, toutes unités de sols confondues, les rendements moyens sont maximums de 13,60qt/ha et minimums de 12,4qt/ha. La moyenne qui est de 13,6qt/ha correspond à une

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

aptitude modérée à marginale (S2/S3). La moyenne des rendements de l'orge dans cette plaine semble être légèrement en dessous de celle optimale de la classe S2/3.

Il ressort de notre enquête que la production de l'orge y étant bien plus meilleure que pour le blé dur avec des données avoisinant les 16qt/ha, celles-ci correspondent pour la classe modérée à marginale que nous avons d'ailleurs déterminée.

Au niveau de sous classes d'aptitude l'évolution linéaire des rendements semble présenter de légers pics dus à des rendements sur-estimés de certaines sous unités.

Blé dur					orge					
Unité de sols	Cl. d'apt.	Rendts /s/c apt		Rend tot. apt	Unités de sols	Classe d'aptitude	Rendts /s/c apt		Rend tot. apt	
30	S1f	12,4	12,4	13,0	30	S1f	13,2	13,2	S1- 13,56	
15	S1	13,8	13,5		12	S1	14,2	13,65		
16	wf	12,2			15	wf	11,8			
25		13,8			16		13,4			
1	S	S2s	12	11,5	33	S	S2s	13	12,3	S2-> 13,24
14			11		1			S2f	11,6	
10		S2fn	11,8	11,9	14		S2f	11,6		
12		S2	11,6		7		S2sf	13,4	13,8	
6		wf	11,8		10		S2fn	13,8		
27			12,2		27		S2wf	12,2		
28			11,8		5			14,4	13,7	
33			12,2		6			12,6		
5		wsf	11,2	12,0	11			15,2		
11			11,4		13			14		
13			13,2		18			14,2		
22			11,6		19			14		
24			12,2		21			15,2		
26			12,6		22			12,4		
2	S2	wsfn	11,2	11,8	24	wsf	13,4			
3			10,4		26		13,2			
8			11,6		28		12,8			
9			12,4		23		13,4			
17			12,2		17		S2sfn	13,2		
18			11,8		29			15		13,55
19			13,2		8		S2	16,6		
4	S2/3	wsfn	11	11,0	9	15,4				
7			11,0		2	10,6				
23	S3sf	12,6	12,6	3	11,6			S2/3-> 12,6		
20	S3	wsfn	11,8	11,8	4	S2/3	12,6	12,6	S2/3-> 12,6	
21			11,6	11,1	25	S3fn	13,2	13,2	S3-> 12,83	
29			12,6		20	S3wsf	12,4	12,9		
31			11,0		30	S3	11,8	12,4		
32			9,2		31	wsfn	14			

Tableau X.4: Corrélation entre rendements (qt/ha) de blé dur et d'orge, et l'aptitude de sols- Plaine de Rémila

-Les classes d'aptitudes sont délimitées entre elles par un trait gras continu - -Les sous classes d'aptitudes sont délimitées par un trait gras discontinu et par un trait mince continu prolongeant les unités de sols -- Les unités de sols sont délimitées entre elles par un trait continu mince.



---

### 10.3.2- Cas de la plaine de Berriche

---

D'après le tableau X.5 (voir graphe en annexe 15), nous dégageons:

a- Pour le blé dur, deux classes d'aptitude S2 et S3 de sols que départagent 9 sous-classes selon des contraintes physiques pour des aptitudes qui se définissent comme suit:

\*- l'aptitude modérée se

caractérise par 2 à 3 facteurs limitants (physique, fertilité et humidité), pour laquelle correspond un rendement moyen de 10,1qt/ha. Les rendements des 3 sous unités varient entre 9,6qt/ha et 10,8qt/ha.

\*- l'aptitude marginale caractérisée par 1 à 4 facteurs limitants, lui correspond un rendement moyen de 10,1qt/ha. Les sous unités sont au nombre de 6 auxquelles correspondent des rendements moyens variant entre 7,8 et 11,4 qt/ha.

Toutes unités de sols confondues, Les rendements moyens sont compris donc entre 7,8qt/ha et 11,4qt/ha. La moyenne de station qui est de 10,1qt/ha est légèrement en dessous de la moyenne des aptitudes qui est modérée à marginale (S2/S3).

b- Pour la culture de l'orge, les sols dominant avec des aptitudes départagées entre bonnes et modérées, modérées et marginales ainsi que distinctement modérées et marginales. Pour chacune de ces classes correspondent des rendements moyens conséquents, évoluant selon une linéarité relative qui est comme suit : 10,8qt/ha pour S1/2; 9,3 qt/ha pour S2; 9,85 qt/ha pour S2/3; et 8,93 qt/ha pour S3.

Toutes unités confondues, les rendements moyens sont compris entre un minimum de 7,2qtx/ha et un maximum de 10,8qtx/ha soit une moyenne de 9,5qtx/ha correspondante pour une classe d'aptitude moyenne à dominante modérée à marginale.

De façon nous pouvons dire qu'il existe une relative correspondance entre les rendements et les aptitudes de sols.

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Blé dur				orge					
Unité de sols	Classes d'aptitudes		Rdts/ s/c apt	Rdts/ cl/apt	Unité de sols	Classe d'aptitudes		Rdts/ s/c apt	Rdts/ cl/apt
1	S2	S2sf	10,8	S2 ->10,1	12	S1/2	S1/2 tsf	10,8	S1/2 ->10,8
3					S2 sf	8,8	S2 ->9,3		
4		9,8							
12		S2wfs	10						
7		S2tsf	9,6		7	S2 tsf	9		
2	S3	S3f	10,2	S3 ->10,1	10	S2	S2/3 f	10,8	S2/3 ->9,85
6		S3sf	9,4		6		S2/3 sf	10	
10		S3fn	11,4		5		S2/3 wsf	8,8	
5		S3wsf	10,4		11		S2/3 tsf	9,8	
11		S3sfn	11,4		2	S3	S3 f	10,4	S3 ->8,93
9					S3 sf		9,2		
8					S3wsfn		7,8	8	

Tableau X.5: Correspondance entre les rendements (qt/ha) par année (de 1991/92 à 1995/96) du blé dur et de l'orge et les classes et le sous classes d'aptitudes des sols- Plaine de Berriche

### 10.3.3. Cas des parcelles d'essais

Au niveau des parcelles d'essais nous avons recensé des rendements pour le blé dur comme pour l'orge, très inférieurs aux rendements pouvant correspondre aux aptitudes des sols dégagées (tableau X.6). Le caractère fortement aléatoire de certains rendements réels estimés, en particulier ceux de la région de Hamla, Timgad et Ain Skhoua, est le résultat d'un concours de nombreuses circonstances et erreurs pouvant être commises ou à de mauvaises interprétations et cela lors des différentes étapes de travail. Celles-ci seraient donc à l'origine de ces écarts de valeurs. Ces correspondances spécifiques (de sol) avec les aptitudes sont donc à prendre avec réserves.

Stations	Blé dur			Orge		
	Aptitude de sol	Rendement et sous-classes d'aptitudes	Rendements et classes d'aptitudes	Aptitude de sol	Rendements et sous-classes d'aptitudes	Rendements et classes d'aptitudes
Kais	S1 wsf	10,8	S1/2-10,75	S1w	20	S1/2 ->19,35
	S2 tsf	10,7		S2tsf	18,7	
Berriche	S1 wsf	10,2	S2->8,9	S1W	11,6	S1/2 ->8,7
	S3 wsf	7,6		S2tsf	5,8	
Ain Skhouna	S2 wsf	1,5	S2/3->2	S2wf	3,7	S2 ->3,15
	S3 tsf	2,5		S2tsf	2,5	
Hamla	S2 tsf	3	S2->3	S2tsf	5	S2->5
Timgad	S2 wsf	1,5	S2->1,5	S1wf	1,5	S1->1,5

Tableau X.6: Correspondance entre les rendements (qt/ha) de blé dur et d'orge et les aptitudes de sols- Plaine de Berriche

## 10.4 - Correspondances entre les Rendements et les Aptitudes Culturelles

### 10.4.1- Cas de la plaine de Rémila

#### 10.4.1.1- Correspondances entre les rendements de blé dur et d'orge et les aptitudes culturelles

Les rendements annuels de blé dur avec leur correspondance avec les classes et les sous-classes d'aptitudes culturelles sont reportés sous forme de tableaux, celui distinctif annuel (tableau X.7) et celui récapitulatif avec graphe, toutes années confondues (tableau X.8 voir graphe en annexe 15).

Il ressort ce qui suit:

Les aptitudes culturelles interannuelles sont aléatoirement bonnes à marginales, pour lesquelles correspondent des rendements respectifs et conséquents compris entre 23,25qt/ha et 4,6qt/ha.

Durant les deux premières années (1991/92-1992/93) l'aptitude moyenne est modérée à marginale (S2/3) pour des rendements correspondants respectifs moyens de 13,43qt/ha et faibles de 7qt/ha. Durant la 3ème année (1993/94) l'aptitude est marginale frôlant l'inaptitude. Les rendements sont très faibles (5,82qt/ha). Pour la 4ème année (1994/95) les rendements sont légèrement en dessous de la moyenne (9,82qt/ha) pour une aptitude moyenne modérée frôlant la marginalisation. Et enfin durant la 5ème année (1995/96) pour une aptitude moyenne bonne à modérée correspondent des rendements moyens assez bons estimés à 22,12qt/ha.

Comme première constatation nous avons des correspondances pour des aptitudes jumelées (des valeurs minimales et maximales et une même classe). Ceci est dû aux particularités climatiques et édaphiques. Ces valeurs constituent à notre avis les valeurs limites de chacune des classes pour laquelle elles correspondent.

Partant de cette vision nous avons pu :

\*- Définir l'aptitude moyenne générale (toutes années et toutes unités de sols confondues) pour la plaine qui est alors modérée à marginale (S2/3) avec des rendements moyens de 12,35qt/ha lui correspondant;

\*- Mettre en évidence les correspondances entre rendements moyens et les classes d'aptitudes possibles pour application au niveau de la plaine. Ainsi pour la bonne aptitude les rendements moyens avoisineraient les 20qtx/ha, pour une aptitude modérée, ils seraient de 13qt/ha et enfin pour l'aptitude marginale ils seraient de 7qt/ha. Par anticipation pour la classe d'inaptitude, les rendements correspondants seraient inférieurs à 5qtx/ha.

Pour ce qui est de l'orge, les correspondances entre les rendements moyens annuels et les classes et les sous-classes d'aptitudes culturales, sont reportées dans les tableau général X.7 et récapitulatif tableau X.9 et sous forme de graphe (voir graphe en annexe 15). Il ressort ce qui suit:

L'aptitude moyenne est modérée à marginale (S2) avec des rendements correspondants de 12qtx/ha. Les aptitudes culturales interannuelles sont aléatoires avec des rendements qui leur correspondent dans l'ensemble. Ils sont compris entre un maximum de 28,6qtx/ha (bonne aptitude à modérée) et un minimum de 6,6qt/ha (aptitude modérée à marginale). Ces rendements peuvent être considérées comme valeur extrême de l'aptitude marginale.

L'interprétation par année des données nous permet de constater que durant les trois premières années (1991/92 à 1993/94) l'aptitude moyenne est modérée à marginale (S2/3) pour des rendements moyens correspondants assez bons de 14,33qt/ha qui sont légèrement en dessous de la moyenne avec 9qtx/ha et faibles de (6,25qt/ha). Durant la 4ème année (1994/95) les rendements sont légèrement en dessous de la moyenne et sont de 9 qtx/ha pour une aptitude modérée. Enfin durant la 5ème année (1995/96) pour une aptitude moyenne bonne à modérée correspondent de bons rendements estimés à 26,3qt/ha.

L'aptitude générale des conditions physiographiques de la plaine et ce vis-à-vis de l'orge est identique à celle du blé dur mais avec des rendements plus importants (15qt/ha) car l'orge s'adapte mieux à ces conditions physiographiques.

Il en est de même pour les correspondances entre les rendements et les classes d'aptitudes qui se dégagent, celles-ci étant sans changement, les rendements respectifs sont par contre un plus élevées.

Ainsi pour la bonne aptitude les rendements moyens arrondis avoisineraient les 26qt/ha, pour une aptitude modérée elle serait de 19qt/ha et enfin pour l'aptitude marginale elle serait de 9qt/ha. Par anticipation pour la classe d'inaptitude, les rendements correspondants seraient inférieurs à 5qt/ha.

Blé dur			orge				
Aptitudes culturales (A.C)	sclasses d'aptitude Culturelle	Rdt. Moy Par classe. D'apt. cult.	Aptitudes culturales (A.C)	sclasses d'aptitude Culturelle	Rdt. Moy Par classe. D'apt. cult.		
1991 /92	S2	Cf	13,3	1991 /92	S2	cf	14
		cfh			cfw	cfh	
		cfw			S2/3	cs	
	cf	cfh					
	cfw	cfw					
	cfh	cfw					
	cfw	cfw					
	cfw	cfw					
	S3	csf	13,0	S3	csf	14,00	
		cfh			csf		
		cfh			cfw		
		cfh		1992/93	S2	cf	8,75
cfh		cfw					
cfw		cfh					
1992 /93	S2	cf	10,50	S2/3	cf	9,25	
		cfh			cfw		cfh
		cfw			cf		
	cf	cfh					
	cfw	cfw					
	cfw	cfw					
	S3	csf	5,2	S3	csf	9,25	
		cfh			csf		
		cfh			cfw		
		cfh		1993 /94	S2	cf	5,50
		cfh				cfw	
		cfw				cfh	
1993 /94	S2/3	cf	7,5	S2/3	cs	6,60	
		cfh			cf		cfh
		cfw			cfw		
	cf	cfw					
	cfw	cfw					
	cfw	cfw					
	S3	cs	5,35	S3	csf	6,65	
		cf			csf		
		cfh			cfh		
		cfw		S3N	csf	4,6	
		cfh					
		cfh					
cfw							
cfw							
cfw							

Tableau X.7: Corrélation entre rendements de blé dur et d'orge (qt/ha) et les aptitudes culturales(classes et sous classes) - Plaine de Rémila



	S1	S1/2	S2	S2/3	S3	S3/N	Aptitude moyenne et rendements moyens (qt/ha) leur correspondants
1991/92	-	-	13,3	14,0	13	-	S2/3 13,43
1992/93	-	-	10,5	5,1	5,3	-	S2/3 7,0
1993/94	-	-	-	7,5	5,35	4,6	S3 5,82
1994/95	-	10,0	12,45	7,0	-	-	S2-S2/3 9,82
1995/96	23,25	21	22,1	-	-	-	S1/2 22,12
rendements moyens par classe d'aptitude	23,25	25,5	14,6	8,4	7,9	4,6	S2/3 12,38
	S1:19,4			S1:12,83		S3:7,0	

Tableau X.8: Correspondance entre rendements (qt/ha) et classes d'aptitudes culturales pour le blé dur (1991/92-1995/96)-Plaine de Rémila

	S1	S1/2	S2	S2/3	S3	S3/N	Rendements moyens par classe d'aptitude
1991/92	-	-	14	13	14	-	S2/3 14,33
1992/93	-	-	8,75	-	9,25	-	S2/3 9,0
1993/94	-	-	5,5	6,6	6,65	-	S2/3 6,25
1994/95	-	-	8,75	-	9,81	8,5	S3 9,0
1995/96	24	28,6	-	-	-	-	S1/2 26,3
rendements moyens par classe d'aptitude	24	28,6	9,75	9,8	9,0	8,5	S2/3 15

Tableau X.9: Correspondance entre les rendements (qt/ha) et les classes d'aptitudes de l'orge - Plaine de Rémila

#### 10.4.1.2- Caractérisation de l'ensemble physiographique dominant vis-à-vis des cultures

Il est important de ressortir l'ensemble dominant par comparaison des correspondances entre les rendements et les aptitudes spécifiques de climat de sol avec celles des aptitudes culturales.

Il ressort donc pour la culture de blé dur que les données (tableau X.10 voir graphe en annexe 15) mettent en évidence avec de nettes différences les actions distinctes certains facteurs soit de sol et/ou soit de climat sur les rendements.

Avec des rendements moyens distincts des sols (12qt/ha) et de climat (10,76qt/ha) malgré que relativement corroborés avec leurs classes d'aptitudes respectives, modérée

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

(S2) et modérée a marginale (S2/3), il ressort que le climat qui présente des valeurs faibles se positionne en avant comme ensemble le plus contraignant pour le développement de la culture.

		S1	S1/2	S2	S2/3	S3	S3/N	N	
Blé dur	Rdts moy	13	-	11,8	11	11,8	-	-	S2:12
	/ apt. sols								
	Rdts moy	24,00	-	8,30	-	10,75	-	5,30	S2/3:10,76
	/ apt. climat								
	Rdts moy/ apt.cultur	23,25	15,50	14,6	8,4	7,9	4,6	-	S2-S2/3 12,35

*Tableau X.10: Correspondance entre les rendements (qt/ha) du blé dur et les classes d'aptitudes de sol, de climat et culturales - Plaine de Rémila*

Pour l'orge, la part des ensembles influents par comparaison des aptitudes spécifiques des éléments de station sol, climat et combinés climat /sol, nous donne selon le tableau ci-dessous (tableau X.11) et graphe (voir graphe en annexe 15X.7) des rendements moyens, distincts des sols (13,22qt/ha) et de climat (14qt/ha) qui sont relativement corroborés avec leur respective classes d'aptitudes, modérées à marginales (S2/3) et bonnes à modérées (S1/2).

Le climat avec des valeurs élevées semble être l'ensemble le moins contraignant de l'orge au sein de cet écosystème.

		S1	S1/2	S2	S2/3	S3	S3/N	N	
Orge	Rdts moy	13,56	-	13,89	12,6	12,83	-	-	S2/3 13,22
	/ apt.sols								
	Rdts moy	29,40	-	9,1	-	11,3	-	6,15	S1/2 14,0
	/ apt.climat								
	Rdts moy	24,00	28,60	13,50	9,52	10,00	-	-	S2/3 15,0
	/ apt.culturales								

*Tableau X.11: Correspondance entre les rendements (qt/ha) (toute unités de sols et toutes années confondues) de l'orge et les classes d'aptitudes de sol, de climat et culturales des terres- Plaine de Rémila*

### 10.4.1.3 - Synthèse de validation rendement/aptitudes culturales

Après synthèse des données reportées dans nos différents tableaux et/ou graphe ci-dessus, ceci nous permis d'anticiper et de dégager les normes de rendements possibles ainsi que leurs correspondances avec les aptitudes culturales des sols de Rémila pour les deux cultures étudiées de blé dur (MBB) et d'orge (Saida).

Les correspondances proposées pour la culture de blé dur seraient dans un premier temps comme suit: - Bonne aptitude S1:  $\geq 24$ qt/ha

- Aptitude modérée S2:10 - 24 qt/ha



- Aptitude marginale S3: 5 -10qt/ha

-Inaptitude N:<5qt/ha

Pour l'orge elles seraient comme suit:- Bonne aptitude S1:  $\geq$  29qt/ha

- Aptitude modérée S2: 14 - 29 qt/ha

- Aptitude marginale S3: 5 - 14 qt/ha

- Inaptitude N: < 5 qt/ha

### 10.4.2-Cas de la plaine de Berriche

#### 10.4.2.1- Correspondances entre les rendements de blé dur et d'orge et les aptitudes culturales

Comme pour les sols de la plaine de Rémila, il est mis en évidence dans les tableaux X.12 et X.13 voir graphe en annexe 15, les corrélations entre les rendements du blé dur et d'orge durant les années agricoles (de 1991/92 à 1995/96), ainsi que les classes et les sous classes d'aptitudes culturales.

	Blé dur				orge			
	Classes d'aptit.	S/Classes d'aptitude	Rdt. * S/cl Apt.	Rdt. moy/ cl.apt	Classes d'aptitudes	s/classes d'aptit	Rdt* s/cl. apt.	Rdt. /cl.apt
1991 /92	S3	cf	13	11,26	S3	cf	14,5	13
		cwf,cfn,csf	12,11			csf	14,6	
		csfn,ctsf,cwsf	11			ctsf,cwsf	9,75	
		cwsfn	10			f		
1992 /93	S3/N	cf	7	6,25	S3/N	cf	4,5	4,5
		cwf,cfn,csf	7			csf	4,8	
		csfn,ctsf,cwsf	7,33			ctsf,cwsf	4,12	
		cwsfn	4			f		
	N	csf	5	5	N	csf	5	5
1993 /94	S3/N	cf	3	3,5	S3/N	cf	3	3,6
		cwf,cfn,csf	4,5			csf	4,25	

Tableau X.12: Correspondance entre les rendements (qt/ha) par année (de 1991/92 à 1995/96) de blé dur et d'orge et les aptitudes culturales des terres- Plaine de Berriche

Nous notons pour la culture de blé dur :

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

- De bonnes corrélations dans l'ensemble entre les classes d'aptitudes et les rendements de blé dur;

- Les sous classes d'aptitudes se caractérisent par un nombre variable de contraintes non proportionnels avec les rendements.

-Au niveau des classes, les rendements sont corrélés selon une progression linéaire relativement acceptable.

Par année, nous avons lors de bonnes pluviosités annuelles des valeurs qui se rapprochent de l'optimale comme c'est le cas de la 5eme année ou l'aptitude est modérée(S2) pour laquelle correspondent d'assez bons rendements, avoisinant les 22qt/ha. Les valeurs extrêmes marginales sont obtenues durant les autres mauvaises années pluvieuses avec des rendements conséquents faibles ne dépassant pas les 5qt/ha, ce qui correspond à des aptitudes marginales frôlant les cas d'inaptitude. La valeur moyenne est de 10qt/ha pour une aptitude moyenne marginale.

	S1	S1/2	S2	S2/3	S3	S3/N	N	Rendements moyens par classe d'aptitude
1991/92					11,26			S3 → 11,26
1992/93						6,25	5	N → 5,63
1993/94						3,5	4	N → 3,75
1994/95					4,9			S3 → 4,9
1995/96			22					S2 → 22
Rendements moyens par classe d'aptitude			22		8,08	4,88	4,5	S3 → 10
	S2 : 22			N : 4,5				
			S3 : 6,7					

*Tableau X.13: Correspondance entre les rendements (qt/ha) et les aptitudes de blé dur - Plaine de Berriche*

Pour ce qui est de l'orge nous constatons (tableaux X.12 et 14 ; voir graphe en annexe 15), que les rendements moyens, variables entre 23,75 qt/ha et 3qt/ha sont corrélés avec les classes d'aptitudes S2 et N qui leur correspondent respectivement.

La moyenne (toutes années et toutes unités de sols confondues) est de 10,7qt/ha correspondant à une aptitude estimée approximativement marginale à inapte (S3/N).

Par année nous avons une relative correspondance entre les rendements et les aptitudes qui sont estimées approximativement comme suit :

- lors de la 1ere année les rendements sont de 13qt/ha pour une aptitude correspondante marginale

-lors de la 2eme et 3eme et 4eme année les rendements sont compris entre 3 qt/ha et 7qt/ha pour une aptitude correspondante inapte (N).

-En 5eme année ils sont supérieurs à 21 qt/ha correspondants pour une aptitude modérée.

	S2	S2/3	S3	S3/N	N	Rendements moyens (qt/ha) par classe d'aptitude et par année (toutes unités de sols confondues)
1991/92			13			S3 → 13,0
1992/93				4,5	5	N → 4,75
1993/94				3,6	3	N → 3,3
1994/95				6,33	7	N → 6,7
1995/96	23,75					S2 → 23,75
Rendements moyens (qt/ha) par classe d'aptitude (toutes années et toutes unités de sols	23,75	-	13	7,22	7,5	S3/N → 10,7

Tableau X.14: Correspondance entre les rendements et les classes d'aptitudes de l'orge - Plaine de Berriche

#### 10.4.2.2- Caractérisation de l'ensemble physiographique dominant vis-à-vis des cultures

La part des correspondances entre rendements de blé et les aptitudes selon le degré d'influence des ensembles climat et/ou sols, telle apparue dans le tableau et le graphe (tableau X.15 voir graphe en annexe 15) met en évidence de nettes différences pour ce qui est des impacts distincts sur les rendements, des facteurs de sol et/ou de climat.

En effet les rendements moyens des sols (12qt/ha) et de climat (10,76qt/ha) malgré que relativement corroborés avec leur aptitude respective qui est partagée entre modérée (S2) et modérée a marginale (S2/3), le climat se présente quant à lui, avec de faibles valeurs qui le mettent en position d'ensemble le plus contraignant de cet écosystème.

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

		S1 -100 -	S1/2 -90 -	S2 - 80 -	S2/3 - 70 -	S3 - 60 -	S3/N - 50 -	N <40	
Blé dur	Rdts moy / apt. sols	-	-	10,1	-	10,1			S2/3:10,1
	Rdts moy / apt.climat	22,4	-	12	-	5,2	-	5,12	S3/N:10
	Rdts moy/ apt.culturelles	-	-	22	-	8,08	4,88	4,5	S3:10

*Tableau X.15: Correspondance entre les rendements (qt/ha) du blé dur et les aptitudes de sol, de climat et culturelles - Plaine de Berriche*

Pour l'orge, la part des ensembles influents par comparaison des aptitudes spécifiques des éléments de station sol, climat et combinés climat /sol, nous donne selon le tableau ci-dessous (tableau X.16 voir graphe en annexe 15) des rendements moyens distincts, des sols (13,22qt/ha) et de climat (14qt/ha) relativement corroborés avec leur aptitudes respectives qui sont modérée à marginale (S2/3) et bonne à modérée (S1/2). Le climat avec des valeurs élevées semble être l'ensemble le moins contraignant de l'orge au sein de cet écosystème.

	S1 -100 -	S1/2 -90 -	S2 - 80 -	S2/3 - 70 -	S3 - 60 -	S3/N - 50 -	N <40	
Rendements moyens par aptitude de sols	-	10,8	9,3	9,85	8,93	-	-	S2/3: 9,72
Rendements moyens par aptitude de climat	21,5		12		6,5		3,8	S3/N: 9,7
Rendements moyens par aptitude culturale		23,75			13	7,22	7,5	S3: 10,7

*Tableau X.16: Correspondances des rendements (qt/ha) de l'orge et les aptitudes de sol, de climat et culturelles des terres- Plaine de Berriche*

- Il ressort de cette relation entre les aptitudes et les rendements, que les terres de la plaine de Berriche présentent de meilleures aptitudes pour l'orge que pour le blé dur.

### 10.4.2.3 - Synthèse de validation rendement/aptitudes culturelles

Sur la base des rendements enregistrés dans le tableau ci-dessus, il nous à été possible de dégager comme pour la région de Rémila, les classes de rendements possibles pour chacune des classes d'aptitudes applicables spécifiquement pour la région de Berriche.

Pour le blé dur comme pour l'orge les valeurs pouvant être adoptées seraient approximativement comme suit:

- Bonne aptitude S1:  $\geq 25$  qt/ha
- Aptitude modérée S2: 13-25 qt/ha
- Aptitude marginale S3: 5-13 qt/ha
- Inaptitude N:  $< 5$  qt/ha

### 10.4.3-Cas des parcelles d'essais

D'après le tableau X.17, nous avons des données sur les rendements qui sont en bonne corrélation avec les classes d'aptitudes respectives des parcelles d'essais. Le caractère aléatoire d'une station à une autre de ces correspondances des rendements de blé dur et d'orge avec les aptitudes met en relief la spécificité des contraintes rencontrées par ces cultures et ce au niveau de chacune de ces stations. Comme il est mis relief l'aspect micro-zonal climato-édaphique des stations.

Dans la région de Kais, les rendements, relativement moyens (10 qt/ha) à bons ( $>18$  qt/ha) du blé dur sont corrélées avec une aptitude culturelle commune moyenne à marginale (S2/3). Cette dernière (Kais) se démarque faiblement des parcelles de la station de Berriche avec des rendements des cultures de blé dur et d'orge légèrement en dessous de la moyenne (8 qt/ha), corrélés avec de classes d'aptitudes marginales à inaptes. Au niveau des autres stations de la région de Batna, l'aptitude est aussi marginale à inapte mais avec des rendements faibles à très faibles.

Du point de vue comportement des cultures, toutes stations confondues, la culture d'orge semble mieux convenir par rapport au blé dur qui rencontre de contraintes plus élevées et plus importantes.

	Blé dur					Orge				
	*	Classe	Sous/cl	Rdt*	Rdt*	*	Classe	S/cl	Rdt*	Rdt
		apt.	aptitude	s/cl	cl.		Apt.	Apt.	s/cl	cl.
			apt	apt				apt	apt	
Kais	A	S2/3	cwf	10,8	10,8	A	S2/3	cwf	20	20
	B	S3	ctwf	10,7	10,7	B	S3	ctwf	18,7	18,7
Berriche	A	S2/3	cwsf	10,2	10,2	A	S3	cwsf	11,6	11,6
	B	S3	ctsf	7,6	7,6	B	N	ctsf	5,8	5,8
Ain Skhouna	A	S2/3	cwsf	2,5	2,5	A	S3	cwsf	3,7	3,7
		-S3/N								
	B	S3/N	ctsf	1,5	1,5	B	S3/N-N	ctsf	2,5	2,5
Hamla		S3	ctsf	3	3		S3-S3/N	ctsf	5	5
Timgad		S3	cwsf	1	1		N	cwsf	1	1

*Tableau X.17: Corrélation entre les rendements (qt/ha) du blé dur et de l'orge et les aptitudes culturales des terres-*

\*: parcelles

#### **10.4.4 - Validation rendement/aptitudes -Zones agro-climatiques**

---

Afin de mettre en exergue la relation entre les rendements et les aptitudes culturales pour les trois zones agro-climatiques confondues de notre zone d'étude, nous avons reporté sous forme de tableau récapitulatif (tableau X.18), toutes les données sur les rendements moyens et leurs correspondances avec les aptitudes culturales.

A partir des données relevées dans ce tableau, les valeurs aléatoires des rendements sont mises quelque peu en minorités d'une part comme il nous et mis en relief d'autre part les classes de rendements, correspondantes aux aptitudes culturales au niveau de la zone d'étude.

Les rendements qui ressortent dans ce tableau constituent des valeurs moyennes de la classe pour laquelle ils correspondent. Aussi pour ressortir les valeurs intermédiaires nous avons tenu compte des valeurs respectives correspondantes minimales et maximales qui ressortent dans les lignes.

A noter l'exception qui est faite pour les classes extrêmes de bonne aptitude et de d'inaptitude pour lesquelles nous ne voyons pas de limites. En effet les rendements peuvent être très élevés par rapport à ces valeurs si les conditions sont bonnes. Il en est de même pour l'inaptitude ou la limité maximale est estimée à partir de considérations économiques (limites de la couverture des dépenses et charges agricoles).

		S1 -100	S1/2 -90 -	S2 - 80 -	S2/3 - 70 -	S3 - 60 -	S3/N - 50 -	N <40
Blé dur	Plaine de Remila	23,25	15,50	14,6	8,4	7,9	4,6	-
	Plaine de Berriche	-	-	22	-	8,08	4,88	4,5
	Parcelles de Kais					10,75		
	Parce. de berriche					8,9		
	Parce. Hamla					3		
	Parce. de Tingad					1		
	Parc. de A Skhouana						2	
		S1:19,4		S2:15,1		S3:5,8		N:4,0
orge	Remila	24,00	28,60	13,50	9,52	10,00	-	-
	Plaine de Berriche		23,75			13	7,22	7,5
	Parcelles Kais					19,35		
	Parcelles Berriche						8,8	
	Parcelles Hamla						5	
	Parcelles Tingad							1
	Parc. de A Skhouana						3,1	
		S1:25,45		S2:18,8		S3:9,5		N:5,4

Tableau X.18: Correspondance entre les rendements de blé dur et d'orge et les aptitudes des terres - Sud des Hautes Plaines Constantinoises

Ainsi après synthèse de l'ensemble des correspondances dégagées plus haut entre les aptitudes culturales d'une part et les rendements d'autre part et cela que se soit au niveau des plaines de Rémila, de Berriche et des parcelles d'essais comme pour l'ensemble de la zone agro climatique (qui constitue en fait elle-même une synthèse des autres données) nous proposons les correspondances finales en termes de classes d'aptitudes avec leur définition et les classes de rendements conséquents.

Ces normes qui constituent pour nous une première tentative dans son genre sont certes relatives et peuvent faire l'objet de discussion et d'amélioration sur des bases de données plus poussées dans le temps et dans l'espace. Nous justifions notre remarque par le fait que durant 5 années nous avons beaucoup manipulé au laboratoire comme nous nous sommes basés sur beaucoup de données de terrain en particulier les données sur les rendements que se soit directement ou indirectement (enquêtes auprès des services agricoles et des agriculteurs), les prélèvements d'échantillons, les analyses au laboratoire

etc. Ces multiples et diverses étapes auront permis l'immiscions d'erreurs inévitables qui auront influé sur les résultats et sur notre conclusion.

a - Cas du blé dur :

**\*4- Bonne aptitude (classe S1) :**

**Les contraintes sont nulles à faibles. Les rendements sont bons à très bons et sont supérieurs à 20 q/ha.**

**\*4- Aptitude moyenne (classe S2) :**

**La contrainte est modérée. Les rendements sont assez bons à bons et sont compris entre 20 q/ha et 15 q/ha,**

**\*4- Aptitude marginale (classe S3) :**

**Les contraintes sont marginales. Les rendements sont moyens à faibles et sont compris entre 15 q/ha et 5 q/ha,**

**\*4- Inaptitude (classe N) :**

**Les caractéristiques sont fortement limitantes. Les rendements sont faibles à très faibles et sont inférieurs à 5 q/ha.**

b- Cas de l'orge

**\*4- Bonne aptitude (classe S1) :**

**Les rendements sont supérieurs à 25 q/ha**

**\*4- Aptitude moyenne (classe S2) :**

**Les rendements sont de 25 q/ha à 10 q/ha,**

**\*4- Aptitude marginale (classe S3) :**

**Les rendements sont de 10q/ha à 5q/ha,**

**\*4- Inaptitude (classe N) :**

**Les rendements sont inférieurs à 5 q/ha**

Comme synthèse de cette partie nous avons ce qui suit :

- Les classes de rendements qui se dégagent pour le blé dur et l'orge dans les différentes stations, présentent des pourcentages d'estimations respectifs exprimant clairement la relation entre les aptitudes des céréales et les aires agro climatiques.



- L'orge s'adapte mieux aux conditions de station de Remila, contrairement au blé dur dont l'adaptation est conditionnée par la levée de certaines contraintes chimiques (salinité) et physiques (battance). Ce dernier s'adapte mieux dans les autres micro-stations sans contraintes de salinité ou de texture par exemple.

- A Berriche, l'affinité et l'adaptation des cultures aux conditions de station semble présenter des correspondances identiques.

- Dans les stations respectives de Hamla, Timgad et Ain Skhouna, les conditions de station, et plus spécifiquement celles climatiques sont fortement limitantes contrairement à celles édaphiques qui le sont, mais avec un moindre degré.

- Les écarts qui se dégagent des résultats présentés par application des deux méthodes, sont réduits, ce qui nous permet de valider relativement ces mêmes résultats avec incidence positive sur les classes de rendement dégagées.

A remarquer que les écarts notés au niveau des moyennes des résultats peuvent s'expliquer pour plusieurs raisons, à savoir 1) le caractère empirique des méthodes, 2) Les conditions aléatoires de prélèvement sur le terrain et d'analyse aux laboratoire des données physiographiques et 3) les conditions des prélèvements des rendements sur le terrain qui obéissent pour la plupart à des extrapolations, comme c'est le cas des rendements dans les plaines céréalières.

Considérant en outre ce qui ressort de la bibliographie, il a été démontré et estimé à environ 4% ha les pertes de grains lors de la récolte (pertes naturelles et pertes de la table de coupe) BENCHENNOUF (1990), Ces pertes peuvent être encore plus importantes avoisinant les 30 % (SPIESS, 1974). Comme il faut tenir compte aussi des écarts entre les rendements optimums potentiels et ceux réellement réalisés sur terrain. Les résultats des études d'évaluation prévoient suite aux contraintes physiques et physico-chimiques, des pertes de rendements, estimées à 10%, 30%, 50% et plus de 50%, respectivement aux classes d'aptitudes S1, S2, S3 et N.

Donc, une fois majorés, compte tenu des pertes sur champ lors de la moisson, les rendements qui s'en dégageront alors exprimeront mieux les potentialités locales des terres de notre zone d'étude et se rapprocheront des classes d'aptitudes dégagées et qui leur correspondent.

A retenir que ces résultats ne sont applicables uniquement que pour ces variétés dans le terroir propre qui est le Sud des Hautes Plaines Constantinoises

## CONCLUSION GENERALE

Notre travail porte sur l'étude du comportement de deux cultures céréalières : blé dur (*Triticum durum* Desf. Var. MBB) et orge (*Hordeum vulgare* L. var. Saida). Les données recensées nous ont permis de dégager les exigences culturales spécifiques physiographiques, ce qui a rendu possible en seconde étape la détermination des aptitudes distinctes de climat, de sol puis culturales (climat/sol) et enfin la validation des résultats en dernière étape.

Notre zone d'étude est représentée par plusieurs plaines céréalières dont les plus importantes du point de vue spatial, économique ; les plaines de Remila et de Berriche.

Comme défini dans notre objectif, nous avons tenu compte dans notre choix du TUT, de deux aspects: l'aspect variétal et l'aspect terroir, bio-physiographiquement indissociables.

Au vu de l'apparition durant ces dernières décennies, de phénomènes climatiques régressifs avec leur impact sur l'aspect édaphique, il s'avère que les conséquences conjuguées de ces deux ensembles sur le comportement des cultures présentent des implications négatives sur les rendements et sur la durabilité de la productivité des terres.

Cette nouvelle attitude des cultures constituerait sans aucun doute les prémisses de nouvelles potentialités culturales locales durables avec en arrière plan les contraintes climato-édaphiques. A ce titre nous considérons que toute action de développement présente et future devrait se baser sur ces considérations nouvelles.

L'exploitation des données de longues durées, climatiques prélevées dans les 21 postes pluviométriques répartis le long de la zone d'étude nous a permis dans une première étape de délimiter 7 unités pluviométriques (UP). En seconde étape et considérant la notion d' « espace potentiel » en relation avec les classes de pluies ceci nous a amené à reconsidérer ces délimitations et à les compresser en 3 principales aires distinctes se caractérisant par une productivité spécifique céréalière. Nous avons donné comme appellation à ces délimitations, le terme de "zones agro-pluviométriques" ("ZAP").

L'exploitation conjointe de données climatiques, édaphiques et de productivité, nous a permis de reconvertir encore ces zones agro-pluviométriques en « zones agro-climatiques » suivantes :

- *Première zone agro-climatique (ZAC.1)* : Elle domine au centre de la zone d'étude. Elle est aussi représentée par des enclaves au nord-ouest et au Nord-Est. Les contraintes aux céréales d'hiver en sec sont faibles à moyennes,

- *Deuxième zone agro-climatique (ZAC.2)* : Elle domine à l'Est. Les contraintes sont moyennes à marginales,

- *Troisième zone agro-climatique (ZAC.3)* : Elle domine à l'Ouest. Les contraintes sont sérieuses.

La 4ème zone agroclimatique que nous avons délimité est à la limite centre nord de notre zone d'étude.

Autre point non moins important qui se dégage de cette étude, car établi pour la première fois, est celui de la macro ébauche de délimitation (avec caractérisation physico-

chimique et cartographie) des principales tendances des sols de la zone d'étude qui se présentent dans la classification Française (CPCS, 1967) comme suit :

- *Les sols minéraux bruts*: Ils sont caractérisés par des niveaux lithiques importants, sur les versants et les bas versants de la zone d'étude,

- *Les sols peu évolués*: Ils occupent les bas versants et les terrasses. Ils sont très profonds, sur matériau parental argileux à argilo-marneux ou sur des alluvions colluvions,

- *Les Vertisols*: Ils sont rencontrés particulièrement à l'extrême Sud de la partie centrale, ainsi que sous forme de plages à l'Ouest et au centre Nord. Ils présentent différentes formations géomorphologiques, allant des terrasses aux collines. Ils sont profonds,

- *Les sols Calcimagnésiques*: Ils sont de loin, les plus représentatifs de la zone d'étude. Ils s'étendent sur pratiquement l'ensemble des terrasses et des bas versants de la zone d'étude.

- *Les sols halomorphes* : Ils occupent les dépressions de la plaine de Rémila au centre de la zone d'étude ainsi que la partie Nord-ouest de notre zone d'étude (sud de la plaine de Ain Skhouna).

Il est à souligner l'existence de formations pédogénétiques juxtaposées et /ou complexes que nous n'avons pas pu cartographier en raison de l'échelle adoptée (petite échelle).

Les caractéristiques édaphiques les plus contraignantes rencontrées dans notre zone d'étude sont: le calcaire total (avec de forte teneur sur la majeure partie des terres), la salinité (forte teneur dans des endroits déprimées au Nord de la zone et au centre), la matière organique (faible teneur sur la majeure partie des terres), les cailloux (sur les bas versants en particulier et dans la partie Nord Est de la zone d'étude), la texture (moyennement fine à fine dominante) et la profondeur des sols (bas versant et Nord-est de la zone d'étude).

Selon l'ordre et le degré les limitations ils seraient spécifiques pour chaque zone agro-climatique. Les limitations sont par ordre de contrainte: la salinité (4-8dS/m), la texture (fine à très fine), la teneur en matière organique (< 2%).

La plaine de Berriche présente des contraintes dues à des teneurs élevées en calcaire total (25%-45%), à la profondeur faible (30-50cm) et aux teneurs faibles à très faibles de matière organique (>1,5%).

D'autres facteurs limitants secondaires non relevés sont à mettre en cause dans ce diagnostic. A titre d'exemple la topographie dont la contrainte est aléatoire, l'inondation, le drainage etc.

Sur le plan climatique, l'étude des données décennales et mensuelles relevées au sein des stations de la zone d'étude confirme l'existence de deux périodes, l'une chaude et sèche et l'autre froide et humide.

Les données pluviales des 5 années agricoles (1991/92-1995/96) comme celles des deux à trois dernières décennies (selon les données disponibles) mettent en exergue une régression pluviale très importante par rapport aux données anciennes (1915-1938)

Durant les cinq années agricoles la moyenne pluviale enregistrée au niveau des stations est de 430mm. Les pluies se sont caractérisées par de nettes irrégularités inter-stations et inter-annuelles. Nous avons un maximum exceptionnel de 732mm (1995/96) à un minimum de 169mm pour la région de Berriche. Les valeurs élevées ont été enregistrées à Kais (station de Foug El Gueis) alors que celles intermédiaires, légèrement basses, ont été enregistrées pour Batna (Station de Ain Skhouna)

Si les hauteurs pluvielles maximales et celles minimales sont exceptionnelles, les hauteurs habituelles sont par contre aléatoires, irrégulières et faibles. Parallèlement à cela, s'ajoute l'aspect régressif et variable inter-années et inter-stations. Il est noté en effet des écarts importants et variables d'une région à une autre, compris entre 30% (région centre) à 60% (région Nord-est) avec des incidences sur les rendements des cultures dont la moyenne annuelle fluctue entre 8 qt/ha et 15qt/ha. Les faibles à très faibles rendements enregistrés durant les plus mauvaises années atteignent des valeurs n'excédant pas les 5qt/ha.

Le caractère défavorable climatique se fait sentir chez les cultures par un stress hydrique important durant les stades décisifs de développement. Ceci remet en cause et pose avec sérieux le choix de la date de semis. De façon générale les semis tardifs sont à déconseiller dans notre zone d'étude. Si les semis de saison et mi-saison sont à la limite, conseillés, il est prépondérant à notre avis de tenir compte des périodes intermédiaires (le mois de novembre par exemple). Comme il devra être tenu compte du choix de la semence ainsi que des travaux mécaniques.

Comme le stress hydrique est aléatoirement limitant, étant dépendant de la durée de croissance et de celle des phases de développement, nous avons de nos résultats, ressorti des durées moyennes de développement spécifiques à nos conditions. Les durées moyennes de croissance vont de 200 jours pour le blé dur à 180jours pour l'orge avec des durées moyennes de stades végétatifs comme suit : stade initial = 35j; stade développement = 106j, stade mi-saison = 36j et stade saison = 28j pour le blé dur. Pour l'orge, ces valeurs sont respectivement de : 23j, 98j, 33j et 17j.

Noter que les durées inter années et interstades, enregistrées dans les différents blocs, sont aléatoires. Les cultures, durant leur développement végétatif, ont été soumises à un stress hydrique important et prolongé durant des décades continues.

Du point de vue spécificité d'adaptation culturale, la variété Saida, d'orge s'adapte mieux que la variété Mohamed Ben Bachir, de blé dur. Les valeurs moyennes des rendements réels enregistrés dans près de 241 cas, sont moyens de 10,5 qt/ha pour l'orge et 9,5 qt/ha pour le blé dur. Les maximums sont respectivement de 38 qt/ha, et 28qt/ha alors que les valeurs minimales avoisinent les 5qt/ha.

Les conditions édaphiques, une fois améliorées, permettront l'amélioration des rendements. Ceci a été remarqué au niveau des terres du domaine agricole de Berriche, où les rendements réalisés ont été assez bons par rapport aux autres régions dont les sols n'ont pas été bien travaillés.

Considérant les trois zones agro climatiques délimitées, qui se caractérisent par des potentialités céréalières qui les distinguent conséquemment, la zone centrale (périmètre de Kais et plaine de Rémila), se distingue par des rendements moyens de 14 qt/ha pour l'orge et 12 qt/ha pour le blé dur en sec. Dans les parcelles d'essais de Kais, les rendements sont moyens avec un meilleur comportement du blé dur.

Dans les parcelles d'essais de la région de Batna, nous avons enregistré des rendements réels faibles à très faibles (<3qt/ha). Si la raison est climatique (conditions pluvielles nettement défavorables durant la période de nos essais) elle est aussi d'ordre édaphique. En outre les travaux culturaux ne sont entrepris qu'en fonction de moyens financiers et matériels.

Faisant l'objet d'aménagements continus (travaux culturaux périodiques et diversifiés), la région de Berriche malgré que moins arrosée, enregistre des rendements légèrement

meilleurs que ceux des stations de Batna (Hamla, Ain Skhouna et Timgad), ce qui lui permet de se situer dans la seconde zone agro-climatique aux potentialités moyennes à légèrement faibles.

Ainsi la baisse des rendements, comparativement à celle des anciennes périodes, est le résultat d'un phénomène climatique apparemment irréversible, que caractérise des pluies régressives allant jusqu'à 100mm durant ces deux dernières décennies. Les températures ont subi aussi de légères fluctuations, comprises entre 0,5°C et 1,5°C selon les zones agro-climatiques.

Enfin, Compte tenu de l'importance et de l'impact des caractéristiques climatiques et édaphiques des stations sur le développement des cultures, la nécessité de déterminer pour chaque culture des exigences propres à leur terroir (local ou régional), semble se confirmer inévitablement afin d'en assurer : 1) le processus de choix et d'affectation de cultures, 2) l'aménagement et la mise en valeur, 3) le remembrement des terres.

Interprétant les résultats selon deux approches, l'approche classique et celle statistique (analyse multidimensionnelle, analyse de la variance) nous avons présenté sous forme de tableaux les exigences culturales spécifiques pour nos deux cultures céréalières.

Ces exigences culturales définissent les conditions optimales et marginales de développement des cultures pour lesquelles elles présentent parfois des similitudes entre certains éléments étudiés. Les éléments les plus dominants sont mis en relief par des valeurs propres. A cet effet les pluies optimales de croissance avoisinent les 400mm pour l'orge et 450mm pour le blé dur avec des valeurs minimales respectives avoisinant les 200mm et 250mm. La durée du stade tallage montaison étant la plus longue, les besoins en eau sont estimés respectivement à 100mm et plus. Pour les autres stades, ces besoins fluctuent entre 25mm et 30 mm (maturation) à plus de 70mm (épiaison-floraison). Les données thermiques sont importantes, dans la mesure ou conjuguées avec les pluies, elles conditionnent l'évapotranspiration potentielle qui est alors élevée et devient à cet effet contraignante pour les cultures. La moyenne thermique de croissance des deux cultures avoisine les 14,5°C. A noter qu'au-delà de 16°C la contrainte est très sérieuse. Durant les autres stades, les températures optimales sont similaires aussi et vont de 8°C (stade développement) à 24 °C (stade maturation) pour les deux cultures. Les contraintes thermiques sont respectivement en deçà de 3°C et 14°C.

Pour les exigences édaphiques, optimales, Les différences résident au niveau de la caractéristique salinité/alcalinité qui est optimale pour le blé avec des valeurs inférieures à 4 dS/m. alors que l'orge peut aller jusqu'à 8dS/m au-delà de ces valeurs respectives les contraintes sont sérieuses. L'orge qui tolère des sols battants admet des textures même lourdes à la limite, ce que ne tolère que difficilement le blé dur car il préfère des textures légères.

Les exigences culturales dégagées nous ont permis de mettre en exergue les particularités suivantes: tolérance, souplesse d'adaptation et de conditionnement eco-bio-physiologiques des cultures. Celles-ci peuvent être interprétées par référence aux durées de croissance et des cycles végétatifs comme pour celle des rendements recensés. Durant certaines années par exemple, les courtes périodes de croissance et/ou des stades végétatifs des cultures, correspondantes à de bons rendements nous permet d'assimiler cela à une attitude souple et une adaptation aux conditions de station qui se justifient par des besoins hydriques et thermiques acceptables à la limite. Comme il en est de même de leur tolérance vis à vis des facteurs édaphiques (texture fine, cailloux, salinité profondeur...)

donc vis-à-vis des besoins minéraux potentiellement importants mais à disponibilité limité. Cette tolérance ressort clairement au niveau des sous-classes d'aptitudes des sols.

Nous avons en effet ce qui suit

- L'aptitude culturale des terres de Rémila pour le blé dur est modérée à marginale (S2/3) avec le climat comme contrainte dominante. Pour l'orge elle est modérée (S2) avec comme contrainte dominante les facteurs de sols. Les sous classes d'aptitudes de sols définissent quant à elles des facteurs: d'humidité, de texture, de fertilité et de salinité avec des contraintes aléatoires allant de modéré à marginal.

- A Berriche les cultures présentent la même aptitude culturale marginale (S3) tout en étant à la limite de l'inaptitude (S3/N) avec pour contrainte dominante le climat. Les sous classes d'aptitudes de sols mettent en évidence les contraintes profondeur et calcaire dont la contrainte est importante allant de marginale à inapte.

- Au niveau des parcelles d'essais la contrainte est modérée à marginale dans la région de Kais, pour le blé dur comme pour l'orge. Les contraintes sont conjointement pluviales et thermiques durant le cycle végétatif. Elles sont plus accentuées durant l'épiaison-floraison jusqu'à la maturation. L'aptitude est marginale tendant vers l'inaptitude surtout en mauvaise année pluviale, ce qui met en relief la prédominance du climat sur la durabilité des rendements au niveau de la région d'étude.

La validation des résultats réalisée à trois niveaux ou en trois étapes distinctes mais complémentaires suivantes: 1) entre les rendements et les aptitudes de sols; 2) entre les rendements et l'aptitude climatique et 3) entre les rendements et les aptitudes culturales nous à permit de constater que :

- Les rendements des cultures semblent présenter une relative correspondance avec les aptitudes dégagées.

- Les correspondances ne sont pas parfois linéaires et ce, en raison de certains relevés incontrôlables sur le terrain ou pouvant s'expliquer par de légères erreurs de manipulation au laboratoire, ou par des erreurs de jugements et d'appréciations.

Cette étude nous aura permit en outre d'associer aux classes d'aptitudes des niveaux de rendement économiques correspondants. Ce qui nous a amené à proposer dans un premier temps le niveau productif potentiel possible valable pour le blé dur et l'orge dans la zone étudiée (frange sud des Hautes Plaines Constantinoises). Ainsi les meilleures classes d'aptitudes (S1) sont justifiées par des rendements supérieurs à 20 qt/ha pour le blé dur et à 25 qt/ha pour l'orge. Les aptitudes sont modérées (classe S2) pour des rendements moyens de 15 qt/ha pour les deux cultures. L'aptitude marginale (S3) des terres se définit par des rendements minimaux de 5qt/ha pour le blé dur comme pour l'orge. En deçà de ces valeurs, les conditions écologiques de stations sont inaptes pour ces deux cultures.

A noter que les correspondances entre les rendements et les aptitudes culturales définissent une situation moyenne qui semble persister et représenter la région sur le plan productif céréalier actuel. Les rendements peuvent être améliorés si les conditions pluviales culturales sont respectées.

Dans l'ensemble, les données climatiques pluviales maximales et minimales d'une part, et les rendements conséquemment bons et faibles d'autre part, confirment le caractère névralgique des pluies avec leurs retombées sur la durabilité productive des terres à leurs conséquences sur l'équilibre socio-économique comme sur celui de l'écosystème.

Donc, si le climat avec ses deux principaux facteurs (pluie et température) reste le garant d'une production optimale des céréales en sec dans les zones semi-arides, il doit être conjugué avec le substrat sol afin d'arriver à une meilleure appréciation des potentialités de l'étude et l'appréciation du comportement de ces cultures.

Par ailleurs, les exigences climatiques auxquelles nous avons abouti répondent à une spécificité variétale dans des conditions locales voire même à extension régionale avec des conditions physiographiques similaires, comme cela a été souligné par ABDELGUERFI (2000) ce n'est qu'avec le retour aux essences de terroirs et surtout améliorées génétiquement qu'il nous sera possible de limiter les besoins en céréales et dérivés céréaliers.

Parallèlement à cette préoccupation, nous relèverons celle indirecte bioécologique qui vise au maintien de la durabilité et l'équilibre de l'écosystème (EL MOURID, 2000).

Enfin, nous estimons que les résultats de ce travail, réalisé dans cette frange importante des terres algériennes, importante socio-économiquement, s'insèrent dans le prolongement de travaux généraux et particuliers réalisés par d'autres chercheurs évaluateurs.

Nous estimons enfin que le "paufinement" de ces résultats reste comme objectif ouvert à la recherche.

## BIBLIOGRAPHIE

- ABDELGUERFI A., LAOUAR M.(2000) -Les ressources génétiques des blés en Algérie passé, présent et avenir. Actes du 1er symposium International sur la filière Blé. 7.9 Fevrier 133-148
- AISSOUG M. (1972) - Etude agro-pédologique du périmètre de Kais. EAP 119. I. Rapport D.E.M.R.H. Ministère de l'hydraulique (Algérie), 48p
- BAGNOULS et GAUSSEN H.(1957) - Les climats biologiques et classification. Annales de géographie France, 355
- BELLION J.C. (1976) - Etude géologique et hydrogéologique de la terminaison occidentale des monts de Belezma (Algérie)
- BENBELKACEM A. (1993) - La recherche variétale en Algérie. Revue Céréale. N°26, 3-8
- BENCHENNOUF C (1990)- Etude des pertes en grains provoqués lors de l'opération moisson battage dans la région de Batna. Thèse Ing.Inst. agronomie -Univ. Batna ,67p
- BIOT Y., DEBAVEYE W. & BOUCKAERT (1984) - A Contribution towards the development of methodology for application of the FAO Framework for land evaluation in peninsular Malaysia. Rijksuniversiteit Ghent, 61p
- BOULAIN J. (1982) - Projet de révision de la Classification Française doc. Multicop. INA. P.G.57p.
- BOYELDIEV J. (1981) - Blé tendre. Revue techniques Agricoles. 2020.
- CATTON M.B. (2000) - 20 années d'exportation de blé vers l'Algérie. Actes du 1er symposium International sur la filière Blé du 7 au 9 fev. (Algérie), 87-90.
- C.G.G. (1970) - Etude par prospection géophysique dans la plaine de Remila. Dir. Hyd.Wil. de Khenchela - Algérie.
- C.P.C.S. (1967) - Classification des sols. Laboratoire de pédologie de l'E.N.S.A. Paris-Grignon, 87p.
- DANIELIE P.,(1998 a)- Statistique théorique et appliquée .Tome 2: Inférence statistique à une et deux dimensions, Bruxelles. Université DE BOECK et LARCIER, 6-59.
- DANIELIE P. (1998b) - Minitab reference manual, release 12-21 for windows. PA. state collége, Minitab, 10-47.
- DESPOIS J. & RAYNAL (1975) - Géographie de l'Afrique du Nord-Ouest. ed. Payot, Paris, 167-185.
- DUCLOS G. (1971) - Appréciation de l'aptitude à la mise en valeur des sols de Provence. L'irriguant N° 60, 16-32.
- L MOURID M. (2000) - Caractérisation agro-écologique : Outil de gestion et d'aide à la décision en agriculture aléatoire. Actes du 1 er symposium International sur la filière Blé du 7 au 9 Fev ; (Algérie),.99-103.



- 
- EMBERGER L.(1955) – Une classification biogéographique des climats .travaux  
Instituts de Botanique, Montpellier .
- FALISSARD B. (1998) – Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la  
vie. 2eme ed. Masson. Coll. évaluation et statistique; 326p.
- F.A.O. (1976) (a) - Land evaluation in Europe. Bull. Péd. N° 29. Rome.
- F.A.O. (1976) (b) - Cadre pour l'évaluation des sols. Bull. Péd. 32, Rome, 64p.
- F.A.O. (1976) (c) - La qualité de l'eau en agriculture. Bull. Irr. Drainage. N° 29, Rome,  
93p.
- F.A.O. (1977) - Les besoins en eau des cultures. Bull. Péd. D'irrigation et de drainage.  
N° 24, révisé. 144p.
- F.A.O. (1978) - Report on the agro-ecological Zones Project : Vol. 1, Methodology and  
result for Africa : World Soil Resources Report N° 48, FAO, Rome, 158p.
- F.A.O. (1980) - Réponse des rendements à l'eau. Bull. Irr. Drain. N° 33, FAO, Rome,  
263p.
- F.A.O. (1992 a) - Cropwat a computer program for irrigation planning and management.  
N° 46.FAO, Rome, 126p.
- F.A.O. (1992 b) - Annuaire FAO de production. Vol. 36-46.
- FELIACHI K (2000) - Programme de développement de la céréaliculture en Algérie.  
Actes du 1er symposium International sur la filière Blé du 7 au.9 Fev, (Algérie), 21-27
- FLASSE S., 1 LLTEN V. & 1 RANKART R (1991) - Croisement de données multi-  
sources pour la détermination de l'aptitude des terres. AFES N°1, Vol.29.
- GALLAIS A. & BONNEROT H. (1992) - Amélioration des espèces végétales cultivées.  
Objectifs et critères de sélection. I.N.R.A. Paris, 70p.
- GAUCHER G. & BURDIN S. (1974) - Contribution aux techniques d'aménagement des  
terrains salés. Géologie, Géomorphologie et Hydrologie des terrains salés. Tech. Viv.  
Presses Univ. de France, 221 p.
- GAUTIER M.(1952) - Géologie et les problèmes de l'eau en Algérie. Données  
générales sur les problèmes. XXe Congrès géologique international.
- GOUET ET al. (1992) – Comment interpréter les résultats d'une analyse de variance.  
Collection Stat - I.T.C.F.
- HALITIM A. (1971) - Contribution à l'étude des relations sol-plante eu milieu sodique.  
Thèse DEA d'Agronomie, Montpellier, Faculté des Sciences - Rennes, 66p.
- LT.G.C. (Institut technique des grandes cultures (1988) - Etude intégrée de l'agro-  
système blé dur. Identification des facteurs de variabilité du rendement. Sidi Bel  
Abbés (Algérie), 99p
- KHALDOUN A. (1995) - Etude du comportement de l'orge exploité à double fin  
(Hordeum vulgare L) Revue céréalicult. N°28, 2-7.
- KLINGEBIEL A. & MONTGOMMERY P.H. (1966) - Land Capability Classification.  
U.S.D.A. Soil Conserve serv, Agric.Handbook, 210. Washington. DC., 21p.
- LAFLECHE M. (1972) - Le classement des terres. Ann. Agr. N°23, 5-30.
- LEGROS J.P (1995) - Cartographie des sols. De l'analyse spatiale à la gestion des  
territoires. Presses Polytechniques et Université Romandes, 321p.
-

- MAIGNIEN R (1969) - Manuel de prospection pédologique. Initiation - Documentation Technique N° 11. Paris, 128p.
- PAPADAKIS J. (1970) - Climates of the world. Their classification, similitudes, différences and geographic distribution. Av. Cordoba 4564, Buenos, Aires, Argentina.
- PENMAN H.L. (1948) - Natural evaporation from open water, bare soil and grass. London Proc. Royal. Soc. 193, 120-145.
- RACHEDI M.F.(2000)- Adaptation des systèmes de production agricole pour une utilisation optimale des ressources naturelles et préservation de l'environnement. Revue céréaliculture. Numéro Special, 14-18.
- RPF .(1990) – REFERNTIEL PEDOLOGIQUE FRANÇAIS. 3emme proposition, Afes INRA .262 .
- SELTZER P (1946) - Le climat de l'Algérie. Trav. Institut Météo. et phys. Du globe. Alger, 219p.
- SPIESS E. (1974)- La moissonneuse batteuse perd du grain. Revue Agricole N°509, 11p
- SYS C. (1976) -Land evaluation part 1,2 and 3 course of the L.T.C for post-graduate Soil Scientists. State university of Ghent. Belgium,319p
- SYS C. (1976) – Land Evaluation Part I, II ,III. State Univ Of Gent . Int.Training Centre For Post Graduate Soill Scientists ; GHENT.
- SYS C., VAN RANST E. & DEBAVEYE J. (1991) - Land evaluation. Part I. Principles in land evaluation and crop. Production Calculations. I.T.C For post-graduate Soil Scientists. University Ghent, Belgium. Agr. Pub.N° 7. 273p.
- SYS C., VAN RANST E. & DEBAVEYE J. (1991) - Land evaluation. Part II. Methods in Land evaluation. I.T.C For post-graduate Soil Scientists. Univ. Ghent, Belgium. Agr. Pub.N° 7. 245p.
- SYS C., VAN RANST E., DEBAVEYE J. & BEERNAERT F.(1993) - Land evaluation. Part III. Requirements. I.T.C For post-graduate Soil Scientists. University GHENT, Belgium. Agr. Pub.N° 7. 199p.
- U.S.D.A. (1975) - Soil Taxonomy. Agriculture's Hand book 436. Soil conservation service of U. SS department of agriculture, Washington D.C. 446p.
- VERHEYE W.H. (1990) (a) - Séminaire de formation sur l'évaluation des terres de culture pluviales. Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie (OMVG), Dakar. Compte rendu final du projet préparé pour l'organisation la mise en valeur du fleuve. Gambi par l'ONV (FAO) Rome, 64p.
- VERHEYE W.H. (1990) (b) - Manuel pour l'évaluation des terres appliquée aux cultures pluviales et basé sur les principes de la FAO, Rome, 64p.
- VERHEYE W.H. (1990) (c) - Rapport de mission de consultation. Evaluation des terres au Burkina Fasso 87/020 Bunasols, Burkina Fasso. FAO, Rome, 84p.
- VERHEYE W.H. (1991) (a) - Le régime hydrique des sols d'Europe. Basé sur des données pédologiques et climatologiques courantes. 2- Application à la France. Sc du sol. Paris. Vol.29-1, 37-53.

- 
- VERHEYE W.H. (1991) (b) - The role and impact of bio-physical déterminants on présent and future land use patterns in Europe. Chap. 4 in F.M. Browner and A.J. Thomas and M. S. chadwick Process of change Environmental and future patterns. Kluner academic. Publ. Dordrecht. Boston 8197.
- VILAIN M. (1987) - La production végétale. Les composantes de la production. Agriculture d'aujourd'hui. Sciences Techniques Application. Vol. 1. ed. J.B. Baillièrè.Paris, 416 p.
- VILAIN M. (1989) - La production végétale. La maîtrise technique de la production. Agriculture d'aujourd'hui. Sciences Techniques Application. Vol.2. ed. J.B. Baillièrè. Paris, 361 p.
- VOROBIEV Y. (1973) - Etude pédologique des Hautes Plaines Constantinoises. Feuille de Berriche 1/100.000e ANRH. Algérie. 82p.
- VOUTE C. (1967) - Essai de synthèse de l'histoire géologique des environs de Ain Fakroun, Ain Babouche et des régions limitrophes. T. 1. Pubi. Serv. Geol. Algérie.
- ZOUAOUI A. (1991) - Contribution à l'étude de l'évaluation des terres de la plaine de Remila (Kais. W. Khenchela ). Thèse de Magister Univ. de Batna. 199p.

## Annexes

### ANNEXE 1 Pluies moyennes (en mm) (\*) enregistrées dans les 21 postes pluviométriques situés dans la zone d'étude (Sud des Hautes Plaines Constantinoises)

	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
<b>O.E.Bouagui</b>	16	24	29	40	24	29	35	26	43	20	10	17	313
<i>A.Babouche</i>	12	16	20	32	17	17	33	24	25	10	20	12	211
<i>A.Beida</i>	37	38	34	41	39	45	49	48	43	23	7	25	429
<i>O.Nini</i>	13	16	21	22	17	15	34	19	49	30	5	20	260
<i>Fkirina</i>	29	26	35	44	22	25	43	22	42	34	12	16	350
<i>A.Zitoun</i>	15	22	27	37	22	27	59	18	31	18	20	13	293
<i>F.E.Gueis</i>	29	48	36	48	28	44	35	42	51	20	12	17	431
<i>Khanchela</i>	63	40	38	42	53	25	37	25	27	41	12	28	427
<i>Batna</i>	40	30	36	38	32	29	32	41	36	24	9	15	366
<i>Timgad</i>	33	26	19	22	21	19	35	30	34	15	7	13	266
<i>Reboa</i>	29	24	22	33	23	18	35	27	33	19	6	7	275
<i>Hamla</i>	27	24	31	30	32	35	35	33	32	13	3	9	297
<i>Taz-Lamb</i>	30	33	34	32	30	26	34	32	32	18	4	17	328
<i>C.O.Chlih</i>	32	26	33	35	30	29	31	31	32	13	4	13	303
<i>Touffana</i>	28	21	22	28	26	19	30	24	24	17	5	11	255
<i>Boulhilet</i>	19	16	16	17	20	18	22	20	20	14	3	9	196
<i>Sidi.Mancar</i>	26	28	27	26	32	23	34	28	28	18	6	12	286
<i>A.B.Tenoun</i>	32	25	25	32	30	22	34	27	27	14	6	12	277
<i>A.Touta</i>	38	36	28	27	24	28	34	36	36	8	11	38	316
<i>Seguene</i>	42	34	84	52	44	41	57	43	43	22	9	14	485
<i>A.Skhouna</i>	35	28	22	30	31	27	40	24	24	18	12	16	312

(\*)Les valeurs pluviales mensuelles ont été arrondies

Données climatiques – Station de Ain Skhouna (Batna -1992-93)

	P	T	HR	V	ins
S1	0,00	22,10	48,00	2,30	8,40
S2	4,20	21,70	52,00	1,90	7,50
S3	46,80	21,70	55,00	4,20	5,40
O1	6,00	17,80	58,00	3,30	6,50
O2	0,00	16,50	49,00	3,70	7,20
O3	0,00	15,90	48,00	2,90	8,00
N1	60,00	12,60	80,00	4,00	3,30
N2	0,00	12,00	70,00	3,00	7,20
N3	0,00	10,50	62,00	1,00	9,40
D1	3,30	7,80	66,00	3,50	5,90
D2	33,00	6,60	77,00	1,40	6,20
D3	12,00	6,40	83,00	3,20	4,20
J1	11,00	3,50	87,00	1,10	5,30
J2	0,00	5,40	77,00	1,00	8,10
J3	0,00	4,50	68,00	2,50	6,90
F1	13,00	6,90	78,00	3,00	5,00
F2	0,00	9,60	70,00	1,60	6,70
F3	14,00	2,70	77,00	1,70	3,10
M1	2,00	3,70	74,00	3,50	5,90
M2	0,00	9,60	70,00	1,60	6,70
M3	15,00	9,40	66,00	3,30	5,50
A1	0,00	11,00	59,00	1,70	8,20
A2	1,00	10,40	64,00	2,30	6,90
A3	2,00	14,00	58,00	3,40	5,70
M1	8,00	14,30	63,00	3,40	6,30
M2	23,00	17,00	63,00	3,30	6,70
M3	15,00	21,50	52,00	2,50	7,00
J1	0,00	22,70	54,00	2,90	7,30
J2	0,00	22,90	52,00	2,80	7,20
J3	0,00	26,80	37,00	2,50	7,30
J1	1,00	29,30	32,00	5,30	6,30
J2	0,00	25,30	38,00	2,70	7,70
J3	0,00	24,50	37,00	2,70	8,80
A1	1,00	27,10	34,00	2,20	7,40
A2	3,00	25,60	42,00	2,50	8,10
A3					

Données climatiques – Station de Ain Skhouna (Batna -1993-94)

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

	P	T	HR	V	ins
S1	1,00	24,80	42,00	2,00	7,40
S2	1,00	22,70	39,00	4,40	7,30
S3	4,00	17,30	56,00	3,10	6,40
O1	0,00	18,60	42,00	4,30	7,80
O2	0,00	21,90	37,00	4,70	4,80
O3	14,00	14,10	68,00	2,60	6,20
N1	4,00	13,10	70,00	4,10	6,10
N2	1,00	10,20	53,00	2,00	6,10
N3	8,00	7,00	74,00	1,90	4,10
D1	37,00	7,60	81,00	1,90	6,50
D2	0,00	7,30	73,00	3,10	8,20
D3	1,00	7,50	78,00	4,70	4,00
J1	11,00	7,60	65,00	3,40	5,10
J2	22,00	7,00	75,00	3,40	5,60
J3	2,00	5,60	79,00	3,40	4,90
F1	9,00	4,50	66,00	5,30	5,80
F2	3,00	9,20	73,00	3,50	5,90
F3	0,00	12,40	54,00	1,40	8,20
M1	0,00	7,80	66,00	2,40	6,40
M2	37,00	9,60	72,00	1,90	6,00
M3	6,00	12,00	62,00	1,60	7,40
A1	6,00	8,80	61,00	4,10	6,70
A2	9,00	10,40	60,00	4,10	6,70
A3	4,00	13,00	57,00	4,70	7,40
M1	7,00	16,10	58,00	2,60	8,40
M2	1,00	19,80	39,00	5,90	8,10
M3	2,00	29,50	30,00	5,40	7,10
J1	0,00	23,50	38,00	3,40	7,40
J2	0,00	22,10	35,00	4,40	8,10
J3	0,00	24,10	40,00	3,20	8,10
J1	0,00	26,30	37,00	3,40	8,50
J2	0,00	25,60	39,00	2,40	8,80
J3	5,00	26,50	36,00	3,00	7,90
A1	0,00	27,80	37,00	2,90	8,10
A2	0,00	29,20	31,00	3,00	7,70
A3	13,00	26,70	35,00	2,80	8,50
	208,00	16,03			

**Données climatiques – Station de Ain Skhouna (Batna -1994-95)**

	P	T	HR	V	ins
S1	0,00	23,90	50,00	3,00	7,80
S2	0,00	22,50	46,00	3,30	7,70
S3	23,00	22,30	59,00	3,60	5,20
O1	0,00	20,50	72,00	2,00	5,30
O2	17,00	15,90	72,00	2,10	5,30
O3	0,00	15,00	65,00	2,40	7,40
N1	14,00	13,50	70,00	2,00	6,70
N2	0,00	10,80	70,00	1,30	7,70
N3	0,00	9,10	70,00	2,00	9,30
D1	1,00	7,50	65,00	4,00	8,20
D2	11,00	7,50	80,00	1,20	5,70
D3	3,00	5,30	78,00	2,30	5,90
J1	6,00	3,80	80,00	5,40	2,50
J2	0,00	5,10	70,00	1,30	7,70
J3	0,00	10,30	69,00	4,00	7,20
F1	8,00	7,00	71,00	1,00	8,50
F2	0,00	10,00	69,00	3,80	7,90
F3	8,00	10,50	65,00	4,00	7,40
M1	15,00	7,80	73,00	4,50	5,20
M2	16,00	9,70	68,00	2,90	5,60
M3	0,00	7,30	59,00	2,90	8,30
A1	0,00	9,60	52,00	2,60	8,70
A2	1,00	11,60	52,00	3,70	7,00
A3	18,00	11,70	64,00	3,90	7,30
M1	9,00	16,00	49,00	3,20	5,70
M2	0,00	18,50	44,00	4,40	7,30
M3	0,00	19,40	49,00	4,20	8,30
J1	33,00	20,30	53,00	4,80	7,30
J2	2,00	21,40	56,00	3,80	6,30
J3	9,00	24,10	57,00	3,60	5,90
J1	0,00	26,50	36,00	4,40	7,40
J2	3,00	26,00	44,00	3,40	8,80
J3	0,00	25,90	36,00	2,60	9,00
A1	13,00	27,00	42,00	3,40	7,90
A2	2,00	24,50	48,00	3,80	8,40
A3	10,00	21,70	56,00	3,10	7,00
	222,00	15,26			

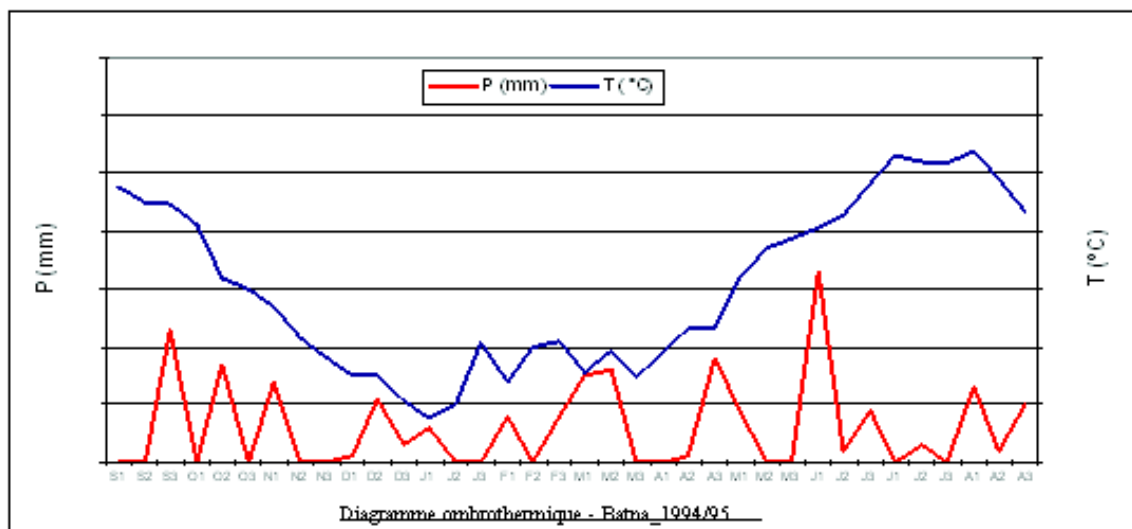
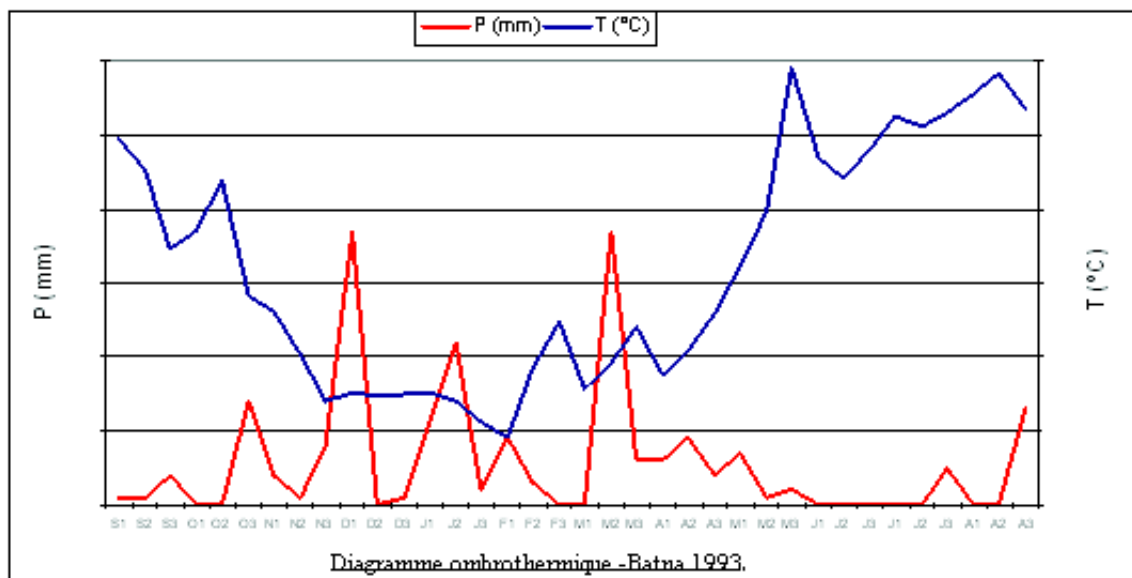
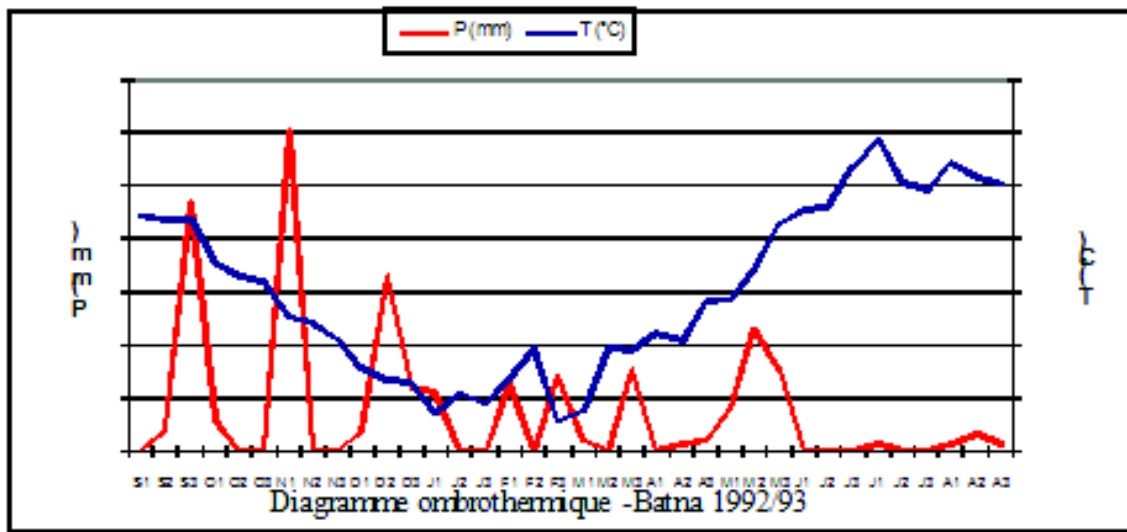
**ANNEXE 2 : DONNEES CLIMATIQUES Remila (a), Berriche (b) et Batna (c) c- Données climatiques- station Batna (Station de Ain Skhouna )**

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

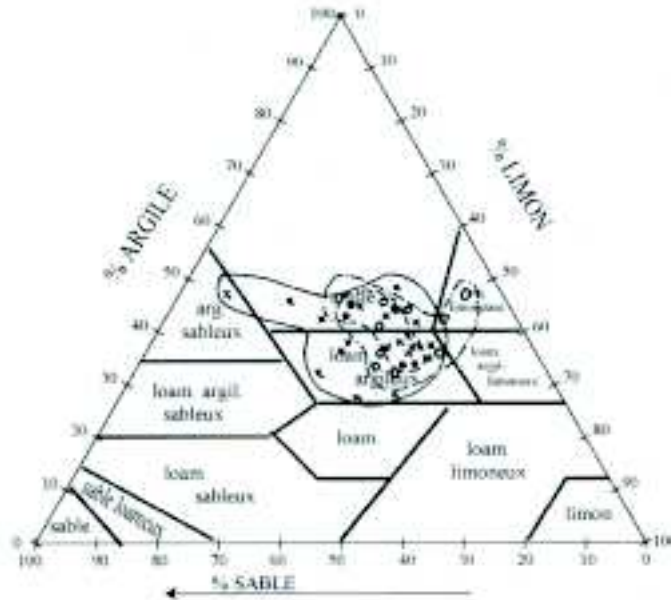
Mois	1992-1993			1993-1994			1994-1995		
	P (mm)	T (°C)	2T	P (mm)	T (°C)	2T	P (mm)	T (°C)	2T
S1	0	22.1	44.2	1	24.8	49.6	0	23.9	47.8
S2	4.2	21.7	43.4	1	22.7	45.4	0	22.5	45
S3	46.8	21.7	43.4	4	17.3	34.6	23	22.3	44.6
O1	6	17.8	35.6	0	18.6	37.2	0	20.5	41
O2	0	16.5	33	0	21.9	43.8	17	15.9	31.8
O3	0	15.9	31.8	14	14.1	28.2	0	15	30
N1	60	12.6	25.2	4	13.1	26.2	14	13.5	27
N2	0	12	24	1	10.2	20.4	0	10.8	21.6
N3	0	10.5	21	8	7	14	0	9.1	18.2
D1	3.3	7.8	15.6	37	7.6	15.2	1	7.5	15
D2	33	6.6	13.2	0	7.3	14.6	11	7.5	15
D3	12	6.4	12.8	1	7.5	15	3	5.3	10.6
J1	11	3.5	7	11	7.6	15.2	6	3.8	7.6
J2	0	5.4	10.8	22	7	14	0	5.1	10.2
J3	0	4.5	9	2	5.6	11.2	0	10.3	20.6
F1	13	6.9	13.8	9	4.5	9	8	7	14
F2	0	9.6	19.2	3	9.2	18.4	0	10	20
F3	14	2.7	5.4	0	12.4	24.8	8	10.5	21
M1	2	3.7	7.4	0	7.8	15.6	15	7.8	15.6
M2	0	9.6	19.2	37	9.6	19.2	16	9.7	19.4
M3	15	9.4	18.8	6	12	24	0	7.3	14.6
A1	0	11	22	6	8.8	17.6	0	9.6	19.2
A2	1	10.4	20.8	9	10.4	20.8	1	11.6	23.2
A3	2	14	28	4	13	26	18	11.7	23.4
M1	8	14.3	28.6	7	16.1	32.2	9	16	32
M2	23	17	34	1	19.8	39.6	0	18.5	37
M3	15	21.5	43	2	29.5	59	0	19.4	38.8
J1	0	22.7	45.4	0	23.5	47	33	20.3	40.6
J2	0	22.9	45.8	0	22.1	44.2	2	21.4	42.8
J3	0	26.8	53.6	0	24.1	48.2	9	24.1	48.2
J1	1	29.3	58.6	0	26.3	52.6	0	26.5	53
J2	0	25.3	50.6	0	25.6	51.2	3	26	52
J3	0	24.5	49	5	26.5	53	0	25.9	51.8
A1	1	27.1	54.2	0	27.8	55.6	13	27	54
A2	3	25.6	51.2	0	29.2	58.4	2	24.5	49
A3	1	25.1	50.2	13	26.7	53.4	10	21.7	43.4
	275.3	15.12		208	16.03		222	15.26	

**ANNEXE 3**





## ANNEXE 4 CLASSES TEXTURALES DES SOLS zone d'étude (HPC) ; Remila et Berriche



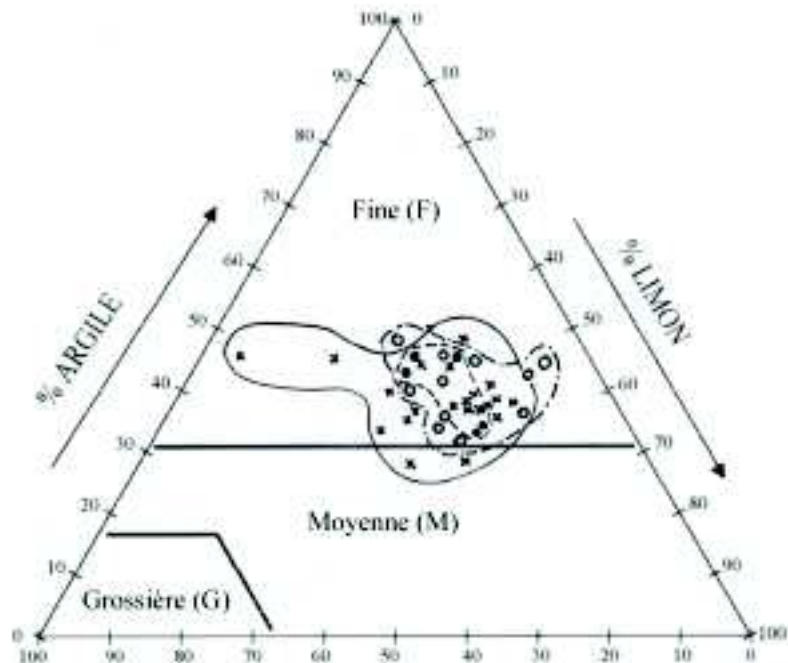
**Classes texturales U.S.D.A**

Textures des sols :

Zone d'étude (Sud-HPC)

Berriche

Remila



**Classes texturales F.A.O.**

## ANNEXE 5 DESCRIPTION PHYSIQUE DES PROFILS PEDOLOGIQUES-FRANGE SUD DES HAUTES PLAINES CONSTANTINOISES

### - PROFIL -1--

- Localisation Ouest de Batna
- Géomorphologie Bas-versant
- Topographie 4-6%
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique-thermique
- Matériau parental Colluvions sur croûte calcaire
- Cailloux <5%
- Erosion Absence
- Sels Aucune trace

0 - 10 - Brun clair, limon-argileux fin, grenue moyenne à grossière, moyennement cohérent à l'état sec, ferme à l'état humide, non collant non plastique, bonne porosité, pas de cailloux, très effervescent à l'HCl, racines fines, transition diffuse.

10-30- Brun clair, idem que précédent, pas de racines, transition diffuse.

30-50- Brun Foncé, limon-argileux grossière,, polyédrique, cohérent à l'état sec, ferme humide, porosité bonne, cailloux 10 % , effervescent à l'HCl, absence de racines, transition diffuse .

50-110- Brun foncé, limon argileux, polyédrique a sub-angulaire, moins cohérent à l'état sec, moins ferme à l'état humide, bonne porosité cailloux 10 % , effervescent à l'HCl, pas de racines, transition diffuse .

110-130- Idem que précédent 50 % de cailloux.

> 130- Niveau colluvionnaire sur croûte calcaire.

### - PROFIL -2 -

- Localisation Sud de Batna
- Géomorphologie Terrasse alluviale
- Topographie plane 1-2 %
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique-thermique
- Matériau parental alluvions
- Cailloux □ 5%
- Erosion Absence
- Sels Aucune trace

0 - 40 - Brun foncé, limon-sableux-argileux, structure grumeleuse moyenne à polyédrique moyenne, moyennement consistant en sec, consistant à l'état humide, bonne

porosité, cailloux 20 % , non compact, effervescent à l'HCl, système racinaire important, transition diffuse et irrégulière .

40-80- Marron Foncé, argilo-limoneux, grumeleuse fine, consistant à l'état sec et à l'état humide, bonne porosité, pas de cailloux, compact, effervescent à l'HCl, racines faibles à moyennes, transition diffuse.

80-110- Marron clair, argilo-limoneux, grumeleuse fine, consistant à l'état sec, bonne porosité, pas de cailloux, compact, légères fentes, pas de racines, effervescent à l'HCl, transition nette

> 130 niveau caillouteux.

- PROFIL -3

- Localisation Sud de Châbet Ouled chlih
- Géomorphologie Terrasse alluviale
- Topographie plane < 1%
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique-thermique
- Matériau parental Colluvions - alluvions
- Cailloux □10%
- Erosion Absence
- Sels Aucune trace

0 - 50 - Marron clair, argilo-limoneux à limon-argilo-sableux, grenue à grumeleuse grossière, peu consistant en sec, porosité élevée cailloux faibles (< 5 %), non compact, effervescence moyenne, faibles racines, transition irrégulière.

50-150- Marron clair, limon-argileux à limon-sableux, grumeleuse fine, consistance moyenne, cailloux 80 % très bonne porosité pas de racines, effervescence moyenne.

> 150- Niveau caillouteux.

- PROFIL -4

- Localisation Sud de Batna
- Géomorphologie Bas de pente
- Topographie 2 %
- Végétation /culture Cultures céréalières
- Pédo-climat Xérique-thermique
- Matériau parental Argilo-Calcaire
- Cailloux < 5 %
- Erosion Absence
- Sels Absence

0-30- Brun clair, argilo-limoneux, polyédrique fine à moyenne moyennement consistant en sec consistant à l'état humide, bonne porosité, pas de cailloux légèrement compact, très effervescent à l'HCl, transition diffuse.

---

30-50- Brun clair, argilo-limoneux à argileux, polyédrique fine, consistant à l'état humide, bonne porosité, pas de cailloux, moyennement compact, effervescent à l'HCl, transition diffuse et irrégulière

50-90- Marron clair, polyédrique fine, argileux à argilo-limoneux, consistant en sec et à l'état humide, quelques fentes, bonne porosité, pas de cailloux, compacité moyenne à forte, très effervescent à l'HCl, transition régulière et diffuse.

90-120- Marron foncé, argileux, polyédrique fine, consistant porosité moyenne, pas de cailloux, compact, effervescent à l'HCl, transition nette.

> 120- Niveau à croûte calcaire.

- PROFIL -5

- Localisation Nord-Est de Batna
- Géomorphologie Glacis de colline
- Topographie 6-8 %
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique-thermique
- Matériau parental Colluvions calcaires
- Cailloux 50 %
- Erosion Absence
- Sels Absence

0-50- Brun clair, limon à limon-argileux, grumeleuse grossière, moins consistant en sec à légèrement consistant à l'état humide bonne porosité, cailloux 8-10 %, moyennement compact, effervescent élevée à l'HCl, racines fines, transition diffuse et régulière.

50-120- Brun Foncé, limon-argileux, grumeleuse moyenne, peu consistant en sec très bonne porosité, absence de cailloux, moyennement compact, très effervescent à l'HCl, transition diffuse.

> 120 niveaux à caillouteux.

- PROFIL -6

- Localisation Nord de la R.N.5 (Batna -Khenchela )
- Géomorphologie Terrasse
- Topographie Plane
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique-thermique
- Matériau parental Argileux sur alluvions
- Cailloux Pas
- Erosion Absence
- Sels Absence

0-10- Brun foncé à marron, argilo à argilo - limoneux, polyédrique moyen, consistance moyenne, bonne porosité, moyennement compact, très effervescent à l'HCl, faibles racines, transition diffuse.

10-80- Marron, argileux, polyédrique fin à moyennement fin consistance moyenne en sec, porosité moyenne, compact, très effervescent à l'HCl, transition diffuse.

> 80- Niveau alluvionnaire.

- PROFIL -7

- Localisation Est de Batna
- Géomorphologie Dépression
- Topographie Plane
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique-thermique
- Matériau parental Marno - argileux
- Cailloux Pas
- Erosion Absence
- Sels Absence

0-30- Brun foncé, argilo à argilo-limoneux, polyédrique grossière légèrement consistant en sec, bonne porosité, pas de caillou, moyennement compact, très effet fortement consistant à l'état humide, bonne porosité, pas de cailloux, faiblement compact effervescent à l'HCl, faibles racines, transition diffuse.

30-70- Marron, clair, argileux à argilo-limoneux, polyédrique grossière, peu consistant, bonne porosité, pas de cailloux, peu compact, forte effervescence à l'HCl, faibles, racines transition diffuse.

70-100- Idem, marron foncé, argileux, pas de racines.

100-140 Idem que précédent - niveau fortement compact.

- PROFIL -8--

- Localisation Sud de Sidi-Mançar
- Géomorphologie Terrasse
- Topographie Plane
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique-thermique
- Matériau parental Argile compacte
- Cailloux Pas
- Erosion Absente
- Sels Absence

0-80- Brun clair, limon-argileux, polyédrique grossière consistant en sec et peu consistant à l'état humide, faible porosité, pas de cailloux, forte effervescence à l'HCl, racines faibles, transition irrégulière.

> 80 - Niveau argileux compact.

- PROFIL -9--

- Localisation Sud-Est de Sidi Mançar.

- Géomorphologie Terrasse alluviale
- Topographie Plane
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique-thermique
- Matériau parental Alluvions sur argile
- Cailloux Pas
- Erosion Absence
- Sels Absence

0-10- Brun, limon-argileux, grumeleuse fine à moyennement fine, peu consistant en sec et à l'état humide, très bonne porosité, pas de cailloux, moyennement effervescent à l'HCl, racines développées, transition diffuse. .

10-100 - Idem que précédent, moyennement compact, peu de racines, très effervescent à l'HCl, transition diffuse.

100-120- Brun clair, argileux à argilo-limoneux, grumeleuse fine, moyennement consistant, porosité moyenne, très effervescent à l'HCl, légères fentes e retrait, transition nette.

> 120- Niveau alluvionnaire.

#### -PROFIL -10--

- Localisation Nord-Ouest de Timgad.
- Géomorphologie Bas de versant
- Topographie 3-6 %
- Végétation /culture Végétation herbacée
- Pédo-climat Xérique-thermique
- Matériau parental Marne
- Cailloux Pas
- Erosion Absence
- Sels Absence d'effets sur la végétation

0-30- Marron limon-argileux à argilo-limoneux, polyédrique grossière, peu consistant en sec, bonne porosité, pas de cailloux, peu compact, moyennement effervescent à l'HCl, racines faibles, transition diffuse.

30-60- Brun clair, limon-argileux, polyédrique grossière, moyennement consistant Bonne porosité, compact, très effervescent à l'HCl, transition diffuse.

60-100- Idem que précédent, taches blanchâtres gypso-slines

>100 - Niveau marneux.

#### -PROFIL -11

- Localisation Est de Timgad.
- Géomorphologie Dépression
- Topographie Plane

- Végétation /culture Halophyte / Céréales
- Pédo-climat Xérique
- Matériau parental Marneux - argileux
- Cailloux Pas
- Erosion Absence
- Sels Efflorescences salines

0-40- Marron foncé, argileux, polyédrique grossière très peu consistant en sec, bonne porosité, cailloux 2 % faiblement compact, fortement effervescent à l'HCl, système racinaires développés, taches salines, transition diffuse.

40-60- Marron foncé, fentes de retrait, dépôts salins. Idem que précédent.

60-100- Idem que précédent, traces d'hydromorphie.

>100- Niveau marno-argileux compact.

- PROFIL -12--

- Localisation Ouest de Touffana.
- Géomorphologie Monoclinal
- Topographie 3-6%
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique
- Matériau parental Argile rouge compacte
- Cailloux Pas
- Erosion Absence
- Sels Absence

0-10- Marron foncé, argileux à argilo-limoneux, polyédrique grossier, consistance faible en sec, très bonne porosité, faiblement compact, effervescence moyenne à l'HCl, racines fines faibles, fentes de retrait, transition diffuse.

10-30- Brun clair, argileux, polyédrique moyen, consistance moyenne, bonne porosité, cailloux 5 faiblement compact, effervescent à l'HCl, faibles racines, fentes de retrait, transition diffuse.

30-100- Marron clair, argileux, polyédrique moyen, consistant, porosité faible, effervescent à l'HCl, fentes de retrait.

>110- Niveau argileux compact.

- PROFIL -13--

- Localisation Nord-Est de Touffana.
- Géomorphologie Terrasse alluviale
- Topographie Plane
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique
- Matériau parental Niveau alluvionnaire sur croûte calcaire



---

- Cailloux <10%

- Erosion Pas

- Sels Pas

0-30- Marron foncé, limon-argileux à argilo-limoneux, grenue fine, peu consistant, bonne porosité, cailloux 5 %, compaction faible, effervescence élevée à l'HCl, racines faibles, transition nette.

> 70 - niveau alluvionnaire.

-PROFIL -14--

- Localisation Nord-Ouest de Boulefreis.

- Géomorphologie Monoclinal

- Topographie 2 %

- Végétation /culture Céréales

- Pédo-climat Xérique

- Matériau parental Encroûtements Calcaire

- Cailloux < 5 %

- Erosion Absence

- Sels Absence

0-30- Brun clair, limon-argileux, grumeleuse fine, consistant, porosité faible, cailloux faible, compact, très forte effervescence à l'HCl, très faibles racines, transition diffuse.

30-50- Idem que précédant Très compact, absence de racine, pas de cailloux.

> 50 - niveau à encroûtement calcaire.

-PROFIL -15--

- Localisation Nord de Khenchela.

- Géomorphologie Monoclinal

- Topographie 2-3%

- Végétation /culture Céréales

- Pédo-climat Xérique

- Matériau parental Alluvions sur argile compacte

- Cailloux Pas

- Erosion Absence

- Sels Absence

0-40- Marron clair, limono-argileux à argileux-limoneux, grumeleuse fine, consistance faible, très bonne porosité, faibles effervescence à l'HCl, transition diffuse.

40-80- Marron clair, argileux, grumeleux fin, consistant, bonne porosité, cailloux 10 %, pas de racines, faiblement effervescent à l'HCl, compact.

> 80 - niveau alluvionnaire.

- PROFIL -16--

- Localisation Rokâ (plaine de marir)
- Géomorphologie Terrasse
- Topographie plane
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique
- Matériau parental Croûte calcaire
- Cailloux Pas
- Erosion Absence
- Sels Absence

0-10- Brun clair, argilo-limoneux à argileuse, polyédrique grossière, peu consistant en sec, bonne porosité, compaction faible, assez bon développement racinaire, effervescent à l'HCl, transition diffuse.

10-30- Idem que précédent, moyennement compact, racines faibles.

30-60- Marron, polyédrique fin, très effervescent à l'HCl, Idem que précédent.

60-80- Marron clair, cailloux 15.20 %. Idem que l'horizon précédent.

> 80 - Encroûtement calcaire.

- PROFIL -17--

- Localisation Est de Berriche.
- Géomorphologie Glacis terrasse
- Topographie 2-3%
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique
- Matériau parental Alluvions et colluvions calcaires
- Cailloux 20-30%
- Erosion Pas
- Sels Pas

0-10- Marron clair, limono-argileux, grumeleuse fine, peu consistant, bonne porosité, cailloux (10 %), peu compact effervescent à l'HCl, racines faibles, transition diffuse.

10-30- Brun clair, limono-argileux grumeleuse fine, peu consistant, bonne porosité, idem que précédent.

30-60- Cailloux 30 - 40 %. Idem que précédent.

> 60 - Niveau caillouteux.

- PROFIL -18--

- Localisation Nord de Berriche.
- Géomorphologie Glacis terrasse
- Topographie 5-8 %
- Végétation /culture Céréales

- 
- Pédo-climat Xérique
  - Matériau parental Encroûtement calcaire
  - Cailloux 5 %
  - Erosion Pas
  - Sels Pas

0-30- Brun calcaire, limono-argileux, structure arrondie polyédrique grossière, très consistant, très bonne porosité, cailloux 10%, peu compact, effervescent à l'HCl, fentes de retrait, racines faibles, transition diffuse.

30-80- Marron clair, argilo-limoneux, polyédrique grossière, peu consistant, bonne porosité, moyennement compact, très effervescent à l'HCl, fentes de retrait, transition diffuse.

> 80 - Niveau à encroûtement calcaire.

-PROFIL -19--

- Localisation Sud-Ouest de Ras Fkirina
- Géomorphologie Terrasse
- Topographie plane
- Végétation /culture Céréales
- Pédo-climat Xérique
- Matériau parental Croûte calcaire
- Cailloux Absence
- Erosion Pas
- Sels Pas

0-60- Brun clair, argileux, grumeleux à polyédrique moyen, consistant, porosité faible à moyenne, compact, très effervescent à l'HCl, faibles racines, transition irrégulière.

> 80 - Niveau à croûte calcaire.

- PROFIL -20--

- Localisation Nord-Ouest de Fkirina
- Géomorphologie Terrasse
- Topographie plane
- Végétation /culture Halaphyte ( Salsolacées ...}
- Pédo-climat Xérique
- Matériau parental Niveau argileux compact
- Nappe phréatique Peu profonde 100-120 cm
- Cailloux Pas
- Erosion Pas
- Sels Efflorescences salines.

0-40- Marron clair, argileux, structure non dégradée polyédrique moyenne consistant, bonne porosité, compact, très effervescent à l'HCl, racines fines et faibles, taches salines transition diffuse.

40-120- Marron foncé, argileux, pas de racines Idem que précédent.

> 120 - Niveau argileux compact, dépôts salins.

## ANNEXE 6 Codification adoptée dans le texte

### Stations :

- H : -Hamla
- K : - Kais
- T :- Timgad
- ASA :- Ain Skhouna
- B :- Berriche

### Années :

1 : 1ere année 2 :2eme année

### Parcelles :

A :- Parcelle A B :-parcelle B

Exemple de lecture : B1B : Lire parcelle de Berriche en 1ere année

### Caractéristiques climatiques

- T :- température
- ST :- Somme des températures
- P :- pluviométrie
- M :- moyenne

### Stades végétatifs :

- I :- initial
- D :- développement
- MS :- mi saison
- S :- saison

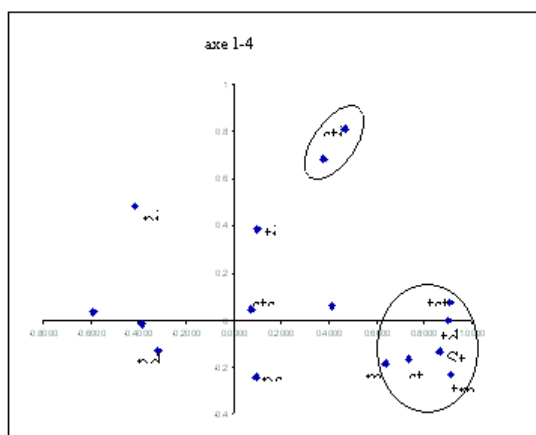
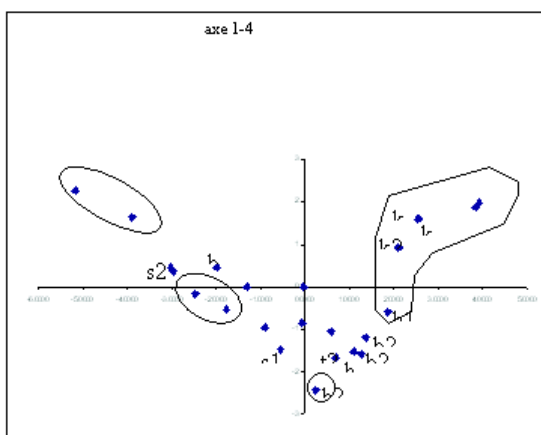
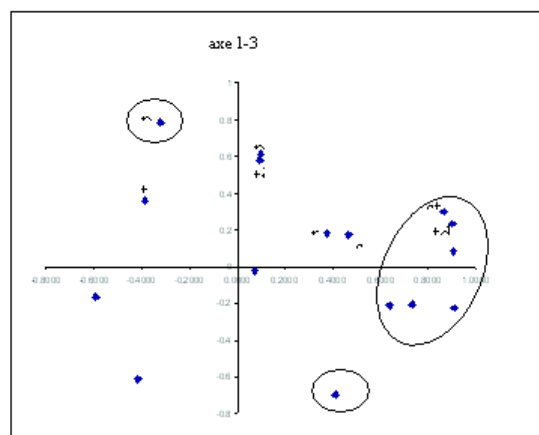
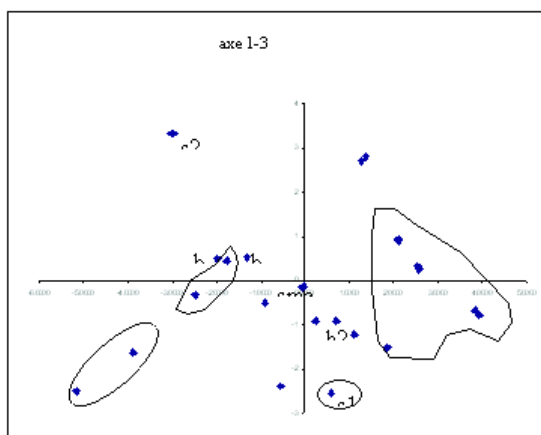
Exemple de lecture : STD : lire : somme des températures durant le stade développement

### Caractéristiques de sols :

- Topo : topographie - cal tot : calcaire total - cail : cailloux
- V taux de saturation - MO : matière organique - Prof profondeur
- Sal : salinité - Text : texture
- U : unités de sols

-Rdt : rendements

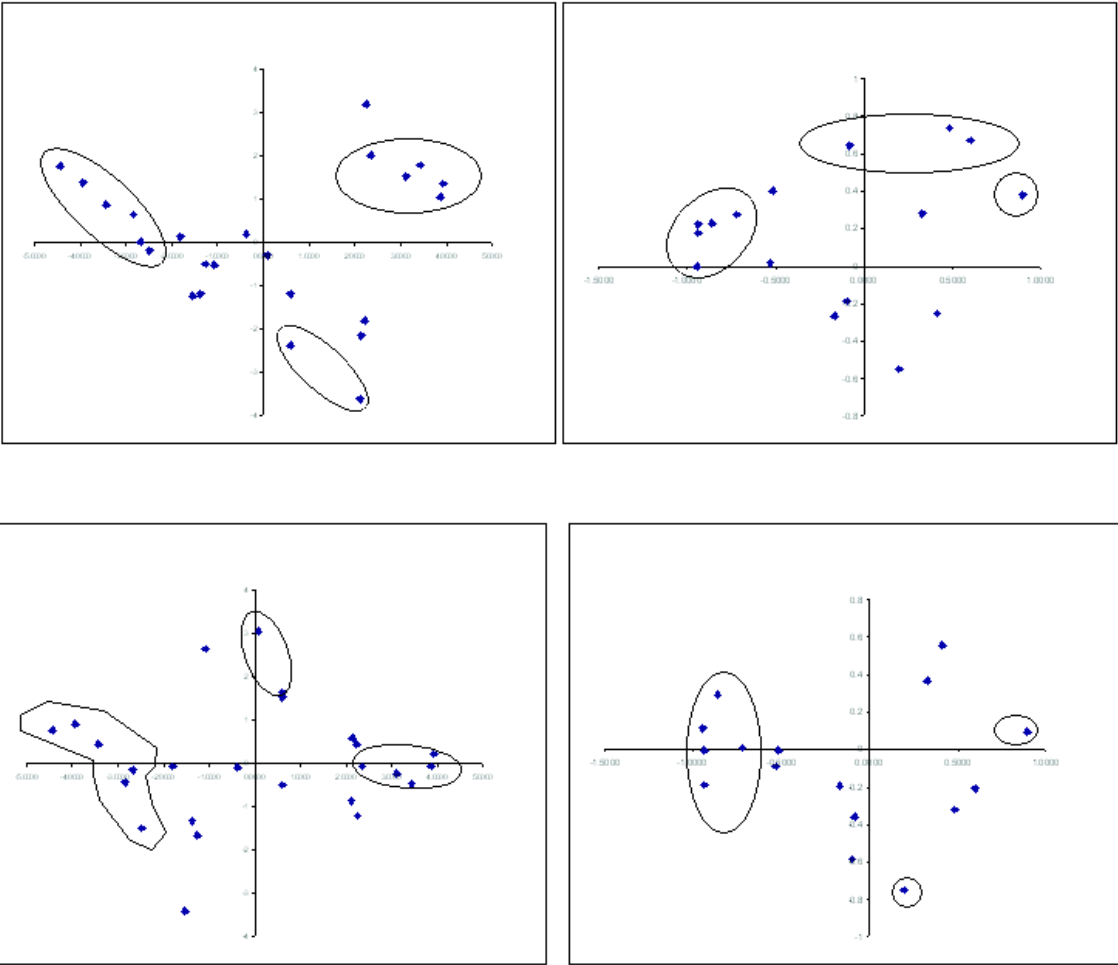
## ANNEXE 7 Représentation graphique des variables (a) et des individus (b) au moyen d'ACP



b- individus

a- variables

Représentation graphique des variables (a) et des individus (b) au moyen d'ACP Cas du Blé dur dans les parcelles d'essais



b- individus

a- variables

Représentation graphique des variables (a) et des individus (b) au moyen d'ACP Cas de l'Orge dans les parcelles d'essais.

**ANNEXE – 8 MATRICES DE CORRELATIONS**

<b>Corrélations entre les rendements et les pluies -cas du blé dur dans les parcelles d'essais</b>						
	I	D	MiS	S	Cycle	RDT
Var 1	1					
Var 2	,867	1				
Var 3	,713	,845	1			

*Corrélations entre les rendements et les pluies - cas du blé dur dans les parcelles d'essais*

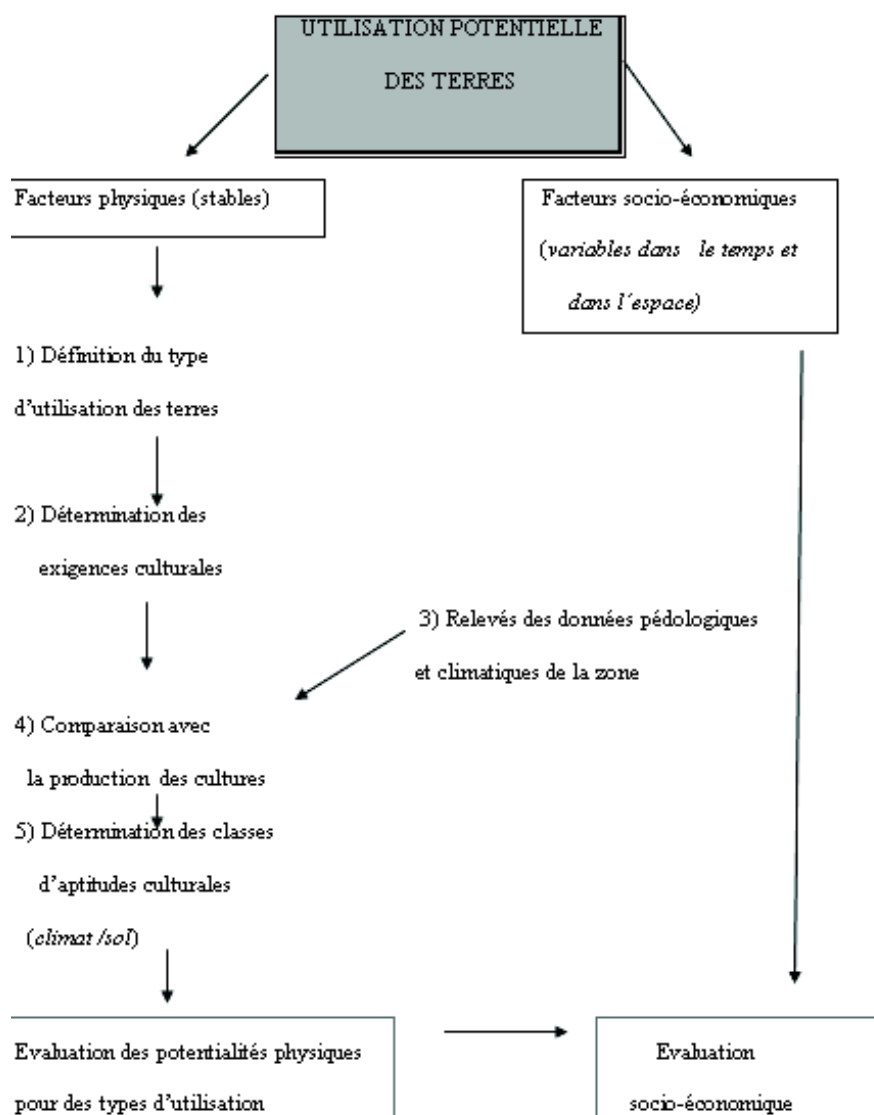
	I	D	MiS	S	Cycle	RDT
Var 1	1					
Var 2	,646	1				
Var 3	,222	,037	1			
Var 4	-,565	-,453	-,728	1		
Var 5	,858	,727	,390	-,475	1	

*Corrélations entre les rendements et les pluies - cas de l'orge dans les parcelles d'essais*

<b>Rdt</b>	<b>Dr</b>	<b>Text</b>	<b>Cal .tot</b>	<b>CEC</b>	<b>Mo</b>	<b>Sal</b>
Var 1	1					
Var 2	,202	1				
Var 3	-,030	-,021	1			

*Corrélations entre les rendements et les caractéristiques de sols - cas de l'orge à Remila*

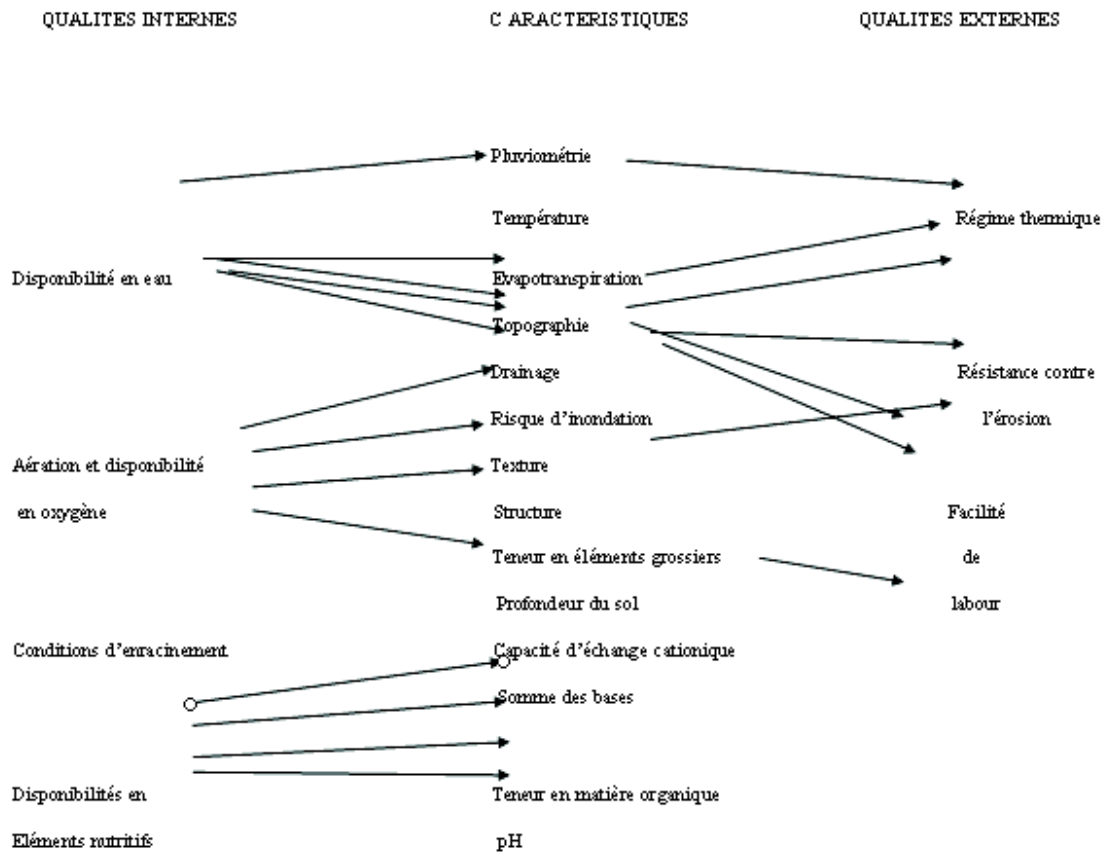
## ANNEXE 9



Etapes successives adoptées par la FAO pour l'évaluation des terres (W.Verheye, 1990a)

## ANNEXE 10





*Relations entre les qualités et les caractéristiques des terres (FAO, 1976 et Verheye, 1990 b)*

## ANNEXE 11 CLASSEMENT DES CARACTERISTIQUES DE SOLS

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

	Top.	Humidité		Caract. phys.		Caractéristiques de Fertilité				Sal / alcal.
		In.	Dr.	Text	Prof. (cm)	CEC (*)	V (%)	Cal. Tot.	M.O. (%)	
1	B	Fo	A	F	0	>25	100	3	2,2	2
2	A	Fo	A	F	0	>25	100	3	2,2	4
3	A	F1	A	M	0	>25	100	3	1,5	4
4	A	Fo	B	F	0	<15	100	3	0,7	4
5	A	Fo	B	F	0	<15	100	2	1,1	2
6	A	F1	B	M	0	<15	100	2	1,1	2
7	A	Fo	A	G	0	<15	100	2	1,1	2
8	A	Fo	B	F	0	<15	100	2	1,1	4
9	A	Fo	D	F	0	>25	100	3	2,2	7
10	A	Fo	A	M	0	25	100	2	1,1	4
F1	A	F1	A	F	0	>25	100	3	2,2	2
12	A	F1	A	M	0	>25	100	3	1,5	2
13	A	Fo	B	F	0	>25	100	3	1,5	2
14	A	Fo	A	M	0	22	100	2	1,1	4
15	A	Fo	B	M	0	>25	100	3	1,5	2
16	A	F3	B	M	0	>25	100	3	1,5	4
17	A	F1	B	F	0	>25	100	3	0,7	4
18	A	F1	C	F	0	>25	100	3	1,5	2
19	A	F1	C	F	0	15	100	2	1,1	4
20	A	F3	C	F	0	>25	100	3	2,2	7
21	A	F1	C	F	0	>25	100	3	0,7	4
22	A	F1	C	F	0	25	100	3	1,5	2
23	A	F3	A	G	0	18	100	2	1,1	7
24	A	F1	A	F	0	25	100	3	1,5	2
25	A	Fo	A	M	0	25	100	3	0,7	4
26	A	F1	B	F	0	25	100	3	1,5	2
27	A	F3	C	M	0	25	100	3	1,5	2
28	A	F3	C	F	0	22	100	2	1,2	2
29	A	F1	A	F	0	25	100	3	2,2	7
30	A	Fo	A	M	0	25	100	3	1,5	2
31	A	F3	E	F	0	25	100	3	2,2	7
32	A	F3	E	F	0	24	100	2	1,1	4
33	A	Fo	B	F	0	25	100	3	2,2	2

*a-Sols de la plaine de Rémila*

	Top.	Humidité		Caract. phys.		Caractéristiques de Fertilité				Sal. / alcal.
		In.	Dr.	Text	Prof. (cm)	CEC	V (%)	Cal. Tot.	M.O. (%)	
1	B	Fo	A	G	0	15	100	3	<1,1	2
2	A	Fo	A	M	0	19	100	3	1,2	2
3	A	Fo	A	G	0	31	100	3	1,6	2
4	A	Fo	A	G	0	18	100	3	1,5	2
5	A	F1	C	F	0	21	100	3	1,5	2
6	A	Fo	A	F	0	32	100	3	1,5	2
7	B	Fo	A	G	0	33	96	3	1,1	2
8	B	Fo	A	M	0	16	100	3	1,5	2
9	A	Fo	A	G	0	15	98	3	1,1	2
10	A	Fo	A	F	0	12	96	3	1,5	2
11	B	Fo	A	F	0	13	100	2	1,8	2
12	B	Fo	A	G	0	17	100	2	1,2	2

*b-Sols de la plaine de Berriche*

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

Stations	P*	Top.	Humidité		Car. Phys.		Car. Fertilité				Sal /alc
			In.	Dr.	Text	Prof.	CEC	V (%)	MO (%)	C.T	
Kais	A	A	F1	A	M	0	35	100	1,6	2	2
	B	B	Fo	A	G	4	26	100	0,8	3	2
Berriche	A	A	F1	A	M/F	0	23	100	2,1	2	2
	B	B	Fo	A	M	4	31	100	1,05	3	2
Ain	A	A	F1	A	F	0	77	100	0,8	3	2
Skhouna	B	B	Fo	A	G	4	85	100	1,4	3	2
Timg.		A	F1	A	F	0	26	100	1,4	2	2
Hamla		B	Fo	A	M	0	13	100	1,1	3	2

*Parcelles d'essais*

In : inondation;

Dr : Drainage;

Text : Texture;

Prof : Profondeur;

Cal.Tot.: calcaire total;

Sal/alcal : salinité et alcalinité;

M.O : Matière organique

V : Taux de saturation

CEC : Capacité d'échange cationique

\*parcelle

## ANNEXE 12

Tableau I.2 : Données pluvielles dans les stations climatologiques de la zone d'étude

Stations climatiques	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Batna 1913–38	40	30	43	28	39	23	7	20	21	29	36	30	346
Batna 1971/92	28	29	10	40	37	18	9	16	38	34	31	30	351
Foum El Gueis 1971/92	29	41	55	45	53	35	11	21	36	31	45	30	430
Oum El Bouagui 1980/92	24	29	35	26	43	20	10	17	16	24	29	35	310

\*Source: SELTZER (S.P.P) : et Office National de Météorologie (O.N.M).

Mois	Décades	P (mm)	T (°C)	HR (%)	V (m/s)	I (heures)
SEPT	S1	16,1	22,7	50,6	1,8	8,5
	S2	5,6	21,9	51,6	2	8
	S3	17,9	19,8	56	2	8
OCT	O1	14,9	17,8	60,8	1,7	7,9
	O2	21,4	19	61	1,7	8
	O3	6,7	14,9	61,7	1,8	6,4
NOV	N1	14,0	11,8	64,3	1,8	5,8
	N2	10,8	11,3	61,2	1,8	4,2
	N3	8,9	8,7	60,7	1,8	5,2
DEC	D1	19,4	8,3	71,8	1,7	2,2
	D2	9,0	6,8	70,4	1,8	1,7
	D3	5,7	6,9	71,4	1,8	4,3
JANV	J1	26,5	7,5	69,2	1,9	4,9
	J2	26,2	6,8	68,3	1,7	3,7
	J3	9,0	5,5	68,5	1,9	3,4
FEV	F1	13,4	6,4	70,2	2	5
	F2	14,2	7,2	63,8	2	6,1
	F3	13,7	7,0	60,9	1,9	5,2
MARS	M1	28	6,2	70,6	1,7	1,9
	M2	27,6	7,5	65,8	1,7	6,9
	M3	8,2	10,4	58,2	1,9	7
AVRIL	A1	9,2	9,2	57,5	2	6,1
	A2	5,2	9,5	58,8	1,9	6
	A3	18,9	11,8	60,5	1,7	6,4
MAI	M1	11,2	13,9	59,5	1,7	5,3
	M2	11,7	17,9	51,8	1,7	8,2
	M3	10,5	21,9	49,7	1,7	6,9
JUIN	J1	13,4	21,6	48,4	1,2	8,2
	J2	17,8	21,2	53,6	1,1	8
	J3	2,5	23,9	49,5	1,5	10
JUIL	Jui1	1,4	25,8	42,9	1,9	9,1
	Jui2	7,4	20,6	52,3	1,7	9,8
	Jui3	2,2	26,2	48,2	1,8	9,9
AOUT	A1	10,5	26,8	47,9	1,7	9
	A2	1,8	27,5	47,5	1,9	8,5
	A3	1,9	25,2	48,2	1,7	8,5
		443	14,9	58,7	1,8	6,5

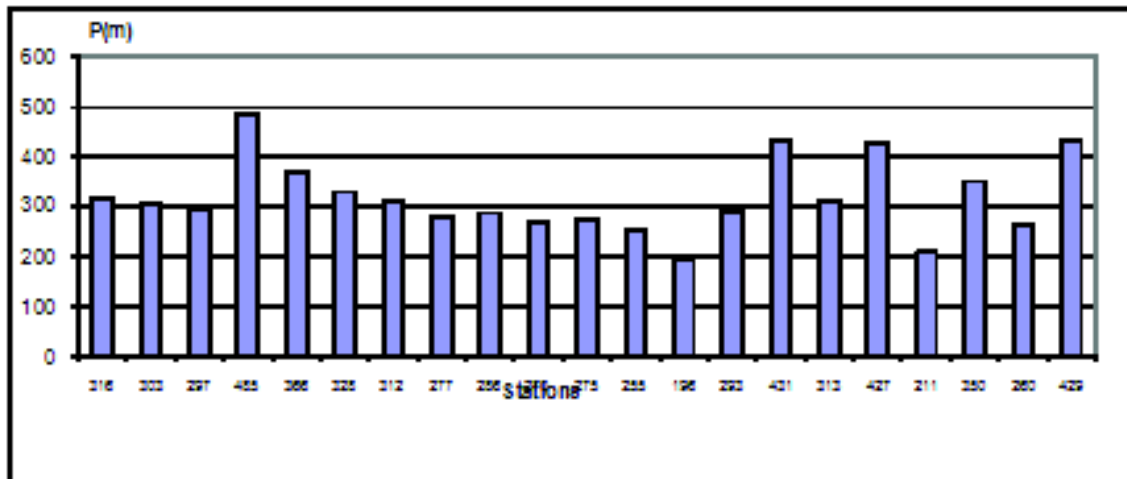
Tableau II-1 : Données climatiques décadaires moyennes (1992-1996) – Plaine de Remila

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

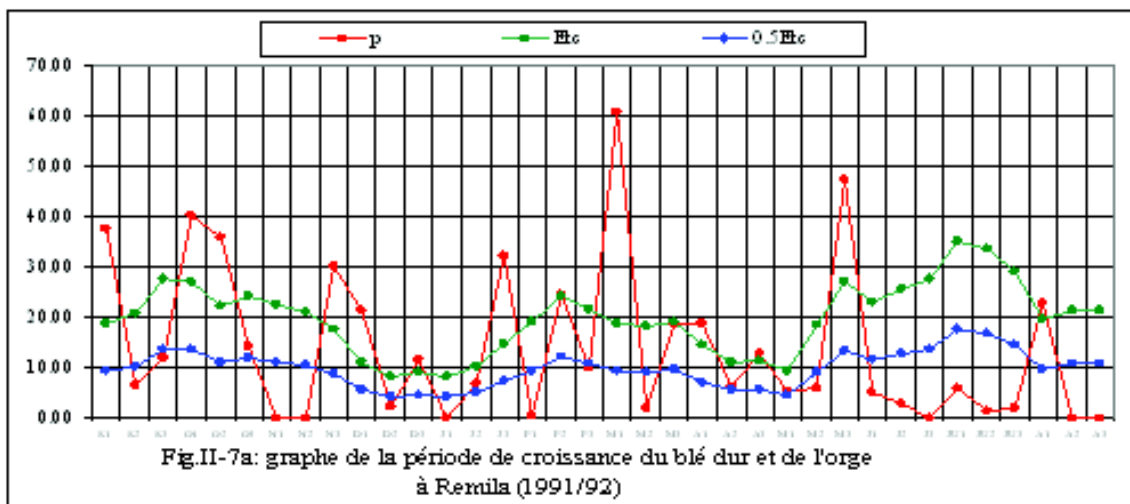
Mois	Décades	P (mm)	T (°C)	HR (%)	V (m/s)	I (heures)
SEPT	Sept 1	6.96	19.9	62.8	2.06	4.45
	Sept 2	12.36	19.4	69.34	2.17	3.98
	Sept 3	21.22	19.6	75.75	2.08	4.26
OCT	Oct 1	5.14	17.8	70.09	1.88	4.37
	Oct 2	14.1	16.7	70.48	2.03	4.71
	Oct 3	5.32	14.7	74.46	1.63	5.27
NOV	Nov 1	6.84	12.1	77.34	2.09	5.1
	Nov 2	0.5	11.8	72.85	1.9	5.48
	Nov 3	5.2	9	74.46	2.48	4.86
DEC	Dec 1	14	10.6	79.67	2.18	4.47
	Dec 2	2.14	9.5	79.76	1.51	4.18
	Dec 3	38	10	81.96	2.43	4.55
JANV	Jan 1	13	6.6	78.18	2.28	4.69
	Jan 2	17.26	5.5	84.09	1.69	4.44
	Jan 3	10.7	6.1	77.52	1.59	5.03
FEV	Fev 1	13.08	6.7	81.04	2.32	3.98
	Fev 2	9.84	8.3	76.14	1.87	3.86
	Fev 3	18.77	7.5	64.16	2.11	4.68
MARS	Mars1	16.6	7.8	80.16	2.34	5.14
	Mars2	13.42	7.7	76.34	1.5	4.64
	Mars3	3.4	9.6	69.36	2.26	3.9
AVRIL	Avr 1	7.64	10.8	70.3	2.72	4.2
	Avr 2	6.02	9.9	72.1	2.76	4.9
	Avr 3	8.32	10.8	72.4	2.61	3.52
MAI	Mai 1	16.98	13.3	72.56	1.64	4.38
	Mai 2	9.72	15	73.49	1.77	4.42
	Mai 3	10	18.2	62.16	1.7	4.59
JUIN	Juin 1	8.12	21.1	54	2	3.83
	Juin 2	15.8	19.8	61.7	1.86	4.05
	Juin 3	11.2	23.1	58.64	2.94	4.71
JUIL	Juil 1	9.2	25.3	52.64	2.45	4.21
	Juil 2	21.1	23.7	45.08	2.1	3.94
	Juil 3	12	25.5	51.04	1.86	5.11
AOUT	Aout1	17.8	26.5	49.35	1.8	3.93
	Aout2	25.8	25.7	51.25	2.42	3.78
	Aout3	25.8	24.8	51.46	2.23	4.44
		453.35	14.73			

*Tableau II.6 : Données climatiques décadaires moyennes sur 5 années (1992-1996)- Plaine de Berriche.*

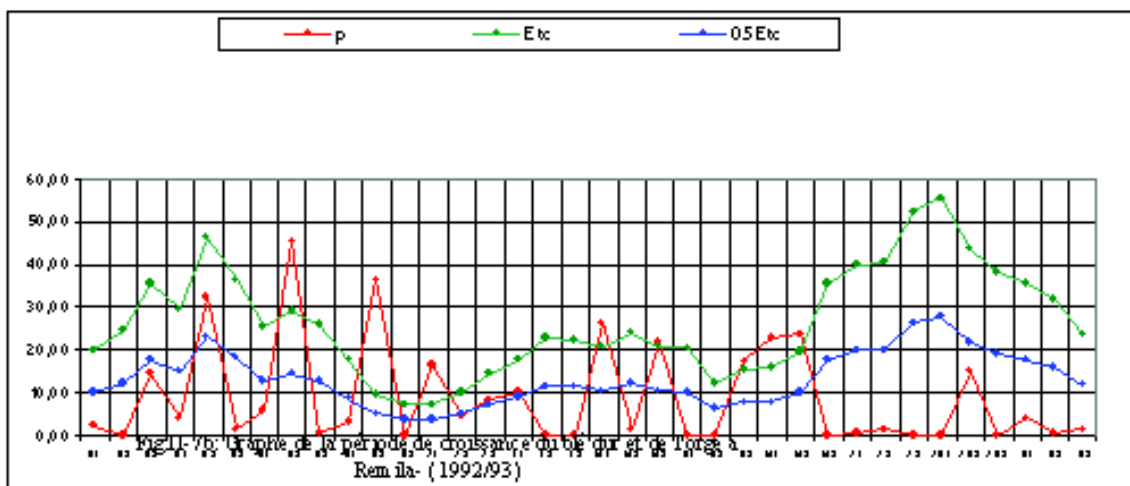
## ANNEXE 13



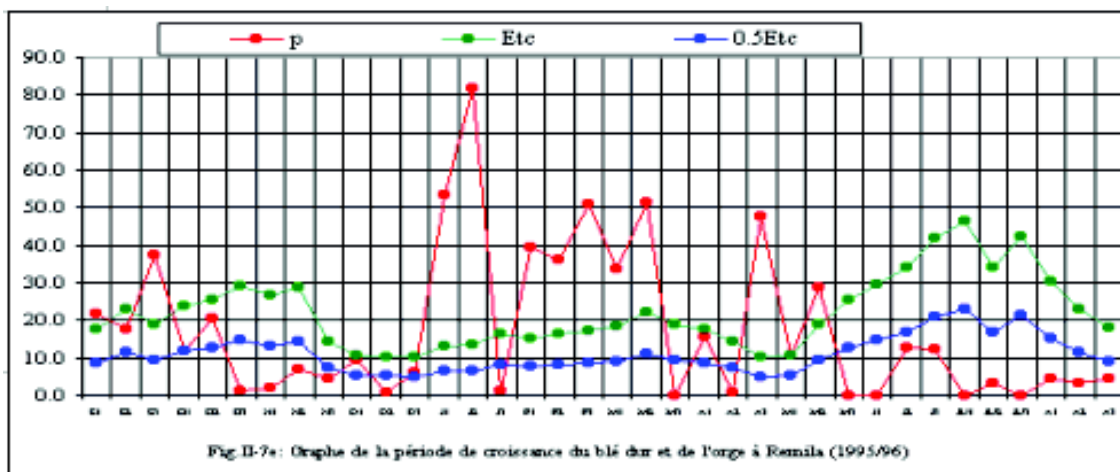
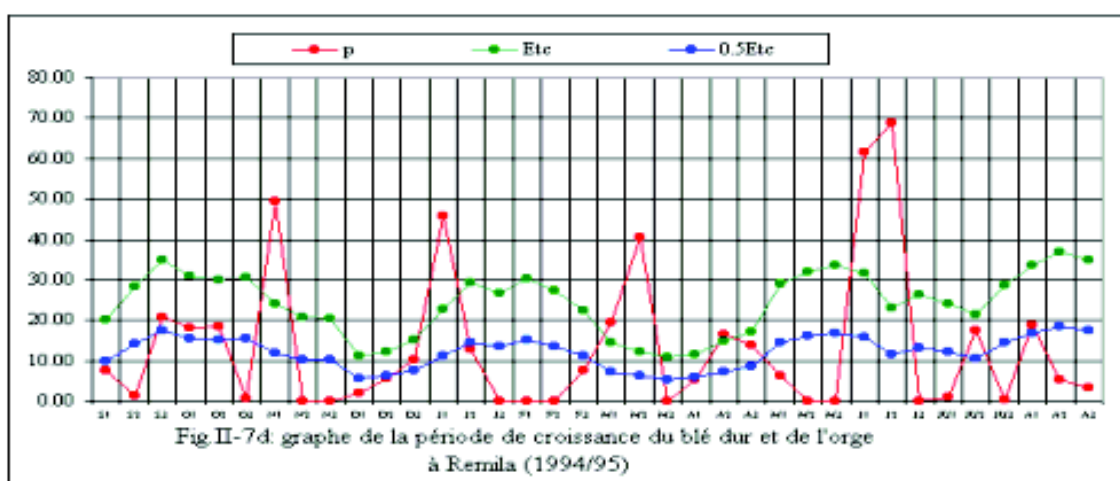
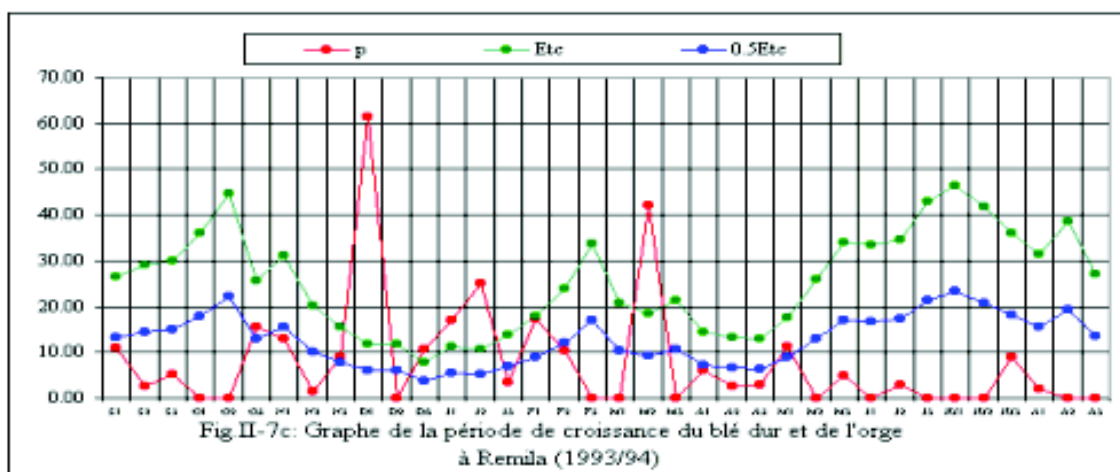
1- Diagramme des pluies moyennes annuelles des 21 postes pluviométriques de la zone d'étude (Sud des Hautes Plaines Constantinoises)



2- Graphes des bilans hydriques pour le blé dur et l'orge dans les plaines de Remila

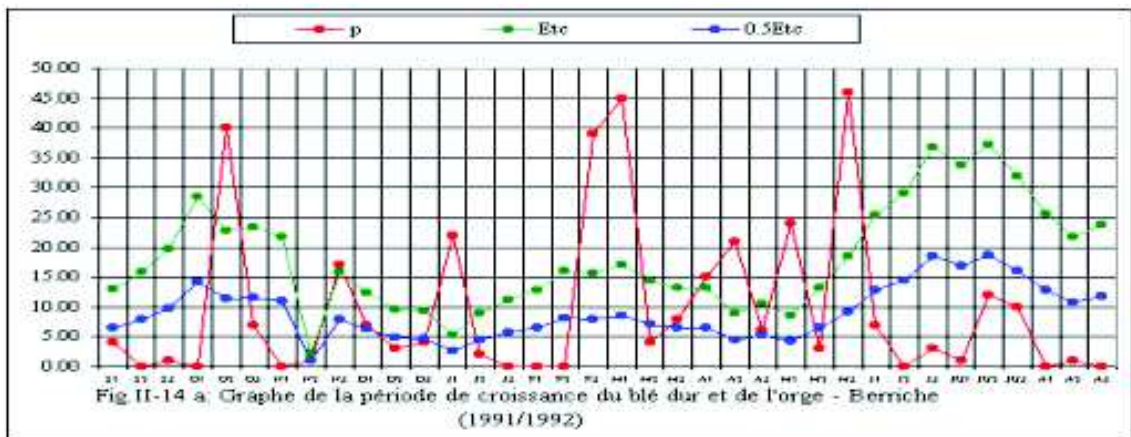


Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

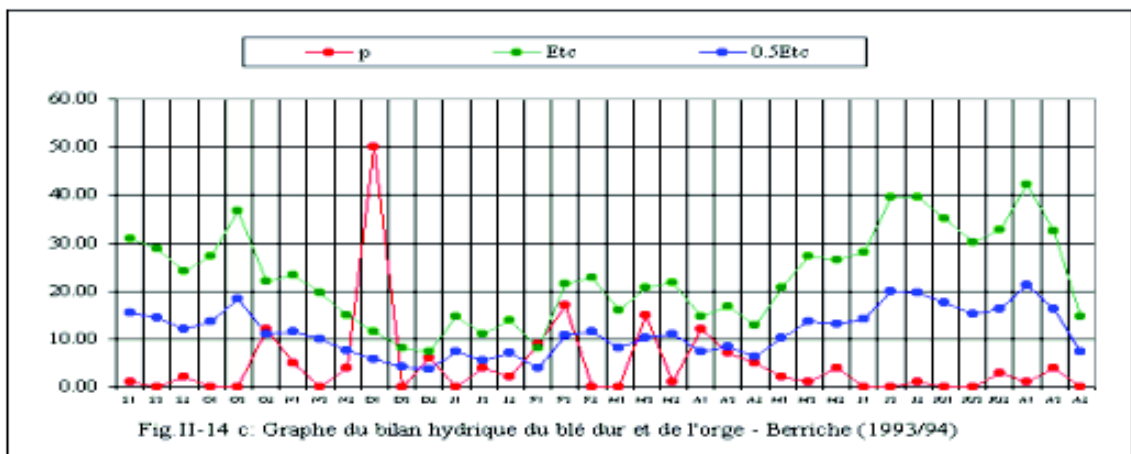
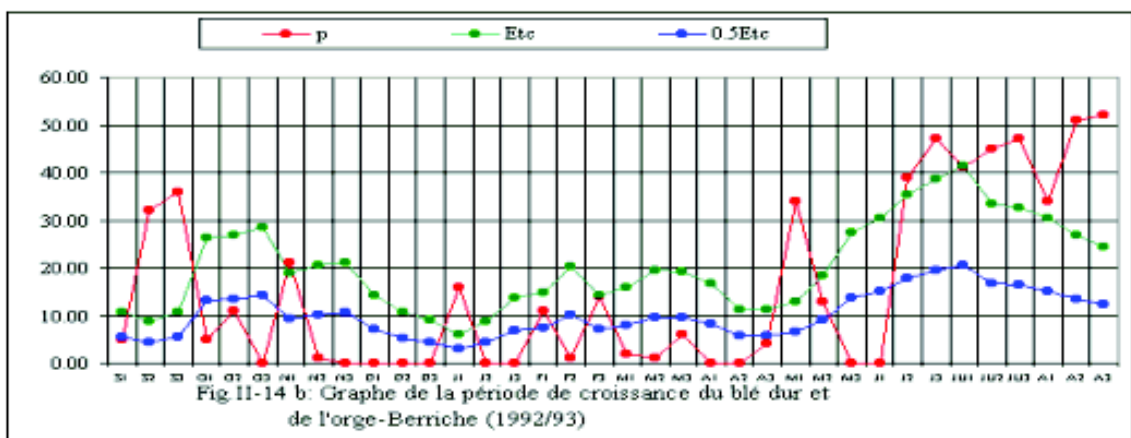


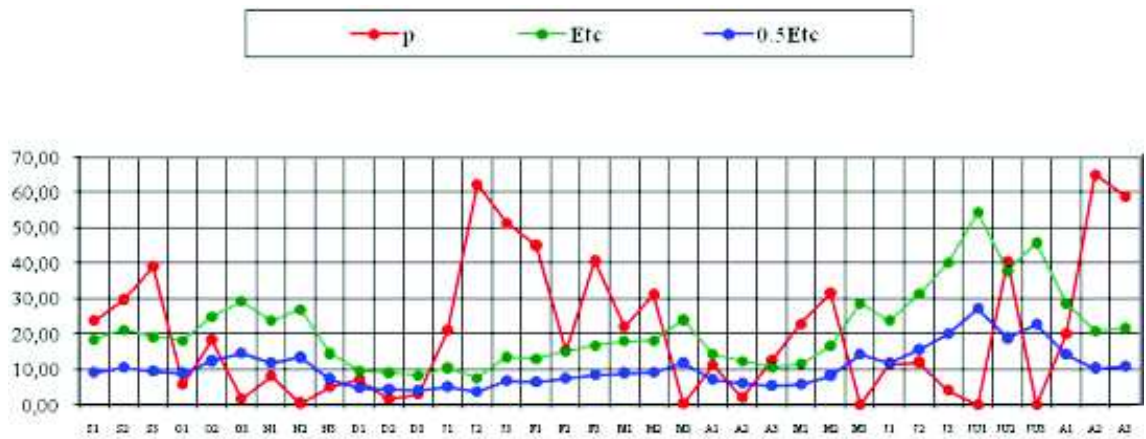
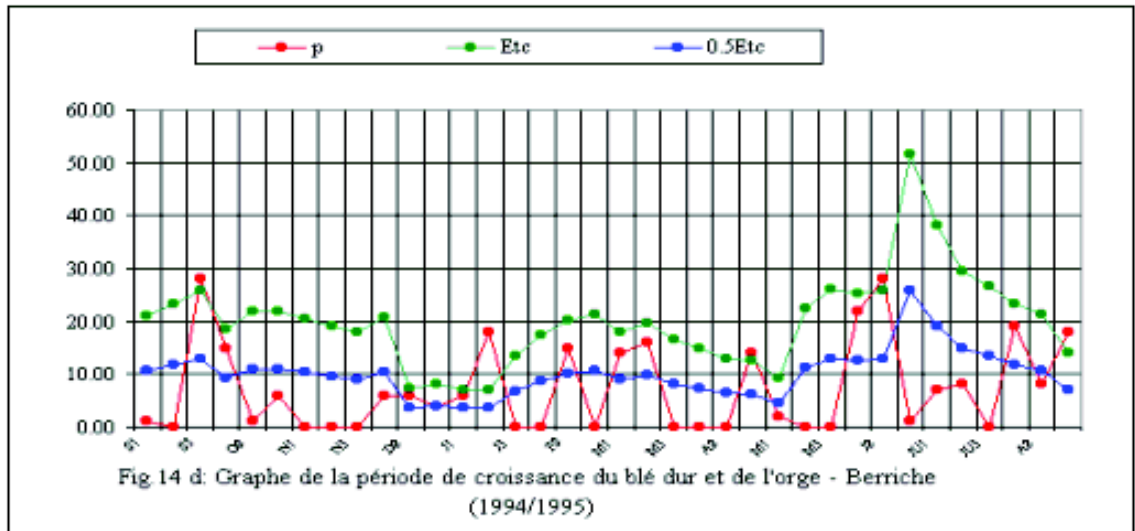
3- Graphes des bilans hydriques pour le blé dur et l'orge dans les plaines de Berriche,



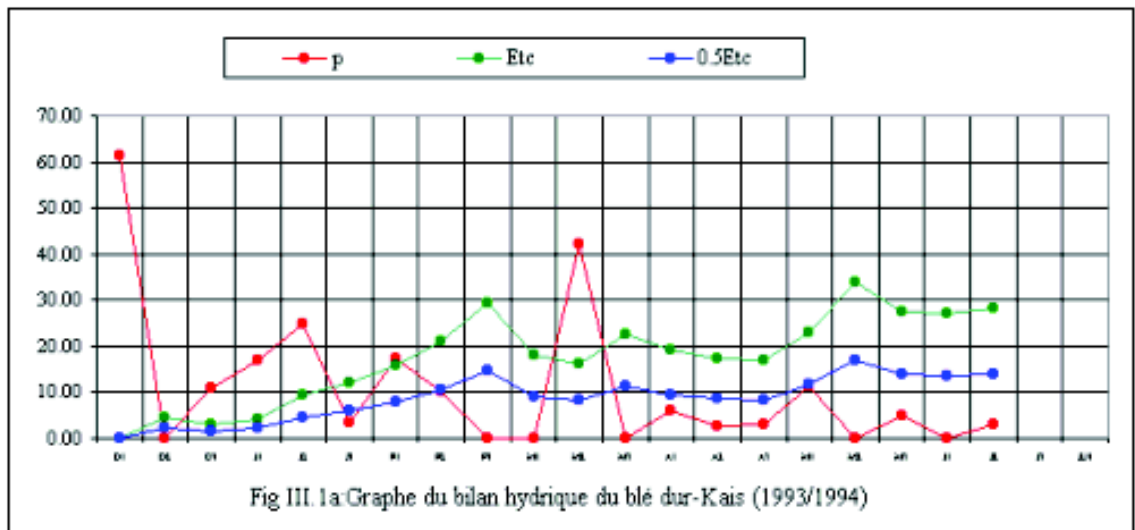


3- Graphes des bilans hydriques pour le blé dur et l'orge dans les plaines de Berriche,

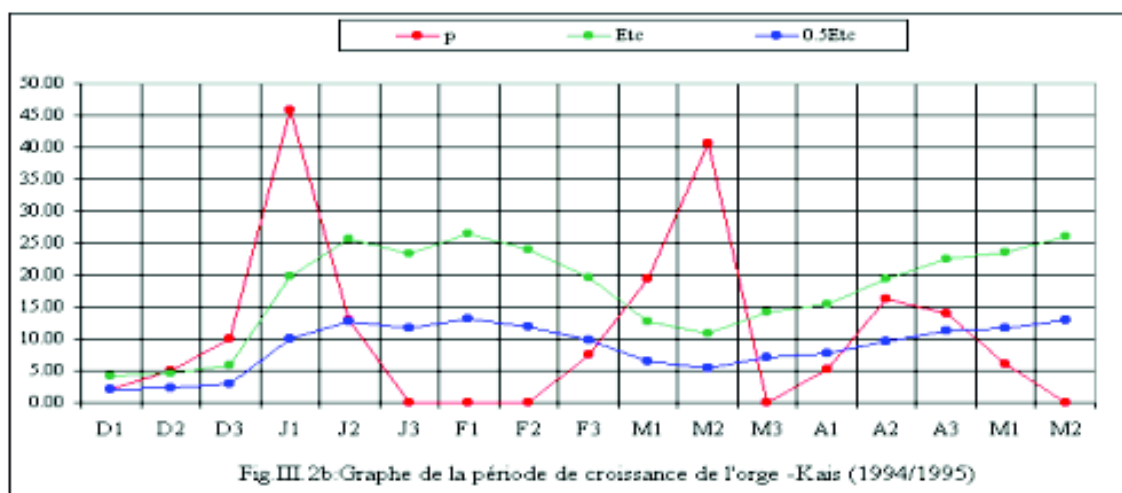
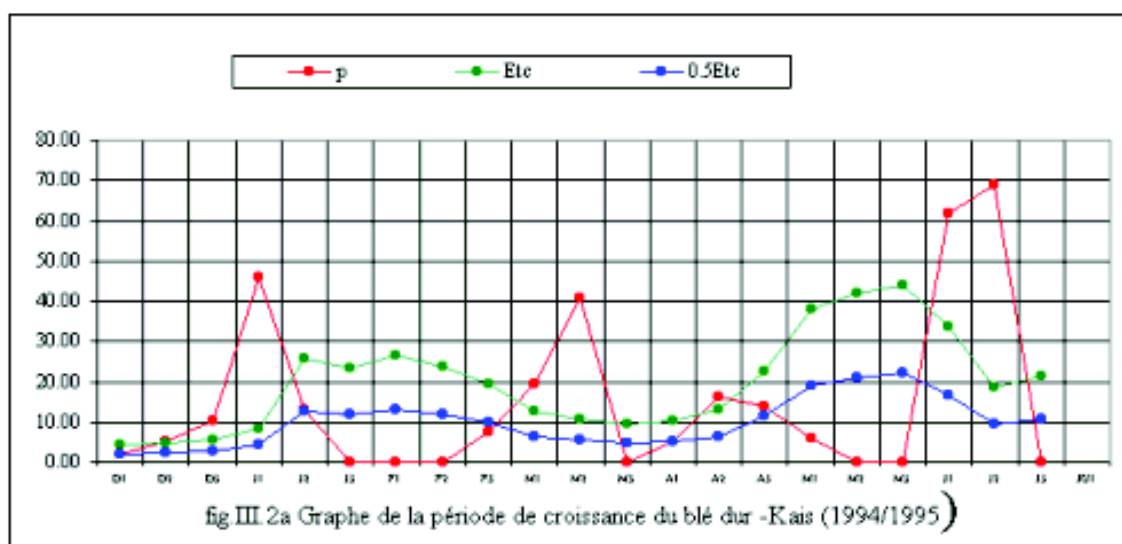
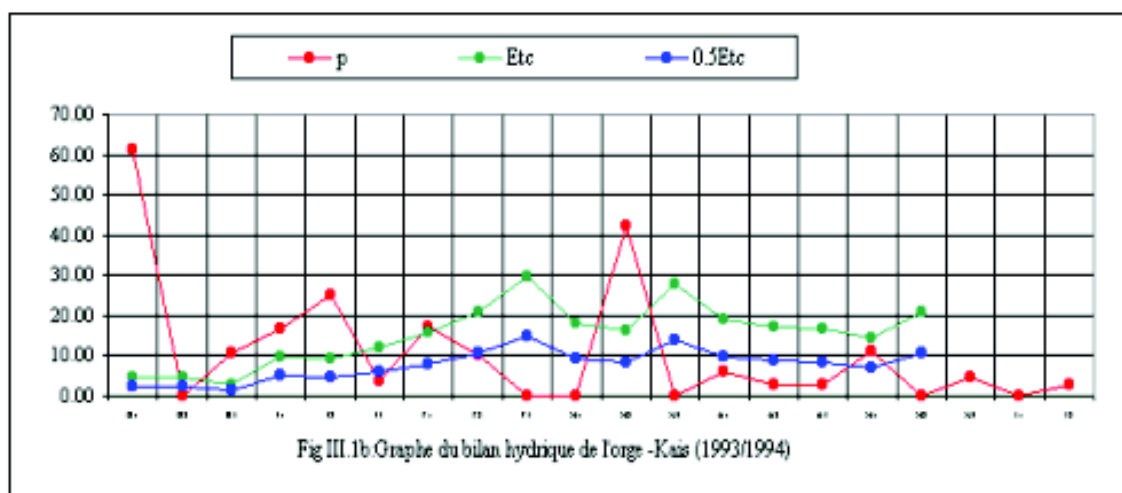




4-Graphes des bilans hydriques-parcelles d'essais de Kais.,

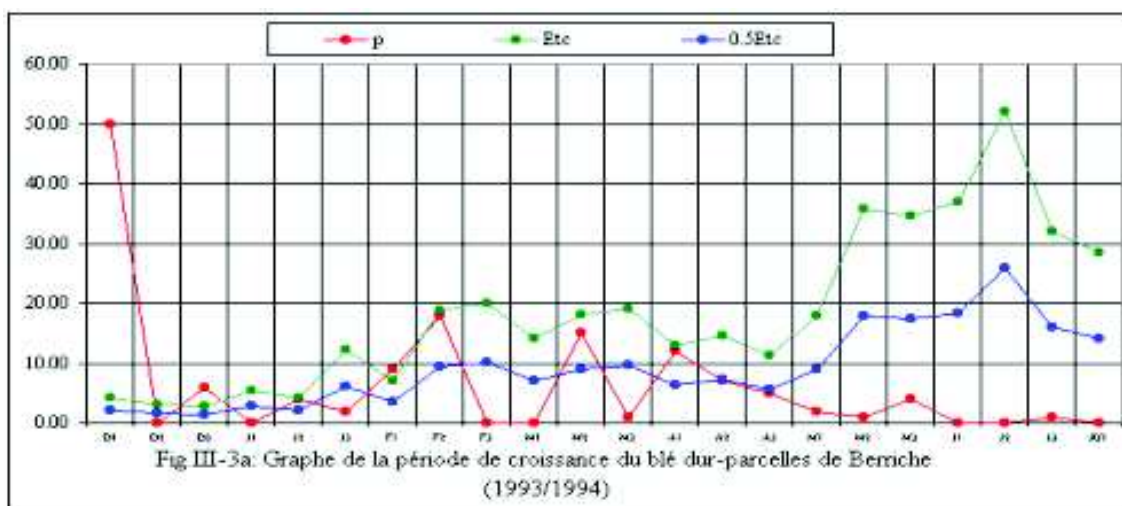


4-Graphes des bilans hydriques-parcelles d'essais de Kais.,

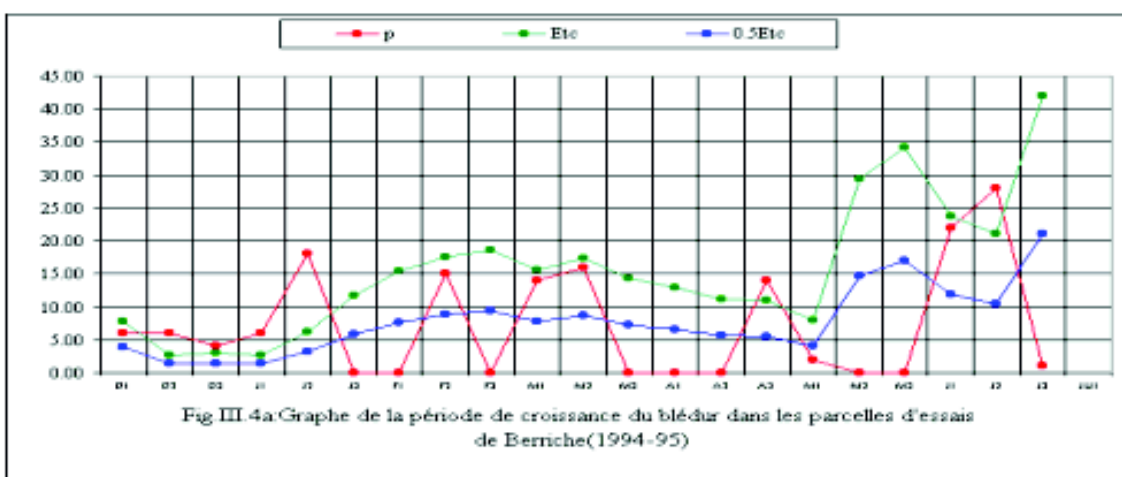
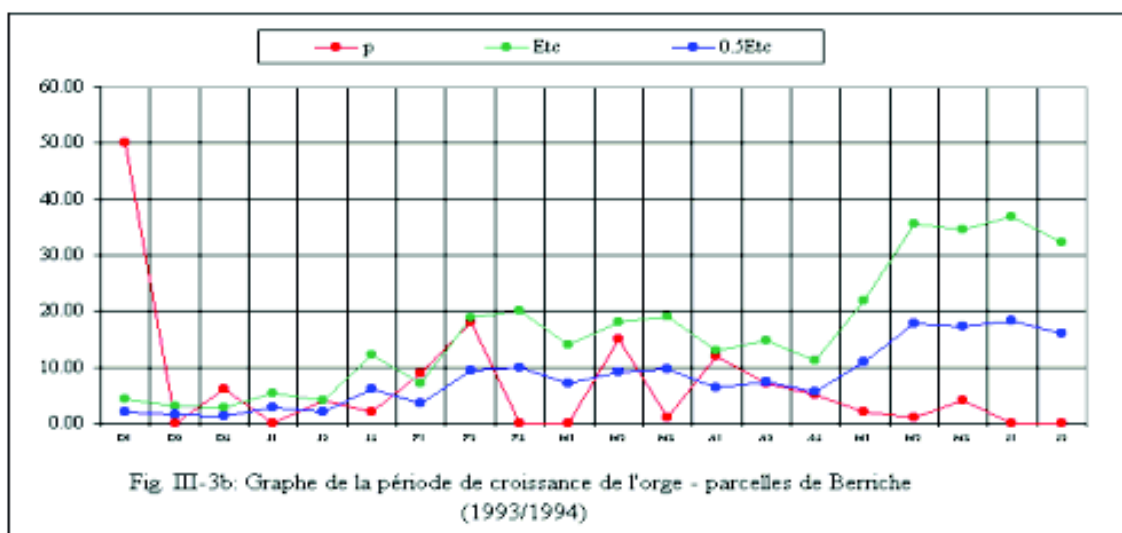


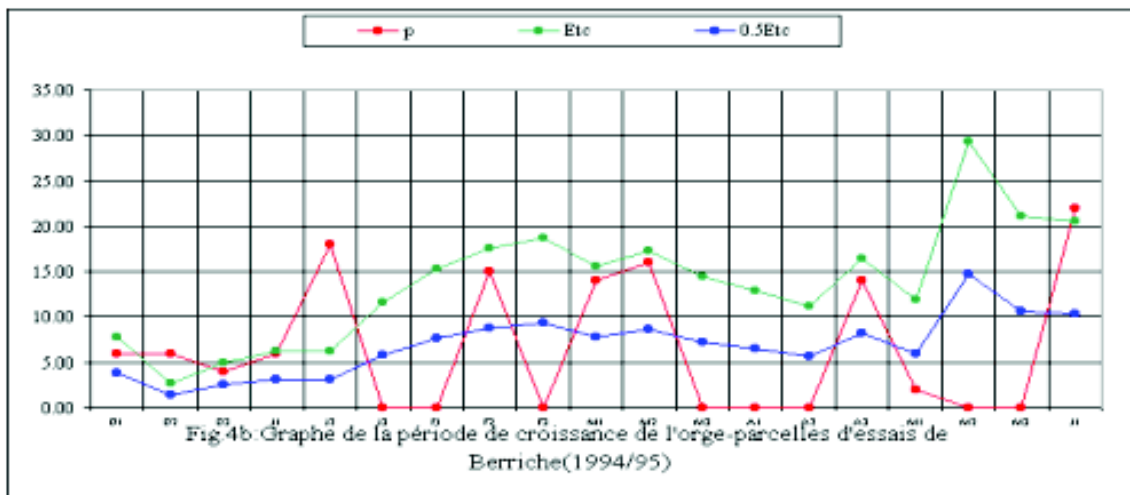
5-Graphes des bilans hydriques-parcelles d'essais de Berriche

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

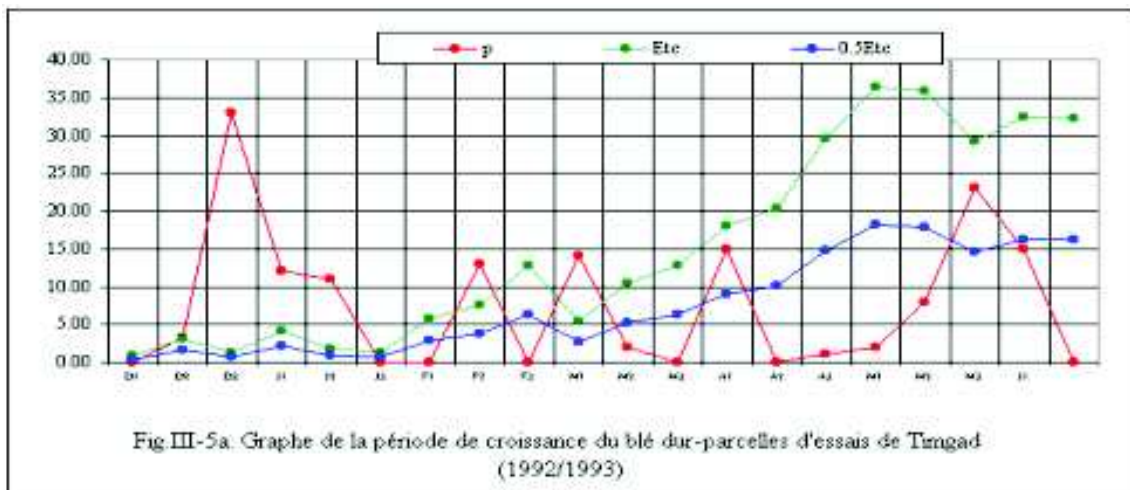


5-Graphes des bilans hydriques-parcelles d'essais de Berriche

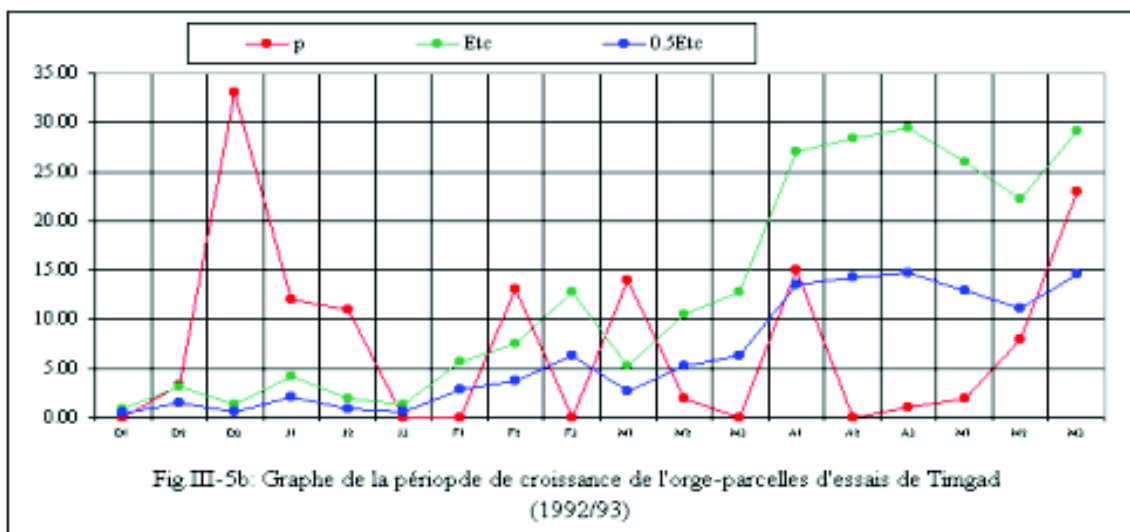


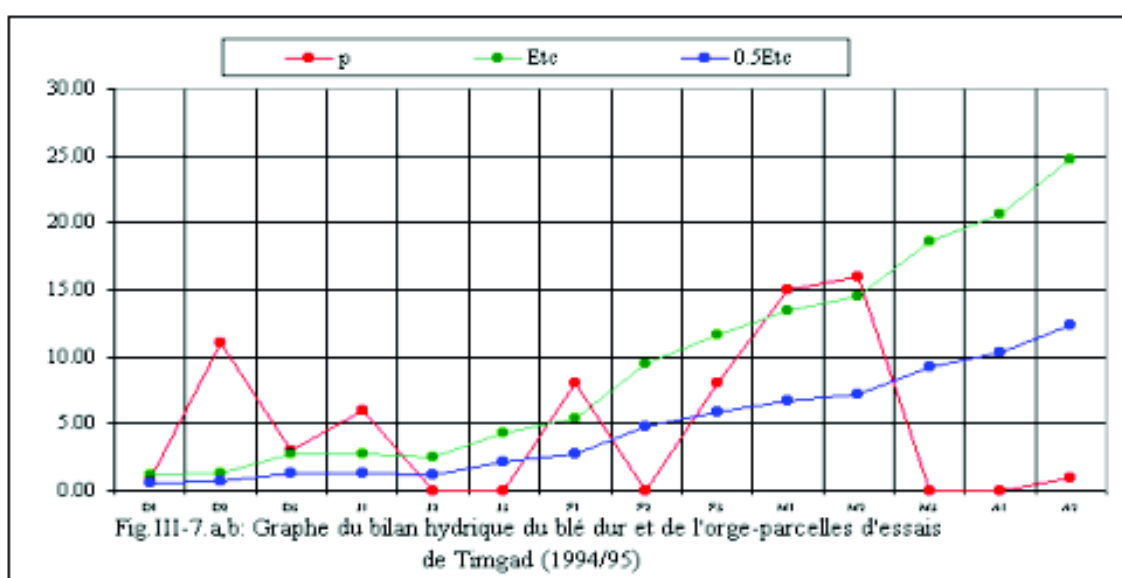
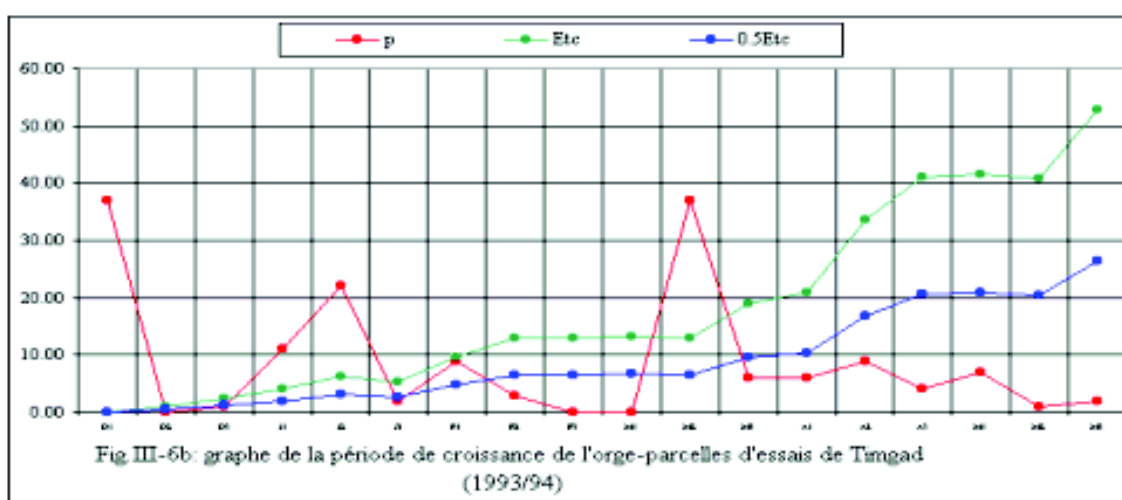
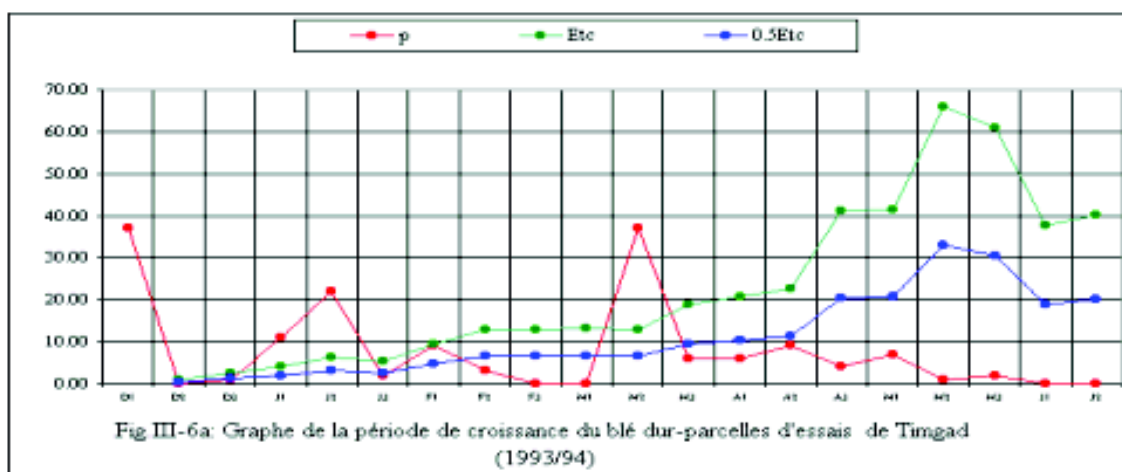


6-Graphes des bilans hydriques-parcelles d'essais de Timgad

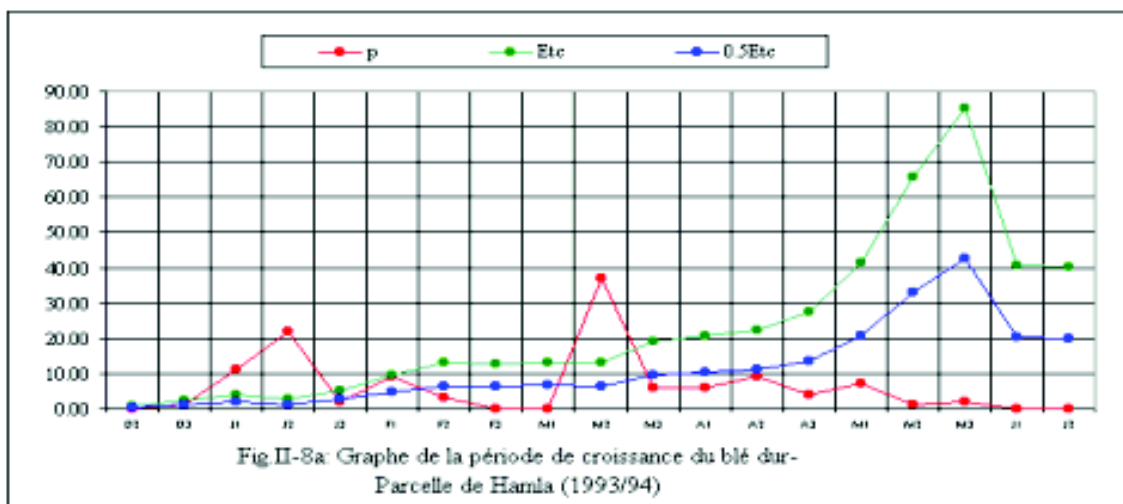


6-Graphes des bilans hydriques-parcelles d'essais de Timgad

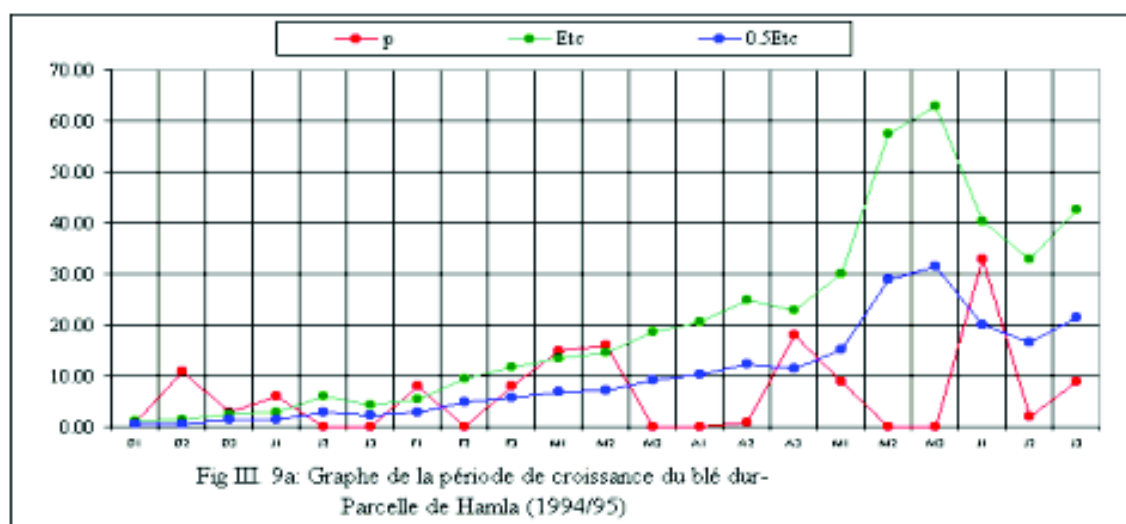
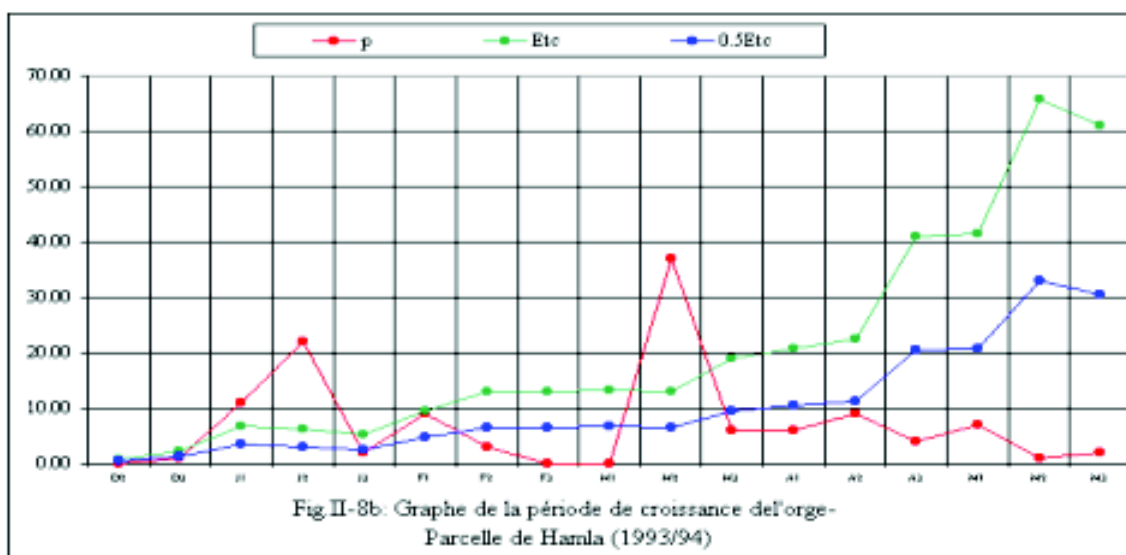




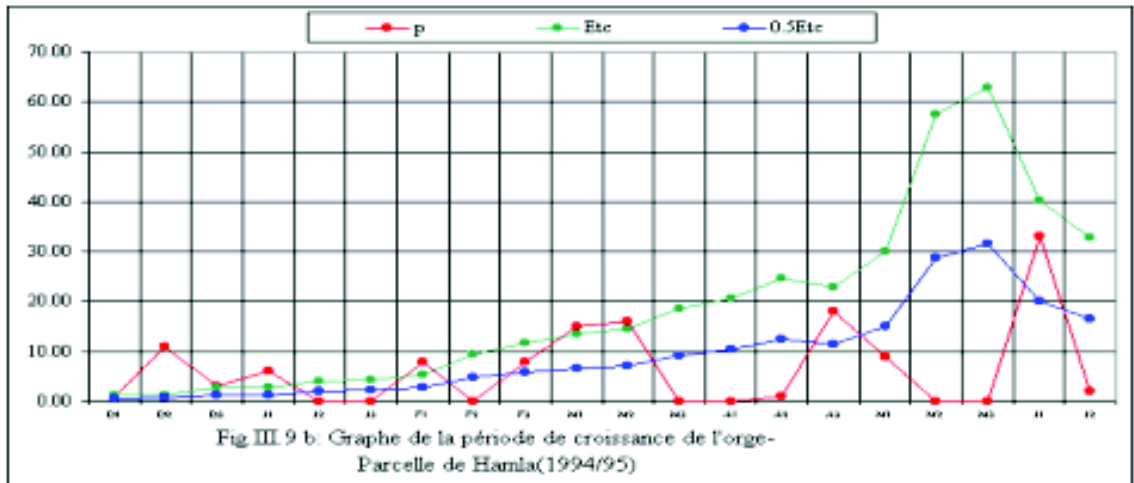
4-Graphes des bilans hydriques-parcelles d'essais de Hamla.



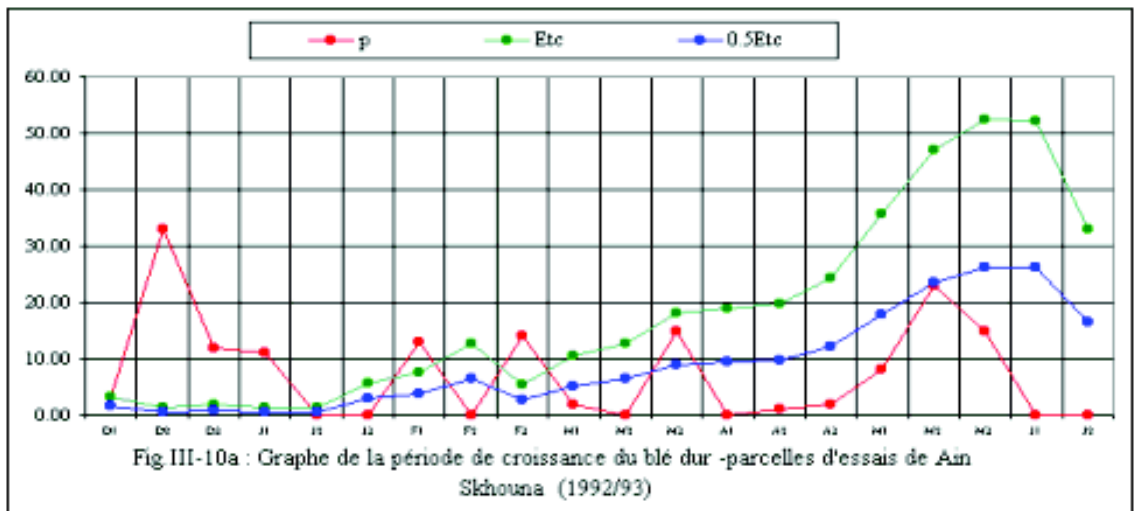
4-Graphes des bilans hydriques-parcelles d'essais de Hamla.



Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

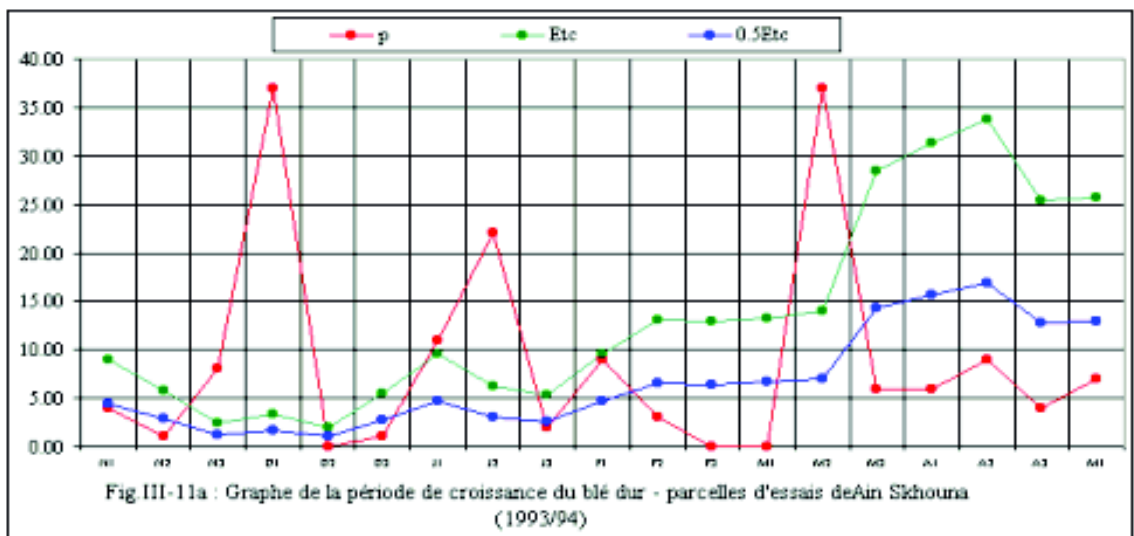


4-Graphes des bilans hydriques-parcelles d'essais de Ain Skhouna

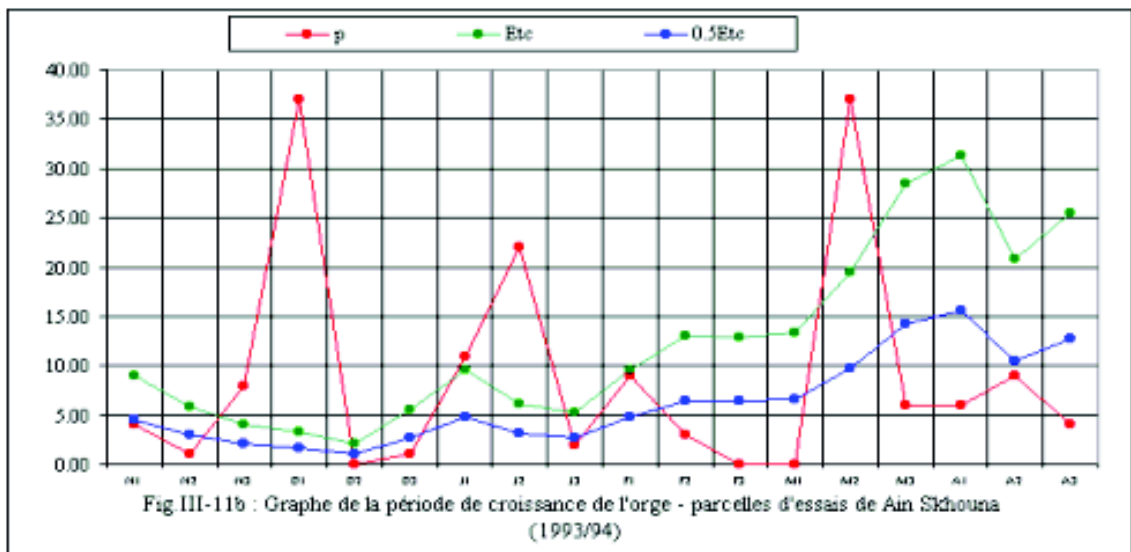


4-Graphes des bilans hydriques-parcelles d'essais de Ain Skhouna

annexegraph32.gif

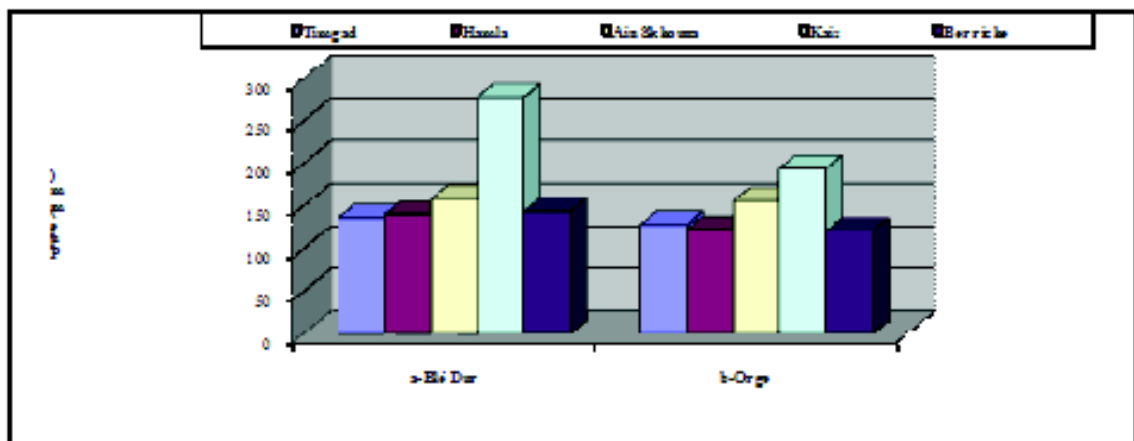






## ANNEXE 14

annexe14..gif



Disponibilités hydriques moyennes par cycle végétatif du blé dur et l'orge

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

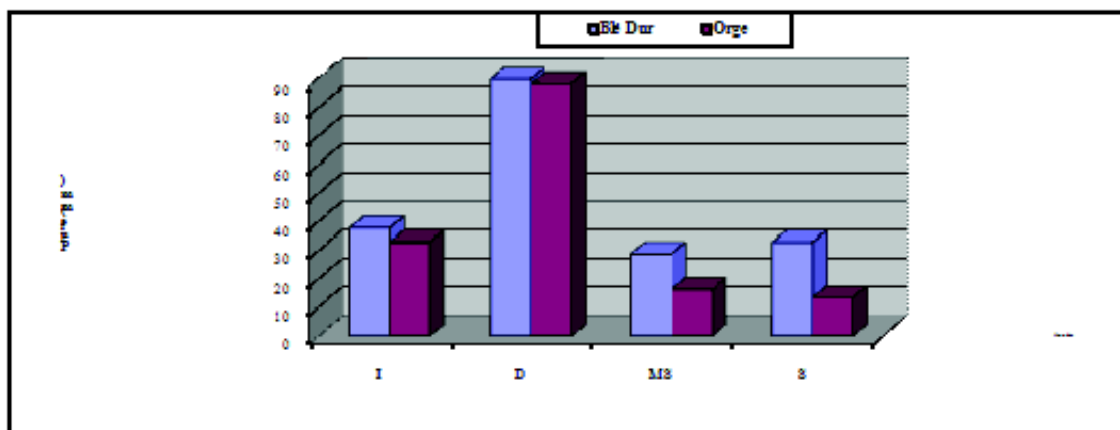


Diagramme des disponibilités hydriques moyennes durant les stades végétatifs du blé dur et orge (toutes parcelles d'essais confondues)

Stations climatiques →	Batna		Kais		Berriche	
	T°C	Cumul	T°C	Cumul	T°C	Cumul
Stade initial	7,69	258	7,05	246	8,5	384
Stade développement	8,12	911	8,25	810	9,9	1139
Stade mi-saison	16,87	539	12,2	575	16,6	725
Stade saison	21,01	474	23,15	752	23,3	571
Période de croissance	12,45	2184	12,7	2382	14,6	2820

Moyennes thermiques (°C) par stade et cycle de croissance du blé dur

Stations climatiques →	Batna		Kais		Berriche	
	T°C	Cumul	T°C	Cumul	T°C	Cumul
Stade initial	7,46	237	7,1	212	9,30	271
Stade développement	6,12	762	8,6	682	9,20	814
Stade mi-saison	15,83	491	9,35	374	18,60	511
Stade saison	18,43	446	17,00	370	19,9	370
Période de croissance	12,66	484	10,6	490	14,10	491

Moyennes thermiques (°C) par stade et cycle de croissance de l'orge

(a) – Blé dur

Unités	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy*
1991/92	14	13	13	12	12	10	10	10	10	14	14	10	12
1992/93	7	7	7	5	6	5	4	4	12	7	8	3	6,25
1993/94	4	3	3	4	5	6	4	3	3	4	4	5	4
1994/95	6	4	4	5	5	6	5	4	4	6	6	7	5,2
1995/96	20	24	18	26	20	20	21	18	25	28	24	25	22,4
Moy	11	10,2	11	10,4	9,6	9,4	9,6	7,8	11,4	11,4	11,2	10	10,25

(a) – orge

Unités de Sols	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy*
1991/92	14	15	14	12	11	10	9	7	13	14	16	9	12
1992/93	5	5	5	3	4	5	5	3	6	4	5	4	4,3
1993/94	3	3	2	3	4	6	4	3	3	3	3	4	3,4
1994/95	5	6	7	7	6	8	7	6	4	7	7	8	6,5
1995/96	19	23	21	23	20	21	23	18	24	27	18	21	21,5
Moy	8,8	10,4	9,8	9,6	8,8	10	9	7,2	9,2	10,8	9,8	10,8	9,5

\*certaines valeurs moyennes ont été arrondies

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

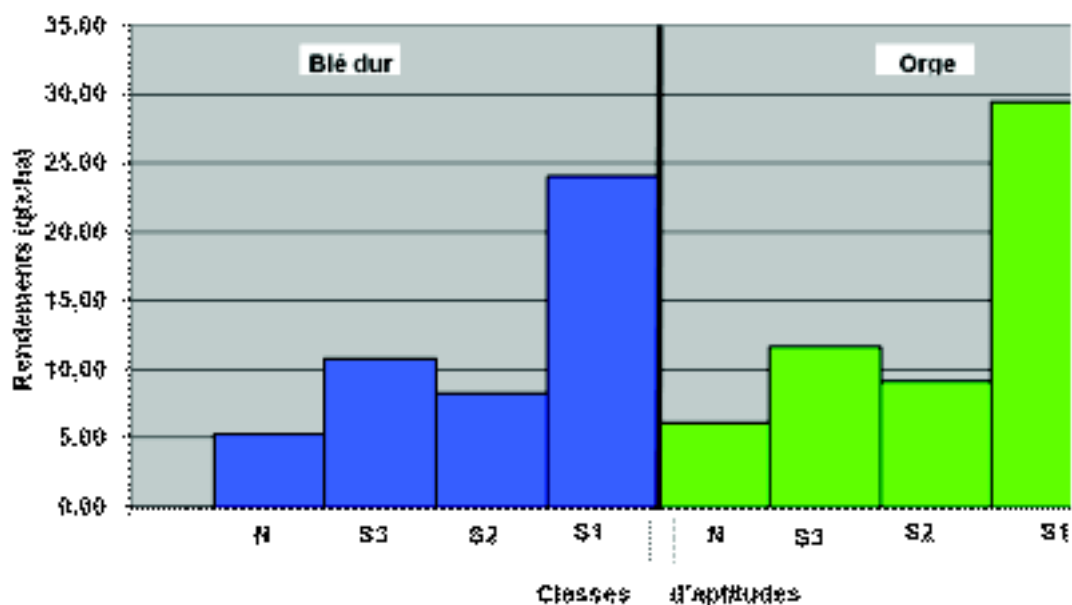
	Blé dur						orge					
	1991/ 92	92- /93	-/94	-/95	-/96	moy	91/92	-/93	-/94	-/95	-/96	moy
1	14	8	5	9	24	12	10	8	5	10	32	13
2	12	8	3	9	24	11,2	12	8	4	7	26	10,6
3	13	8	5	6	20	10,4	12	10	7	5	24	11,6
4	13	6	4	8	24	11	14	10	7	12	24	12,6
5	12	8	4	8	24	11,2	12	7	6	13	34	14,4
6	14	8	3	11	23	11,8	13	11	14	13	22	12,6
7	10	6	6	8	33	12,6	14	11	8	10	24	13,4
8	15	9	5	9	20	11,6	15	11	8	14	35	16,6
9	14	9	6	9	18	12,4	15	10	8	11	33	15,4
10	15	8	6	10	20	11,8	16	10	8	12	33	15,8
11	15	6	5	10	21	11,4	15	9	8	13	31	15,2
12	13	8	5	8	22	11,6	14	7	8	10	33	14,2
13	14	9	5	8	30	13,2	13	8	8	8	33	14
14	12	8	4	7	24	11	13	8	4	7	26	11,6
15	14	11	6	10	28	14,2	12	10	3	8	26	11,8
16	12	11	6	10	22	12,2	15	10	5	10	27	13,4
17	16	8	5	8	24	12,2	16	8	5	10	27	13,2
18	16	8	5	8	22	11,8	18	8	5	10	30	14,2
19	18	8	5	8	27	13,2	16	8	5	10	31	14
20	17	8	5	10	18	11,6	17	11	6	11	22	13,4
21	14	6	5	7	24	11,2	16	9	6	11	33	15,2
22	15	7	5	7	24	11,6	16	8	5	8	35	12,4
23	14	6	3	6	30	11,8	13	7	3	9	34	13,2
24	14	6	6	7	28	12,2	14	6	5	9	33	13,4
25	14	10	8	10	25	13,8	14	6	6	8	25	11,8
26	16	6	7	6	28	12,6	14	7	6	8	31	13,2
27	15	6	5	7	28	12,2	14	7	7	8	25	12,2
28	12	8	6	8	25	11,8	13	8	7	9	27	12,8
29	15	6	5	9	28	12,6	15	10	10	10	30	15
30	13	10	10	10	18	12,4	16	9	8	9	24	13,2
31	11	6	4	6	28	11	13	9	6	10	32	14
32	10	7	4	9	16	9,2	12	7	8	10	25	12,4
33	12	8	8	10	23	12,2	16	8	6	11	34	15,2
moy	13,8	7,7	5,3	8,3	24	11,7	14,5	8,7	6,15	9,1	29,4	13,6

*Rendements de blé dur et d'orge, des sols de Remila*

		Timg.	Ham.	Ain Skhouna			Kais			Berriche		
				A	B	moy	A	B	moy	A	B	moy
Blé dur	92/93	1,5	/	1,5	1,5	1,5	/	/	/	/	/	/
	93/94	1,5	3	3,5	1,5	2,5	11	10,6	10,8	9,7	97,6	8,6
	94/95	0	3	/	/	/	10,6	10,8	10,7	10,6	7,6	9,2
	Moy	1	3	2,5	1,5	2	10,8	10,7	10,7	10,2	7,6	8,9
Orge	92/92	1,5	/	1,5	6,5	2,5	/	/	/	/	/	/
	93/94	1,5	3	6	1,5	3,75	19,6	17,3	18,5	8,1	7,9	6,6
	94/95	0	6,7	/	/	/	20,2	20,2	20,2	15,2	6,4	7,1
	Moy	1	5	3,7	2,5	3,15	20	18,7	19,5	11,6	5,8	6,9

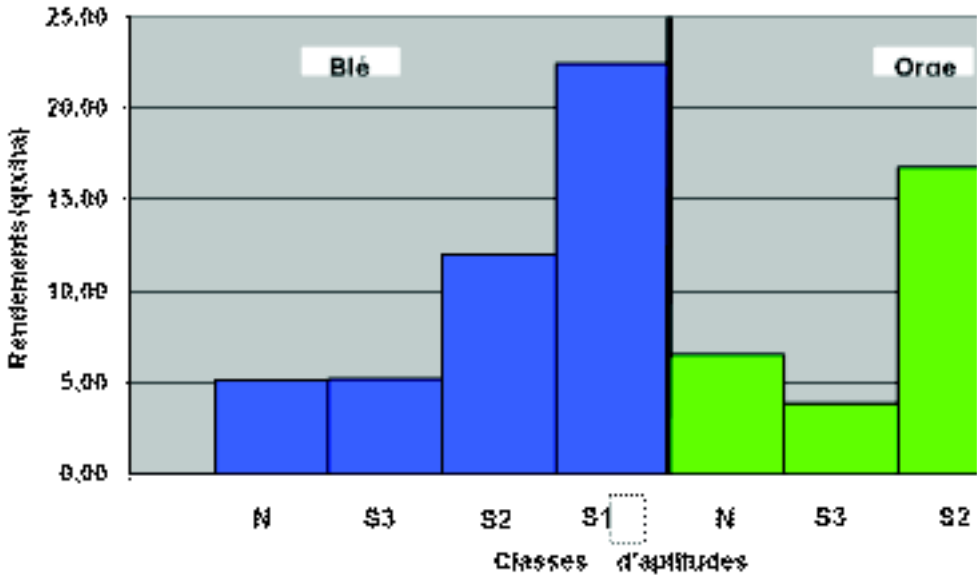
Rendements (qt/ha) du blé dur et de l'orge dans les parcelles d'essais

## ANNEXE 15

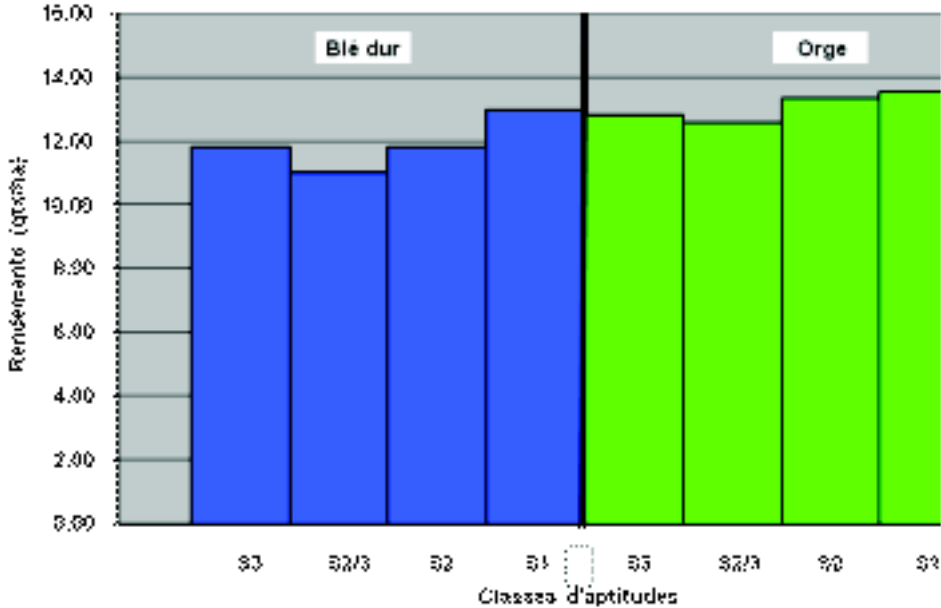


Correspondance des rendements (qt/ha) de blé dur et orge avec les aptitudes climatiques - plaine de Remila

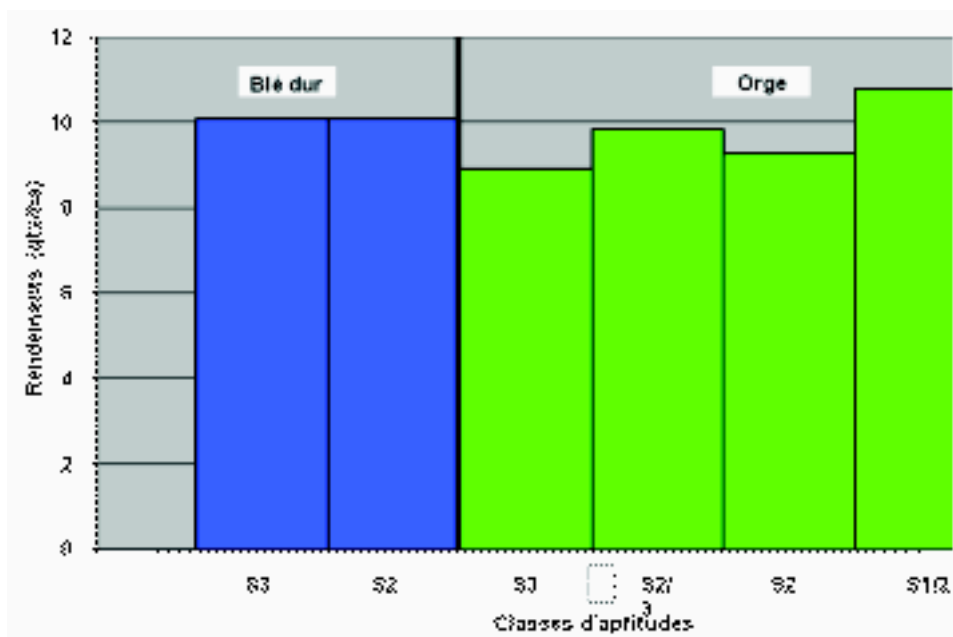
Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises



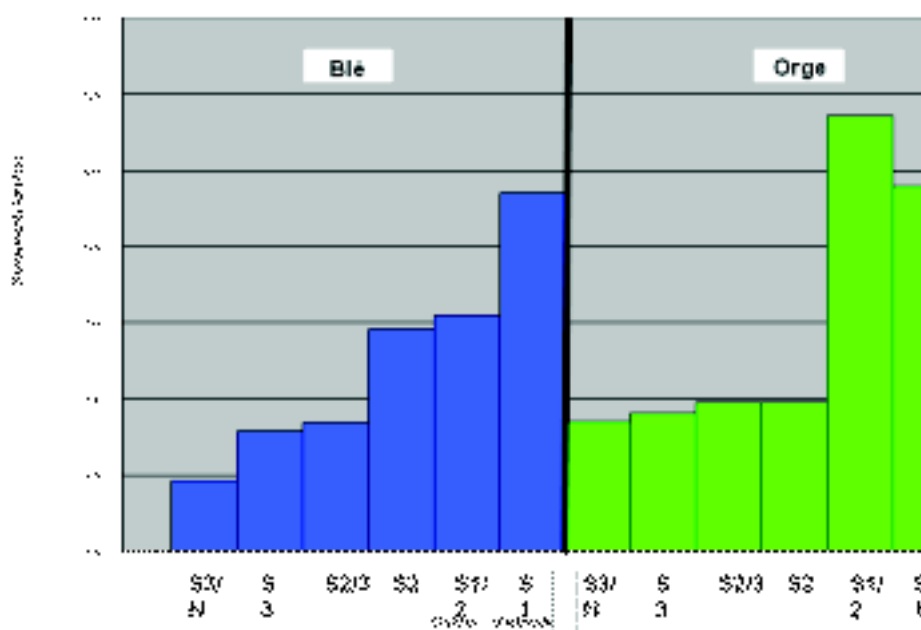
Correspondance des rendements (qtz/ha) de blé dur et orge avec les aptitudes climatiques- Plaine de Berriche



Correspondance des rendements (qtz/ha) de blé dur et d'orge avec les aptitudes de sols de Rémila

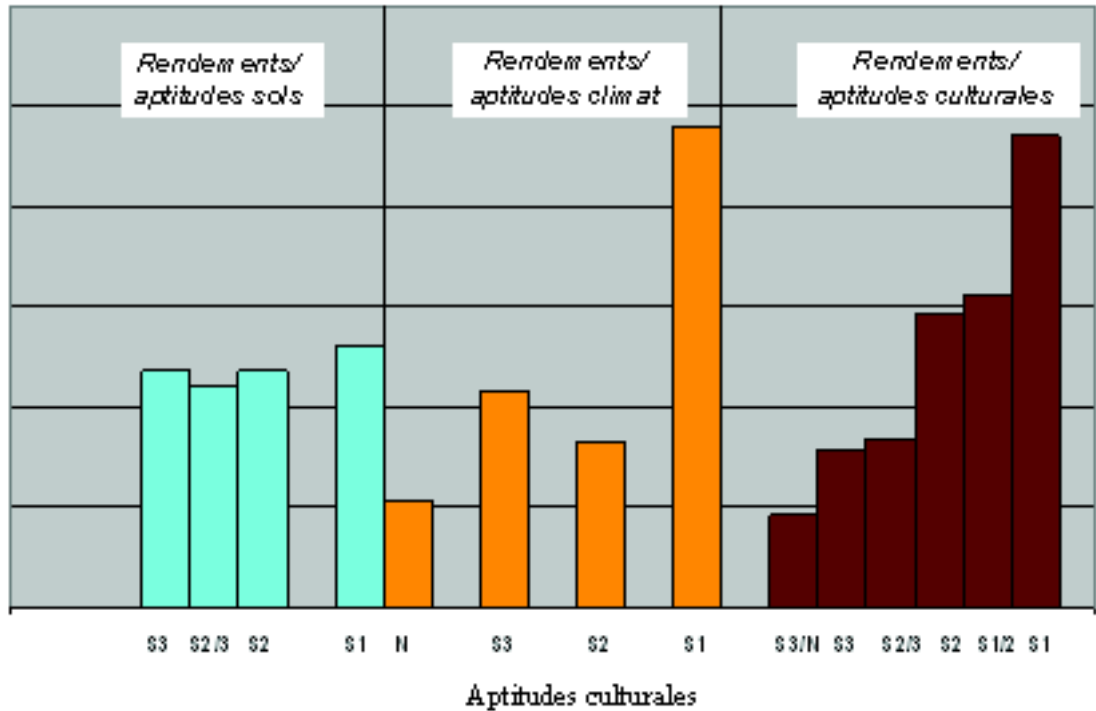


Correspondance des rendements (qtx/ha) de blé dur et d'orge avec les aptitudes de sols de Berriche

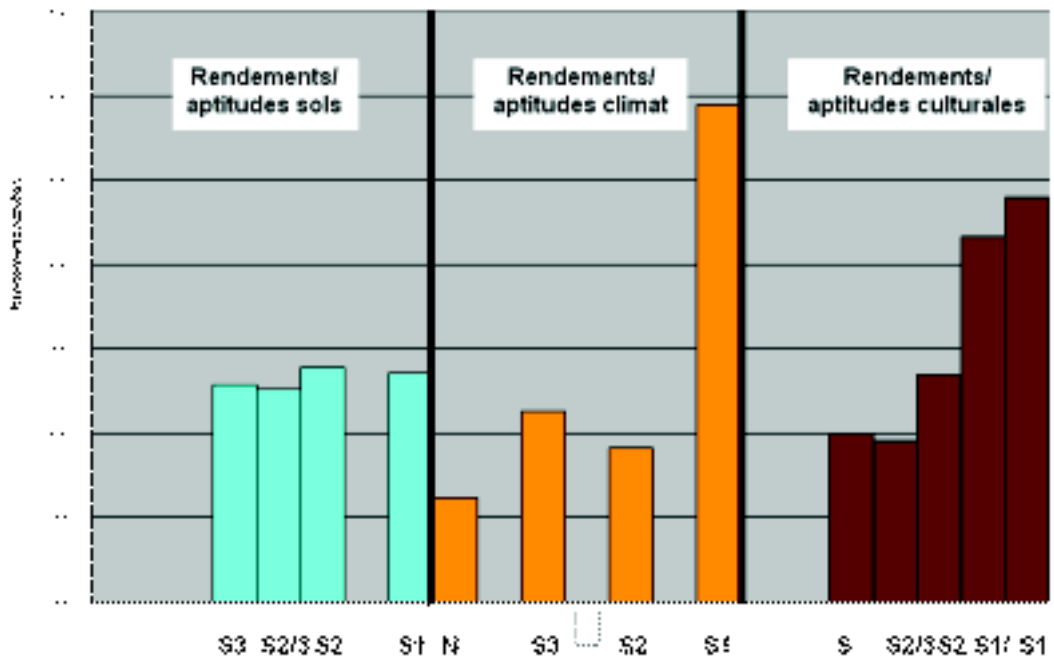


Correspondances entre les aptitudes culturales de Rémila et les rendements (qtx/ha) de blé dur et orge 1991/92-1995/96

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

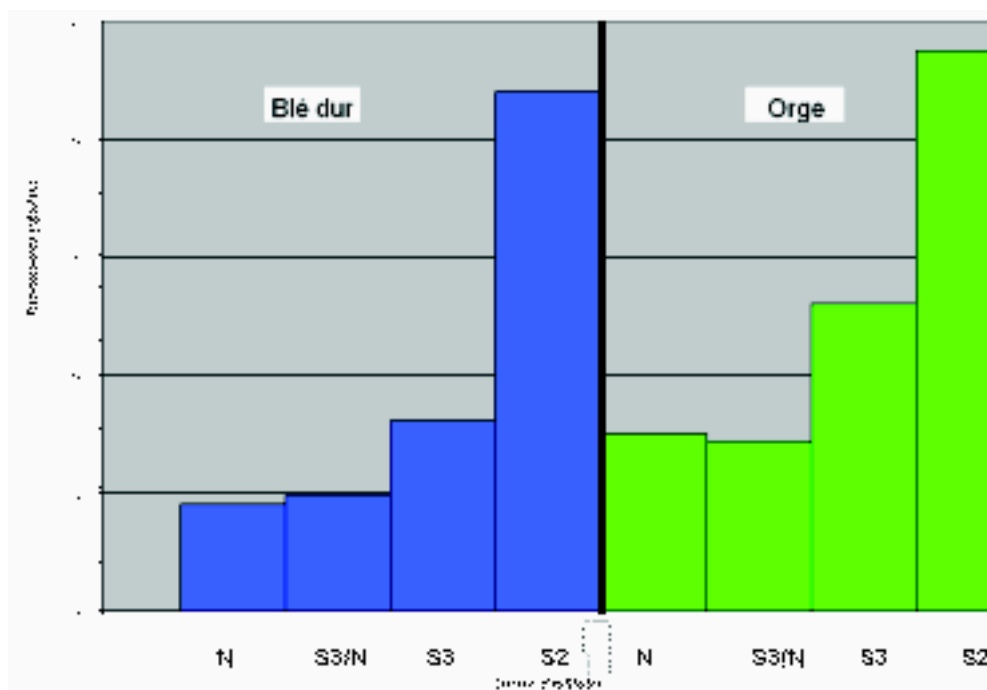


Correspondance entre les rendements (qtx/ha) d'orge et les différentes aptitudes (sol, climat et sol/climat=aptitude culturale) au niveau de la plaine de Rémila

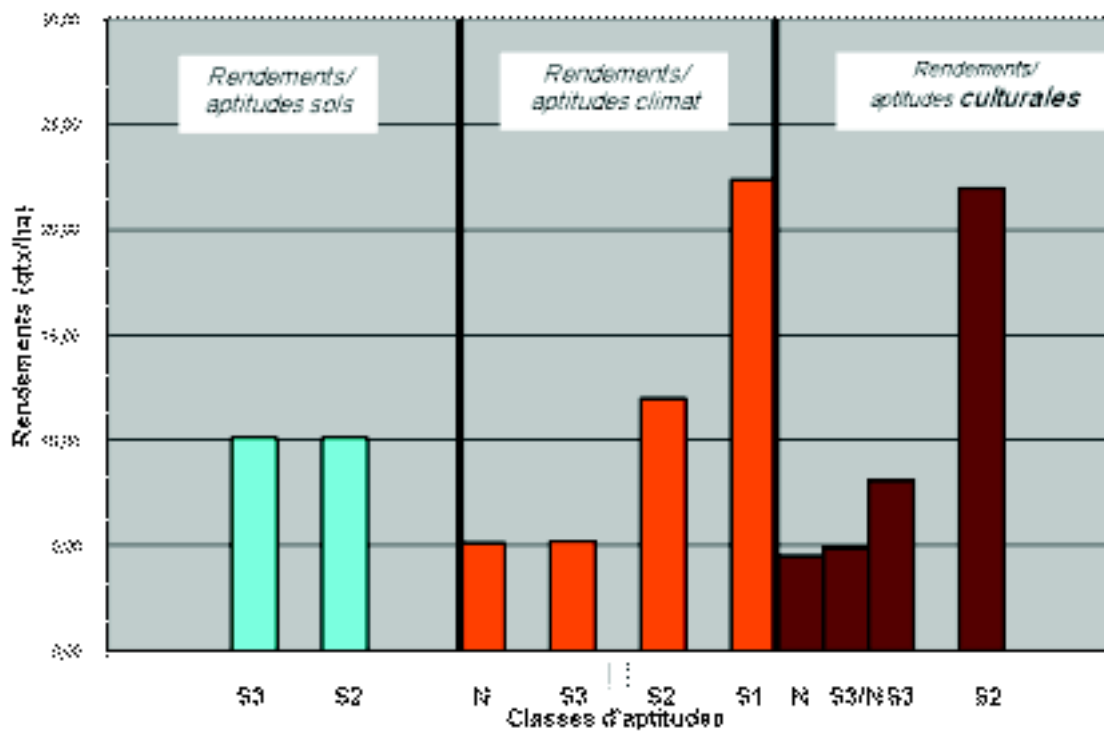


Correspondance entre les rendements (qtx/ha) de l'orge et les différentes aptitudes (sol, climat et sol/climat=aptitude culturale) au niveau de la plaine de Rémila



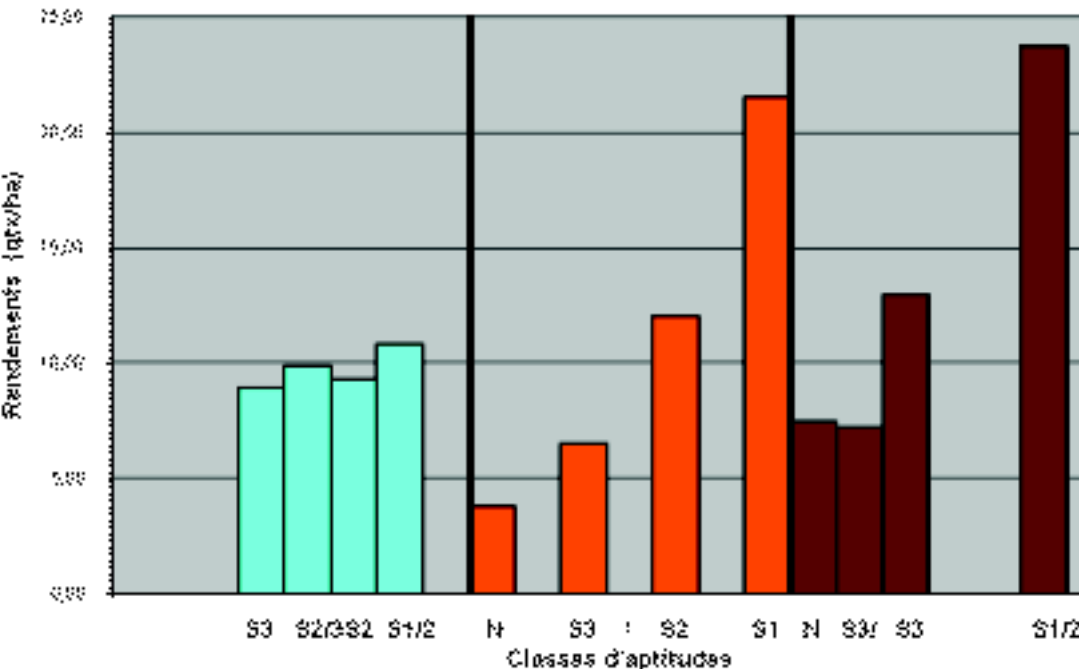


Correspondances entre les rendements de blé dur et d'orge et les aptitudes culturales au niveau de la plaine de Berriche 1991/92-1995/96



Correspondance entre les rendements de blé dur et les différentes aptitudes (sol, climat et sol/climat=aptitude culturale) au niveau de la plaine de Berriche

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises



Correspondance entre les rendements de l'orge et les différentes aptitudes (sol, climat et sol/climat=aptitude culturale) au niveau de la plaine de Berriche

		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Moy
Batna 1971–1992	Tm	4,9	6,6	9,1	12,0	16,8	22,0	25,0	25,5	21,7	16,2	10,1	6,9	14,7
Batna 1913–1938	Tm	4,9	6,1	8,5	11,9	16,0	21,0	24,7	24,0	20,4	14,9	9,6	5,9	14,0
	Tx	9,5	11,5	14,3	18,9	23,6	29,0	33,3	32,7	27,7	21,2	15,0	10,7	20,6
	Tn	0,3	0,6	2,7	5,0	8,3	13,0	16,0	15,7	13,0	8,5	4,2	1,1	7,4
	Tax	16,0	18,5	23,2	27,1	30,5	35,4	38,2	36,7	34,2	26,7	22,3	17,2	27,2
	Tan	-5,2	-5,2	-3,2	-1,5	1,8	7,6	10,8	10,7	7,3	1,9	-1,8	-5,2	1,5
Foum El Gueis 1971–1986	Tm	4,4	5,1	8,5	11,2	15,2	19,8	24,5	23,6	20,9	15,4	10,0	8,6	13,9
	Tx	10,4	11,9	14,2	16,9	23,6	28,9	33,3	32,7	27,7	21,2	15,0	10,7	20,5
	Tn	2,2	2,3	3,4	5,5	9,4	14,0	16,5	16,8	13,1	10,6	3,2	2,1	8,3
	Tan	-1,6	-1,5	-0,9	-1,3	2,9	8,5	9,6	10,5	7,4	3,5	-0,6	-1,9	2,9
Oum El Bouagui 1980–1992	Tm	6,1	7,5	9,6	12,8	17,8	22,6	25,1	25,1	21,5	16,8	11,1	6,8	15,2
	Tx	10,4	12,8	14,6	18,6	23,5	29,6	33,7	33,4	28,9	22,6	16,3	11,6	21,3
	Tn	1,4	1,8	3,9	6,1	9,8	14,3	17,0	16,2	11,1	10,6	5,8	2,2	8,4
	Tax	18,1	20,7	23,0	27,9	31,3	37,6	38,2	38,2	35,1	30,8	24,0	17,9	28,6

*Tableau I-1 : Données thermiques Dans les stations climatologiques de Batna, Foum El Gueis et Oum El Bouagui.*

Tm: Temp. moyennes Tx: Temp. maximales Tn: Temp. minimales Tan: Temp. minimales absolues Tax: Temp. maximales absolues

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Pluviométrie	>600 mm	600-450 mm	450-350 mm	350-300 mm	<300 mm	200	200	<150	
Z. A.E*	1	2	3						
Espace Potentiel	Haute potentialité		Faible potentialité		Très faible potentialité				
Aptitude	B.D	S1 : (100-95)		S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)	N : (<40)
	Orge	S1 : (100-95)			S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)
Stations		Seguene	Ain Beida F. El Gueis Khenchela	Batna Oum El Bouagui, Tazoult, Chabet O. Chlih, Ain Touta, Ain Skhouma	Fkirina	Oued Nini, Ain Zitoun, Tingad, Reboa, Hamla, Toufana, Sidi Mansar, Ain Ben Tenoun	Ain Babouche	Boulhilet	
UP*	1		2	3	4	5	6	7	
ZAP=ZAC*	1 <sup>ère</sup> zone			2 <sup>ème</sup> zone		3 <sup>ème</sup> zone		4 <sup>ème</sup> zone	

*Tableau I-3 : Délimitation des zones agro-pluviométriques pour le blé dur et l'orge –Sud des Hautes Plaines Constantinoises*

\* ZAE= zone agro-écologique ZAP=ZAC= zone agro-pluviométrique =zone agro-climatique UP= unité pluviométrique

Stations		Seguene	Ain Beida F. El Gueis Khenchela	Batna	Oum El Bouagui, Tazoult, Chabet O. Chlih, Ain Touta, Ain Skhouana	Oued Nini, Ain Zitoun, Timgad, Reboa, Hamla, Toufana, Sidi Mansar, Ain Ben Tenoun	Ain Babouche	Boulkhet	
				Fkirina					
UP*	1	2	3	4	5	6	7		
ZAP=ZAC*	1 <sup>ère</sup> zone			2 <sup>ème</sup> zone		3 <sup>ème</sup> zone		4 <sup>ème</sup> zone	

\* ZAE= zone agro-écologique ZAP=ZAC= zone agro-pluviométrique =zone agro-climatique UP= unité pluviométrique

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Classes de Pluies		>600 mm	600-450 mm	450-350 mm	350-300 mm	<300 mm	200	200	<150
Z. A.E*		1	2	3					
Espace Potentiel		Haute potentialité		Faible potentialité		Très faible potentialité			
Aptitude	B.D	S1 : (100-95)		S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)	N : (<40)
	Orge	S1 : (100-95)		S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)	N : (<40)
Stations			Seguene	Ain Beida F. El Gueis Khenchela	Batna Oum El Bouagui, Tazoult, Chabet O. Chlih, Ain Touta, Ain Skhouana	Fkirina	Oued Nini, Ain Zitoun, Timgad, Reboa, Hamla, Toufana, Sidi Mansar, Ain Ben Tenoun	Ain Babouche	Boulkilet
UP*		1		2	3	4	5	6	7

*Tableau 1: Similitude entre les pluies des stations du sud des hautes plaines constantinoises, les exigences hydrique du blé dur et orge, les espaces potentiels et les zones ago-écologiques*

\* ZAE= zone agro-écologique UP= unité pluviométrique

Pluviométrie (mm)	>600	600-450	450-350	350-300	<300	200	200	<150	
Z. A.E*	1	2	3						
Espace Potentiel	Haute potentialité		Faible potentialité		Très faible potentialité				
Aptitude	B.D	S1 : (100-95)		S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)	N : (<40)
	Orge	S1 : (100-95)		S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)	N : (<40)
Stations		Seguene	Ain Beida F. El Gueis Khenchela	Batna	Oum El Bouagui, Tazoult, Chabet O. Chlih, Ain Touta, Ain Skhouma	Fkirina	Oued Nini, Ain Zitoun, Timgad, Reboa, Hamla, Toufana, Sidi Mansar, Ain Ben Tenoun	Ain Babouche	Boulhilet
UP*	1		2	3	4	5	6	7	
ZAP=ZAC*	1 <sup>ère</sup> zone		2 <sup>ème</sup> zone		3 <sup>ème</sup> zone		4 <sup>ème</sup> zone		

Tableau I-4 : Délimitation des zones agro-pluviométriques pour le blé dur et l'orge –Sud des Hautes Plaines Constantinoises

\* ZAE= zone agro-écologique ZAP=ZAC= zone agro-pluviométrique =zone agro-climatique UP= unité pluviométrique

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Classes de Pluies	>600	600-450	450-350	350-300	<300	200	200	<150	
Z. A. E*	1	2	3						
Espace Potentiel	Haute potentialité		Fable potentialité		Très fable potentialité				
Aptitude	B.D	S1 : (100-95)		S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)	N : (<40)
	Orge	S1 : (100-95)			S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)
Stations		Seguene	Ain Beida F. El Gueis Khenchela	Batna	Oum El Bouagui, Tazoult, Chabet O. Chlih, Ain Touta, Ain Skhouana	Oued Nini, Ain Zitoun, Timgad, Reboa, Hamla, Toufana, Sidi Mansar, Ain Ben Tenoun	Ain Babouche	Boulhilet	
UP*	1		2	3	4	5	6	7	

*Tableau 1: Similitude entre les pluies des stations du sud des hautes plaines constantinoises, les exigences hydrique du blé dur et orge, les espaces potentiels et les zones ago-écologiques*

\* ZAE= zone agro-écologique UP= unité pluviométrique



Pluviométrie	>600 mm	600-450 mm	450-350 mm	350-300 mm	<300 mm	200	200	<150	
Z. A.E*	1	2	3						
Espace Potentiel	Haute potentialité		Faible potentialité		Très faible potentialité				
Aptitude	B.D	S1 : (100-95)		S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)	N : (<40)
	Orge	S1 : (100-95)		S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)	N : (<40)
Stations		Seguene	Ain Beida F. El Gueis Khenchela	Batna	Oum El Bouagui, Tazoult, Chabet O. Chlih, Ain Touta, Ain Skhouna	Oued Nini, Ain Zitoun, Timgad, Reboa, Hamla, Toufana, Sidi Mansar, Ain Ben Tenoun	Ain Babouche	Boulhlet	
UP*	1	2	3	4	5	6	7		
ZAP=ZAC*	1 <sup>ère</sup> zone			2 <sup>ème</sup> zone		3 <sup>ème</sup> zone		4 <sup>ème</sup> zone	

*Tableau I-4 : Délimitation des zones agro-pluviométriques pour le blé dur et l'orge –Sud des Hautes Plaines Constantinoises*

\* ZAE= zone agro-écologique ZAP=ZAC= zone agro-pluviométrique =zone agro-climatique UP= unité pluviométrique

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Pluviométrie	>600 mm	600-450 mm	450-350 mm	350-300 mm	<300 mm	200	200	<150	
Z. A.E*	1	2	3						
Espace Potentiel	Haute potentialité		Faible potentialité		Très faible potentialité				
Aptitude	B.D	S1 : (100-95)		S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)	N : (<40)
	Orge	S1 : (100-95)			S1 : (95-85)		S2 : (85-60)		S3 : (>40)
Stations		Seguene	Ain Beida F. El Gueis Khenchela	Batna Oum El Bouagui, Tazoult, Chabet O. Chlih, Ain Touta, Ain Skhouma	Fkirina	Oued Nini, Ain Zitoun, Tingad, Reboa, Hamla, Toufana, Sidi Mansar, Ain Ben Tenoun	Ain Babouche	Boulhilet	
UP*	1		2	3	4	5	6	7	
ZAP=ZAC*	1 <sup>ère</sup> zone			2 <sup>ème</sup> zone		3 <sup>ème</sup> zone		4 <sup>ème</sup> zone	

*Tableau 1: Similitude entre les pluies des stations du sud des hautes plaines constantinoises, les exigences hydrique du blé dur et orge, les espaces potentiels et les zones ago-écologiques*

\* ZAE= zone agro-écologique UP= unité pluviométrique

Pluies	> 600	> 450	>350	>300	<300	< 150		
ZAE*	1	2	3					
Potentialité.	Haute Potentialité		Faible Potentialité		Très Faible Potentialité			
Aptitudes	S1		S1		S2		S3	N
Stations		-Seguene	-Ain Beida -Kais -Khenchela	-Batna      Fkirina	-Oum el Bouagui -Tazoult - Chabet Ouled Chlih -Ain Touta -Ain Skhouna	-Oued Nini -Ain Zitoun -Timgad -Reboa -Hamla -Touffana -Sidi Mancar -Ain Ben Tenoun	Ain Bebouche	B o u l h I l e t
UP*		1	2	3	4	5	6	7
ZAP*=ZAC	1			2		3		4

*Tableau I.4 : Zonage agro-climatique pour le blé dur -Sud des Hautes Plaines Constantinoises*

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Echantillons	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Granulométrie (%)	38,5	45,5	38	37,5	28	35	35	40	27	48,5	48	38	40	38	37,5	39	45,6	44,7	37,5	38	45,8	
Argile																						
Limon	35	4,5	43	42,5	45	30	35	38	38	35	35	42	38	42	40,5	41	30,15	35	42	41,8	18,2	
Sable	26,5	13	20,5	20	27	35	30	22	34	21,5	17	20	22	22,20	22,20	20	24,25	23,3	20,5	20,5	26,0	
Bases échangeables (meq/100g sol)																						
Na <sup>+</sup>	1,1	1,2	11	1,9	1,2	1,8	3,57	1,2	2,1	1,0	4,42	0,8	1,2	0,6	1,10	1,63	2,3	3,85	1,4	2,1	6,80	
K <sup>+</sup>	0,8	0,8	0,4	0,55	0,8	0,5	27	0,5	1,8	0,8	0,93	0,6	0,5	0,2	0,55	0,66	1,1	0,4	0,5	1,1	1,3	
Ca <sup>++</sup>	12,3	28,1	40,3	81,6	90,0	85	85,1	71,3	51	21	60,5	31,5	9,3	31	71,63	50,1	31,5	84,5	50,1	45,5	77,5	
CEC	40,1	38	40,1	95,3	85	98	89	82	54	19	55,0	41,2	99	35	84,5	55,3	42	90,1	55	48,5	85,0	
Sels solubles (meq/l)																						
Na <sup>+</sup>											25,4											21,6
K <sup>+</sup>											8,5											6,2
Ca <sup>++</sup>											15,3											14,5
Mg <sup>++</sup>											5,7											6,1
So <sub>4</sub> <sup>-</sup>											26,9											28,8
Cl <sup>-</sup>											27,1											24
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>											1,34											0,9
CE dS/m	0,7	0,8	0,9	1,1	0,6	1,4	1,8	0,63	0,84	0,71	6	,1	0,5	1,2	1,6	1,1	0,9	4,4	1,3	1,6	3,8	
PH	7,8	7,5	7,9	7,6	7,7	7,8	7,9	7,8	8,6	8,1	8,7	7,2	7,9	7,5	7,6	7,8	8,3	8,5	7,9	8,1	8,3	
CaCO <sub>3</sub> total (%)	25	21	25,5	36	25	29	30	35	40	35	42	25	35	22	38	29	39	35	36	32	32	
Mat. Org. (%)	1,0	1,2	1,0	1,2	1,1	0,7	2,1	1,37	0,9	2	0,9	1,2	1,11	1,2	1,9	1,3	1,6	1,1	1,5	1,6	1,2	

*Tableau I-8 : Données analytiques moyennes des profils des sols –Sud des hautes Plaines Constantinoises*

Axes		1							2			3		4	
	Indice (groupe)	>0 (A)							<0 (B)			>0 (c)	<0(D)	<0(E)	
		TD	TMS	MT	STD	STMS	TST	PS	TP	STS	PD	TS	STI	Rdt	
1	>0	H1	9,3	22,2	15,5	933	777	2585	0	114	581	70	23,2	294	3
		K1A	6,3	7,8	11	445	392	1816	4,8	268	711	76	24	268	11
		K2A	10,2	17	14,3	1124	765	2903	131	315	792	132	22,6	222	10,6
		KMA	8,3	12,4	12,5	785	578	2360	68	292	752	119	23,3	245	10,8
		K1B	7	7,8	11,3	546	376	1889	4,8	216	711	99	23,7	256	10,6
		K2B	10,2	17	14,3	1124	765	2903	130	315	792	132	22,6	222	10,8
		KMB	8,6	12,4	12,8	835	571	2396	67	266	752	116	23,2	239	10,7
	<0	T1	6,6	12,9	12	699	400	1960	38	152	612	67	20,4	249	1,5
		B1A	10,2	22,2	16	1124	887	2922	1	120	483	71	25	428	9,7
B1B		10,2	22,2	16	1124	887	2922	1	120	483	71	25	428	7,6	
2	<0	B2A	9,6	18,7	14,7	1154	563	2717	40	152	659	79	22	341	10,6
		BMA	10	20,4	15,3	1139	475	2820	21	136	571	75	23,5	384	10,2
		B2B	9,6	18,7	14,7	1154	563	2717	21	152	563	69	22	341	7,6
		BMB	10	20,4	15,5	1139	475	2820	40	136	475	75	23	384	7,6
	>0	SMB	8,3	14,6	12,7	944	431	1846	5,5	160	431	93	20	246	1,5
3	<0	S1A	8,7	18,7	15	988	767	2526	0	150	550	60	25	221	1,5
		S1B	8,7	18,7	14,8	1005	561	1989	0	153,3	251	63	25	172	1,5
4	<0	H2	9	19,4	14	1040	485	2355	27,5	140	550	75	22	140	3

Tableau V.28: Ajustement des variables et individus - cas du blé dur dans les parcelles d'essais

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Axes		1							2		3			4
	Indice	>0		<0					>0	<0	>0			<0
		TP	TMS	MT	STD	STMS	TST	TI	STS	TD	PD	Rdt	PS	
1	>0	K1A	210	9,3	10,5	504	372	1648	6,8	391	6,4	115	19,6	11
		KMA	198	9,4	10,9	680	204	1635	7,1	370	8,7	121	20	9
		K1B	213	9,4	11,2	856	376	1802	7,4	348	6,3	115	17,3	16
		K2B	186	9,4	10,8	687	374	1640	7,1	370	10,7	126	20,2	6
		KMB	199	9,4	10,8	687	374	1640	7,1	370	8,5	120	18,8	11
	<0	B1A	119	21,1	15	1124	844	2601	8,6	205	10,2	70	8,1	0
		BMA	121	18	14	1056	648	2364	9,3	296	9,2	71	11,6	11
		B1B	118	21,1	15	962	844	2439	8,5	205	9,6	69	7,9	0
		BMB	121	18	14	942	648	2283	9,2	296	9,2	68	5,8	11
		H1	114	22,2	15,4	904	820	2306	7,5	429	8	96	3	0
		HM	123	20,5	14,4	778	635	2329	6,8	693	8,4	80	5	18
2	>0	S2A	160	10,4	10	798	301	1593	10	244	7,6	89	6	13
	<0	S1A	148	17,6	13	690	757	2128	5,5	499	6	51	1,5	0
3	<0	T1	136	10,2	9,6	530	306	1491	8,3	406	5,7	51	1,5	33
		TM	128	13,2	12,1	670	396	1865	7,9	463	7,4	68	1,5	18
4	>0	SMA	154	14	11,5	744	529	1862	7,8	372	6,8	70	3,8	7
		S1B	151	17,6	13	762	510	1687	5,5	272	6,4	5,7	3,5	0

*Tableau V.33: Ajustement des variables et des individus-Cas de l'orge dans les parcelles d'essais*

Unités de sols	PEU EVOL.	VERTISOL	CALCIMAGNESIQUE			HALOMORPHE					
Echantillons	1	8	5	6	11	2	3	4	7	9	10
Localisation	Sud Est de la plaine	Ouest de la plaine	Nord de la plaine	Nord de la plaine	Centre de la plaine	Est de la plaine	Est de la plaine	Centre de la plaine	Centre de la plaine	Centre de la plaine	Ouest de la plaine
Pente	Plane < 1%	Plane < 1%	Nord Ouest 3%	Terrasse < 1%	Plane < 1%	Plane < 1%	Plane < 1%	Ouest Est 2%- 3%	< 1%	Plane < 1%	Plane < 1%
Culture	Cultures Céréalières (Ble - Orge)										
Pédo-climat	Xérique Thermique										
Géomorpho.	Terrasse	Terrasse	Glacis col.	Terrasse	Terrasse	Terrasse	Terrasse	Glacis col.	Terrasse	Terrasse	Terrasse
Matériau Parental	Alluvions calcaires	Mame-calc sur alluvions	Mamo-calcaire	Mamo-argileux	Mamo-calcaire	Mamo-argileux	Mamo-calcaire	Argileux	Mamo-calcaire	Calcaire	Mamo-calcaire
Drainage	Bon H >150 cm	Modéré	Très bon	Modéré H >150 cm	Modéré H >150 cm	Bon à moyen	Bon	Imparfait	Bon	Bon	Modéré
Cailloux	5 – 10 %	< 2 %	< 5 %	Pas	< 5 %	Pas	< 2 %	< 2 %	< 2 %	Pas < 2 %	Pas < 2 %
Inondation	Pas	Modéré	Pas	Modéré	Modéré	Modéré	Légère	Modéré	Pas	Pas	Moyen à modéré
Erosion	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas
Présence de sels	Pas	Efflorescence salines	Légères eff. Sal.	Légères eff. Sal.	Salinité légère	Effloresc. salines	Légères eff. Sal.	Effloresc. salines	Légères eff. Sal.	Efflores. salines	Effloresc. Salines

*Tableau VIII.7 : Données de station (données physiques) des sols représentatifs des terres de la plaine de Remila*

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Unité de sol	E C H A N T	Granulométrie (%)			Bases échangeables (meq/100g)				S meq /100 g	T meq /100 g	V (%)	C. E. ds/m (pat. Sat.)	Sels solubles (meq/l)						PH	M O (%)	CaC O <sub>3</sub> Total (%)	
		Arg	Lim	Sab	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>					Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>+</sup>				HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Sole Peu Evolués	1	30,5	37,5	32	10,1	0,9	1,1	0,4	12,5	15	83,3	1,35	29,5	4,4	06	3,6	10,25	20,5	0	7,9	1,15	15,3
	8	45	29	26	25	1,95	1,5	0,8	29,25	24,5	100	3,25	22	4,5	11	1,5	13,2	19,75	0,7	7,4	1,12	45,59
Sole Calci magnésiques	5	43,6	48	8,34	20,5	0,3	0,86	1,5	23,16	22,5	100	3,55	30,25	21,9	0,6	14,45	15,1	30,5	3,7	7,85	1,25	38,14
	6	45	35,5	19,5	22,15	1,25	0,75	1,9	26,05	24,75	100	4,55	29	15,7	0,6	15,75	17,25	31	0,8	8,3	1,35	50,18
	11	41,7	35	23,25	25	1,7	0,33	2,1	29,1	29,5	98,6	3,7	25	45,5	5,5	55,0	37,5	95,6	2,1	8,5	1,5	35,0
Sole Halo morphes	2	36,5	49	14,5	13,25	1,5	0,75	0,75	16,25	17,75	91,54	4,68	25	11,5	0,6	13,2	16,5	26,6	0	8,5	1,1	39,36
	3	45,5	38,5	16,0	16,35	18,83	0,35	2,13	20,5	22,5	91,11	9,2	25	45	0,6	55,3	58,5	72,75	0,6	8,4	1,09	30,28
	4	43,5	50	6,5	18,78	21,8	0,9	2,11	21,75	25	87	11,36	18,65	9,8	8,1	64,5	24,6	14,71	2,5	8,5	1,15	29,38
	7	48,5	25	26,5	23	2,15	1,5	0,86	27,51	24	100	3,5	25	6,75	0,7	1,3	15	16,25	2,8	8,4	1,12	39,77
	9	33,5	37,2	29,25	25	2,0	1,5	1,2	29,7	22	100	2,1	25	3,5	1,0	2,5	15,75	21,25	0,7	8,5	1,16	39,53
	10	41,5	30,5	28	28	2	0,75	0,5	31,25	31	100	4,5	28	3,5	0,4	1,25	10,25	26,0	15,10	8,7	1,05	28,06

Tableau VIII.8 : Données analytiques des échantillons des sols de la plaine de Remila



	1	3	4	5	6	7	8	9	19	21	PA	PB	
<u>Topographie (t) (%)</u>	F	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	
<u>Humidité (w)</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	
- Inondation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	
- Drainage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<u>Caract phys(s)</u>													
- Texture	-	P/F	-	M	-	-	-	-	-	-	-	-	
- Profondeur (cm)	-	-	-	-	-	F	-	F	-	-	F	-	
<u>Caract fertilité (f)</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- CEC (meq/100g de sol)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- V (%)	F	F	F	F	F	F/M	M	M	M	M	-	M	
- CaCO3 (%)	F/M	F/M	F	F	M	F	F	M	F	F	F	M	
- MO (%)													
<u>Toxicité (n)</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	-	-	
- Salinité (ds/m)										S			
- Alcalinité (%)													
Relevé	F:	2-3	2	2	3	1	1-2	1	1	1	1	2	2
des	M:	0-1	1	-	1	1	0-1	1	2	1	2	-	2
Contraintes	S:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Aptitudes de sols (As)		S1 tf	S1 sf	S1 tf	S1 tsf	S1 f	S1 sf	S1 f	S1 sf	S1 f	S3 fn	S1 sf	S1 wf

Tableau IX.25 : Evaluation des caractéristiques agro-pédologiques (zone 2), pour le blé dur

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

	1	3	4	5	6	7	8	9	19	21	PA	PB
<u>Topographie (t) (%)</u>	F	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Humidité (w)</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F
- Inondation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F
- Drainage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Caract phys(s)</u>												
- Texture	-	PF	-	M	-	-	-	-	-	-	-	-
- Profondeur (cm)	-	-	-	-	-	F	-	F	-	-	F	-
<u>Caract fertilité (f)</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- CEC (meq/100g de sol)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- V (%)	P/F	F	M	F	F	F	P/F	M	M	F	F	F
- CaCO <sub>3</sub> (%)	F/M	F/M	F	F	M	-	F	M	F	F	F	M
- MO (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Toxicité (n)</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P/F	-	-
- Salinité (ds/m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-
- Alcalinité (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F: Relevé des contraintes	2	2	1	3	1	2	1-2	1	1	2-3	3	3
M:	0-1	0-1	1	1	1	-	-	2	1	-	-	1
S:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Aptitudes de sols (As)		S1 sf	S1 f	S1 tsf	S1 f	S1 sf	S1 f	S1 sf	S1 f	S3 fh	S1 sf	S1 wf

Tableau IX.26: Evaluation des caractéristiques agro-pédologiques (ZAC2) pour l'orge

	Topo. (t)	Humidité (w)		Caractérist. Physiques (s)		Caractéristiques Fertilité (f)				Sal (n)	Relevé Des limitat. F - M - S	Classes <sup>2</sup> aptit. des sols (CAS)
		In	Dr	Text	prof	CEC	V	MO	CT			
1	F			M				PF	F		2 1 .	<b>S2s</b>
2		F		M				PF	F	F	3(1) 1 .	<b>S2wsfn</b>
3		F		M				PF	PF	F	3 (1)1 .	<b>S2wsfn</b>
4			F	M		F		PF	MS	F	3(1) 1 (1	S2/3 Wsfh
5			F	M		F			M		2 2 .	S2wsf
6		F	F			F			M		3 1 .	S2wf
7				S		F			M		1 1 1	S3sf
8			F	M		F			M	F	3 2 .	S2wsfn
9			M	M				PF	F	M	1(1) 3 .	S2wsfn
10									M	M	. 2 .	<b>S2fn</b>
11		F		M				PF	F		2(1) 1 .	<b>S2wsf</b>
12		F							FM		1(1) 1 .	S2wf
13			F	M				PF	FM		(1) 1(1) .	S2wsf
14								F	M		1 1 .	S2f
15			F					PF	FM		1(2) (1) .	S1wf
16			F					PF	FM	F	2(2) (1) .	S1wf
17		F	F	M					S	F	3 1 1	S2wsfn
18		F	M	M				PF	FM	F	2(2)2(1) .	S2wsfn
19		F	M	M		F			M	F	3 3 .	S2wsfn
20				M	M				F	S	1 2 1	S3wsfn
21		F	M	M					S	F	2 2 1	S3wsfn
22		F	M	M				PF	FM		1(2)2(1) .	<b>S2wsf</b>
23				S		F		M	M	S	1 2 2	S3sfn
24		F		M				PF	FM		1(2)1(1) .	S2wsf
25								PF	S	F	1(1) .	S1fn
26		F	F	M				PF	FM		2(2)1(1) .	S2wsf
27				M				PF	FM		(2) 1(1) .	S2wf
28				M	M				M	M	. 4 .	<b>S2wf</b>
29		F		M				PF	F	S	2(1) 1 1	S3wsfn
30								PF	FM		(2) (1) .	S1f
31				S	M			PF	F	S	1(1) 1 2	S3wsfn
32				S	M			PF	M	F	1(1)(1) 1	S3wsfn
33			F	M				PF	F		2(1) 1 .	S2wf

Tableau IX.29: Evaluation des caractéristiques de sols de Rémila pour le blé dur

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

	Topo. o. (t)	Humidité (w)		Caractérist. Physiques (s)		Caractéristiques de Fertilité (f)				Sal. (n)	Relevé Des limitat. F - M - S	Classes d'aptit. Des sols CAS)
		In	Dr	Text	prof	CEC	V	MO	CT			
1	F			FM						F		2 1 . S2s
2		F		FM						F	F	3(1) 1 . S2wsfn
3		F								PF	F	3 (1)1 . S2wsfn
4			F	FM		F				MS	F	3(1) 1(1). S2/3 wsfn
5			F	FM		F				M		2(1) 1(1). S2wsf
6		F	F			F				M		3 1 . S2wsf
7				M		F				M		1 2 . S2sf
8			F	FM		F				M	M	2(1)2(1) . S2wsfn
9			M	FM						F	F	2(1) 2 . S2wsfn
10										M	F	1 1 . S2fn
11		F		FM						F		2(1) 1 . S2wsf
12		F								FM		1(1) (1) . S1wf
13			F	FM						FM		(1) 1(1) . S2wsf
14								F		M		1 1 . S2f
15			F							FM		1(1) (1) . S1wf
16			F							FM		2(1) (1) . S1wf
17		F	F	FM						S		2(1) 1 1 S3wsf
18		F	M	FM						FM		1(2)1(2) . S2wsf
19		F	M	FM		F				M		2(1)2(1) . S2wsf
20			M	FM						F	M	1(1)2(1) . S2wsfn
21			F	M	FM					M		1(1)2(1) . S2wsf
22			F	M	FM					FM		1(2)1(2) . S2wsf
23				M		F		F		M	M	2 3 . S2sfn
24		F		FM						FM		1(2)1(1) . S2wsf
25										S		. . 1 S3fn
26		F	F	FM						FM		2(2)1(1) . S2wsf
27			M							FM		1(1)1(1) . S2wf
28			M	FM				F		M		1(1) 2(1) . S2wsf
29		F		FM						F	M	2(1) 1(1) . S2wsfn
30										FM		(1) (1) . S1f
31			S	FM						F	M	1(1)1(1)1 S3wsfn
32			S	FM						M		(1) 1(1) 1 S3wsf
33			F	FM						F		2(1) (1) . S1wf

Tableau IX.30: Evaluation des caractéristiques de sols de Rémila pour l'orge

Stations	P (*)	Topo (t)	Humidité (w)		Caractérist. Physiques (s)		Caractéristiques de Fertilité (f)				Sal. (n)	Relevé des limitations F - M - S	Classes d'aptitudes
			In	Drain	Text	prof	CEC	V	MO	Cal. tot			
Kais	A		F						F			2 . . S1 wf	
	B	F				S			M	F		2 1 1 S2 tsf	
Berriche	A		F		F				F			3 . . S1 wsf	
	B	F			M	S			M	M		1 3 1 S2 tsf	
Ain Skhouma	A		F		F				M	M		2 2 . S2 wsf	
	B	F			M	S			M	M		1 3 1 S2 tsf	
Timgad			F		F				M			2 1 . S2 wsf	
Hamla		F			F		F		M	M		3 2 . S2 tsf	

Tableau IX.33: Evaluation des caractéristiques de sols des parcelles d'essais pour le blé dur

Stations	P (*)	Topo (t)	Humidité (w)		Caracterist. Physiques (s)		Caractéristiques de Fertilité (f)				Sali. (n)	Relevé des limitations F - M - S	Classes D'aptitudes
			In.	Drain.	text	prof	CEC	V	MO	Cal. tot			
Kais	A		F									1 . .	S1 w
	B	F				S			F	F		3 . 1	S2 tsf
Berriche	A		F									1 . .	S1 w
	B	F			FM	S			F	M		2(1) 1(1) 1	S2 tsf
Ain	A		F					F	M			2 1 .	S2 wf
Skhouna	B	F			FM	S			F	M		2(1) 1(1) 1	S2 tsf
Timgad			F					F				2 . .	S1 wf
Hamla		F					F		F	M		3 1 .	S2 tf

Tableau IX.34 : Evaluation des caractéristiques de sols des parcelles d'essais pour l'orge

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saida) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

U*	As*	1991-92		1992-93		1993-94		1994-95		1995-96	
		Ac*	Aptit. Cult	Ac	A.C*	Ac	A.C*	Ac*	A.C*	Ac *	A.C*
1	S2 sf	S2	S2 cs	N	S3 csf	N	S3 csf	S3	S2/3 csf	S1	S1/2 sf
2	S3 f		S2/3 cf		S3/N cf		S3/N cf		S3 cf		S2 cf
3	S2 sf		S2 csf		S3 csf		S3 csf		S2/3 csf		S1/2 sf
4	S2 sf		S2 csf		S3 csf		S3 csf		S2/3 csf		S1/2 sf
5	S3 wsf		S2/3 cwsf		S3/N cwsf		S3/N cwsf		S3 cwsf		S2 wsf
6	S3 sf		S2/3 cwf		S3/N csf		S3/N csf		S3 csf		S2 sf
7	S2 tsf		S2/3 ctsf		S3 ctsf		S3 ctsf		S2/3 ctsf		S1/2 tsf
8	S3 wsfh		S2/3 cwsfh		S3/N cwsfh		S3/N cwsfh		S3 cwsfh		S2 wsfh
9	S3 sfh		S2/3 csfh		S3/N csfh		S3/N csfh		S3 csfh		S2 sfh
10	S3 fh		S2/3 cfh		S3/N cfh		S3/N cfh		S3 csf		S2 sf
11	S3 wsf		S2/3 cwsf		S3/N cwsf		S3/N cwsf		S3 cwsf		S2 wsf
12	S2 wf		S2/3 cwf		S3 cwf		S3 cwf		S2/3 cwf		S2 wf

*Tableau IX.41: Aptitudes culturales des terres de Berriche, pour le blé dur*

U = unités de sols ; As = classe d'aptitude des sols ; Ac = classe d'aptitude du climat ; AC= Aptitudes culturales

U*	As	1991-92		1992-93		1993-94		1994-95		1995-96	
		Ac	<b>Aptitudes Culturales</b>	Ac	<b>Aptitudes Culturales</b>	Ac	<b>Aptitudes Culturales</b>	Ac	<b>Aptitudes Culturales</b>	Ac	<b>Aptitudes Culturales</b>
1	<i>S2 sf</i>		<b>S2 csf</b>		<b>S2/3 csf</b>		<b>S2/3 csf</b>		<b>S3-Ncsf</b>		<b>S2 csf</b>
2	<b>S3 f</b>		S2 cf		S3 cf		S3 cf		S3-Ncf		<b>S2 csf</b>
3	<b>S2 sf</b>		S2 csf		S2/3 csf		S2/3 csf		S3-Ncsf		S2 cf
4	<i>S2 sf</i>		S2 csf		S2/3 csf		S2/3 csf		Ncsf		S2 csf
5	<i>S2/3 wsf</i>	S2	S2 cwsf	S3	S3 cwsf	S3	S3 cwsf	N	S3-Ncwsf	S2	S2 csf
6	<i>S2/3 sf</i>		S2 csf		S3 csf		S3 csf		S3-Ncsf		S2 cwsf
7	<i>S2 tsf</i>		S2 ctsf		S2/3 ctsf		S2/3 ctsf		S3-Nctsf		S2 csf
8	<i>S3 tsf</i>		S2 ctsf		S3 ctsf		S3 ctsf		S3-Nctsf		S2 ctsf
9	<i>S3 sf</i>		S2 csf		S3 csf		S3 csf		S3-Nctsf		S2 ctsf
10	<b>S2/3 f</b>		S2 cf		S3 cf		S3 cf		S3-Ncsf		S2 csf
11	<b>S2/3 tsf</b>		S2 ctsf		S3 ctsf		S3 ctsf		S3-Nctsf		S2 cf
12	<i>S1/2 tsf</i>		S2 ctsf		S2 ctsf		S2 ctsf		S3-Nctsf		S2 ctsf

Tableau IX.42 : Aptitudes des terres de Berriche, pour l'orge

U = unités de sols ; As = classe d'aptitude des sols ; Ac = classe d'aptitude du climat ;  
AC= Aptitudes culturales

**Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L var. Saïda) des terres des Hautes Plaines Constantinoises**

Stations	Années	P	Blé dur			Orge		
			As	Ac	Apt.Cult	As	Ac	Apt.Cult
Kais	1993-94	A	S1 wf	S3	S2 cwf	S1w	S3	S2 cwf
		B	S2 tsf	S3	S2/3 ctsf	S2tsf	S3	S2/3 ctsf
	1994-95	A	S1 wf	S3	S2 cwf	S1w	S3	S2 cw
		B	S2 tsf	S3	S3 wtsf	S2tsf	S3	S2/3 ctsf
Berriche	1993-94	A	S1 wsf	S3	S2 cwsf	S1W	N	S2/3 cw
		B	S3 wsf	S3	S3 wsf	S2tsf	S3	S2/3 ctsf
	1994-95	A	S1 wsf	S3	S2 cwsf	S1W	N	S2/3 cw
		B	S3 tsf	S3	S3 ctsf	S2tsf	S3	S2/3 ctsf
Ain Skhouna	1992-93	A	S2 wsf	S3	S2/3 cwsf	S2wf	S3	S2/3 cwf
		B	S3 tsf	S3	S3 ctsf	S2tsf	S3	S2/3 ctsf
	1993-94	A	S2 wsf	S3	S2/3 cwsf	S2wf	N	S3 cwf
		B	S3 tsf	S3	S3 ctsf	S2tsf	N	S3 ctsf
Hamla	1993-94	A	S2 tsf	S3	S2/3 ctsf	S2tsf	S3	S2/3 ctsf
	1994-95		S2 tsf	S3	S2/3 ctsf	S2tsf	S2	S2 ctsf
Timgad	1992-93	A	S2 wsf	S3	S2/3 cwsf	S1wf	N	S2/3 cwf
	1993-94		S2 wsf	N	S3 cwsf	S1wf	N	S2/3 cwf

*Tableau IX.43: Aptitudes culturales des parcelles d'essais, pour le blé dur et l'orge*

As: aptitude des sols ; Ac: aptitude du climat ; Apt.Cult: Aptitudes culturales- P: parcelles d'essais



Années agricoles			Orge					Blé dur				
			91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96
R E M I L A	P(mm)	Initial	35	62,8	72	7,5	18,6	35	62,8	72	7,5	18,6
		develop	115	89	134,8	158	371	120	117,3	143,4	175	424
		mi-sais	45	63,5	16,8	20	97	50	37,1	12	63,6	60,5
		Saison	25	2	5,4	120,4	12,9	30	8,5	1,5	69,8	19
		croissance	220	217,5	229	306	499,5	235	225,7	229	316	522
	T(°c)	Initial	8,1	8,4	8,8	9,8	9,1	8,1	8,37	8,8	9,8	9,1
		develop	6,2	6,4	7	9,5	8,3	7,0	7,5	7,7	10	9,1
		mi-sais	15,2	17,8	17,1	16,4	15,6	17,2	21,8	21,7	18,7	17,4
		Saison	19,1	25	25,9	19,6	18,4	19,7	28,5	26,4	23,6	21,2
		croissance	13,1	16,2	16,1	15,8	14,2	13,1	16,2	16,1	15,8	14,2
B E R R I C H E	P(mm)	Initial	27,5	1	54	12	14	27,5	1	54	12	14
		develop	160	51	74	73	305,3	190	88	81	89	340,8
		mi-sais	56	51	10	16	67,1	56	52	5	36	49,2
		Saison	30	39	2	48	30,5	4	108	1	22	10
		croissance	273,5	142	140	149	432	277,5	249	141	159	415
	T(°c)	Initial	11,3	11,8	5,6	11,3	8,8	11,3	11,7	5,6	11,3	8,8
		develop	7,6	8,2	9,3	8,2	10,5	8,4	9	10	9	11,2
		mi-sais	11,5	17,1	18,8	16,1	17,9	18,5	21,2	22,2	19,2	17,3
		Saison	19,4	22,7	22,8	19,7	16,4	20,9	27	23	23,8	19,9
		croissance	14,6	14,7	16	15,1	14,5	14,6	14,7	16	15,1	14,5

Tableau IX.3- Disponibilités hydriques et thermiques du blé dur et orge au niveau des plaines de Berriche et de Remila

Evaluation de l'aptitude culturale pour le blé dur (*Triticum durum* Desf.var MBB) et l'orge (*Hordeum vulgare*. L. var. Saïda) des terres des Hautes Plaines Constantinoises

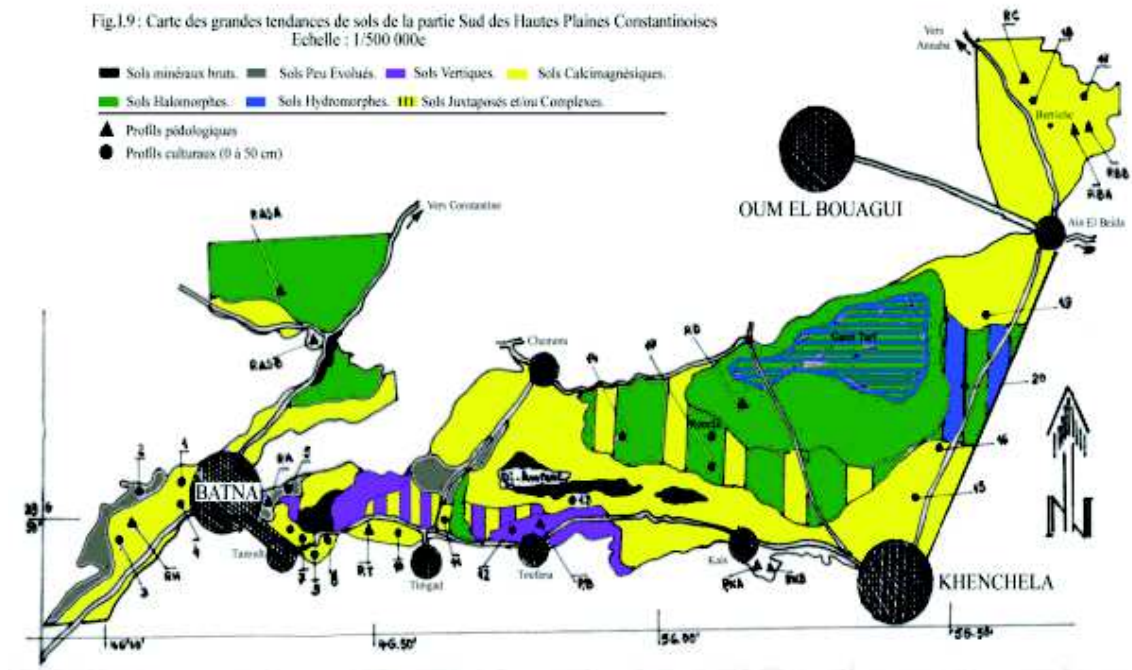


Fig.1.9 : Carte des grandes tendances de sols de la partie Sud des hautes plaines constantinoises

Echelle : 1/500.000e

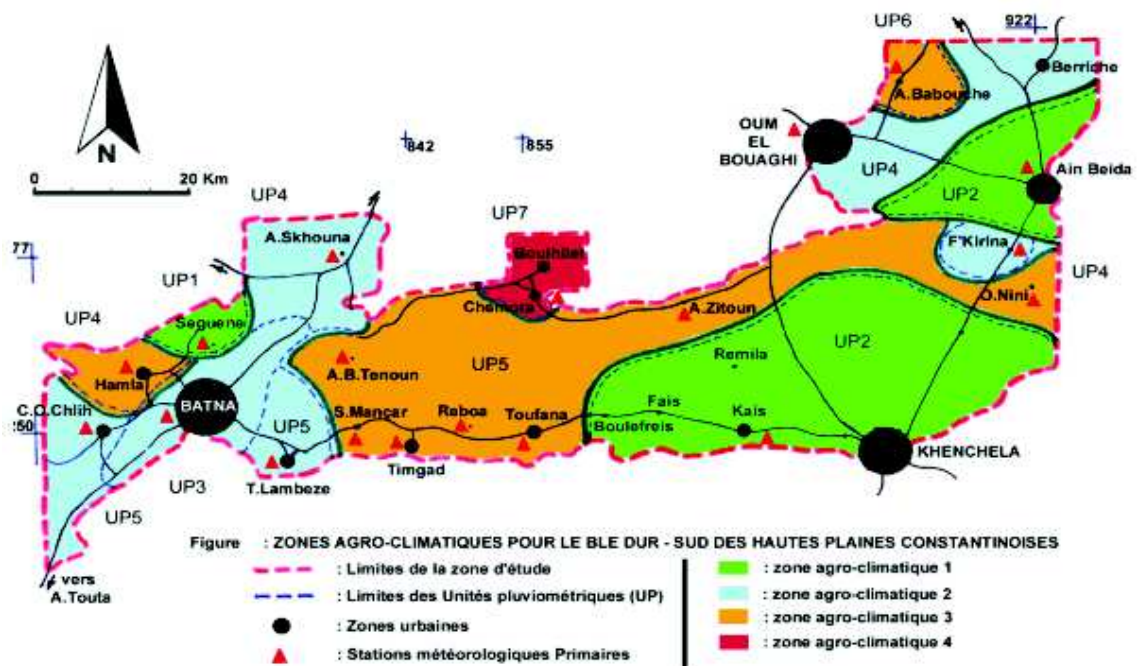


Figure : Zones agro-climatiques pour le blé ur –Sud des hautes plaines constantinoises