

Institut National Agronomique- El Harrach- Alger
Thèse Présentée pour obtenir un diplôme de magister
Spécialité : Hydraulique Agricole

Stratégies de gestion individuelle de la salinité dans le périmètre irrigué du Bas Chélif

cas du sous périmètre de Ouarizane

Par

Farida HASSANI

Tarik HARTANI Maître de Conférences (INA) Directeur de thèse
Soutenue le 03 juillet 2007

Devant le jury composé de : Slimane BEDRANI Professeur (INA) Président Abdelkader DOUAOUI
Maître de Conférence (U.Chlef) Examineur Bachir Azzedine MERABET Chargé de cours (INA)
Examineur Jean- Christophe POUSSIN Attaché de recherche (IRD) Examineur

Table des matières

Remerciements . .	5
ص غ لم . .	6
Résumé . .	7
Abstract . .	8
Liste des abréviations . .	9
Avant propos . .	10
I- Introduction générale . .	11
II- Cadre théorique . .	13
1- Description de la plaine du bas Chélif . .	13
2- Dynamique historique et politiques agraires . .	16
3- Concepts de salinité . .	19
3-1- Origine de la salinité des sols . .	20
3-2- Classification des sols salés . .	20
3-3- Effets de la salinité sur la plante et le sol . .	21
3-4- Classification des eaux . .	21
III- Méthodologie . .	24
1- Etude de la zone de Ouarizane . .	24
1-1- Localisation . .	24
1-2- Relief . .	26
1-3- Système de culture . .	26
1-4- Caractérisation des sols . .	28
1-5- Situation de l'Irrigation . .	30
1-6- Situation du drainage . .	32
2- Données utilisées . .	33
2-1- Données institutions du périmètre d'irrigation . .	33
2-2- Données du terrain . .	33
3- Analyses chimiques . .	36
4- Etablissement des cartes . .	39
IV- Description des états de salinité . .	40
1- Salinité et sodicité de l'eau d'irrigation . .	40
2- Salinité en surface des sols . .	42
V- Typologie des exploitations agricoles . .	45
1- Résultats du premier passage "pré typologie" . .	45
2- Résultats du deuxième passage "typologie" . .	47
3- Discussion et conclusion . .	49
VI- Perception de la salinité . .	51
1- Notion de stratégie dans un contexte de salinité . .	51
2- Perception de la salinité de l'eau . .	51
3- Perception de la salinité du sol . .	53
VII- Conclusion générale . .	55

Références bibliographiques . .	57
Annexes . .	60
Annexe 1 . .	60
Annexe 2 . .	60
Annexe 3 . .	61
Annexe 4 . .	62
Annexe 5 . .	65
Annexe 6 . .	66
Annexe 7 . .	67
Annexe 8 . .	68

Remerciements

Au terme de ce travail, il m'a été très agréable d'adresser mes plus vifs remerciements à tous ce qui de près ou de loin m'ont aidé et soutenu dans la réalisation de ce document en particulier :

- Monsieur HARTANI T. Maître de Conférences INA, pour avoir bien voulu diriger ce travail, pour son aide et ses conseils judicieux.
- Monsieur BEDRANI S. Professeur INA, qui me fait le grand honneur de présider le jury.
- Monsieur POUSSIN J.C. Attaché de recherche IRD, d'avoir accepté de faire partie du jury, pour son aide même à distance.
- Monsieur DOUAOUI A. Maître de Conférences U. Chlef, d'avoir accepté de faire partie du jury, pour son aide sur terrain.
- Monsieur MERABET B. A. Chargé de cours INA, d'avoir accepté de faire partie de du jury.

Mes remerciements vont également à :

- Melle PONCET J et M KUPER M. d'avoir fait plusieurs missions pour suivre le travail de près.
- M LAKHAL M., M BAHLOULI A, et M KRADIA L pour l'aide qu'ils m'offrent à chaque fois et pour leur soutien moral.
- Aux responsables de ONID Bas Chélif (M CHAIB DIR, M CHAOUICHE, MME ZENATI S, M ATMANI A) qui ont facilité mes déplacements sur terrain, d'avoir fourni les documents nécessaire.
- Aux responsables de la Chambre d'agriculture RELIZANE pour leur accueil.
- A tous les agriculteurs de Ouarizane qui m'ont qui étaient très coopératifs lors des enquêtes.
- Aux étudiants de cinquième année de U. Chlef, promotion 2006 et 2007 de m'avoir aidé sur terrain.
- Aux étudiants de cinquième année hydraulique de INA, promotion 2006 pour leur soutien moral.
- Mes amis pour leur aide et leur soutien moral (Oudida, Anhar, SAHLI, OULD CHIKH, AMICHI, GUERINA, BOUCENNA, DIF, BEGTACHE)
- A ma petite sœur Sabrina qui m'a soutenu toute cette période.

ص خ لم

أن الفلاحة على مستوى حوض الشلف الأسفل المتكون من مساحة مقدرة بحوالي ستون ألف هكتار و الذي يعاني من ملوحة أراضيها منذ زمن بعيد، حتى قبل استصلاح الأراضي من طرف المستعمر الفرنسي.

إن تاريخ ملوحة أراضي هذه المنطقة يبين من خلال جل الدراسات حول هذا الموضوع عن الأصل الجيولوجي والمورفولوجي المساعد و المؤثر عن ملوحة هذه الأراضي.

معاينة حالة ملوحة الأراضي من خلال استجواب أربعين مستثمر فلاحية يبين أن ملوحة المنطقة المدروسة في انخفاض ملموس منذ استعمال مياه سد قرقر و حوض مرجه سيدي عابد و كذا نلاحظ تدهي نسبة الملوحة من الأعلى إلى أسفل المحيط بسبب انحاز قنوات صرف المياه و التشغيل الكيرى للري.

الدراسة تبين أيضا أن المستثمرات تقسم إلى خمسة أقسام موجهة للأشجار المثمرة و الخضروات على الخصوص.

وأخيرا من خلال هذا الطرح يبين أن معايشة المستثمرين و الفلاحين لأفت ملوحة للأراضي في هذه الناحية قد تعودوا و تأقلموا معها و لم تعد عائقا على الإنتاج رغم أن فعالية هذه الملوحة تكون لها أثر على المدى البعيد.

الكلمات الأساسية:

الملوحة _ تسيير _ مستثمرة فلاحية _ نضرة _ الاعمال الفلاحية _ حوض سقى شلف الاسفل

Résumé

L'agriculture du Bas Cheliff (40 000 ha) est fortement marquée par le contexte géomorphologique et hydro-salin. La genèse de la salinité remonte bien avant la création du périmètre et sa gestion par les agriculteurs. Dans la présente thèse, cette zone a été étudiée à l'échelle de l'exploitation agricole dans une zone d'étude de 4000 ha appelée désignée par le périmètre irrigué de Ouarizane.

Une description des états de salinité des sols permet d'évaluer les niveaux actuels (2006-2007) et de les situer dans un contexte historique. Les conclusions montrent qu'une salinité des sols en surface répartie suivant un gradient amont-aval dans la zone d'étude, une diminution de cette salinité depuis une dizaine d'années suite aux opérations de réhabilitation des réseaux d'irrigation et de drainage aidée en cela par l'eau de surface en provenance du barrage Gargar et de Merjet Sidi Abed est de bonne qualité.

Les enquêtes sur une quarantaine d'exploitations agricoles ont abouti à la définition de cinq classes d'exploitations généralement orientées soit vers l'arboriculture et le maraîchage. (Cultures spéculatives). Toutefois, les agriculteurs adaptent la plante (culture) en fonction du gradient de salinité : agrumiculture, oliviers, grenadiers et autres cultures dites sensibles en amont et artichauts et cucurbitacées en aval.

Un ensemble de pratiques ainsi détaillées par classe, conduisent à identifier quelques stratégies individuelles de gestion de la salinité telles que la sélection des terres non salées pour les locataires, rotation céréales - artichaut – melon pour les maraîchers, introduction de variétés d'artichaut importées, etc. ...

La démarche qui consiste à confronter les enquêtes aux mesures réalisées par les ingénieurs a permis de conclure à une bonne perception de la salinité chez les agriculteurs de Ouarizane, notamment pour ceux situés à l'aval plus directement confrontés aux effets des sels.

L'accumulation d'autres données et résultats sur l'ensemble de la vallée du Bas Cheliff pourrait conforter nos résultats.

Mots clés : Gestion- salinité- Exploitation agricole- Perception- Pratique agricole- périmètre irrigué du Bas Chélif

Abstract

The low Chélif agriculture perimeter with 40 000 ha is strongly marked by salinity. The genesis and the history exist before creation of OUARIZANE irrigation perimeter and it's management by farmers and irrigation and drainage networks.

One description of soils salinity enable to evaluate current level of salinity 2006/2007 end to situate them in a historic context. The conclusion show that surface soils salinity report follower a gradient upstream – downstream at the study zone.

Conclusion shows also decreasing salinity of soils since 10 years because hydraulics managements, drainage network and better quality water used for irrigation.

An investigation about forty farmers shows five classes of exploitations, generally oriented to truck farming, vegetables and fruits trees.

However, this study shows that the farmers win's to adapting the crops to the salinity of soils and quality of water successfully. With more results and data base measurements, farmers are ability to adapt the situation of soils with cops and water quality.

Key-Words: Management- salinity- Agricultural exploitation- Perception- Practical agricultural- Irrigated perimeter of Bas Chélif

Liste des abréviations

ONID : Office National de l'Irrigation et Drainage

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydraulique

INSID : Institut National des sols Irrigation et Drainage

APC : assemblé populaire et communale

CE : Conductivité Electrique

dS/m : deciemens/mètre

SAR : taux d'absorption du Sodium

Avant propos

La présente thèse s'inscrit dans la continuité d'un travail initié en 2005 dans le cadre du projet mobilisateur FSP-Sirma (Fond de Solidarité Prioritaire - Systèmes Irrigués au Maghreb) dans la vallée du Bas Cheliff.

Tout en gardant un caractère universitaire, il ambitionne d'améliorer les connaissances d'un réseau de chercheurs sur un terrain d'étude dont le rapport avec la salinité a été depuis longtemps très étroit (Boulaine, 1956, Durant, 1983, Daoud, 1992, Douaoui, 2005).

Pour la première fois, la problématique de l'utilisation « économique, sociale ainsi que la pratique culturelle de la parcelle » est abordé par des questions du genre :

- Comment les agriculteurs ont-ils réussi à pérenniser leur activité malgré l'ampleur de la salinisation ?
- Leur perception de la salinité est elle au bout du compte meilleure que celle des gestionnaires de l'eau et autres scientifiques ?
- Que faire à l'avenir pour assurer à la fois la viabilité économique des exploitations agricoles et la durabilité environnementale ?

Les stratégies de gestion individuelles de la salinité sont finalement un patrimoine local à protéger et à mettre en valeur au même titre qu'un tout autre savoir faire original.

I- Introduction générale

Dans les pays méditerranéens, notamment les pays du Maghreb, l'agriculture sont confrontés à un déficit hydrique important qui n'a pas pu permettre une offre suffisante en produits agricoles. Les politiques agraire post-indépendance se sont fixées alors comme objectif la multiplication des infrastructures hydrauliques pour diversifier les cultures et augmenter la sole agricole. L'agriculture irriguée est à la fois le principal consommateur de l'eau et un déterminant essentiel du développement des filières agricoles et la croissance économique des zones rurales.

Or, l'intensification des pratiques de l'irrigation s'accompagne souvent par la salinisation des sols. Il y aurait près de 400 millions d'hectares de terres dégradées par l'intensification de l'irrigation dans le monde (FAO, 2006).

En Algérie, plusieurs projets à caractère hydro-agricole ont été mis en œuvre dans les grandes plaines agricoles comme les plaines de la Mitidja, du Chélif, de la Mina et la de Habra. Un constat de salinisation s'est depuis vérifié dans la plupart de ces grands périmètres irrigués et plus particulièrement pour ceux de la région Ouest. En effet sur 149 860 ha de superficie équipée, seuls 100 300 ha sont estimés irrigables, l'écart de 49 560 ha correspond en grande partie aux zones abandonnées suite à la dégradation des réseaux d'irrigation et des sols (Aquastart, 2005).

La perte des terres irrigables est due en outre à un déficit pluviométrique aggravé par de nombreux facteurs externes, tels la faiblesse en matière de planification des ressources en eau, les conflits entre les usagers de l'eau et l'absence d'outils pour gérer cette situation.

La plaine du Bas Cheliff, de l'ordre de 40 000 hectare, est une région caractéristique de cette situation. Ce périmètre "historique" a été équipé en grande hydraulique en 1937 pour valoriser les terres. Mais le déficit hydrique qui a suivi par la suite a favorisé le recours à d'autres ressources hydriques à savoir l'eau souterraine et l'eau de l'oued.

Une extension progressive des surfaces salées a été constatée depuis en atteignant par endroits des niveaux critiques (Durant, 1983, Douaoui, 2005). Plusieurs tentatives pour expliquer cette évolution ont été conduites, notamment à partir des propriétés des sols *in situ*, mais les facteurs de salinisation sont restés à ce jour mal identifiés (Hartani et Lakehal, 2000). La gestion de la salinité exige en effet la prise en compte des caractéristiques du sol, de la qualité de l'eau d'irrigation et des conditions locales, incluant le climat, les cultures, l'environnement économique, social, politique et culturel, et les systèmes de cultures existants (FAO, 2006).

Le présent travail se propose d'identifier les pratiques des agriculteurs en rapport avec la salinité des sols agricoles, et ce dans une entité appelée "périmètre irrigué de Ouarizane". Ce périmètre, couvrant près de 4000 ha et initialement irrigué à partir du barrage Gargar, a été choisi pour les raisons suivantes :

- Il fait partie d'un ancien périmètre et regroupe une diversité d'exploitations agricoles de statuts différents, avec un système cultural diversifié et des sols de différents degrés de salinité
- Il fait partie d'un ancien périmètre et dispose de ce fait d'archives permettant d'interpréter l'évolution de la salinité dans un contexte historique

- Il regroupe une diversité d'exploitations agricoles ayant des modes d'accès à l'eau différents : forage, eau du réseau, oued
- Et selon nos premières observations, l'agriculture s'y caractérise par un dynamisme particulier

Ce travail a été réalisé à deux échelles d'analyse :

- l'échelle de l'exploitation agricole pour déterminer les comportements et les choix stratégiques des principaux acteurs opérateurs, les chefs d'exploitation vivant au niveau de cette entité;
- et l'échelle de la parcelle pour déterminer les pratiques des agriculteurs et les mettre en relation avec l'évolution de la salinité.

La question de recherche serait donc la suivante : Quelles sont les comportements et pratiques adoptées par les agriculteurs pour la gestion de la salinité des sols de leurs exploitations ?

Des travaux antérieurs ont déjà souligné la prépondérance de la qualité de l'eau par rapport à d'autres facteurs de salinisation des terres agricoles (Tabet, 1999). Cependant, dans le contexte de la vallée du Bas Chélif marqué par des "mutations agraires et sociologiques" cette explication paraît a priori insuffisante. C'est la raison pour laquelle une présentation de l'histoire récente du périmètre nous paraît utile pour mieux comprendre le phénomène et l'état actuel du milieu. Ce cheminement va nous conduire à identifier les comportements des agriculteurs pour s'adapter à un environnement caractérisé par la salinité et la rareté de l'eau ainsi que par la prédominance de la logique du marché par rapport à celle de la préservation du milieu. Ces comportements déterminent un ensemble de stratégies individuelles que l'on se propose de présenter voire de simuler plus tard. Le document est organisé de la manière suivante :

Dans la première partie, l'environnement physique et social du périmètre du Bas Chélif est présenté avec d'une part la situation géographique (surface et reliefs, ressources en sol et en eau, végétation, ouvrages hydro-agricoles) et, d'autre part, l'histoire du périmètre et de l'activité agricole dans la région.

La deuxième partie s'intéresse à une entité plus restreinte, dite le périmètre d'irrigation de Ouarizane, dans laquelle la dynamique agricole semble être conditionnée par le mode de gestion de la salinité. Une description spécifique du milieu physique et social mais aussi un état des réseaux d'irrigation drainage permettra d'expliquer l'évolution de la salinité.

La troisième partie concerne plus particulièrement la typologie des exploitations agricoles dans la zone d'étude et les pratiques associées en relation avec les valeurs de salinité mesurées. L'analyse débouche sur l'identification de quelques stratégies de gestion individuelles de la salinité.

II- Cadre théorique

1- Description de la plaine du bas Chélif

Le périmètre du Bas Cheliff est situé au Nord Ouest de l'Algérie. Il fait partie du grand bassin versant du Cheliff et constitue la zone la plus basse du Chélif. Le périmètre s'étend sur une superficie de 40 000 ha environ, il est limité par le moyen Cheliff à l'Est, le périmètre de la Mina à l'Ouest, le massif du Dahra au Nord et le massif de l'Ouarsenis au Sud. Il est situé entre $0^{\circ} 40'$ et $1^{\circ} 6' 8''$ de longitude Est est de $34^{\circ} 3' 12''$ et $36^{\circ} 5' 57''$ de latitude Nord (Fig.1).

Le bassin versant du Cheliff prend sa source à partir du Djebel Amour et déverse à l'embouchure de la mer près de Mostaganem. Le bassin du Chélif est le plus grand bassin de l'Algérie du Nord, il comporte plus de dix grands barrages sans compter les petites retenues et les lacs artificiels.

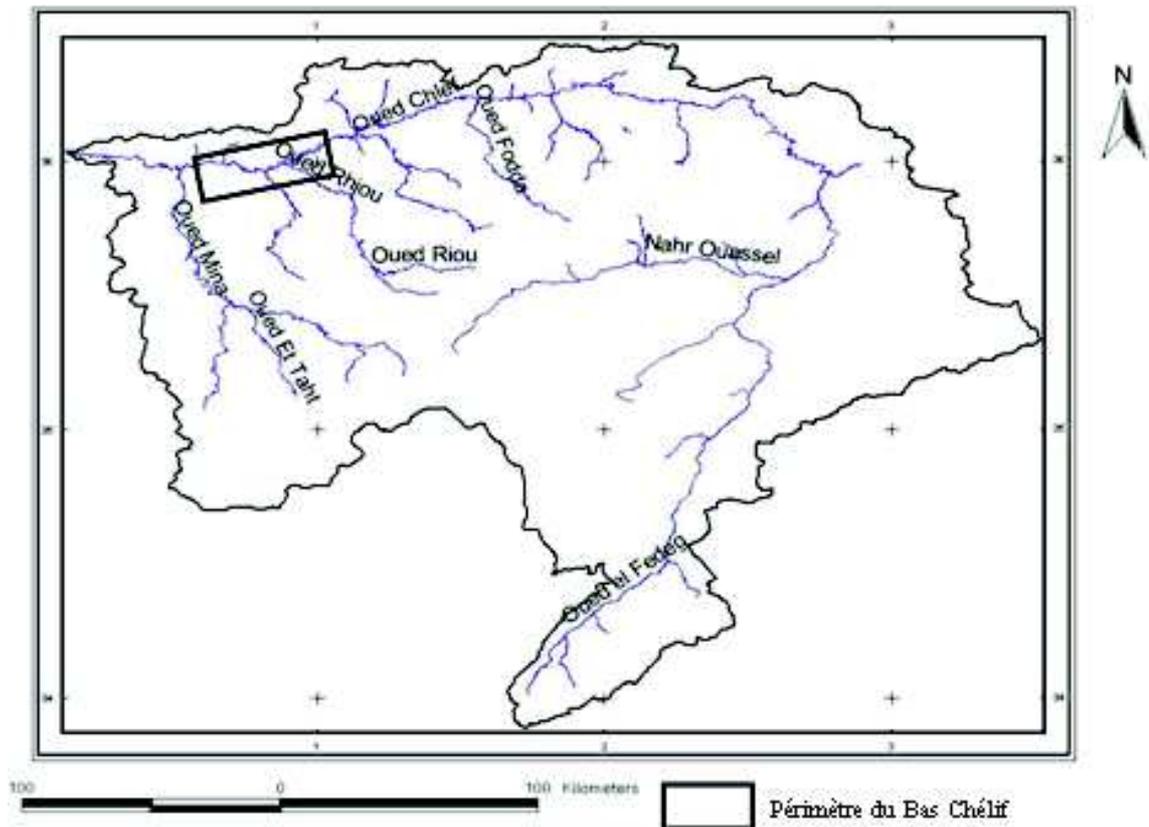


Figure n° 1: Schéma Bassin versant du Chélif avec ses principaux cours

a. Climat

Le climat des plaines du Chélif et tout particulièrement celui du Bas Chélif est un climat caractérisé par ses étés très chauds et ses températures basses en hiver. La pluviométrie annuelle moyenne y est de 250 mm.

Généralement, la pluie tombe sous forme d'averses de courte durée et de forte intensité causant ainsi des inondations en quelques endroits de la plaine. L'analyse pluviométrique des données enregistrées par la station météorologique de H'madna sur une période s'étalant de 1985 à 2002 (annexe 1) montre que le mois de janvier avec ses 33 mm de pluie est le plus humide. La période s'étalant entre juin et août est la moins pluvieuse ; on y compte un jour de pluie par mois survenant généralement sous forme d'averses de fortes intensités.

Les températures maximales moyennes oscillent entre 12°C en janvier et 38°C en juillet et les températures minimales moyennes varient entre 5°C et 21°C suivant le tableau en annexe 2.

L'humidité relative de l'air est pratiquement supérieure à 50% ; elle peut compenser à un certain degré l'absence ou la rareté des précipitations en favorisant le développement des plantes. La vitesse du vent varie entre 13 et 33 Km/h et joue un rôle sur la dégradation mécanique du sol et sur l'amplitude de la température. L'évapotranspiration, calculée selon la méthode de Penman modifiée, prend une valeur estimée à 1939 mm/an.

b. Géologie et géomorphologie

La plaine du Bas Chélif occupe une partie de synclinorium intra tellien traversé par l'oued Chlef qui occupe à l'instar des autres plaines du Chélif le fond de bassins de sédimentations où s'accumulent les sédiments depuis au moins le Villafranchien (Boulaïne, 1957). Elle est encadrée au Nord et au Sud par des collines de l'âge Miocène- Pliocène tertiaire. Au Nord, les collines de Dahra sont composées de marnes, de grès et de limons argileux qui deviennent vers l'Ouest des sables et des conglomérats plus grossiers.

Au Sud, les collines coupées par l'oued Rhiou et l'oued Djidiouia sont formées de schistes et de marnes salées ce qui explique la haute salinité des sols alluviaux de la plaine (ANRH, 1975, Sir Mc Donald, 1990).

c. Aperçu hydrologique et hydrogéologique

Les principales ressources en eaux superficielles sont constituées par les cours d'eau et les accumulations. Le réseau hydrographique qui alimente le bassin versant est composé des cours d'eau suivants :

- l'oued Chlef prenant sa source au niveau du Djebel Amour et alimenté par le massif de l'Ouarsenis, il s'écoule vers l'Ouest avant de se jeter dans la Méditerranée à l'Est de Mostaganem. Cet oued est le principal cours d'eau de la région Nord- Ouest de l'Algérie.
- l'Oued Rhiou qui est l'un des principaux affluents de l'oued Chlef. L'eau du bassin versant est retenu par le barrage Gargar.
- l'oued Djidiouia situé sur la rive gauche de l'oued Chlef.
- l'oued Ouarizane, situé sur la rive droite de l'oued, il traverse la zone d'étude du Nord (Dahra) vers le Sud (oued Chlef).

Les principaux aquifères rencontrés dans la plaine sont :

- L'aquifère miocène calcaire qui affleure le long de la limite Sud de la vallée avec un pendage peu N – NNO, formée de marne, calcaires et grès calcaires. Le niveau piézométrique est plus élevé dans cette région que dans la vallée. Cet aquifère contient des eaux souterraines de salinité très basse du type bicarbonate de calcium.

- L'aquifère pliocène marin qui est une suite d'argiles et de marnes, avec des couches minces de grès appelés les grès d'astien. Le pliocène marin affleure au Nord de la vallée du chélif.
- L'aquifère quaternaire – pliocène continental constitue de sédiments détritiques de l'âge Sub – pliocène à quaternaire et qui forme le remblai de la vallée. Ces sédiments incluent des argiles et des marnes épaisses, avec des lits de sables, de graviers et de conglomérats.

Le potentiel mobilisable en eau souterraine est de l'ordre de 12 millions m³/an (SOGREAH, 1985). On distingue :

- Des nappes superficielles alimentées par la pluie, l'excès d'eau d'irrigation et par ascension verticale à partir de la nappe profonde. Elles sont naturellement drainées par l'oued Chlef, par évaporation et par les fossés d'assainissement.
- Des nappes profondes alimentées par les écoulements souterrains près des limites latérales de la vallée ou au droit des cours d'eau d'affluents de l'oued Chlef et par les formations aquifères latérales. La salinité de l'eau de la nappe de la plaine varie entre 2 et 30 dS/m et, dans certains cas, elle peut dépasser 50 dS/m (Daoud, 1993).

d. Classification des sols

Les rapports classent les sols du Bas Chélif en quatre catégories en fonction de certains paramètres notamment la profondeur, la texture et le degré de salinité (ANRH, 1975, SOGREAH, 1985, Sir Mc Donald, 1990). Les grands types de sols rencontrés sont :

Sols peu évolués

Ces sols sont des alluvions récents et des colluvions ; ils comportent les caractéristiques qui permettent de les classer comme sols hydromorphes ou halomorphes. On distingue cinq sous groupes dans cette classe.

- Sol peu évolué d'apport alluvial modal
- Sol peu évolué d'apport alluvial halomorphe
- Sol peu évolué d'apport hydromorphe et halomorphe
- Sols peu évolué d'apport colluvial alluvial modal

Les vertisols

Ces sont des sols constitués d'argiles lourdes gonflantes. Ils ont une texture extrêmement fine avec 60% d'argile, ils ont une structure grumeleuse en surface qui devient plus grossière en profondeur. Ces sols sont parfois halomorphes avec un niveau de salinité qui varie entre 4 à 7 dS/m sur l'ensemble du profil.

Sols halomorphes

Ces sols sont généralement profonds, avec un mauvais drainage ; ils sont souvent mal structurés en profondeur et comportent une pellicule poudreuse de sels en surface. Leur caractéristique principale est un niveau de salinité supérieur à 7 dS/m sur l'ensemble du profil. Les sols halomorphes du Bas Chélif ont été subdivisés en sous classes des sols à structure dégradée et à structure non dégradée.

Sols halomorphes à structure non dégradée hydromorphe

Ces sols se caractérisent par un degré d'hydromorphie dont leur profil est généralement sous forme de pseudo gley. Ces sont des sols assez profonds, avec un mauvais drainage et des taches de rouilles à une profondeur de 60 cm et un niveau de salinité très élevé.

Sols halomorphe à structure dégradée vertique et hydromorphe

Ces sols sont salins et alcalins à structure dégradée. Cette catégorie recouvre des sols profonds constitués principalement par les argiles ; mal drainés, montrant des traits d'hydromorphie sous forme de gley. On les rencontre au Sud Ouest de Ouarizane dans des zones basses ou déprimées. La salinité est élevée avec des niveaux moyens entre 8-12 dS/m.

Sols hydromorphes

Le facteur essentiel qui caractérise la formation des sols hydromorphes de la région est l'action de la nappe phréatique et la formation des sols à gley et pseudo – gley au niveau des horizons inférieurs sous l'action anaérobie. Ils sont généralement halomorphes, la CE est de 2 à 4 dS/m en surface pouvant atteindre 8 dS/m en profondeur.

2- Dynamique historique et politiques agraires

La plaine du Bas Chélif était une zone marécageuse dans laquelle se sont déposées les argiles bleues riches en sulfates et en chlorures. A la suite des changements climatiques, l'oued Chlef a creusé par érosion son lit majeur et ses affluents. Au moment des crues, par débordement des oueds et dépôts des sédiments, il y a eu naissance des terrasses récentes qui forment les sols de la plaine du Bas Chélif (Durand, 1954).

Toute la vallée du Chélif était quasiment inculte et inhabitée jusqu'à l'arrivée des colons dans la région en 1848 (Boulaine, 1957). Depuis cette date, les irrigations ont commencé timidement à Relizane et au niveau de l'oued Rhiou pour se développer en agriculture irriguée.

La mise en valeur des plaines du Chélif par l'irrigation est devenue une nécessité ; elle était le premier champ expérimental de cette culture irriguée moderne en Algérie. De grands progrès sont réalisés vers les années vingt avec l'installation des ouvrages hydrauliques (barrages et ouvrages d'adduction). L'époque coloniale a privilégié la grande hydraulique. Cependant l'Algérie coloniale se lançait dans la construction de barrages identiques à ceux construits en Espagne et aux États Unis pour irriguer de vastes périmètres. Deux barrages ont été construits pour desservir cette région : le barrage oued Fodda en 1932 et le barrage Ghrib en 1939.

En 1937, il y a la création par décret du périmètre du Bas Chélif qui est considéré comme le plus ancien des périmètres en Algérie sur une superficie classée de 28250 hectare. Les terres classées se trouvent surtout dans les communes d'oued Rhiou, H'madna, Djidiouia et Ouarizane (Energoproject, 1967).

Le périmètre est subdivisé en dix zones d'irrigation de basse et haute pression. Situé de part et d'autre de l'oued Chlef, il couvre une superficie irrigable de 21 300 ha pour une superficie équipée de 14576 hectare (ONID, 2006). La réalisation du périmètre est faite en plusieurs tranches entre 1920 et 1960 et s'achève par la réalisation des ouvrages principaux tels que :

- Barrage de dérivation de Boukadir
- Canal tronc commun de 22 km
- Canal principal, rive droite et gauche
- Stations de pompes desservant les zones les plus élevées

· Ponts bâches, traversant les oueds (ONID, 2006)

Le périmètre est alimenté par l'eau prélevée dans la retenue du Ghrib sur l'oued Chlef et dans la retenue de l'Oued Fodda qui est captée par le barrage de dérivation de Boukadir ; elle est dirigée vers le périmètre par le tronç commun (Energoproject, 1967). Le réseau d'irrigation neuf à cet époque véhiculait l'eau par gravité ce qui a permis l'installation de grandes superficies irriguées.

Ainsi, la période de 1941- 1945 a été la période de guerre où les cultures irriguées étaient rémunératrices et le prix de l'eau n'avait aucune importance (Boulaine, 1957). Les quantités d'eau amenées en tête du périmètre ont presque doublé par rapport à celle de la période précédente soit de 30 millions de m³ en 1949 à 57 millions de m³ en 1964 (Energoproject, 1967). De plus, entre 1955 et 1964, les superficies effectivement irriguées ont subi une croissance de l'ordre de 50% suivant le tableau n°1.

Tableau n°1 : Historique des superficies irriguées dans le Bas Chélif (Energoproject, 1967)

Année	Superficie irriguée (ha)
1955	4114
1958	3646
1960	5428
1961	7614
1962	5590
1963	6828
1964	8121

L'introduction de nouvelles techniques d'aménagement, d'exploitation et de mise en valeur a donné des résultats intéressants dans les premiers temps. L'accroissement des superficies irriguées a permis l'extension des surfaces à culture estivale, grandes consommatrices d'eau, et plus particulièrement l'introduction de cultures très tolérantes aux sels comme le coton et le riz.

Ainsi, la culture du riz sort du domaine expérimental en 1952 pour s'étendre à une échelle beaucoup plus importante dans le but de valoriser les terrains salés (solontchaks) du périmètre irrigable du Bas Chélif à H'madna et Djidiouia (Simmoneau, 1957).

En outre, l'administration a encouragé la culture du riz pour contribuer à la désalinisation des terres. Plusieurs cultures ont été introduites par la suite : les céréales irriguées et les cultures maraîchères notamment (tableau n°2). Sur les sols des piémonts, les sols colluviaux des pentes douces et les terrasses près des principaux oueds, on trouve en général de l'arboriculture : olivier, figuier, amandier et agrumes (INSID, 1998).

Tableau n°2 : Cultures principales du périmètre en 1963 (Energoproject, 1967)

Cultures	Superficie (ha)
Cultures maraîchères	2352
Céréales (d'irrigation d'appoint)	1058
Riz	829
Oliviers	821
Agrumes	437
Plantes fourragères	129
Arbres fruitiers	123
Coton	43

L'exploitation d'un réservoir et la mise en culture durant cette période ont suscité de réels espoirs. Cependant, l'incertitude commence avec l'arrivée à terme de la vie des ouvrages hydro-agricoles au début des années soixante. En effet, l'envasement rapide des barrages et les mauvaises performances des infrastructures d'adduction commence à se faire sentir à l'aval : le débit d'eau d'irrigation est faible. De plus, l'instabilité due au contexte politique de l'époque (guerre d'indépendance) rend les investisseurs et les pouvoirs publics réticents. Aucun édifice en relation avec l'exploitation du périmètre n'est réalisé entre 1950 et 1962.

Par ailleurs, les politiques agraires menées ont connu de multiples moments de "rupture". Jusqu'à 1962, cette agriculture se caractérisait par un secteur dit moderne, occupé par les colons ainsi que les gros propriétaires algériens, situé sur les riches terres du littoral et des plaines et un secteur dit traditionnel, situé dans les piémonts, les montagnes et les autres terres marginales. Le premier secteur employait généralement les techniques modernes de l'agriculture (machines, engrais, produits phytosanitaires, assolement...) et disposait de grandes exploitations ; tandis que le second, utilisant des techniques rudimentaires, se trouvait confiné sur des minuscules exploitations.

Dès 1962, les salariés des domaines coloniaux occupent dorénavant les terres laissées vacantes suite au départ des colons et imposeront une forme directe de gestion "*l'autogestion*" (Bessaoud, 2004). Ce secteur dit autogéré semble en fait reproduire le modèle de l'agriculture coloniale, et ceci jusqu'à la fin des années 1960. Les salariés des domaines coloniaux occupent dès Juillet 1962, les terres laissées vacantes après le départ des colons, notamment dans les régions les plus riches du pays, et imposeront une forme directe de gestion l'autogestion. Le secteur public agricole se trouvera toutefois rapidement confronté à des problèmes de gestion, d'approvisionnement en intrants, de financement, de rémunération de ses produits et de commercialisation. Les masses d'investissement consenties pour renouveler le capital productif et les actions de formation et d'encadrement technique seront trop faibles. Le secteur privé n'introduira des bouleversements significatifs qu'à la promulgation de la loi portant sur la révolution agraire.

En 1971, y a eu la réforme agraire algérienne qui s'inscrivait dans le cadre d'une stratégie d'industrialisation (Bessaoud, 2004) qui a comme objectif d'une part, la répartition de la terre au profit des paysans sans terre ou de petits paysans insuffisamment pourvus, et, d'autre part, de modification des conditions de production en apportant des aménagements dans les formes d'organisation du travail et dans l'environnement agricole.

En 1980 le constat établi au plan technique, révélait que peu de changements avaient été introduits. Les expériences d'intensification furent limitées et, faute de soutien institutionnel (vulgarisation, formation agricole) et d'innovations techniques, les coopératives seront amenées à reconduire les systèmes antérieurs de production.

En 1981, un processus de restructuration des domaines agricoles publics est engagé. Ainsi, un peu plus de 2 000 domaines dits "autogérés" seront éclatés en 3 400 "domaines agricoles socialistes" (D.A.S). Leur encadrement est renforcé en personnel technique (ingénieurs agronomes, chargés de gestion) et des programmes d'investissements sont mis en œuvre (Bessaoud, 2004)

Dans le Bas Chélif, un contrôle effectué en 1983 a montré que la totalité du secteur "révolution agraire" avait disparu par formation de nouveaux domaines, annexion à des domaines existants et dans certains cas par des attributions individuelles. A cette époque, 49 domaines (domaine agricole socialiste) occupaient 12887 ha à l'intérieur du périmètre et 10737 ha hors périmètre cultivés en sec de façon permanente (SOGREAH, 1985).

Pour un bon fonctionnement de cette nouvelle réforme, l'encadrement est renforcé en personnel technique (ingénieurs agronomes, chargés de gestion) et des programmes d'investissements sont mis en œuvre. Cependant alors que la réorganisation des domaines publics commençait à porter ses fruits (les domaines agricoles enregistrent au cours de la campagne 1986-87, un solde positif de leur compte d'exploitation pour la première fois depuis leur création), une nouvelle réforme du secteur public agricole est imposée.

En juillet 1987 et avant même qu'une loi ne soit adoptée, les terres du domaine privé de l'Etat – 2,8 millions d'hectares - ont été attribuées en jouissance perpétuelle aux salariés en place leur accordant le statut "d'exploitants agricoles". Ces terres seront dorénavant gérées sous forme d'exploitations agricoles collectives (EAC) ou d'exploitations agricoles individuelles (EAI).

Les réformes agricoles libérales engagées à la fin des années 1980, avec la création des exploitations agricoles collectives (EAC) et des exploitations agricoles individuelles (EAI) (Bessaoud, 2004). En 1985, il y a la création de l'office du périmètre irrigué Bas Chélif qui a comme mission de veiller à la protection, à la conservation et à une meilleure utilisation des ressources eau et sol.

Un programme d'intervention a été lancé réalisé entre 1984 et 1988 pour la remise à neuf des ouvrages principaux (CNAID, 1992). Un barrage de 45 Mm³ a été construit pour augmenter le volume d'eau d'irrigation du périmètre Bas Chélif.

Conclusion

A la suite du diagnostic précédent, il est possible d'affirmer que les conditions de salinisation se trouvaient initialement déjà réunies au niveau de la plaine du Bas Chélif. En effet, la nature du climat et la géologie ont contribué à l'existence de sols salés. En outre, les séries de données historiques montrent qu'il y a eu un apport d'eau excessif notamment pour le riz et le coton. Les changements institutionnels ont été un facteur supplémentaire de dégradation des sols et des infrastructures.

3- Concepts de salinité

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles, plus solubles que le gypse ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques (Aubert, 1983)

Les principaux sels rencontrés sont formés, des anions Chlorures (Cl^-), Sulfates (SO_4^{2-}) et Carbonates (CO_3^{2-}) des cations Sodium (Na^+), Calcium (Ca^{++}) et Magnésium (Mg^{++}).

3-1- Origine de la salinité des sols

3-1-1- Salinisation primaire

Dans les grandes plaines sublittorales de l'ouest Algérien, la salinité des sols est un phénomène ancien, antérieur aux irrigations (Vinas, 1980)

La salinisation des sols de la plaine du Bas Chélif est d'abord d'origine géologique, elle est relative à la nature des argiles marneuses des collines qui entourent la plaine et qui renferment des formations gypsifères d'âge triasique (INSID, 1998).

3-1-2- Salinisation secondaire

Comme dans tous les périmètres irrigués, il existait un équilibre (déterminant des superficies plus ou moins étendues salinisées), entre les crues et le drainage naturel de la plaine ; cet équilibre a été rompu depuis la mise en irrigation du périmètre sans mesures

(Drainage) préalable d'aménagement, entraînant une progression de la salinité. Il s'agit d'une salinisation secondaire qui se superpose à la salinisation primaire se développant et se manifestant dans certains endroits du périmètre (Maillard, 2001).

L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire, cet apport est toujours associé à un apport de sels. Les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable. Dans les régions arides, l'effet est d'autant plus marqué : les eaux de surface et les eaux souterraines sont relativement riches en sels (parce que l'eau s'est infiltrée dans des sols qui contiennent généralement des minéraux facilement altérables) et le climat sec crée une demande évaporative élevée ce qui se traduit par la nécessité de grandes quantités d'eau pour l'irrigation des cultures (FAO, 2006)

Dans la plaine du Bas Chélif, l'excès de l'eau d'irrigation dans un milieu déficient en drainage a provoqué une remontée des nappes phréatiques pendant les décennies précédentes (Boulaine, 1956, Douaoui, 2005), ce qui a entraîné la salinisation progressive des sols par conséquent la dégradation des propriétés physiques. Mais depuis les années 90, le déficit hydrique de la région a eu une grande influence sur la rareté de l'eau d'irrigation, ce qui a en effet abouti à un rabattement de la nappe superficielle, laissant place aux sels qui se sont déposés dans le profil pédologique.

3-2- Classification des sols salés

3-2-1- Sol salin

Ce sont des sols dont la conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée à 25 ° C, est supérieure à 4 dS/m et dans lesquel le sodium échangeable représente moins de 15% de la capacité totale d'échange cationique. Ces sols présentent des efflorescences salines en surface (USSS, 1954, Aubert, 1983).

3-2-2- Sol salé à alcali

Ces sols se caractérisent par une proportion importante du sodium échangeable. La conductivité électrique à 25° C est supérieure à 4 dS/m et dans lesquels le sodium échangeable représente supérieur à 15% de la capacité totale d'échange cationique. Le pH est inférieur à 8.5 (USSSL, 1954, Aubert, 1983).

3-2-3- Sol à alcali

Ces sols se caractérisent par leur richesse en sodium soluble échangeable avec un pourcentage du sodium échangeable supérieur à 15%. La conductivité électrique est généralement faible et ne dépasse pas 4 dS/m. Le pH varie entre 8.5 et 10 et sont appelés aussi solonetz (USSSL, 1954, Aubert, 1983).

3-3- Effets de la salinité sur la plante et le sol

Les effets de la salinité du sol sur la croissance végétale varient selon les cultures. La salinité de la solution de sol, qu'elle soit due au sel naturellement présent dans le sol ou au sel apporté par l'eau d'irrigation l'effet de sels se manifeste par :

- Retard de la croissance par la réduction de la quantité d'eau disponible pour la culture (effet d'osmose entre la solution du sol et la plante).
- Un potentiel matriciel du sol, la plante a d'autant plus de difficultés à s'approvisionner en eau que le potentiel osmotique est élevé. Pour atteindre un même potentiel total, la quantité d'eau à apporter est d'autant plus grande que le potentiel osmotique est élevé (Ayers et Westcot, 1985).
- L'augmentation de la concentration de certains ions qui ont un effet toxique sur le métabolisme végétal (effet ionique spécifique) qui peuvent affecter la balance nutritionnelle s'ils sont en concentration ou en proportion excessive.
- La présence de quantités excessives de sodium échangeable dans le sol favorise la dégradation par la dispersion et le gonflement des minéraux argileux car la salinité réduit la couverture végétale laissant le sol sensible à l'érosion éolienne ou hydrique.
- L'infiltration et la conductivité hydraulique décroissent dans des proportions telles que l'eau ne circule pratiquement plus ou pas du tout. A l'état humide, le sol est plastique, à l'état sec il devient dur et difficile de travailler (FAO, 1989).

3-4- Classification des eaux

3-4-1- Critère de salinité

La qualité d'une eau d'irrigation dépend des conditions de son utilisation : tolérance de la culture irriguée, propriétés physiques et chimiques du sol, fréquence des irrigations et conditions climatiques de la région. Il convient d'estimer cette qualité en mesurant d'abord la concentration en sels puis de l'interpréter en fonction des classifications disponibles dans la littérature scientifique (Ayers et Westcot, 1985, Hamdy, 2002).

3-4-2- Critère de sodicité

Ce critère traduit la propriété qu'a l'eau d'irrigation de modifier la proportion des cations échangeables et en particulier l'augmentation de la proportion du sodium (Durand, 1983). Le risque lié au sodium est calculé par l'indice d'absorption du sodium noté SAR:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+}) / 2}} \quad (1)$$

Na⁺, Mg⁺⁺, Ca⁺⁺ représentent les concentrations ioniques exprimées en meq/l

Une deuxième expression dérivant de la première exprime la sodicité également. Il s'agit du pourcentage de sodium échangeable noté ESP:

$$ESP = 100 \frac{-0.0126 + 0.0175SAR}{1 + (-0.0126 + 0.01475SAR)} \quad (2)$$

Quatre classes ont été distinguées d'après le taux d'absorption de sodium et la concentration de l'eau (Durand, 1983).

S1 : Eaux utilisables en irrigation pour presque tous les sols avec peu de danger de sodicité, bien que certaines cultures sensibles au sodium puisse être gênées

S2 : Le danger de sodicité du sol est appréciable dans les sols à texture fine à forte capacité d'échange, surtout dans des conditions de faible lessivage à moins que du gypse ne soit présent dans le sol. Cette eau est utilisable sur les sols à texture grossière ou les sols organiques ayant une bonne perméabilité.

S3 : Eaux pouvant provoquer l'apparition d'une sodicité dangereuse dans la plupart des sols, leur emploi exige la mise en œuvre d'un aménagement : bon drainage fort lessivage, addition de matière organique.

S4 : Le danger de sodisation est fort. De telles eaux sont utilisables pour l'irrigation si leur faible salinité permet l'addition de calcium soluble ou si le sol en contient suffisamment.

3-4-3-.Alcalinité résiduelle

Quand tout le Ca²⁺ et Mg²⁺ apportés par l'eau d'irrigation a précipité dans le sol sous forme de carbonates de Calcium et de Magnésium, un excès de carbonate ou de bicarbonate de sodium risque de se poser conduisant à des valeurs de pH élevées. Ce critère peut être quantifié par l'indice RSC "Residual Sodium Carbonate"

3-4-4- Critère de toxicité

Un problème de toxicité se pose lorsque certains constituants sont absorbés par les cultures et s'accumulent en quantités telles que les rendements diminuent. Dans les zones arides et semi-arides, cette situation est habituellement imputable à un ou plusieurs ions spécifiques présents dans l'eau, à savoir le bore, le chlorure ou le sodium (FAO, 1989).

3-4-5- Tolérance des plantes aux sels

La tolérance au sel des plantes diffère d'une espèce à l'autre selon les exemples cités au tableau n°3. Ceci montre qu'il est possible d'utiliser des eaux de salinité variable à condition de connaître son effet sur le sol (FAO, 1989). La réponse des plantes à la salinité dépend aussi des méthodes d'irrigation employées. C'est ainsi que les plantes tolèrent un haut niveau de la salinité de la solution du sol (jusqu'à 7 g/l) sous des conditions de faible stress hydrique résultant d'irrigation fréquentes.

Conductivité électrique de l'eau d'irrigation (dS/m, et mg/l)*					
<2	2-3	3-4	4-5	5-7	>7
<1280	1280-1920	1920-2560	2560-3200	3200-4480	>4480
Citrus	Figues	Sorgho	Soja	Carthame	Coton
Pommes	Olives**	Arachide	Palmier dattier***	Blé	Orge
Pêche	Brocoli	Riz	Phalaris aquatique	Betterave sucrière	Agropyre
Raisins	Tomates	Betteraves	Trèfle		Rye Grass
Fraise	Concombre	Fétuque	Artichaut		Orge des rats
Pommes de terre	Cantaloup			Chiendent pied de poule	
Poivrons	Pastèques			Sudax (sorgho hybride)	
Carottes	Epinards				
Oignons	Vesce commune				
Haricot	Sorgho du Soudan				
Mais	Luzerne				

Tableau n°3 : Tolérance à la salinité de quelques plantes cultivées (adapté de FAO, 2003)

* 1dS/m = 640 mg/l

** des niveaux de EC beaucoup plus élevés ont été rapportés (jusqu'à 6 dS/m) pour des olives en Tunisie

*** des niveaux plus élevés de EC ont été également rapportés pour des palmiers dattiers en Algérie (jusqu'à 7-8 dS/m).

III- Méthodologie

Le contexte général de tout le périmètre du Bas Chélif a été décrit précédemment.

La présente méthodologie tente de comprendre et d'expliquer l'influence et l'interaction entre les facteurs physiques et socio économiques qui ont amené la plaine à la situation actuelle.

Pour ce travail, l'étude a été basée sur les résultats de Douaoui 2005 ce qui a permis de choisir une zone représentative qui va permettre la concentration de nos investigations sur la plaine de Ouarizane.

La zone de Ouarizane a été choisie pour des considérations pratiques d'adéquation avec la problématique développée en introduction " gestion individuelle de la salinité" qui est dépend parallèlement du facteur eau.

La zone de Ouarizane est considérée comme la partie du Bas Cheliff la mieux équipée en infrastructure hydraulique et dont le dynamisme agricole se manifeste par la plus grande surface de vergers du périmètre.

1- Etude de la zone de Ouarizane

1-1- Localisation

La zone de Ouarizane est localisée sur la partie Nord du périmètre du Bas Chélif, sur le piémont de Dahra. Elle est limitée au nord par la ville de Mazouna, au sud par la ville de oued Rhiou, à l'Est par la commune de Sobha et à l'Ouest par Djdiouia (Fig.2). La superficie agricole couvre 75,60 % de la superficie totale qui correspond à environ 6060 ha, dont 4000 ha correspond à la surface agricole utile. Cette zone possède un patrimoine arboricole diversifié, occupé par 665 hectares en arboriculture fruitière et 260 hectares forestiers en pin d'Alep et l'eucalyptus (APC Ouarizane, 2007).

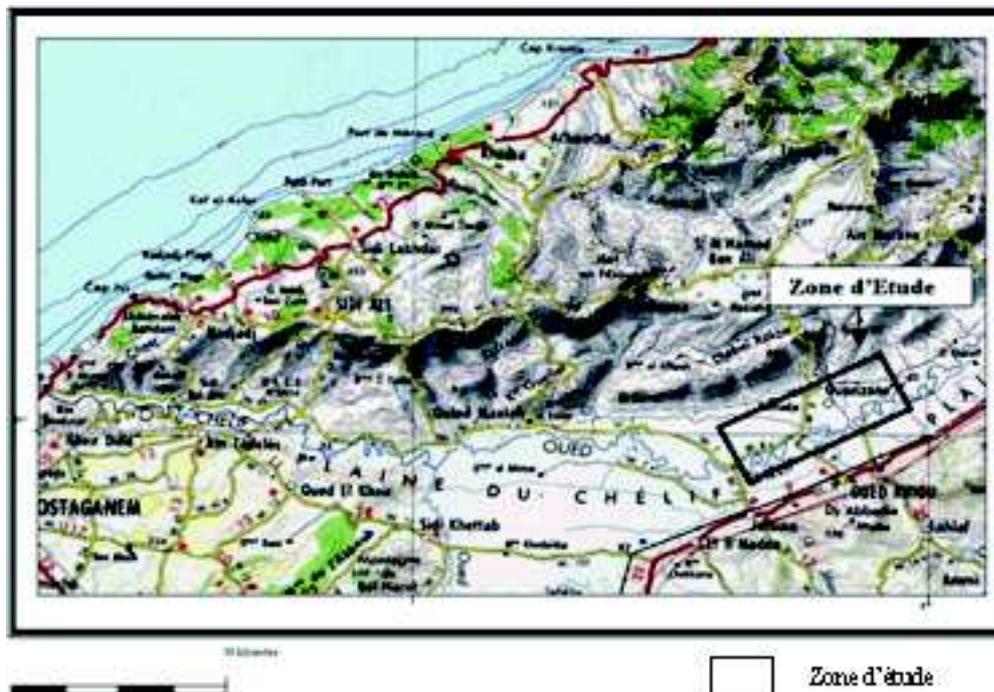


Figure n°2 : Situation géographique de la zone d'étude sur carte d'état major 1/500 000^e

Le bassin versant de la plaine est parcouru par un réseau hydrographique organisé autour de l'oued Chlef avec deux grands affluents : oued Ouarizane et oued Djenn orientés vers la direction Nord-Sud. Cette zone appartient à la commune de Ouarizane qui compte une population de 18 019 répartie à plus du tiers en milieu rural; le reste étant concentré dans la ville de Ouarizane (tableau n°4).

Tableau n°4 : Caractéristiques sociologiques de la commune de Ouarizane

Population	Total	Masculine	Féminine	Rurale	Agricole
Nombre	18019	9113	8906	7476	581

Source : APC de la commune de Ouarizane (2007)

A l'échelle de la commune, les emplois dans l'agriculture constituent 25 % de la main d'œuvre, le reste est réparti entre administration, éducation, commerce, transport et marchandise. Plus d'un millier d'exploitations agricoles ont été recensées dans le périmètre aménagé avec une nette tendance au statut privé des terres (tableau n°5). Il faut cependant noter que les grandes superficies (plus de 50 ha) sont sous la possession des exploitations agricoles collectives alors que les petites superficies (moins de 5 ha) sont gérées par des exploitations familiales privées. On montrera plus loin que le mode de faire valoir influence la stratégie de l'agriculteur en fonction de la salinité.

Tableau n°5 : Statut juridique des exploitations agricoles dans la zone d'étude

Type d'exploitation	EAC	EAI	Privé
nombre	54	36	1013

Source : APC de la commune de Ouarizane de 2007

1-2- Relief

L'intérêt de la topographie est qu'elle constitue un facteur explicatif de la répartition spatiale de la salinité. On admet en effet que les zones aval et les zones de bas fonds sont les premières concernées par les manifestations de la salinité. De plus, elle constitue un des facteurs pédo- génétiques qui conditionne l'évolution des alluvions argileuses dans les dépressions, vers des sols à caractère vertiques de plus en plus accentués. Elles interviennent aussi en relation avec la salinité, car autant sur les pentes bien drainées la salinisation est minime ou nulle, autant dans les dépressions sans drainage naturel, le processus d'accumulation des sels sera intense.

La topographie de la plaine de Ouarizane est comme l'ensemble du bas Cheliff, relativement plate. Le relief est orienté Nord- Est et Sud-Ouest suivant le sens de l'écoulement de l'oued Chlef (Fig.3). On peut avancer alors qu'un *gradient de salinité pourrait suivre le sens de l'écoulement de l'oued*.

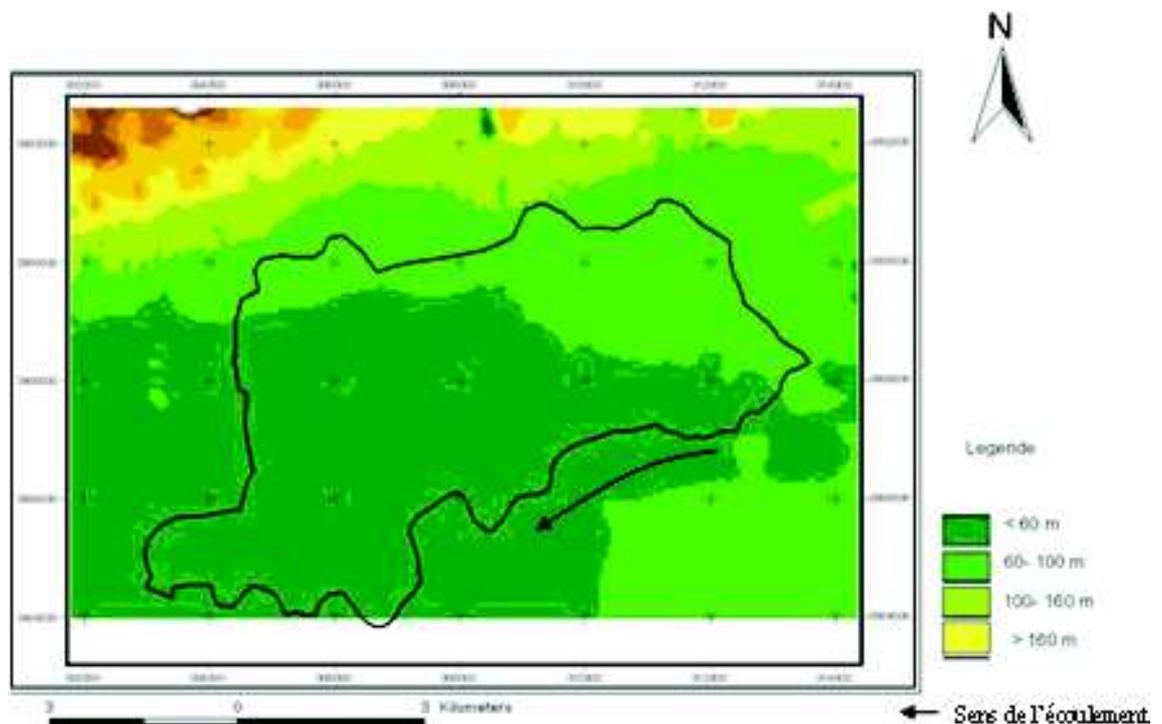


Figure n°3: Carte topographie établie à l'aide d'un modèle numérique du terrain dans la région de Ouarizane

1-3- Système de culture

L'agriculture de la région de Ouarizane dans sa partie amont (Nord -Est) se caractérise par l'arboriculture notamment les agrumes, les oliviers et des arbres divers (pomme, abricotier, grenadier). On y rencontre aussi du maraîchage surtout la pastèque qui se fait juste au pied des montagnes. Sur la partie aval, on trouve des spéculations tolérantes aux sels notamment les artichauts et le melon habituellement pratiqués dans la région (Fig.4). La

demande continue du marché en melon, pastèque et artichaut a fait que l'agriculteur de la région s'es plus ou moins "spécialisé" dans la pratique de ces spéculations.

La céréaliculture fortement représentée par l'orge et le blé n'est pas spécifique à une zone donnée du périmètre, elle est présente partout. Elle est pratiquée en sec et joue un rôle important dans la vie de l'agriculteur. C'est en effet une sécurité alimentaire pour l'agriculteur, un aliment essentiel du bétail et permet l'amélioration des propriétés physico chimiques du sol à l'aide des chaumes laissés après la récolte.

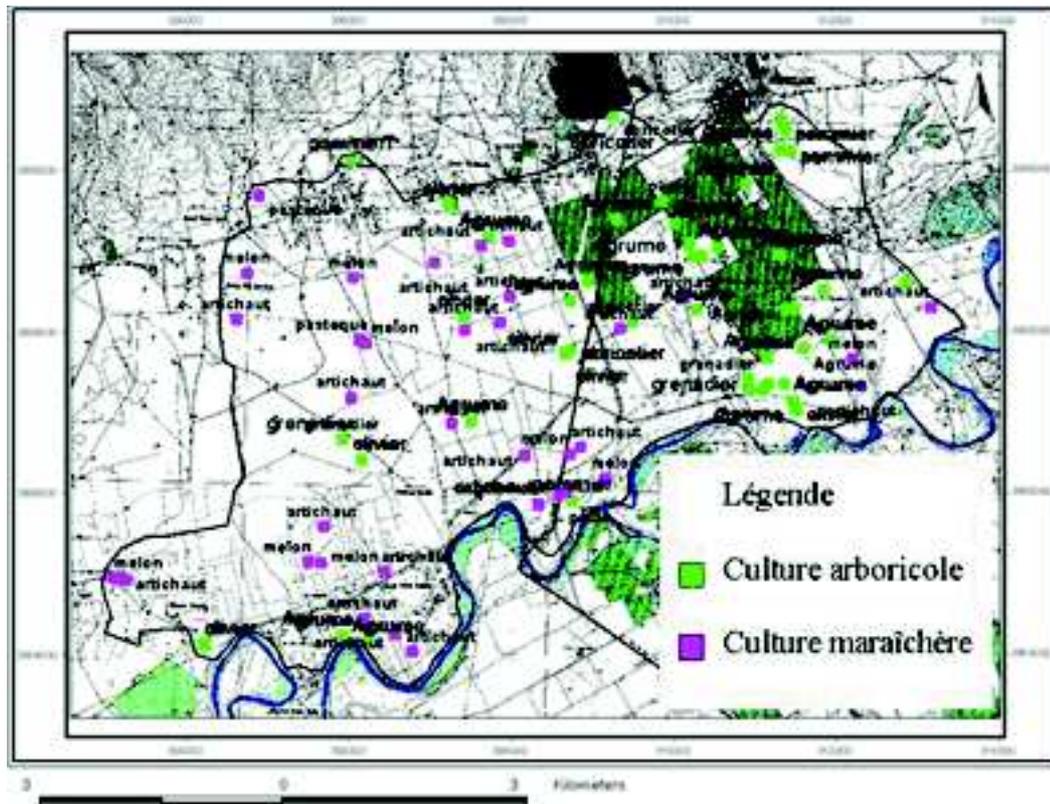


Figure n 4: Répartition des cultures dans la zone de Ouarizane

· Cultures maraîchères

Les cultures les plus rencontrées sont le melon et la pastèque en saison estivale mais surtout l'artichaut qui constitue le principal produit du terroir. Ce dernier de son vrai nom *Cynara scolymus*, est aujourd'hui au centre des préoccupations de la chambre d'agriculture. Les variétés dominantes sont le "violet d'Alger et le blanc d'Oran". Considérant son effet limitant le processus de la salinisation des sols, l'artichaut est utilisé comme précédent cultural. Sa consommation moyenne en eau est de 1144 mm.

Le melon de oued Rhiou est mondialement reconnu. Les variétés présentes sont le melon jaune et vert "valencia" et la variété jaune qui tolère une salinité de 3 dS/m. Les besoins en eau obtenus par l'application du modèle agro météorologique Cropwat s'élèvent à 472 mm (annexe 3).

La variété à graine noire de la pastèque est également très sollicitée sur le marché local. Elle tolère des niveaux de salinité compris entre 4 et 8 dS/m mais nécessite en revanche beaucoup d'eau (plus de 1000 mm selon une première estimation par le modèle Cropwat).

· Arboriculture fruitière

L'agrumiculture (Oranger et le Citronnier) sont des espèces subtropicales qui se développent bien dans le Bas Cheliff, en particulier les variétés locales de la Thomson pour l'orange et de la Clémentine pour la mandarine. En règle générale, il faut éviter les sols trop lourds ou très limoneux et les sols dont la CE > 2 dS/m (FAO, 2003). Les besoins en eau des agrumes calculés par le modèle Cropwat à partir des données agro météorologiques locales sont de 830 mm. L'olivier est également cultivé sur les terres lourdes et salées, il semble particulièrement s'adapter au manque d'eau et aux salinités élevées.

Rendements

Les rendements moyens pour les principales cultures irriguées dans la zone d'étude sont stable (Tableau n°6). Cette stabilité se caractérise par une tendance a la hausse notamment pour les agrumes ces dernières années qui s'expliquer par le contexte hydro- agricole locale.

Rendement q/ha		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
culture												
Agrume	Thomson	80	60	90	120			60	150	150	120	120
	Clémentine										80	160
Autre arboriculture	Olivier	20	14	12	12	25	18	27	60	60	30	45
Cultures maraîchères	Melon	200	150	100	112	130	150	210	-	-	-	-
	Pastèque	200	200	120	160	120	140	220	-	-	-	-
	Artichaut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250

Tableau n°6 :Rendements de quelques cultures pratiquées dans le périmètre de Ouarizane (ONID, 2006)

1-4- Caractérisation des sols

Nous présentons dans ce paragraphe, quelques caractéristiques des sols en place telles que rapportées par les agriculteurs rencontrés sur terrain.

1-4-1- Classification selon l'agriculteur

Plusieurs catégories de sols sont rencontrées dans le périmètre de Ouarizane en fonction de la profondeur, texture et degré de salinité, on y retrouve notamment des sols peu évolués, des vertisols, des sols halomorphes, des sols hydromorphes et des sols halomorphes (SOGREAH, 1985).

Une autre classification locale des sols a été rencontrée au cours de nos investigations, il s'agit de la classification vernaculaire des agriculteurs (fig.5). Elle est basée sur des critères relativement simples comme la texture, la couleur ou le drainage du sol.On peut ainsi citer les classes de sols suivantes :

1- Classe des sols El hamri

Ce sont de bons sols de couleur rouge, plus au moins légère, bonne perméabilité et facile a travailler, ils sont sains pas du tout salés.On rencontre ces sols sur une surélévation, ils font la limite entre la montagne et la plaine.

2- Classe des sols N'fil

Ce sont de bon sols, composés d'un mélange de sable et d'argile. Ils sont fertiles et perméables, faciles à travailler manuellement ou avec les outils de travail. C'est des sols sains généralement.

3-Classe des sols T'ferchet

L'agriculteur décrit ces sols comme des sols à texture lourde, de couleur noire, peu perméable, salée, difficile à travailler, collant quand le sol est humide, dur dans le cas où le sol est sec. Ils ont généralement un degré de salinité très élevé.

4- classe des sols sablonneux

Ce sont des sols sableux, parfois salés surtout aux environs de l'oued. Ils sont exploités surtout en céréaliculture, l'orge en particulier quand ils sont salés.

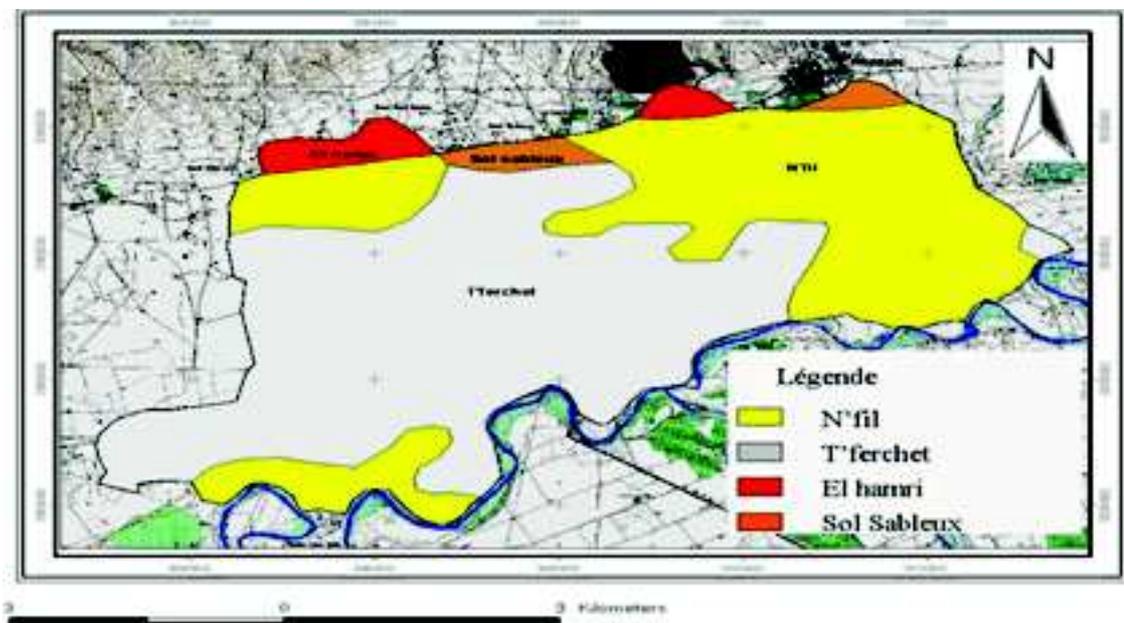


Figure n°5 : carte de la classification vernaculaire des sols de Ouarizane

1-4-2- Confrontation entre la classification scientifique et classification vernaculaire

1- Sols N'fil

Correspondent aux sols peu évolués de la classification française (CPCS, 1967) des sols. Ce sont des sols profonds bien drainés que l'on retrouve surtout aux alentours de la ville de Ouarizane. La texture de ces sols est variable, elle peut être sableuse à argileuse selon l'endroit. Ces sols peuvent avoir un salinité élevée jusqu'à 7 dS /m. Ils peuvent être rencontrés dans les zones de transition entre les sols peu évolués d'apport alluviale modaux et les sols halomorphes.

2- T'ferchet

Ces sols correspondent aux sols du type vertisol de la classification des sols. Ce sont des sols constitués d'argiles lourdes gonflantes ; ils ont une texture extrêmement fine avec 60% d'argile, ils sont profonds et mal drainés avec de grandes fentes superficielles en été.

Ces sols sont salés dans le cas des vertisols halomorphes. On les trouve sur les zones déprimées et sur les zones basses près de l'oued.

1-5- Situation de l'Irrigation

1-5-1- Irrigation à partir des eaux de surface

Le périmètre irrigué du Bas Chélif est équipé à 75 % en système gravitaire direct, le reste étant alimenté par gravité depuis des bassins surélevés remplis par pompage (SOGREAH, 1985).

Dans la plaine de Ouarizane, l'adduction des eaux de surface utilise un réseau enterré sous pression réalisé dans le cadre de la réhabilitation du périmètre du Bas Chélif. L'eau est acheminée du barrage Gargar et de la retenue de Merdjet Sidi Abed par le canal principal ; elle est stockée dans un bassin de compensation de 15000 m³ de capacité. Le remplissage se fait par pompage puis par refoulement directement dans le canal principal Rive Droite (fig.6).

Un historique récent des allocations d'eau de surface tel que comptabilisé par l'office d'irrigation est donné dans le tableau n°7. Il indique une relative stabilité des apports autour de 4800 Mm³/an sauf pour l'année 2005 où une restriction en eau a été décidée par les pouvoirs publics en raison de la sécheresse. Une tendance identique pour l'année 2006 semble se confirmer ce qui va vraisemblablement influencer sur la salinité du milieu. L'efficacité du réseau d'adduction ainsi que les superficies réellement irriguées ne sont pas publiés. Un certain nombre d'agriculteurs ont recours au pompage à partir de l'oued Chlef dont l'eau semble salée au niveau de Ouarizane.

L'irrigation à la parcelle est majoritairement gravitaire et peut être observée sur le périmètre d'avril à fin septembre. L'eau est distribuée par des raies de 6 à 10 m conformément aux pratiques habituelles en Algérie.

Tableau n°7 : Allocation d'eau de surface en millions de m³ dans le sous périmètre de Ouarizane entre 1995 et 2005 (ONID, 2006)

Année	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Volume (Hm ³)	2.000	3.500	3.500	4.500	6.000	4.900	5.600	4.700	7.200	6.200	0.2

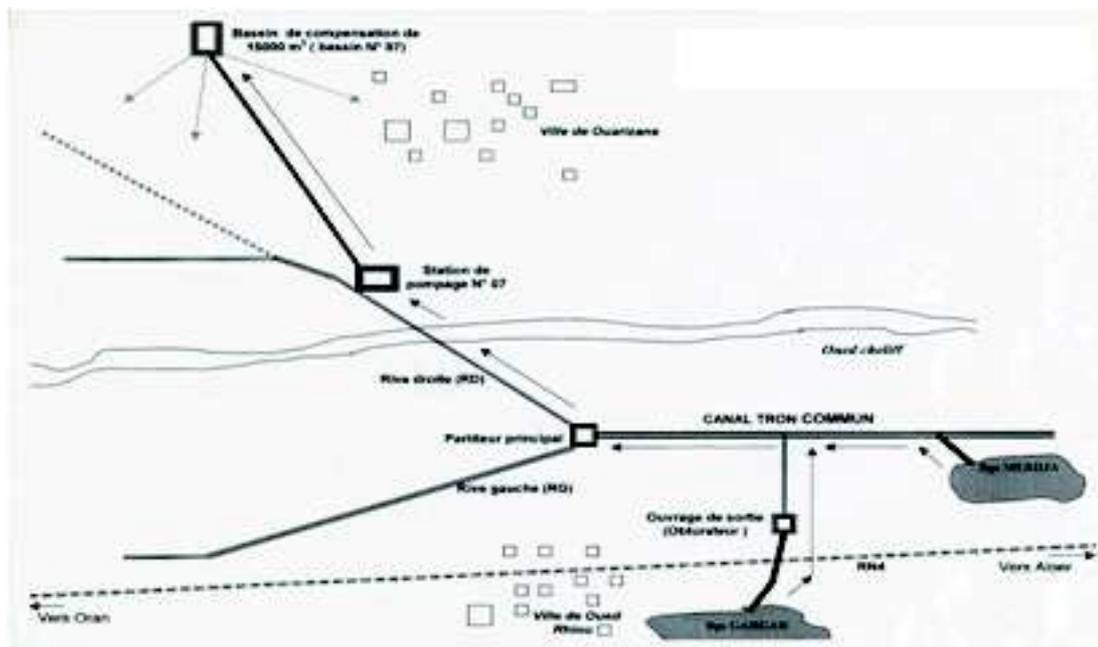


Figure n°6 : Schéma du dispositif de stockage et d'adduction des eaux de surface (ONID, 2006)

En terme de qualité, les eaux de surface occupent une place de choix chez les irrigants. Elle serait riche non seulement en éléments fertilisants mais aussi peu salés. Les investigations menées à partir des bilans ioniques des eaux ont en effet révélé une concentration comprise entre 0,5 et 2g/l en sels ce qui est en ordre de grandeur, deux à trois fois inférieur à la concentration des eaux souterraines (Douaoui et Hartani, 2006). Dans ce contexte, l'argument économique consistant à vendre l'eau à 2,50 DA/m³ devient encore plus pertinent pour les agriculteurs.

- Mode d'irrigation et accès à l'eau

Le système gravitaire par *segui* est le mode d'irrigation dominant. Il représente à lui seul 93 % des systèmes d'irrigation pour l'ensemble des quarante deux agriculteurs enquêtés ; ce niveau reste représentatif de la moyenne nationale (Chabaca et al, 2004). Signalons aussi le développement croissant de l'irrigation par goutte à goutte qui semble convenir au contexte hydrique de la région.

Trois agriculteurs seulement parmi ceux enquêtés ont équipé leurs parcelles pour irriguer le melon et sont tous réservés quand aux performances de cette technique. Citons le cas d'un agriculteur qui irrigue le melon à une fréquence de 1 jour sur 6 entre les mois de mai et juillet. Cette fréquence est bien entendu insuffisante et ne constitue pas un exemple à suivre pour ses voisins.

En plus de la technique d'irrigation, le mode d'accès à l'eau dans le périmètre d'étude est le deuxième élément caractéristique de la pratique d'irrigation. D'après les enquêtes, il existe deux types d'agriculteurs : ceux qui possèdent un réseau d'irrigation mais n'ont pas eu de l'eau du barrage depuis 2004 et ceux qui n'ont pas irrigué avec cette eau depuis la fin des années 70 ou même plus. Ces agriculteurs se répartissent selon un ratio proche de 2/3 et 1/3 respectivement et se localisent sur la partie aval du périmètre pour la deuxième catégorie et ailleurs pour la première. Ainsi, l'agriculture irriguée ne subsiste que grâce à

l'eau souterraine et des expériences pilotes pour l'irrigation à partir de forages collectifs sont actuellement menées par la direction de l'hydraulique de la wilaya de Relizane.

La logique des agriculteurs en ce qui concerne l'irrigation diffère entre ceux de la partie amont et ceux de la partie aval. Ainsi, pour irriguer les cultures maraîchères, l'agriculteur de la partie aval se base sur la quantité d'eau qu'il doit apporter pour avoir un maximum de rendement, car pour lui son rendement est directement lié à la quantité d'eau apportée c'est "une politique de l'économie de l'eau". Par contre pour les cultures arboricoles l'agriculteur se base sur les besoins de l'arbre et l'état du sol pour cela, il ramène la quantité dont elle a besoin la plante en plus de la dose de lessivage c'est "une politique de sauvegarde".

1-5-2- Irrigation à partir des forages et des puits

La plupart des exploitations agricoles de la zone d'étude disposent d'au moins un forage et pour peu que le pompage soit interrompu à la suite d'une panne par exemple que des arrangements de proximité se mettent en place. Sur l'échantillon de 42 agriculteurs enquêtés, 34 agriculteurs ont leur propre forage et 8 d'entre eux utilisent le forage du voisin. L'eau est dans ce cas transportée sur plusieurs kilomètres.

La nappe se trouve à une centaine de mètres de profondeur sauf en certains points où il est relativement proche de la surface (20 m environ). Pour contrôler cette nappe, l'Etat a interdit tout forage individuel et a aménagé des forages collectifs pour l'irrigation de l'arboriculture. L'eau souterraine se caractérise cependant par une forte teneur en chlorures correspondant à une charge minérale moyenne de 4 g/l et contribue à notre avis à la progression de la salinité dans le périmètre (Douaoui et Hartani, 2006).

1-6- Situation du drainage

La situation du drainage agricole dans la zone d'étude est mal connue à l'instar de la plupart des grandes zones agricoles en Algérie (Hartani, 2002). Ceci est dû à l'absence d'un archivage performant des réalisations en plus de la nature même de l'aménagement qui se veut être un ouvrage souterrain (Ould Cheikh, 2007).

Le réseau de drainage tel qu'il est connu dans la plaine de Ouarizane comporte un drainage de surface et un drainage souterrain respectivement notés DS et DP (Fig. 7). Dans le premier cas, il est principalement constitué des émissaires naturels (oued Chlef, oued Djenn, oued Ouarizane) et des fossés de drainage agricole principaux et secondaires.

Dans la partie Est de la zone (en amont), on trouve le DS1 réseau superficiel qui draine dans l'oued Ouarizane et l'oued Djenn. Dans la partie Ouest (en aval) de la zone on trouve le DS2 qui est un réseau artificiel qui draine dans l'oued Chlef par l'intermédiaire du fossé (F6). Le réseau superficiel est conçu pour l'évacuation des eaux en excès par l'intermédiaire des Oueds et vers oued Chlef.

Le drainage souterrain dit profond a été installé dans le cadre de la réhabilitation du périmètre du Bas Chélif (projet de 5011 ha). La zone de Ouarizane a été choisie comme zone pilote pour un réseau de drains enterrés sur une superficie de 595 hectares dont 120 hectares ont été réellement équipés en 1994/1995. Un autre réseau a été mis en service en 2006 dans le cadre du projet de 1850 hectares, la superficie drainée est de 90 ha située à l'extrémité Sud Ouest de la plaine (ONID, 2006). L'ensemble des drains se jettent dans l'oued Djenn ou dans les collecteurs puis vers l'oued Chlef.

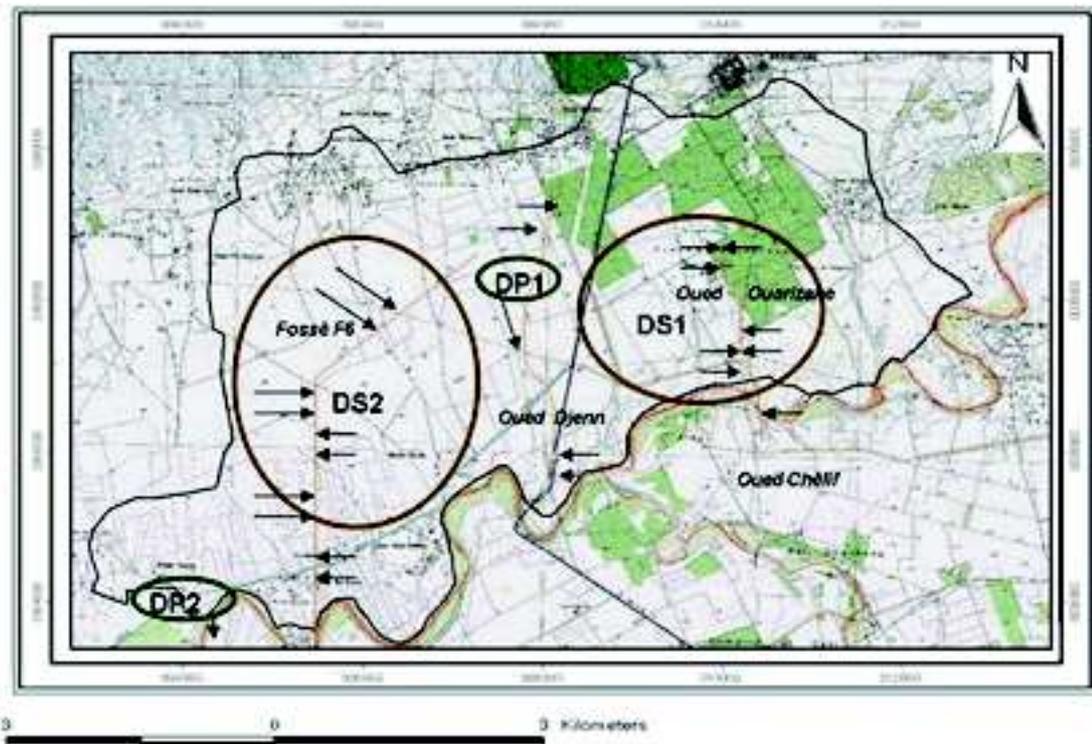


Figure n °7 : Illustration de drainage du périmètre d'irrigation de Ouarizane
(DS indique un drainage de surface et DP indique un drainage profond)

2- Données utilisées

Les données utilisées dans le traitement et l'interprétation dans cette étude sont de deux types : les données institutionnel et les données de terrain.

2-1- Données institutions du périmètre d'irrigation

On a fait des visites auprès des établissements qui s'occupent de gestion du périmètre d'irrigation a savoir (ONID, ANRH, APC de OUARIZANE), qui nous ont fournis des informations concernant le fonctionnement du périmètre et qui nous ont permis de faire une analyse a travers son historique, ce qui a par conséquent favorisé l'extension du problème étudié.

2-2- Données du terrain

Le travail a été réalisé à deux échelles spatiales : des enquêtes au niveau des exploitations agricoles et des prélèvements de l'eau d'irrigation et du sol dans la parcelle pour des analyses physico- chimiques.

L'acquisition de ces données sur terrain a été réalisée en deux périodes différentes la première s'est déroulée en mois de juin 2006

la deuxième s'est déroulée en mois de février 2007.

2-2-1- Enquêtes

Le premier passage de juin 2006, consistait à faire des enquêtes et les entretiens individuels auprès des agriculteurs des exploitations choisies.

Pour déterminer les orientations de l'exploitation et les moyens mis en œuvre Quarante deux exploitations agricoles ont été choisies de manière à balayer toute la plaine d'amont en aval et du piedmont à l'oued, pour avoir différentes situation physiques notamment, le type de sol, topographie, degré de salinité et type de culture.

Nous lui avons accordé la priorité à l'exploitation agricole car elle est en effet la cellule de base où se prennent des décisions techniques, économiques et sociales de production.

Les principaux paramètres structurels de l'exploitation ont été déterminés : surface agricole utile, cheptel, taille, famille ainsi que les techniques liées aux pratiques agricoles en particulier les assolements et les irrigations (annexe 4).

A ce niveau d'analyse nous nous sommes intéressés aussi à analyser de la perception de l'agriculteur vis-à-vis de la salinité de son sol et l'eau d'irrigation, ses pratiques culturales mise en place pour la gestion de cet espace et les conséquences sur la durabilité de ces unités de production et son influence sur l'ensemble du périmètre.

Le traitement des enquêtes nous a permis de réaliser une pré typologie en fonction de la gestion de la salinité dans les différentes situations rencontrées avec certaines hypothèses dans chacune des classes, expliquant les modalités de cette gestion.

L'avancement de notre travail donc a nécessite un deuxième passage qui va nous permettre de compléter nos informations sur le problème posé et pour relever toutes ambiguïtés entre la perception de l'agriculteur aux analyses chimiques.

Le deuxième passage s'est déroulé en février 2007, fait la suite des enquêtes réalisée au premier passage.

Cette étape consistait à questionner une quinzaine d'agriculteurs qui appartiens aux différentes classes de la pré typologie élaborée lors du premier passage.

2-2-2- Echantillonnage

L'étude à l'échelle de la parcelle est plus destinée à comprendre les pratiques en relation avec les mesures de salinité.

- Prélèvement de sol

Durant les deux passages sur terrain, des échantillons de sol ont ainsi été prélevés dans l'horizon de surface (0-30 cm). Le positionnement des points de prélèvement a été fait à l'aide d'un GPS de navigation type Garmin qui nous a permis de prendre les coordonnées des points échantillonnés en longitude latitude qu'on a reconvertis en UTM mètre pour pouvoir les positionner sur une carte topographique au 1/20000^e. Des échantillons de sol ont été prélevés aux points indiqués en figure 8.

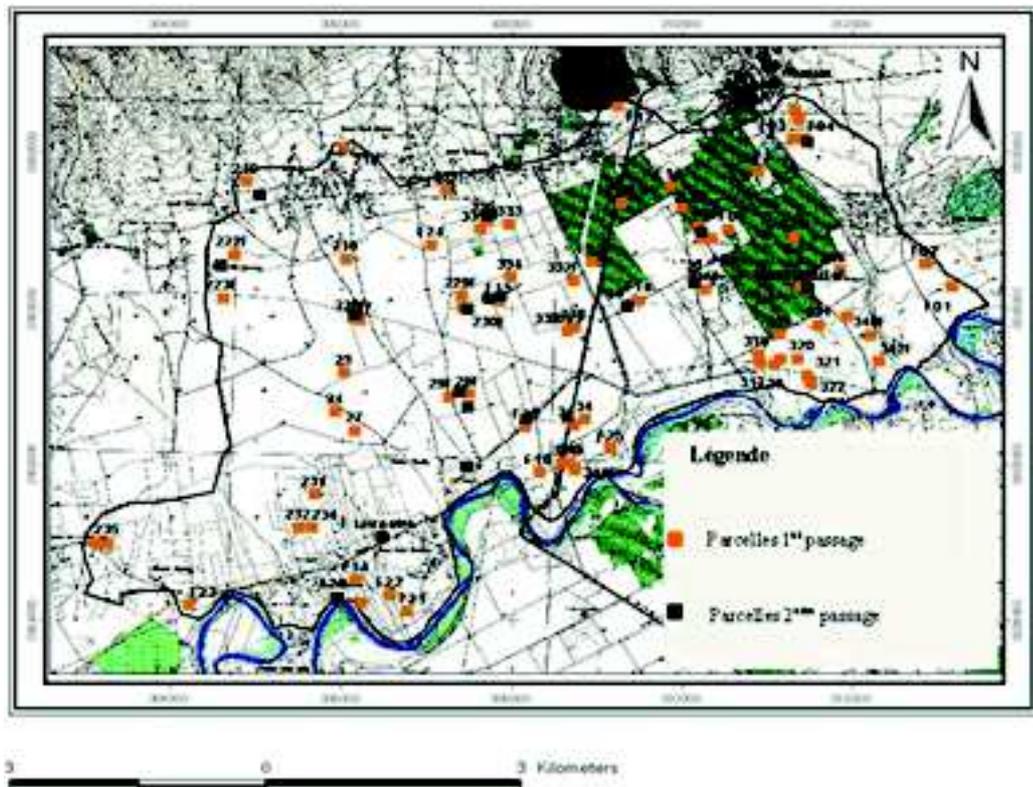


Figure n°8 : Points de prélèvement des échantillons de sol lors des deux passages sur terrain. Ouarizane juin 2006- Février 2007

- Prélèvement d'eau

Le même principe a été réalisé avec l'eau d'irrigation que pour le sol. Le prélèvement de l'eau de vingt neuf forages s'est déroulé simultanément avec les prélèvements d'échantillons de sols, Les points sont géo référenciés a l'aide du GPS pour pouvoir également les positionner sur une carte (figure n°9).

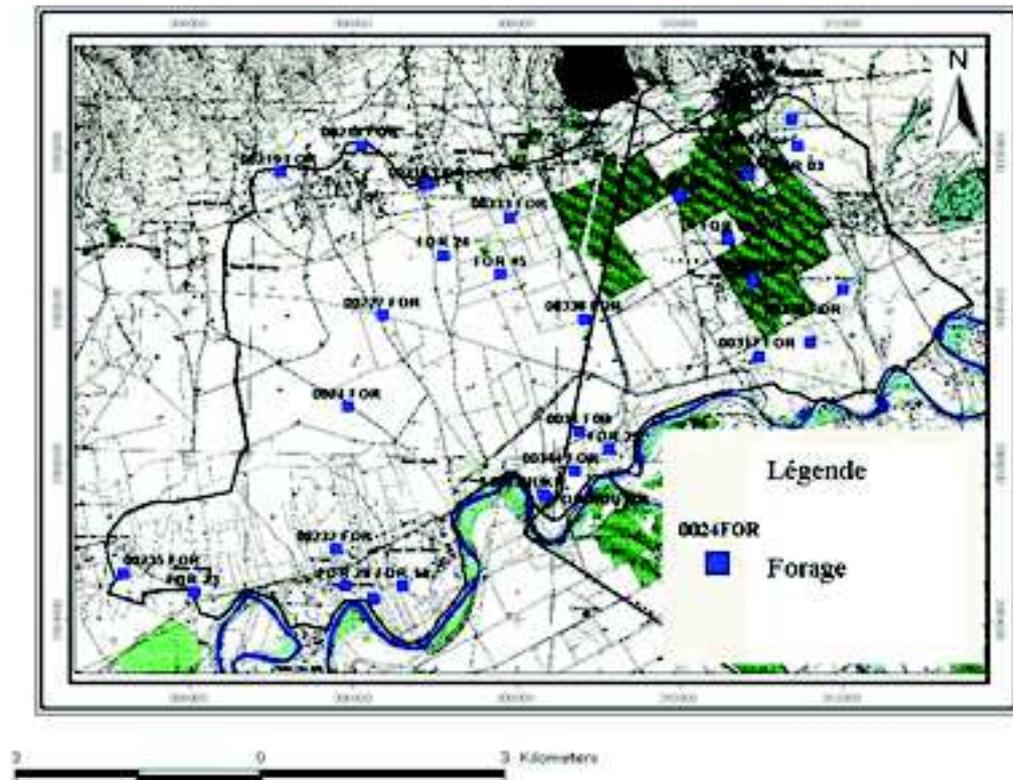


Figure n°9 : Positionnement des forages dans les exploitations agricoles concernées par l'enquête de juin 2006. Périmètre de Ouarizane

3- Analyses chimiques

Les analyses chimiques qui nous intéressent c'est ceux qui permettent d'identifier la salinité de l'eau et du sol, notamment le pH, la conductivité électrique (CE) et les bases échangeables.

Notant que les concentrations des cations majeurs ont été mesurées pour un nombre de parcelles plus restreint (soixante), afin de calculer l'indice de sodicité SAR.

Le tableau suivant (tableau n°8), montre les différentes analyses et mesures effectuées sur le terrain et au niveau des laboratoires (laboratoire régional de l'ouest d'analyse des eaux et des sols / Matmar – Rélizane (INSID), laboratoire de pédologie de la faculté des sciences agronomiques et biologiques / université de Chlef – Hassiba Benbouali (UHB / Chlef) et le laboratoire des sols (ANRH d'Alger).

	SOL	EAU
Nombre d'analyse	1 ^{re} serie : - Laboratoire – INSID / Rélizane - Laboratoire de pédologie UHB / Chlef	1- Laboratoire – INSID / Rélizane
	2 ^{ème} serie : - Laboratoire– ANRH/ Alger - Laboratoire de pédologie UHB / Chlef	
Paramètres mesurés	Méthodes de mesure (analyses au laboratoire)	
- CE conductivité électrique	- CE dS/m extrait 1/5 : (80 points) - CE dS/m pâte saturée à 25 °c : (60points)	- CE dS/m : In situ
- pH	- pH (1/2.5) : (80 points)	- pH In situ
- Ca ⁺⁺ , Na ⁺ , Mg ⁺⁺ , K ⁺	- Spectromètre à absorption atomique (60 points)	- Spectromètre à absorption atomique (29 points)
CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻	Titrage	Titrage
- SAR (Sodium Absorption ratio)	$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$	$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$

Tableau n° 8 : Récapitulatif des mesures et des analyses de laboratoires

Validation des mesures de sol

La mesure de la CE repose sur des méthodes de laboratoire standard : extrait de pâte saturée, extrait de solution de sol à 1/5 ou 1/25 (Richards, 1954). La démarche adoptée consiste à effectuer deux séries de prélèvements (juin 2006 et février 2007) avec une répétition doublement des mesures à chaque fois.

Nous présentons d'abord les mesures de CE du premier passage, en reportant les autres composants minéralogiques du sol en annexe (annexe 7). Ces mesures mettent cote à cote les valeurs obtenues de l'extrait dilué 1/5 effectuées aux laboratoires de l'INSID et de Chlef. Pour des raisons de commodités, cet extrait est pris comme base de comparaison. Elle indique des valeurs relativement moins élevées au laboratoire de Chlef (fig.10).

Pour valider les mesures, nous répétons la même démarche pour la deuxième série des échantillons de sol (février 2007) en comparant la CE mesurée au laboratoire de Chlef avec la CE mesurée au laboratoire des sols de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). La figure correspondante (fig.11) indique aussi une relative concordance entre les

deux séries ($R^2 = 0.6$). Au-delà de la comparaison des mesures inter-laboratoires (annexe 8) qui montre des différences habituelles, l'idée est d'expliquer les éventuelles variations temporelles de la salinité ce qui fait l'objet du paragraphe suivant.

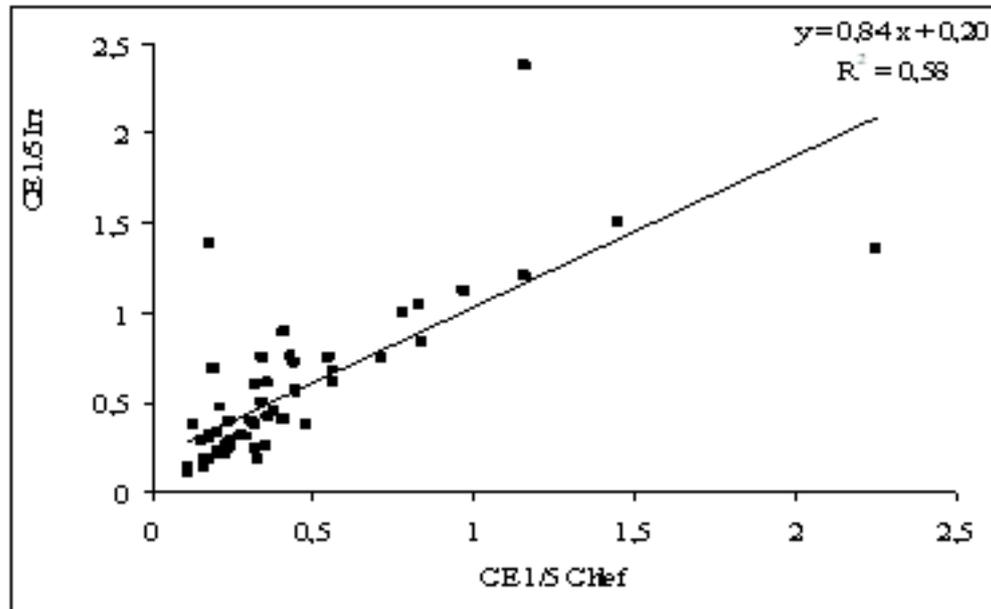


Figure n°10 : Conductivité électrique au 1/5 du sol prélevé au mois de juin 2006 à Ouarizane. Résultats des laboratoires de l'INSID et Université de Chlef.

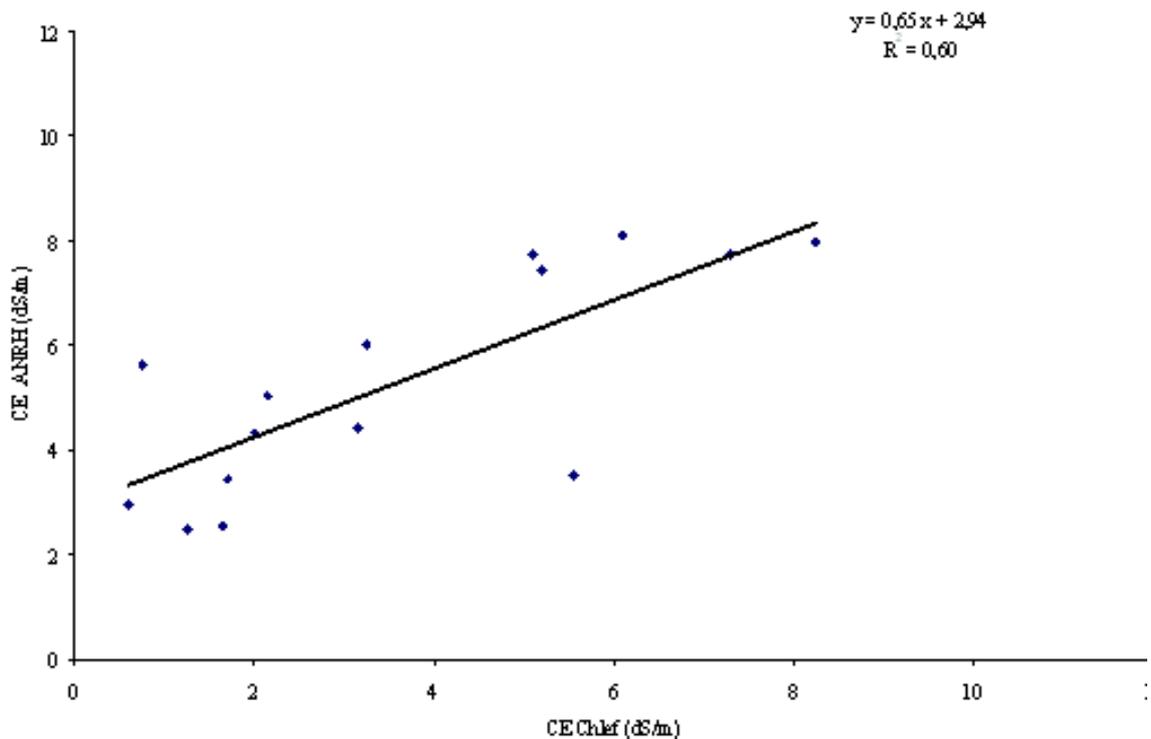


Figure n°11 : Conductivité électrique du sol prélevé au mois de février 2007 à Ouarizane. Résultats des laboratoires de l'ANRH et Université de Chlef.

4- Etablissement des cartes

Sur le fond topographique au 1/200000^e, nous avons élaboré des cartes thématiques qui a permis de schématiser les données recueillies sur terrain et celles obtenues par des mesures

IV- Description des états de salinité

L'état de salinité de la zone d'étude a été caractérisé en fonction des analyses chimiques réalisées sur l'eau d'irrigation et les échantillons de sols.

1- Salinité et sodicité de l'eau d'irrigation

La qualité des eaux est étudiée à partir des deux indicateurs CE à 25°C et SAR. Le détail des résultats figurant en annexe 6. Les points de mesures ont ensuite été reportés sur un graphique indiquant la CE en abscisse et le SAR en ordonnée (Fig.12). En s'inspirant de la démarche de Kielen (1996), les points de mesure ont été placés sur le graphe correspondant pour interpréter les mesures en rapport avec la classification USSL (1954) et la classification FAO (1989) pour la sodicité.

Bien que ce type de classification soit discutable au sens où elle ne prend pas en compte la charge minérale des eaux dans le Maghreb, elle apporte néanmoins un éclairage intéressant pour l'usage de l'eau. Ainsi, les classes C3S1, C3S2, C4S1, C4S2, C4S3 ont été identifiées et considèrent de ce fait les eaux de qualité médiocre. Or, les niveaux de salinité observés sont très majoritairement inférieurs à 4 dS/m et l'irrigation dans ces conditions est couramment pratiquée en Algérie ; ils ne constituent pas un danger pour peu qu'un lessivage naturel par les pluies se produise ou qu'une dose soit apportée occasionnellement (Durand, 1983).

Le SAR révèle des niveaux de sodicité compris entre 2 et 20 mais une dépendance croissante en fonction de la salinité, ce qui tend à réduire l'effet "déstructurant" de l'eau vis-à-vis du complexe absorbant (Oster, Shainberg, 2001). Cette observation est d'ailleurs confirmée par la classification FAO (1989) qui montre clairement que les points de mesure ne posent pas de problème de sodicité (Fig.13).

De cette analyse, il sera retenu que la salinité de l'eau d'irrigation est un facteur avéré de la salinisation des sols notamment pendant les années climatiques où le lessivage par les pluies ne peut se produire. La sodicité de l'eau ne pose vraisemblablement pas de problème pour l'échantillon disponible.

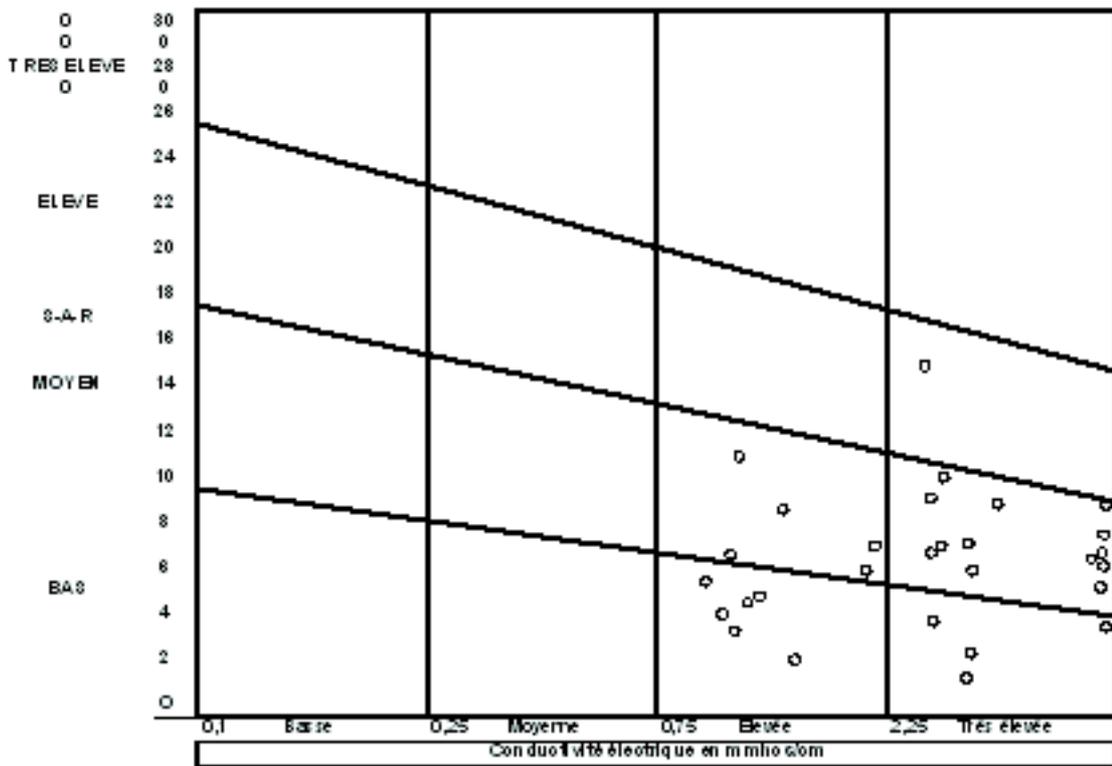


Figure n°12 : Classification des échantillons d'eau par rapport à la norme USSL (1954).

Données du périmètre de Ouazane Juillet –Août 2006

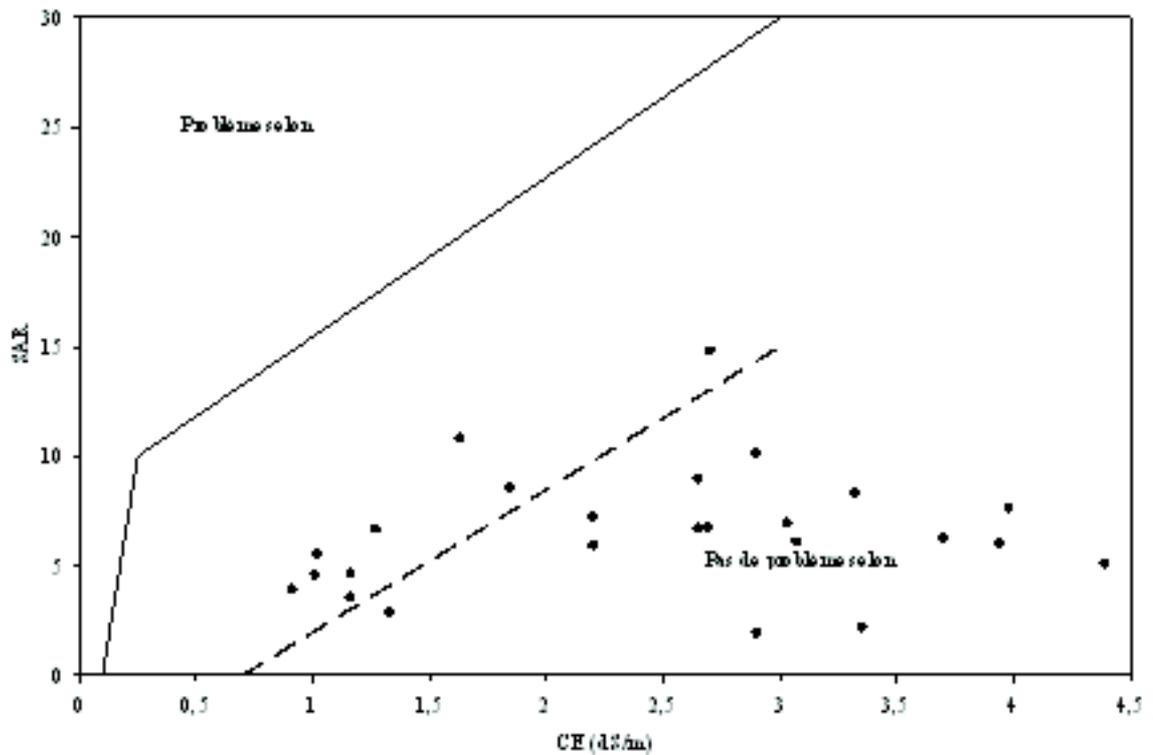


Figure n°13 : Classification des échantillons d'eau par rapport à la norme FAO (1989).

Données du périmètre de Ouarizane Juillet -Aout 2006

2- Salinité en surface des sols

La campagne de mesure a permis d'identifier les échantillons correspondant aux quatre classes de salinité l'USSS, 1954, la répartition du nombre d'échantillon par classe se faisant comme suit:

$CE \leq 2$ dS/m : 32 échantillons. Les sols ne sont pas salés

$2 < CE \leq 4$ dS/m : 15 échantillons. Les sols sont faiblement salés

$4 < CE \leq 8$ dS/m : 11 échantillons. Les sols sont moyennement salés

$CE > 8$ dS/m : 2 échantillons. Les sols sont halomorphes

La répartition des échantillons sur les quatre classes montre une dominance de la classe des sols non salé ($CE \leq 2$ dS/m) avec 32 échantillons qui correspond a la moitié du nombre total prélevés.

On constate donc que la salinité du sol a diminuée a des valeurs acceptables, ce constat est susceptible d'être traduit l'hypothèse de l'évacuation des sels par le drainage qui est elle-même confirmée par les agriculteurs rencontrés sur terrain.

a- Dynamique historique de la salinité

Dans ce qui suit, il est implicitement fait l'hypothèse que *la salinité du sol sur les 30 cm de l'horizon de surface représente bien la salinité de l'état de surface*. Elle est justifiée par les fluctuation de la nappe superficielle combinais au climat très évaporant de la région, qui favorise les remontées de sels en surface. Cet horizon intéresse en outre les cultures maraîchères et les grandes cultures qui occupent une grande partie des terres dans le périmètre de Ouarizane. Par conséquent, la notion de variabilité spatiale concernera exclusivement le plan bidimensionnel horizontal. Les résultats montrent que les sols de part et d'autre de l'oued Chlef et dont fait partie la zone d'étude sont dominés par la classe de la salinité comprise entre 4 et 8 dS/m suivie par la classe 8-16 dS/m (Fig.14).

Une première confrontation des résultats a été réalisée avec la carte de salinité élaborée par Douaoui (2005) qui reprend des mesures d'échantillons de sols prélevés en 1997. Les résultats indiquent une baisse de la CE puisque 32 des 60 points de mesure choisis ont une $CE < 4$ dS/m, ces points étant initialement classés dans la tranche 4 et 8 dS/m. Dans les zones proches des piedmonts, les niveaux de salinité sont relativement bas (< 2 dS/m) et ne devraient pas varier significativement. Une deuxième confrontation a été réalisée avec des échantillons prélevés en 1975 conduit à la même conclusion (tableau n°9).

Cette diminution est plus marquée dans la partie aval ce qui peut s'expliquer par l'installation du drainage depuis une dizaine d'année. Dans la partie amont, il y a augmentation de la salinité du sol en raison du recours croissant à l'eau souterraine pour compenser l'absence de l'eau du barrage.

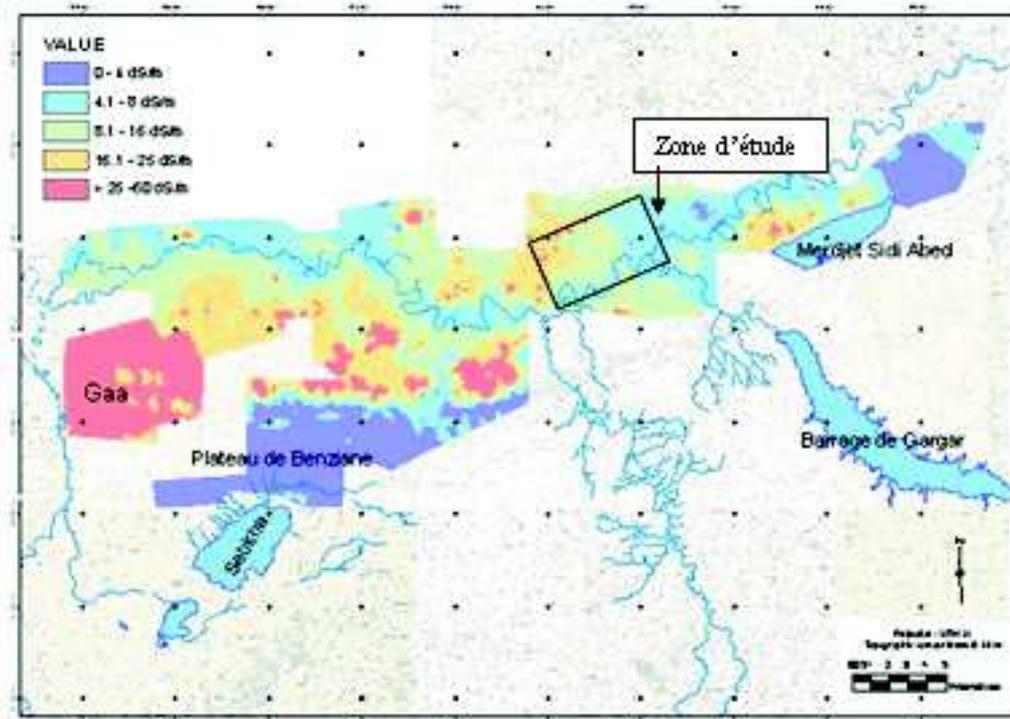


Figure n°14 : Carte de la salinité estimée par Krigeage à variogramme local (in Douaoui et Hartani, 2006)

Tableau n°9 : Comparaison de la CE du sol de Ouarizane entre 1975 et 2006

Echantillon 1975	CE (dS/m) 1975	Echantillon 2006	CE (dS/m) 2006	Constat par rapport à la salinité
571 562	7.82 10.92	23 24	1.78 3.40	Il y a diminution.
590	3.10	333 335	2.05 3.11	Légère diminution
632	4.13	F24	3.31	Diminution
587	3.97	332F 338	1.04 2.81	Diminution
619	3.65	329F 230F	1.06 3.43	Légère diminution
660	0.66	F05 F06 F07 F08	5.65 2.64 6.35 1.00	Augmentation de la salinité (forage de Ghrebi est salé)
660	0.66	F10 F11	0.90 1.01	Pas de changement. (Boudali a accès parfois à l'eau du réseau)
688	3.26	322	6.89	Augmentation, proche de l'oued
672	1.01	317 38	0.75 1.16	Pas de changement
577	9.77	28F 29F	1.63 1.56	Diminution importante
6	4.7	F20	6,66	Pas de changement, manque drainage
582	5.2	31 34	1.83 2.16	Diminution
4	2.17	344F 345F 346F	1.18 0.61 2.47	Diminution
9 8	9.2 11.1	F tireche	1.43	Diminution remarquable
14 17 16	12.2 6.4 3.4	F14 F21 F22 F27	4.38 4.13 2.29 1.58	Diminution

De plus, il a été procédé à une analyse comparée des mesures 1^{er} et 2^{ème} passage (tableau n°10). Le calcul des variations relatives de la CE au 1/5 révèle des écarts inférieurs

aux écarts inter- laboratoires ce qui permet d'affirmer que les niveaux de salinité entre les deux passages sont quasi identiques.

Finalement, l'hypothèse d'une *diminution de la salinité en surface* depuis les dernières mesures effectuées dans la région en 1997 sera retenue. Elle pourrait s'expliquer par la mise en œuvre du drainage dans le périmètre. Elle doit de toutes façons être confirmée par les observations sur d'autres zones du Bas Chélif (Gherina, 2007).

Tableau n°10 : Mesure de la CE 1/5 en surface dans le périmètre de Ouarizane. Variation entre juin 2006 et février 2007

CE 1/5 U. Chlef – Juin 2006 (dS /m)	CE 1/5 U. Chlef – Février 2007 (dS/m)	Variation relative (%)
0.34 0 .84 0.41 0.16 0.20 0.	2443.2822.5636.2415.5512.4320946	11110230925.634.6.27.3.85.8 45.1 4 61.7 40.5 4

V- Typologie des exploitations agricoles

Un ensemble de pratiques a été constaté aux cours des missions de reconnaissance et d'investigation auprès des agriculteurs : choix des cultures, mode de préparation des terres, conduite des irrigations et même sélection des terres à laisser en jachère en cas de grave pénurie d'eau. Ces pratiques diffèrent selon la situation qui se présente mais visent toutes à maximiser les rendements. Elles permettent de proposer une première typologie des exploitations agricoles.

1- Résultats du premier passage "pré typologie"

Le premier passage s'est déroulé en juin 2006 avec des enquêtes au niveau des exploitations agricoles. Leur traitement a permis de réaliser une pré typologie essentiellement basées sur les quelques critères suivants : positionnement topographique, et du système de culture. En outre, nous avons jugé pertinent l'introduction du critère statut juridique dans la classe I et revenu externe dans la classe III car ils permettent de différencier les stratégies des agriculteurs dans la gestion de la salinité. Les cinq classes identifiées et les hypothèses à vérifier sont citées dans ce qui suit :

Classe I : maraîchers locataires amont

Ce sont des agriculteurs riches qui louent de "bonnes terres" situées sur les piedmonts Nord du massif de Dahra. Ils exploitent des sols rouges, de bonne structure, de texture légère, perméables et ayant un faible taux de salinité.

Ils ont au moins un forage et utilisent une eau moyennement salée à salée mais sans risque d'alcalinisation. Le maraîchage est leur unique spécialité.

Hypothèses à vérifier

Ces agriculteurs ne gèrent pas la salinité, en cas de problèmes ils changent de parcelle l'année d'après.

Classe II : petits arboricoles en amont

Ce sont des exploitations agricoles qui regroupent soit des agriculteurs privés ou des exploitations agricoles collectives (EAC) et se localisent sur la partie amont de la plaine de Quarizane.

Ils occupent des sols du type "n'fil" qui sont de texture plus ou moins équilibrée et parfois des sols du type "t'ferchet" de texture plus fine. La salinité du sol est faible

Ils utilisent l'eau souterraine dont la salinité de l'eau est élevée et cultivent les agrumes et les oliviers en général.

Hypothèse à vérifier

Avant 2004, il y avait une bonne gestion de la salinité des sols grâce à l'apport de l'eau du barrage qui est moins salée que l'eau souterraine. Actuellement, il semble qu'il n'y a pas

d'impact de la salinité sur les rendements mais il y a risque de baisse des rendements à long terme.

Classe III : arboriculteurs amont a double revenu

- Ce sont des agriculteurs privés anciens bourgeois (statut social important)

Ils se localisent sur la partie amont de la plaine de Ouarizane

Ils ont un revenu externe

Ils sont prioritaires par rapport à l'accès à l'eau du réseau

Ils sont sur des sols type n'fil et t'ferchet

Il y a une faible salinité des sols

Il y a une importante salinité de l'eau de forages

Ils pratiquent de l'arboriculture

Hypothèse à vérifier

Avant 2004, il y avait une bonne gestion de la salinité des sols grâce à l'apport de l'eau du barrage qui est moins salée que l'eau souterraine. Actuellement, il n'y a pas d'impact de la salinité sur les rendements mais il y a risque de baisse des rendements à long terme.

Classe IV : maraîchers aval

Regroupe des agriculteurs privés et publics (EAC)

se localisent sur la partie aval de la plaine de Ouarizane

le sol est du type n'fil et t'ferchet

faible salinité des sols

importante salinité de l'eau

pratiquent des cultures maraîchères : melon artichaut avec un cas pastèque

ils ont un réseau de drainage a ciel ouvert surtout qui fait baisser la salinité

ils gèrent la salinité des sols par une succession de cultures entre artichaut, melon, céréalicultures.

Hypothèse à vérifier

Du fait des pratiques de la rotation qui limitent les effets de la salinité combinée aux effets du drainage, il y a possibilité de diminution de la salinité des sols dans le temps.

Classe V : arboriculteurS - maraîchers aval

- ces agriculteurs ont une bonne maîtrise de salinité

ils se situent en aval de la plaine de Ouarizane

ils sont sur des sols du type t'ferchet dont la salinité est importante

l'eau d'irrigation est salée

certaines ne sont pas touchés par les travaux de drainage.

Hypothèse à vérifier

Avec les moyens financiers, l'agriculteur peut faire appel aux connaissances pour contrôler les niveaux de salinité

Les bonnes pratiques ont permis de diminuer la salinité du sol et permettront de le faire davantage si un réseau de drainage est installé.

En conclusion, cinq classes d'exploitations agricoles peuvent être retenues en fonction des pratiques observées (Fig. 15).

2- Résultats du deuxième passage "typologie"

Cette étape s'est déroulée au mois de février 2007 ; elle consistait à s'entretenir avec une quinzaine d'agriculteurs répartis selon les cinq classes précédentes pour tester les hypothèses résultant du premier passage et à mesurer une deuxième fois la salinité des sols.

En outre, ce passage a permis de vérifier les assolements et de discuter des effets des travaux d'aménagement hydrauliques en certains endroits. Ainsi, les classes ont été caractérisées de la manière suivante :

Classe I : maraîchers locataires amont

Ce sont des agriculteurs privés, souvent extérieurs à la région, qui louent des parcelles avec forages grâce à leurs ressources financières. Ils choisissent les riches terres du piedmont Nord du Dahra et produisent Exclusivement du maraîchage. Les superficies des parcelles louées varient entre 14 et 28 ha et sont irriguées avec une eau fortement salée mais non alcaline.

Ce deuxième passage, a confirmé que ces agriculteurs ne gèrent pas directement la salinité. Par contre, ils choisissent au préalable les parcelles qui se trouvent sur de bonne terre. En outre, ils se trouvent quasiment tous en altitude et donc ont un drainage naturel. En cas de baisse de production par exemple, ces locataires préfèrent se déplacer sur un site voisin et ne s'intéressent pas aux causes de leur situation.

Classe II : Arboricoles amont

Ce sont des exploitations agricoles qui regroupent soit des agriculteurs privés ou des exploitations agricoles collectives situées en amont du périmètre qui cultivent les agrumes et l'olivier. Ils occupent des sols du type "n'fil" de texture équilibrée et parfois des sols du type "t'ferchet" qui ont une texture fine et une salinité très variable entre (0.26 à 6.95 dS/m). L'irrigation est basée sur l'eau souterraine de qualité médiocre (0.91 et 3.7 dS/m). Des formes d'arrangements de proximité autour de l'eau ont été observés où la délivrance de l'eau entre agriculteurs est ainsi assurée par l'octroi d'un salaire au moment de la récolte.

Aucune manifestation de la salinisation du sol n'est apparente. Depuis 2004, ces terres sont pourtant irriguées avec l'eau souterraine relativement salée (l'eau d'irrigation de Ghribi est de 3,7 dS/m). Cependant, ce changement de la source d'eau d'irrigation a provoqué une élévation de la salinité du sol (elle est de 6,35 dS/m chez le même agriculteur). C'est pourquoi on émet l'hypothèse du risque de salinisation de ces sols à moyen terme.

Classe III : ARBORICULTEURS amont A DOUBLE REVENU

Cette classe regroupe des agriculteurs privés, anciens bourgeois, ayant un statut social hérité des années cinquante. Ceci semble leur octroyer une "priorité sociale" par rapport à l'accès à l'eau. Ils ont tous des revenus externes à leur exploitation et se localisent sur la partie amont de la plaine de Ouarizane avec des exploitations de 8 à 40 ha (en moyenne

18 ha). Ils sont généralement sur des sols type n°fil avec des niveaux de salinité variant entre 0,75 et 6,35 dS/m. L'eau est relativement salée (entre 3 et 3,7 dS/m) et pratiquent principalement l'arboriculture.

Lors du second passage, il a été constaté que les agriculteurs utilisent des volumes d'eaux additionnels en vue de limiter les effets des sels. Ils bénéficient en plus d'une pente topographique qui favorise un drainage naturel. Le niveau de revenu de ce groupe d'agriculteurs semble être élevé et joue de ce fait un rôle par rapport à leurs pratiques agricoles dans un contexte salin. Par exemple l'agriculteur nommé Bougtaya, ramenait de l'eau par citerne pour irriguer ces agrumes au temps convenu suite à une panne de sa pompe. En revanche, les agriculteurs de la classe II (EAC Namane) n'ont pas pu irriguer devant une pareille situation.

Classe IV : maraîchers aVAL

Ces agriculteurs gèrent la salinité des sols par la pratique de succession des cultures : artichaut, melon, céréaliculture suivant qu'il s'agit d'un sol salé nouvellement mis en valeur ou d'un sol salé déjà travaillé. L'effet attendu de la rotation dans ce cas est la réduction de la salinité. Dans certains cas, ils irriguent à "petites doses" pour limiter la remontée des sels.

Par ailleurs, des travaux de réhabilitation du réseau de drainage superficiel en 1994 et l'installation à titre d'essai d'un réseau souterrain semble avoir donné de bons résultats. D'après les agriculteurs, il y a eu diminution de la salinité des sols depuis ces travaux. Ils souhaitent la généralisation du réseau de drainage souterrain pour éliminer tous les sels des sols et éviter le retour des sels entre les cycles d'irrigation.

Classe V : ARBORICULTEURS – maraîchers AVAL

Ces agriculteurs situés en aval pratiquent des espèces tolérantes à la salinité généralement l'olivier et le grenadier en plus des artichauts en ce qui concerne le maraîchage. Des vergers d'agrumes sont parfois rencontrés en surélévation. Les sols sont du type t'ferchet, légèrement salés à salés avec une CE comprise entre 1,06 et 4,13 dS/m et l'eau d'irrigation est légèrement salée.

Cette classe supposée représentée par de "bons gestionnaires" se caractérise en réalité par une arboriculture adaptée au contexte salin : culture de l'olivier et du grenadier relativement tolérants aux sels (jusqu'à 4 dS/m). Pour ceux ayant opté pour les agrumes, ils bénéficient entre autres de situations topographiques favorables.

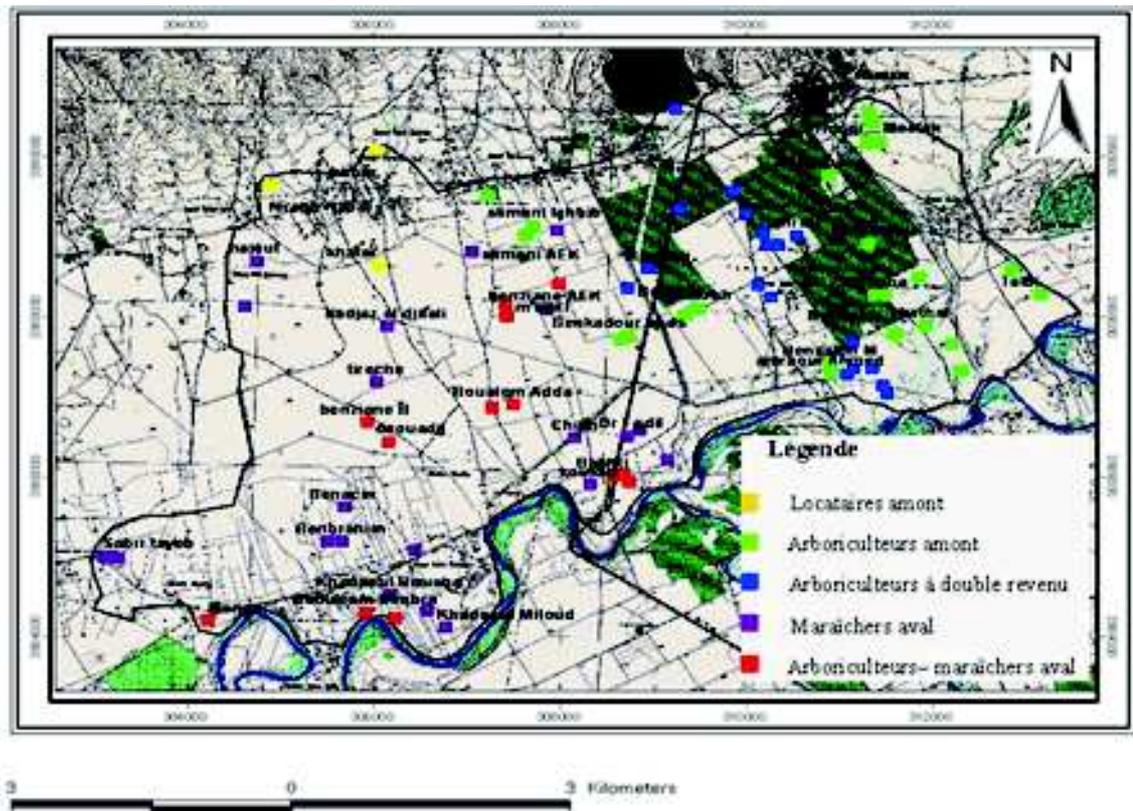


Figure n 15 : Répartition des classes d'agriculteurs sur la zone de Ouarizane

3- Discussion et conclusion

De ce qui précède, on retiendra les cinq classes d'exploitations agricoles dans la zone d'étude trois en amont et deux en aval. Cette différenciation amont / aval dans la typologie respecte bien un gradient de salinité amont / aval qui s'explique pour sa part par des conditions naturelles (eau, pente, sols, etc....) étudié précédemment.

Bien que les stratégies de gestion de la salinité soient assez bien connues dans l'ensemble (lessivage, drainage, labour profond, rotation des cultures, etc...), il faut souligner la diversité des situations rencontrées. Ceci justifie *a posteriori* le choix de la zone d'étude et amène à analyser plus en détail chaque situation.

Les agriculteurs de la partie amont, ceux des classes II et III notamment, aménagent des bassins pour stocker l'eau du forage. Cette eau parfois mélangée avec l'eau du barrage ou utilisée en alternance avec celle-ci dans certains cas. Il a également été observé le mélange des eaux souterraines avec du fumier de ferme ce qui permet, selon l'agriculteur l'enrichissement de l'eau en éléments minéraux. Cette pratique atténuerait l'effet des sels sur les agrumes.

Les exploitations situées dans la partie aval, soit les classes IV et V, sont celles qui ont sans doute développé les stratégies les plus originales. Ces dernières se localisent en bas de pente et reçoivent des eaux chargées. Citons par exemple le cas de d'un agriculteur qui

applique deux fois l'irrigation avant la mise en culture. Il fait passer l'eau à travers une raie pour chasser les sels puis installe sa culture sur le flanc du billon.

Dans un autre cas, l'agriculteur cultive la fève comme engrais vert pour améliorer les propriétés du sol. D'autres situations en relation avec la conduite l'itinéraire technique peuvent être décrites mais ne présentent pas un intérêt scientifique clair.

VI- Perception de la salinité

1- Notion de stratégie dans un contexte de salinité

Une stratégie de gestion de la salinité est le choix d'un ensemble de pratiques fait par l'agriculteur pour s'adapter à un milieu salin afin de maximiser le rendement. Ces pratiques sont *façonnées par la langue, la religion, les impératifs biophysiques et des facteurs socioculturels tels que le régime d'occupation des terres et les caractéristiques écologiques* (Nations Unies, 1999). En outre, la perception de la salinité dépend des moyens de production et de propre connaissances acquises par l'agriculteur au fil du temps.

Ces connaissances nommées "technologies traditionnelles" sont dotées de mécanismes d'innovation et de développement selon l'évolution des enjeux et des circonstances. Elles sont échangées par une interaction entre voisins, par les mariages et par l'adaptation des cultures à un environnement nouveau par conquête puis domination. Ces connaissances traditionnelles des agriculteurs ont été passées sous silence par les institutions modernes de développement et de recherche scientifique. Ce n'est qu'au cours de ces dix dernières années que ces connaissances ont commencé à être reconnues par la communauté scientifique occidentale en tant que précieuses sources d'informations (Nations Unies, 1999). Les chercheurs se sont rendus compte que les mesures de développement qui négligent la situation, les technologies et les systèmes de connaissances locaux entraînent le gaspillage d'une quantité colossale de temps et de ressources. Contrairement à de nombreuses technologies modernes, les techniques traditionnelles ont été mises à l'essai ; elles sont efficaces, peu coûteuses, accessibles et appropriées sur le plan culturel ; en outre, dans bien des cas, elles tirent profit des modèles et des procédés de la nature tout en les préservant.

Les notions de perception de la salinité s'inspirent de travaux similaires effectués au Pakistan (Kielen, 1996). Les éléments d'analyses reposent sur la confrontation entre la mesure ou son estimation d'une part, et les affirmations des agriculteurs d'autre part. Avant d'aborder la question de la salinité et les éventuelles stratégies de sa gestion, il est intéressant de comprendre comment les agriculteurs utilisent l'eau dans le contexte du périmètre de Ouarizane. Une des hypothèses fortes de notre travail est que *les pratiques de gestion de la salinisation sont fortement dépendantes de la perception qu'ont les agriculteurs de la salinité*. C'est ainsi que nous avons jugé important de comparés leur perception à la salinité de sol et de l'eau d'irrigation avec les analyses du laboratoire.

2- Perception de la salinité de l'eau

La salinité de l'eau est facilement appréciée par l'intermédiaire du goût. Dans la commune de Ouarizane et ses environs, il est unanimement admis que l'eau du barrage Gargar ou l'eau de Merjet Sid Abed est meilleure que celle du sous sol. Ce jugement est bien entendu fondé sur l'expérience locale des populations pour lesquelles le rapport à l'eau dépasse le contexte agricole.

Pour cerner la question de la gestion individuelle de la salinité, une tentative de mise en relation entre les mesures de salinité et les affirmations des agriculteurs a été conduite. Si on porte sur un graphique les mesures de la CE et du SAR de l'eau d'irrigation en distinguant par des symboles le cas où l'agriculteur est satisfait de la qualité de l'eau et celui où il n'est pas satisfait, on peut différencier les situations suivantes (Fig.16) :

Ceux dont la salinité de l'eau est inférieure à un seuil arbitraire de 3,5 dS/m voire 4 dS/m et qui affirment disposer d'une eau peu ou pas salée ;

Ceux dont la salinité de l'eau dépasse 3,5 dS/m et qui affirment que celle-ci n'est pas salée ;

Ceux dont la salinité de l'eau est inférieure à 3,5 dS/m et qui la considèrent comme étant salée;

Dans la première situation, il y a à priori une bonne perception de la salinité de l'eau. Il est intéressant de relever que cette situation concerne principalement les agriculteurs des classes aval (classes IV et V).

Dans la deuxième situation, il s'agit d'une substitution relativement récente de l'eau de surface par l'eau souterraine. En effet, avant 2004 les agriculteurs amont étaient habitués à la qualité de l'eau du barrage. Depuis, ils irriguent avec l'eau souterraine de moindre qualité par rapport à celle du barrage. Il est quasiment sur que ces derniers n'arrivent pas encore à apprécier correctement l'eau qu'il utilisent.

La dernière situation est représentée par uniquement deux cas où la CE est autour de 2.5 dS/m et ne peut être interprétée sans la prise en compte des autres facteurs qui contribuent à la performance d'une exploitation agricole.

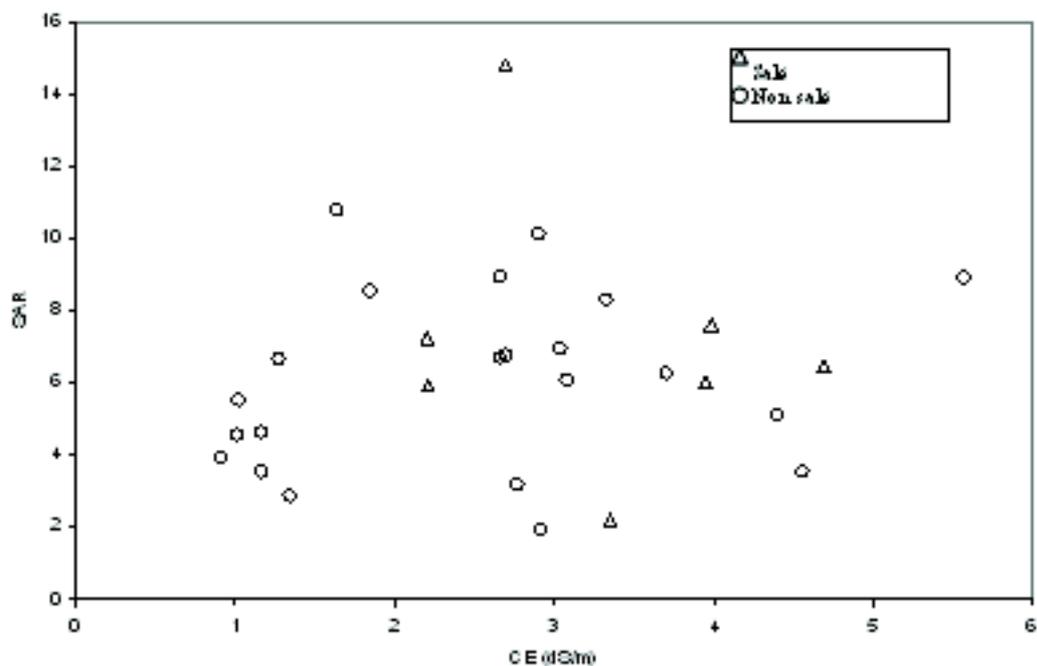


Figure n°16 : Perception de la salinité des eaux par les agriculteurs dans la plaine de Ouarizane

3- Perception de la salinité du sol

La perception de la salinité des sols n'est pas très différente de celle de l'eau. Si on admet qu'une CE supérieure à 4 dS/m caractérise un sol salé (Richards, 1954), on voit bien qu'il y a seulement 4 parcelles où les agriculteurs ignorent la présence de sels. En effet, ceux-ci ont une CE > 4 dS/m et décrivent leur sol comme étant non salé (Fig. 17). Cette observation suggère deux explications possibles :

- la salinité est avérée mais l'activité de l'agriculteur n'est pas affectée s'il pratique un lessivage ou s'il gère la salinité d'une manière qui lui semble satisfaisante ;

- la salinité mesurée n'est pas représentative de l'état de la parcelle dans sa totalité (y compris dans l'horizon racinaire)

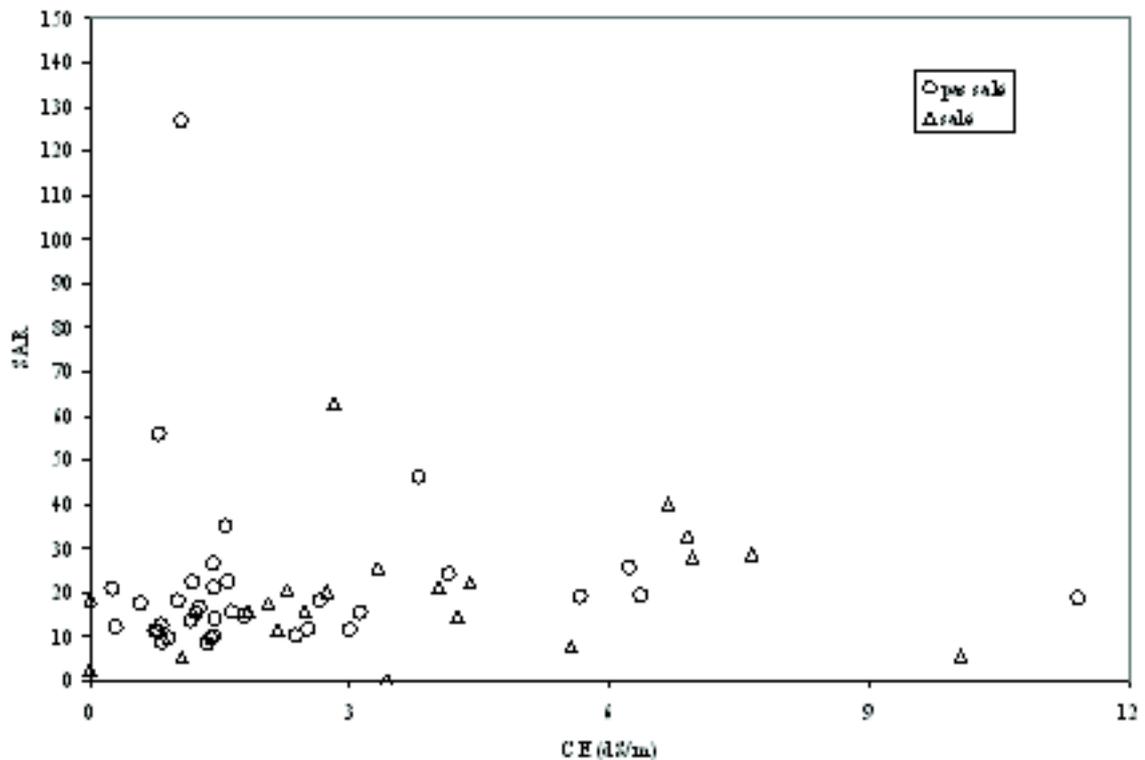


Figure n°17 : Perception de la salinité des sols par les agriculteurs dans le Périmètre de Ouarizane

La première explication est la plus probable. Etudions par exemple les exploitations où la CE dépasse 4 dS/m et où les agriculteurs des II et III affirment être en présence d'un sol non salé. Tout d'abord, ces parcelles se situent toutes en surélévation, elles bénéficient donc d'un drainage naturel (tableau n°11). L'eau est moyennement salée à salée et selon les agriculteurs les sels seraient évacués par les drains artificiels ou directement par l'Oued. L'ensemble de ces conditions contribue à diminuer les effets de la salinité et l'agriculteur qui arrive à gérer ces effets ne parlera pas de salinité ; il apparaîtra comme ayant une mauvaise perception de la salinité.

En revanche, les agriculteurs aval (classes IV et V) affirment que leurs terres sont salées alors que les analyses révèlent une faible conductivité électrique (tableau n°12). La tendance à la baisse de la salinité en surface dans les endroits concernés par le

drainage (chapitre IV. 2.b) ne semble pas avoir été perçues de manière uniforme dans ces exploitations.

Tableau n°11: Caractéristiques physiques de quelques exploitations agricoles de la partie amont de Ouarizane. Mesures Juin 2006

parcelle	Nom	Alt.(m)	CE _{sol} (dS/m)	pH _{sol}	SAR _{sol}	CE _{eau} (dS/m)	SAR _{eau}
F01	Talbi	65,0	11,39	7,7	18,80		
F02	Talbi	66,0	1,42	7,9	9,89		
F05	Ghribi	71,0	5,65	7,5	19,18	3,70	6,29
F06	Ghribi	72,0	2,65	7,48	18,21	3,70	6,29
F07	Ghribi	72,0	6,35	7,2	19,41	3,70	6,29
F08	Ghribi	72,9	1,39	7,99	9,83	3,70	6,29
F03	Henni	83,0	0,00	7,79		3,98	7,63
F04	Henni	84,0	6,22	7,65	25,74	3,98	7,63

Tableau n°12 : Caractéristiques physiques et perception de la salinité par les agriculteurs des classes aval de Ouarizane. Mesures Juin 2006

parcelle	Nom	sol vernaculaire	Culture	statut juridique	classe	perception	CE sol (dS/m)	SAR sol
23	Tireche	T'ferchet	artichaut	prive	V	salé	1,79	14,70
F-Tireche	Tireche	N'fil	artichaut	prive	V	salé	1,43	21,22
24	Benziane B	T'ferchet	grenadier	prive	IV	salé	3,41	
	Khatar	nfil	melon	locataire	IV	salé	0,94	
	Habar	sol rouge	pomme T	locataire	IV	pas salé	3,79	46,28
	feragh +tabal	sol rouge	pasteque	locataire	V	pas salé	0,79	11,24
227	Hadjaz	T'ferchet	melon	EAC	V	salé	0, 0	
228	Hadjaz	T'ferchet	pastèque	EAC	V	salé	2,27	20,50

Pour mettre en évidence la perception de la salinité chez l'agriculteur, un calcul de la CE et du SAR moyens a été effectué pour le groupe affirmant la salinité de son sol puis pour le groupe affirmant le contraire (tableau n° 13).

Les résultats montrent bien la distinction entre les deux groupes puisque la notion de salinité correspond à une CE de 4 dS/m, son absence indique une CE deux fois moindre. Ceci conforte finalement l'idée que les agriculteurs de la plaine de Ouarizane ont une bonne perception de la salinité.

Tableau n°13: Relation entre la salinité mesurée et l'affirmation de l'agriculteur

Affirmation de l'agriculteur	CE moy (dS/m)	SAR moy
Sol salé	4,00	20,58
Sol non salé	2.23	21.67

VII- Conclusion générale

L'objet de ce travail a porté sur les pratiques agricoles en relation avec la salinité dans le périmètre du Bas Cheliff. La démarche consiste à éclairer d'abord sur la dynamique historique des systèmes agraires afin de mieux comprendre les modes de gestion actuels de la salinité (Amichi, 2007).

Les travaux de Boulaine (1957) et de Douaoui (2005) ont permis de mettre en évidence un contexte salin évolutif qui se traduit par des modifications des plans de cultures. Ainsi, peu de temps après la mise en service du périmètre en 1940, il y a l'introduction des cultures consommatrices d'eau comme le coton et le riz. Ces dernières seront abandonnées plus tard au profit de l'arboriculture fruitière et du maraîchage. Aujourd'hui, le système agricole est dominé par des cultures tolérantes aux sels (artichauts, olive, orge etc...) associé à l'élevage ovin.

Partant de constat, la gestion de la salinité par les agriculteurs a été abordée dans la zone d'étude de Ouarizane (4000 ha) et ce avec deux approches complémentaires:

(1) L'agriculteur en tant qu'acteur intervenant directement dans le processus de salinisation du milieu et (2) l'environnement physique constitué de l'eau, du sol et de la plante. Cette approche a débouché sur une typologie des exploitations agricoles à cinq classes. Il se confirme ainsi une différenciation des exploitations agricoles suivant leur orientation et le système de culture en fonction du gradient de salinité amont-aval.

Cette typologie est justifiée par les enquêtes et par la mesure de la conductivité électrique en surface. Elle se traduit par des stratégies distinctes vis-à-vis de la salinité : sélection des meilleurs terres pour les uns, organisation de la filière artichaut, progression du maraîchage au dépend de l'arboriculture pour les autres, etc... Elle est appelée à être extrapolée à d'autres zones du périmètre du Bas Chélif.

L'état de la ressource eau est un élément majeur pouvant influencer sur la salinité. On assiste ainsi à la multiplication de forages collectifs à usage agricole et des arrangements autour de l'eau sont en cours. Si dans le secteur aval utilisant régulièrement des eaux souterraines les pratiques sont relativement bien connues (rotation céréales, artichaut, melon ou alors arboriculture résistante aux sels, lessivage, etc...), le secteur amont de Ouarizane ne semble pas affecté par l'introduction de l'eau souterraine en remplacement de l'eau de surface depuis 2004.

Dans ce travail, un intérêt particulier a été porté aux pratiques des agriculteurs et à leur perception de la salinité en faisant volontairement abstraction des notions de dégradation des sols. Cette dernière notion est évidemment plus difficile à percevoir en raison de son caractère diffus et de son impact à long terme. Les mesures de sodicité et de stabilité structurale pourraient être utilisées à l'avenir pour cerner cet aspect important de la durabilité du système environnemental.

Parmi les conclusions qui ouvrent des perspectives, citons aussi la *diminution de la salinité des sols* depuis une dizaine d'années dans la zone d'étude de Ouarizane. La comparaison de la CE du sol entre les dates 1975 – 1997 – 2007 indique en effet une réduction ce qui s'expliquerait par l'exécution de travaux de réhabilitation du réseau d'irrigation et par l'introduction du drainage en certains points (Ould Cheikh, 2007). Ce

constat s'il devait se confirmer pourrait être un levier important en matière de politique hydro agricole.

Références bibliographiques

- Amichi, H. (2007). Les dynamiques agraires dans la plaine du Bas Chélif. *Master INAPGAPC de Ouarizane (2007). Catalogue de description de la commune de Ouarizane. Document interne, (non publié).*
- ANRH. (1975). Etude agropédologique des extensions du périmètre du Bas Chélif Guerouaou. *Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.*
- Aquastat. (2005). Système d'information de la FAO sur l'eau et l'agriculture : Gestion de l'eau en Algérie. *Food and Alimentation Organization.*
- Aubert, G. (1983). Observation sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols sales ou sodiques. *Cahier ORSTOM, série pédologique, Vol, XX, n 1 , pp 73-78*
- Ayers, R.S. et Westcot, D.W.(1985). Water quality for agriculture. *Irrigation and drainage. Food and Alimentation Organization .Paper 29, (rev.1), 174p.*
- Bessaoud, O. (2004). L'agriculture et la paysannerie en Algérie. Les grands handicaps
- Boulaine, J. (1957). Etude des sols des plaines du Cheliff. *Thèse d'Etat de l'Université d'Alger, 582 p.*
- CPCS. (1967). Classification des sols utilisée par la direction des études de milieu et de la recherche hydraulique. ANRH, Direction des ressources en sols.
- CNAID. (1992). L'Irrigation en Algérie. *Comité National Algérien de l'Irrigation et du Drainage.*
- Daoud, Y. (1993). Dynamique de la salinisation de la plaine du Haut Cheliff. *Thèse de Doct. d'état, INA, Alger.*
- Douaoui, A. (2005). Variabilité spatiale de la salinité en relation avec certaines caractéristiques des sols de la plaine du Bas-Chélif. Apport de la géostatistique et de la télédétection. *Thèse Doct. D'état, INA-Alger. 230p.*
- Douaoui, A et Hartani, T. (2006). La salinisation dans la plaine du Bas Chélif : acquis et perspectives. *Actes de l'atelier régional Sirma (www.eau-sirma.net).* Marrakech, Maroc.
- Durand, J .H. (1954). Etude des sols du périmètre irrigué du bas Chélif. *Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. 40p.*
- Durand, J. H. (1983). Les sols Irrigables. Etude pédologique. *Presses Universitaire de France. Agence de Coopération Culturelle et Technique. 338p*
- Energoproject. (1967). Etude de l'irrigation des grands périmètres irrigués Algériens. Périmètre du Bas Chélif. Etude bibliographique. *Document interne (non publié).*
- FAO. (1989). Evaluation des terres pour l'agriculture irriguée : Directives. *Bulletin pédagogique de la FAOn°55.*

- FAO. (1998). Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements . FAO Irrigation and drainage n° 56
- FAO. (2003). Gestion Intégrée des Ressources Naturelles eaux et sols de l'Afrique du Nord - Synthèse et propositions. Bureau sous- régional pour l'Afrique du Nord. Tunis, 91p.
- FAO.(2006). Conférence électronique sur la salinisation : extension et stratégies de prévention et réhabilitation, 11p. IPTRID, CISEAU.
- Gherina, S. (2007). Evaluation de a salinisation du Bas Chélif. Thèse Mag Centre Univ. D'El Khemis (Algérie). (En impression)
- Guemraoui, M et Chabaca, M.N. (2004). Gestion des grands périmètres d'irrigation (GPI) : l'expérience algérienne. Instruments économiques Modernisation de l'agriculture irriguée. Actes du workshop wademed. www.wademed.net. Sousse, Tunisie, 20p.
- Hamdy, A. (2002). Saline irrigation management for a sustainable use. Advances in soil salinity and drainage management to save water and protect the environment, *CIHEAM-IAMB*, pp. 253-304
- Hartani, T. (2002). Drainage status and capacity building needs in Algeria. IPTRID capacity building report. *International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage*. n°2 - pp79-91.
- INSID. (1998). Projet pilote sur la Caractérisation de l'état actuel de la salinité du Bas Cheliff. Rapport Explicatif sur l'établissement de la carte de salinité actuelle du Bas Cheliff. Rapport n° 3. *Institut National des Sols de l'Irrigation et du Drainage*. Ministère de l'agriculture et du développement rural.
- Kielen, C. N. (1996). Farmers' perceptions, strategies and practises for dealing with salinity and sodicity in their farming systems. *International irrigation management institute*, Lahore, Pakistan.
- Maillard, J. (2001). Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne : Risques et recommandations. Handicap International.
- ONID. 2006. Bilan annuel de la campagne d'irrigation. Office National de l'Irrigation et du Drainage. *Document interne (non publié)*.
- Richards, L. A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *USDA, Agri. and book*, p60.
- Oster, J. D et Shainberg, I.(2001). "Soil reponses to sodicity and salinity: challenges and opportunities". *Aust. J. Soil Res.*, 39:1219-1224.
- Ould Chikh, M. (2007). Analyse du fonctionnement des réseaux d'irrigation et de drainage dans le contexte de salinité du périmètre du Bas Cheliff. *Master Pro2M. Montpellier*.
- Simonneau, P. (1957). La riziculture dans les terrains salés d'Oranie. *Bulletin* n° 2.
- Sir Mc Donald et Partners Limited, W.S Atkins International Limited, BNEDER.(1990). Etude de l'avant- projet détaillé des extensions de Guerouaou et de Sebkhét Benziane du Bas- Cheliff. Dossier I- B Analyse des Ressources en Sol, vol 1.

- SOGREAH, (1985). Etude du Schéma Directeur des Ressources en Eau du Chélib et réaménagement du périmètre du Bas Cheliff : Etude des travaux de rénovation et de renforcement des réseaux d'irrigation d'assainissement et de drainage. Rapport E 2.
- Tabet, D. H. (1999). Intérêt d'une approche spatiale pour le suivi de la salinité des sols dans les systèmes irrigués. Cas de la subdivision de Chistain dans le Punjab (Pakistan). *Thèse de l'ENGREF Montpellier*, 435p
- Vinas, A. (1980). Etude Agro-pédologique du périmètre du Sig. ANRH, Echelle.1/20000^e
- U.S.S.L. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Department of Agriculture, Handbook n°60, U. S. Gov. Print. Office, Washington D.C.

Annexes

Annexe 1

Paramètres Mois	Moyenne des précipitations mensuelles (mm)	Précipitations Max. /j (mm)	Nombre. jours de pluie/mois
Janvier	33	10	7
Février	31	10	6
Mars	29	11	5
Avril	24	11	4
Mai	13	7	3
Juin	3	2	1
Juillet	1	1	1
Août	2	1	1
Septembre	17	12	3
Octobre	18	13	4
Novembre	33	14	6
Décembre	26	11	6

Tableau n°1 : Données pluviométriques de la station météorologique de H'madna (1985-2002)

Source : H'madna (1985-2002)

Annexe 2

Tableau n°1 : Moyennes mensuelles des températures minimales et maximales de la station météorologique de H'madna (1985-2002)

Paramètres Mois	Moyennes mensuelles des températures minimales (°C)	Moyennes mensuelles des températures maximales (°C)	Températures moyennes mensuelles (°C)
Janvier	5	18	12
Février	7	21	14
Mars	9	24	17
Avril	13	29	21
Mai	17	33	25
Juin	20	38	29
Juillet	21	38	30
Août	17	32	25
Septembre	13	27	20
Octobre	10	21	15
Novembre	6	17	12
Décembre	5	18	12

Source : H'madna (1985-2002)

Annexe 3

Les données climatiques entrées dans le Cropwat

Les caractéristiques de la station de Chéelif sont :

- latitude : 36° 12 N,
- longitude : 01° 20 E,
- altitude : 143 m.

Tableau n°1 : Les moyennes mensuelles des cinq paramètres climatiques de la période entre (1995-2004).

mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Pluies (mm)	50,3	41,7	30,8	34,5	30,4	2,3	1,4	6,4	21,6	36	60,5	47
T max (°C)	16,1	17,8	21,2	23,5	28	35	37,5	37,5	32,3	27,5	20,1	16,7
T min (°C)	6,5	6,5	8,5	9,8	14,1	19,2	21,7	22,4	19,2	15,5	10,2	7,6
HR. (%)	78	74	69	61	57	44	41	44	54	62	74	78
Vitesse de vent (Km /h)	2,5	2,5	2,8	3,2	3,2	3,2	3	2,8	3	2,4	2,4	2,6
Ins. (h)	5,4	6,8	7,6	8,8	9,5	11,2	11,3	10,0	9,0	7,4	6,0	5,0

Source : Station de Chéelif, 2006

Les données liées aux cultures

- Les valeurs de kc sont selon la FAO (1998).
- Les stades de développement des cultures selon les enquêtes sur terrain en juin/2006.

Cultures	Durée de phases de développement (jour)					Coefficient Cultural kc			Date de semis / reverdissement
	init.	dév.	mi-sai	arri- sai	durée du cycle	kc int.	kc mid.	kc fin.	
Agrumes	60	90	120	95	365	0,7	0,65	0,7	20-janv
pastèque	10	20	20	30	80	0,4	1	0,75	10-avr
melon	25	30	35	30	120	0,75	0,75	0,75	10-mars
artichaut	40	40	250	30	360	0,5	1	0,95	20-juillet

Tableau n°2 : Les données liées a la culture

Tableau n°3 : Les besoins en eau des cultures :

culture	Besoin en eau (Crop wat)
Melon	4720
Artichaut	11100
Pastèque	4010
Agrume	8310

Annexe 4

Questionnaire utilisé au cours du premier passage

I. Identification et localisation: Enquête n°.....

Nom et prénom

Age Ans

Niveau scolaire

Wilaya

Commune.....

EAI/EAC / Privé /ferme pilote/ station expérimentale

Domaine..... EAC n°.....

II. La famille de l'exploitant :

La taille de ménage

Nombre d'enfants scolarisés

Situation du propriétaire /commerçant/ retraité/salarié/ autre

Ancienneté dans l'activité

Membres de la famille qui travaillent dans l'exploitation :

Épouse / ___ / père / ___ / mère / ___ / fils / ___ / fille / ___ / autres / ___ /

Membres de la famille qui travaillent en dehors de l'exploitation :

Secteur d'activité :

Dans l'agriculture /___/

Dans l'industrie /___/

Dans l'administration /___/

autres /___/

III. Visite du domaine :

-Superficie totale de l'exploitation :..... Ha

.pluviale

.irriguée

-Nombre de parcelles :

- Est ce que vous possédez un cheptel ? Oui non

Bovin (lait).....Bovin (viande).....caprin.....ovin.....volaille.....

-Depuis quand vous le possédez?

- Est-ce que vous avez des projets de développer dans ce créneau ? Oui non

- Dans quelle filière ?

- Vous avez combien de puits ou forage dans votre exploitation ?

-Quelle est la profondeur de chacun ?

- Quel est le débit l/s de chacun?

-Quelle est la qualité de chacun?

- Est-ce que vous avez accès au réseau d'irrigation collectif ?oui non

- Si oui, est ce que y'a il eu de l'eau dans le réseau les années précédentes ?oui non

- Depuis quand y'en a plus ?

Schéma parcellaire Enquête n°.....

III. parcelle n° Enquête n°.....

1. pratiques :

1-culture annuelle ou pluriannuelle

2- culture céréalière

3- culture pérenne

- en croissance

- en production

- Pourquoi ce choix de cultures sur cette parcelle ?

P n°	Superficie (Ha)	Statut juridique	Culture post indépendance	Culture coloniale

Perception sol :

- Quelle est la nature du sol de cette parcelle (nom usuel) ?

- Quelle sont les caractéristiques de sols ? (Couleur, texture, cailloux, salinité, profondeur saline, engorgement, perméabilité, fertilité, peu profond,)

- Pente Forte Moyenne Faible

Drainage

-Est ce que cette parcelle est équipée d'un réseau de drainage ? oui non

- Date de réalisation ?

- Qui la réalisé ?

- si oui, quel type de drainage ?

à ciel ouvert

souterrain

- Dans quel état est le réseau ?

- Bon

- Moyen

- Mauvais

- s'il est souterrain, à quelle profondeur (drain) ?m

- Vous arrive t-il d'entretenir les drains ? oui non

- si non, pourquoi pas ?

Eau :

- Accès à l'eau :

Durée de phases de développement (jour)						Coefficient Cultural kc			Date de semis / reverdissement
Cultures	init.	dév.	mi-sai	arri- sai	durée du cycle	kc int.	kc mid.	kc fin.	
Agrumes	60	90	120	95	365	0,7	0,65	0,7	20-janv
pastèque	10	20	20	30	80	0,4	1	0,75	10-avr
melon	25	30	35	30	120	0,75	0,75	0,75	10-mars
artichaut	40	40	250	30	360	0,5	1	0,95	20-juillet

- Quel est votre système d'irrigation? (Mettez une X)

	Avant	Maintenant
Irrigation par seguia		
Irrigation submersion		
Irrigation par aspersion		
Irrigation au goutte à goutte		
Autre		

2. Itinéraire technique et pratiques :

Date	Opération	Labour		Engrais		fumier		amendement		Traitement	
		type	machine	type	dose	type	dose	type	dose	type	dose

- Quel est le rendement de la culture ?

- Vente :

sur pied au marché collecteur autre

Irrigation

Quelle est la date du démarrage de l'irrigation ?

Comment vous irriguez votre parcelle ?

Début d'irrigation		Milieu d'irrigation		Fin d'irrigation
Dose	fréquence	dose	fréquence	dose

Succession de culture (dans le cas de culture annuelle)

Quelles étaient les précédentes cultures ?

Quelle sera la prochaine culture ?

Pourquoi ce choix ?

Annexe 5

Guide d'entretien avec agriculteurs deuxième passage

Nom :

Prénom :

- _ Est ce que vous avez problème de salinisation ?
oui..... non.....
- Depuis quand vous souffrez du problème de salinisation ?
 - Depuis toujours.....depuis des années
 - Comment identifiez vous la qualité de votre parcelle ?est ce que c'est par rapport a la nature du sol ou par rapport au rendement ?
- Quelle est votre comportement, à qui vous vous êtes adressé ?
Avec quels moyens, à travers quelles pratiques :
Quels systèmes d'assolement ?
Avec quelle type d'irrigation (lessivage)
Quel type de drainage ?
Choix de culture
Rotation
Autres (propre à votre région)
- Est-ce que vos pratiques sont toute les mêmes dans la région de Ouarizane ?
D'où est ce que vous avez ramené ces connaissances ?
- Est ce que les services techniques sont intervenu pour régler le problème de salinité au niveau de ton exploitation ou de l'une des parcelles?
Etes vous satisfait?
Locataire :
- Dans le cas ou vous vous rendez compte qu'il y a problème de salinité, qu'est ce que vous faites ?est ce que vous quittez ou est ce que vous vous essayez de corriger ?

Annexe 6

Eau	X	Y	Alt	pH	CE dS/m	Ca meq/l	Mg meq/l
00216 FOR	306919	3989623	74.6 m	7,24	3,3495	17,56	12,41
00218 FOR	306107	3990145	82.1 m	7,1	2,89992	1,6025	3,65
00219 FOR	305112	3989793	92.2 m	7,06	2,91312	8,27	12,36
00227 FOR	306373	3987909	58.5 m	7,51	3,94524	3,1825	7,54
00232 FOR	305798	3984846	56.4 m	7,24	1,8447	1,1925	3,08
00235 FOR	303192	3984523	54.7 m	6,96	1,3398	1,38	12,93
0024 FOR	305942	3986715	54.0 m	7,15	1,16334	11,3	15,17
0031 FOR	308783	3986383	44.1 m	7,34	1,0116	1,0305	0,97
00317 FOR	310974	3987376	52.5 m	7,26	1,16334	2,3515	0,28
00333 FOR	307929	3989207	63.3 m	7,17	4,55328	11,3	15,17
00338 FOR	308845	3987862	63.6 m	7,18	3,0348	2,618	6,84
00340 FOR	312014	3988256	65.0 m	7,23	0,91044	0,932	0,99
00344 FOR	308726	3985876	60.2 m	7,45	1,26984	1,1365	0,58
00347For	311379	3990482	83.8 m	6,56	2,69412	2,415	2,17
FOR 03	311450	3990137	83.8 m	6,83	3,982	3,115	10,68
FOR 09	310012	3989480	72.2 m	6,87	3,07695	2,55	6,64
FOR 14	306619	3984358	54.7 m	7,04	2,6976	2,1705	2,64
FOR 15	307813	3988452	61.9 m	6,7	4,39203	3,2505	9,72
FOR 17	310847	3989763	72.7 m	6,77	3,32142	2,561	5,67
FOR 23	304058	3984275	57.6 m	6,99	1,63542	0,5615	1,07
FOR 24	307115	3988706	65.0 m	6,8	5,56614	3,441	11,69
FOR 25	309146	3986160	53.0 m	6,81	4,68708	2,3005	2,31
FOR 27	306259	3984192	52.8 m	7,08	2,65545	1,923	2,21
FOR 28	305911	3984361	54.7 m	7,08	2,65545	2,0895	3,02
FOR CHIKH	308335	3985558	63.1 m	7,02	2,20023	2,009	4,98
FOR KOUIDR	308349	3985537	60.7 m	7,06	2,20866	1,9555	3,30
FOR NAMANE	311608	3987560	68.1 m	7,89	1,02102	1,6055	0,10
FQR 05	310595	3988921	68.6 m	6,74	3,70077	3,122	10,72
0036FOR	310914	3988367	69.3 m	6,82	2,76573	10,4	13,88

Annexe 7

Stratégies de gestion individuelle de la salinité dans le périmètre irrigué du Bas Chélif

parcelle	nom	y	x	pH	Alt	CE 1/5 INSID	CE (m,s) à 25°C (dS/m)	Na meq/l
23	Tireche	3987174	306043	8,11	53.5 m	0,90	1,79	19,27
F taireche	Tireche	3985018	306453	7,6	60.0 m	0,50	1,43	37,83
24	Benziane B	3986656	305936	8,54	48.0 m	0,58	3,41	
27	Daouadji	3986405	306166	7,8	54.9 m	0,75	10,05	142,26
216	khatar	3988664	306068	8,29	57.6 m	0,14	0,94	0,00
218	Habar	3990121	306043	7,7	78.7 m	0,45	3,79	59,27
219	Feragh+Tabal	3989683	304899	8,115	88.1 m	0,14	0,79	10,99
227	Hadjaz	3987851	306229	7,89	60.4 m	0,82		
228F	Hadjaz	3987886	306149	8,22	57.8 m	0,37	2,27	26,85
231	Benacer	3985571	305694	8,29	56.1 m	0,50		
232	Benbrahim	3985136	305508	7,755	55.9 m	2,00		
234	Benbrahim	3985126	305664	8,105	56.6 m	1,82		
235	Sabri	3984937	303116	7,93	52.8 m	0,88		
236	Sabri	3984917	303255	7,6	55.4 m	0,84		
31	Fodil	3986478	308733	8,28	58.8 m	0,40	1,83	17,93
34	Fodil	3986559	308867	8,265	58.0 m	0,37	2,16	25,11
36	Amraoui Ahmed	3988411	310144	8,29	70.3 m	0,30		
37	Amraoui Ahmed	3987338	311165	8,37	54.0 m	0,24	1,17	20,13
38	Amraoui Ahmed	3987279	311100	8,08	64.8 m	0,21	1,66	3,93
315F	Amraoui Ahmed	3988263	310288	8,025	62.1 m	0,48	2,51	27,30
316	Bensaleh M	3987405	310915	8,535	61.9 m	0,17	0,26	14,42
317	Bensaleh M	3987297	310929	8,08	60.9 m	0,14	0,58	13,95
319	Amraoui(chlef)	3987672	311153	8	73.2 m	0,23	0,75	21,02
320	Amraoui(chlef)	3987347	311369	8,125	79.7 m	0,26		
321	Amraoui(chlef)	3987137	311479	7,975	60.4 m	0,47		
322	Amraoui(chlef)	3987025	311519	8,11	62.1 m	1,39	6,90	111,83
324	Bensaleh T	3988285	311490	8,155	71.0 m	0,14	1,22	18,17
326	Bensaleh T	3988512	311862	7,7	71.3 m	0,31	1,05	71,84
331	Namane	3987793	311613	8,255	60.7 m	0,11	0,30	13,68
Naaman Bel	Namane	3988286	311392	7,8	72.9 m	0,37	0,80	52,40
333	Slimani bel mhel	3989114	307981	8,115	65.5 m	0,19	2,05	16,71
336	Slimani lahbib	3989171	307725	8,215	62.9 m	0,23		0,21
337	Slimani lahbib	3989570	307241	8	72.5 m	1,50		
335F	Slimani lahbib	3989056	307639	7,735	66.0 m	0,90	3,11	34,65
338	Benkadour abds	3987763	308735	8,255	62.1 m	0,42	2,81	108,09
339	Benkadour abds	3987713	308673	8,2	66.0 m	0,49	0,00	35,17
28F	Boualem Adda	3986888	307513	8,22	59.2 m	0,40	1,64	17,88
29F	Boualem Adda	3986851	307279	8,555	52.0 m	0,32	1,56	25,93
222F	Hajout	3988718	304753	7,85	62.9 m	0,87	4,24	53,43
223F	Hajout	3988146	304622	7,8	59.0 m	1,36	5,55	23,39
229F	M'siliti	3988178	307427	8,285	62.1 m	0,19	1,06	4,33
230F	M'siliti	3988013	307438	8,085	60.4 m	0,62	3,43	0,48
334	M'siliti	3988429	307992	8,065	61.9 m	0,38		
332F	Bougtagaya	3988377	308735	8,3	67.2 m	0,21	1,05	
340F	Hathat	3987660	312220	8,1	64.5 m	0,21	1,35	71,20
342F	Hathat	3987315	312321	8,315	65.5 m	0,22	1,42	22,72

parcelle	nom	X	Y	ALT	ce 1/5e chlef	CE a 25°C chlef	CE 25°C AHRH	C
0010H	hadjaz	306170	3987932	59.0 m	1,34	6,7	1,24	3
0011H	sabri T	303090	3984960	75.1m	0,65	3,25	6	2
0012H	hadjout	304604	3988572	62.6 m	1,04	5,2	7,44	3
0013H	feragh	305056	3989495	77.0 m	1,11	5,55	3,51	2
0014H	boualem add	307501	3986714	58.3 m	1,46	7,3	7,75	3
0015H	boualem add	307394	3986917	58.0 m	0,33	1,65	2,55	2
0017H	Benziane AEK	307877	3988179	62.9 m	0,74	3,7	11,63	3
0018H	chetouh	309372	3988038	66.2 m	0,4	2	4,33	2
0019H	Bensaleh T	311484	3988281	64.3 m	0,15	0,75	5,64	1
002H	sabri T	303250	3984940	76.23m	1,22	6,1	8,09	2
003H	chikh	307480	3985928	56.8 m	1,65	8,25	7,97	3
004H	tireche	306505	3984998	103 m	0,43	2,15	5,03	1
005H	slimani lahbib	307767	3989248	57.8 m	0,12	0,6	2,95	3
006H	henni	311486	3990195	73.4 m	0,25	1,25	2,48	1
007H	ghrebi	310233	3989009	69.8 m	0,34	1,7	3,44	1
008H	amraoui	310157	3988349	64.5 m	0,63	3,15	4,43	2
009H	msiliti	307497	3987997	66.0 m	1,02	5,1	7,75	3

