

La salinisation dans la plaine du Bas-Cheliff: acquis et perspectives

A. Douaoui, T. Hartani, M. Lakehal

► **To cite this version:**

A. Douaoui, T. Hartani, M. Lakehal. La salinisation dans la plaine du Bas-Cheliff: acquis et perspectives. Economies d'eau en Systèmes IRrigués au Maghreb. Deuxième atelier régional du projet Sirma, 2006, Marrakech, Maroc. <cirad-00271021>

HAL Id: cirad-00271021

<http://hal.cirad.fr/cirad-00271021>

Submitted on 8 Apr 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La salinisation dans la plaine du Bas-Cheliff : acquis et perspectives

Douaoui A¹., Hartani T²., Lakehal M.³

1 Université Hassiba Ben Bouali, BP 151, Chlef 02000

2 Institut National Agronomique, Alger, Avenue Pasteur Hassen Badi 16200 El Harrach -
Algérie

3 Office National de l'Irrigation et du Drainage, ONID, rue Mustapha Sadji El Marsa, Alger
16000, Algérie

Résumé — La plaine du Bas-Chélif est située au nord-ouest de l'Algérie ; elle fait partie du bassin versant du Chélif et occupe sa partie ouest. Le climat est y très contrasté. Les sols du Bas-Chélif, souvent argileux sont, soit occupés par l'agriculture, soit abandonnés pour être occupés par la végétation halophyte. Sous irrigation, on y trouve les agrumes, l'olivier et les cultures maraîchères. Les céréales se font le plus souvent en sec. La plaine du Bas-Chélif comporte plusieurs périmètres où l'irrigation est fréquente, dont les plus importants sont : le périmètre de l'oued Rhiou, le périmètre Ouazizane, le périmètre Djédouia, le périmètre Hmadna et le périmètre Guerouaou. Le barrage de Gargar et la grande retenue de Merdjet Sidi Abed offrent des potentialités importantes en eau. Malheureusement l'absence d'une politique d'aménagement et de gestion rationnelle fait que la plaine n'en profite pas. Durant les années marquées par un déficit hydrique important, seules les eaux souterraines sont utilisées dans l'irrigation. Ces dernières de qualité médiocre sont à l'origine de la salinisation des sols. Les superficies dont la salinité est supérieure à 25 dS/m, sont localisées essentiellement dans la partie ouest de la plaine. Les superficies ayant une salinité inférieure à 4 dS/m n'apparaissent pratiquement qu'au niveau du plateau de Benziane et à l'extrême est de la plaine. Les sols qui se trouvent de part et d'autre de l'oued Chlef sont dominés par la classe de la salinité comprise entre 4 et 8 dS/m suivie par la classe 8-16 dS/m. Selon la valeur moyenne de la CE (4 dS/m), l'eau d'irrigation est d'une forte salinité et ne convient pas normalement à l'irrigation. Avec un tel niveau de salinité, il y a un effet négatif fort sur la disponibilité de l'eau pour la plante. Les valeurs moyennes de la CE et du SAR (sodium adsorption ratio) affectent ces eaux dans la classe C4-S2. Cette dernière est d'une qualité mauvaise de façon générale est qualifiée de très mauvaise dans les sols lourds, comme c'est souvent le cas dans la plaine du Bas-Chélif. Le risque est double : disponibilité réduite de l'eau pour la plante et sodicité. En termes de perspectives, il s'agit de faire un suivi spatio-temporel pour permettre de caractériser les changements en termes de salinisation et de dégradation du milieu (végétation, sol) en mettant l'accent sur les pratiques de l'irrigation. Ce suivi se fera par des observations directes sur terrain, des analyses au laboratoire ainsi que par utilisation de la télédétection. Cette dernière sera également utilisée pour étudier l'historique de la salinité et de l'occupation du sol.

Présentation de la plaine du Bas-Cheliff

Site d'étude

La plaine du Bas-Chélif est l'une des trois plaines composant la vallée du Chélif (Haut, Moyen et Bas-Chélif). Elle est située au nord-ouest de l'Algérie à 250 km d'Alger ; elle fait partie du bassin versant du Chélif et occupe sa partie ouest. Ce même bassin versant du Chélif est traversé par le plus grand oued d'Algérie sur une longueur de 750 km et fait partie du grand bassin versant « Chélif-Zahrez », qui couvre une superficie d'environ 56 227 km² (soit plus de 22 % de la superficie de l'Algérie du nord).

La plaine du Bas Chélif fait environ 50 km de longueur sur une largeur variant de 6 à l'est à plus de 20 km à l'ouest, avec une surface pratiquement plate, d'une altitude moyenne de 70 m. La plaine s'étend sur 65 000 ha.

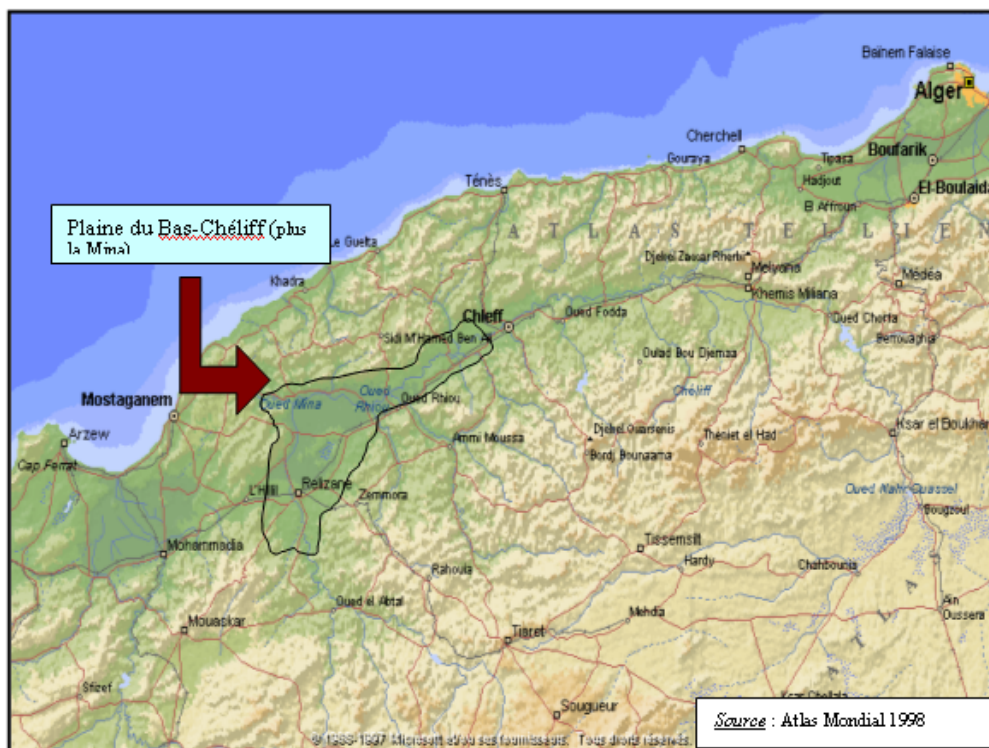


Figure 1. Localisation de la zone d'étude.

Le climat

Le climat des plaines du Chélif, et tout particulièrement celui du Bas-Chélif, est un climat spécifique, rude et contrasté, avec des étés très chauds et des températures basses en hiver.

Cette particularité lui a aussi valu des qualificatifs célèbres, tels que « le four du tell » ou encore « une portion du Sahara égarée dans le tell » (Yacono, 1955 ; Boulaine, 1957).

Le diagramme ombrothermique de la station climatique de Hmadna entre 1985 et 2002 (figure 2) montre que la période de sécheresse est très longue, elle s'étale sur six mois, allant de la mi-avril à la mi-octobre.

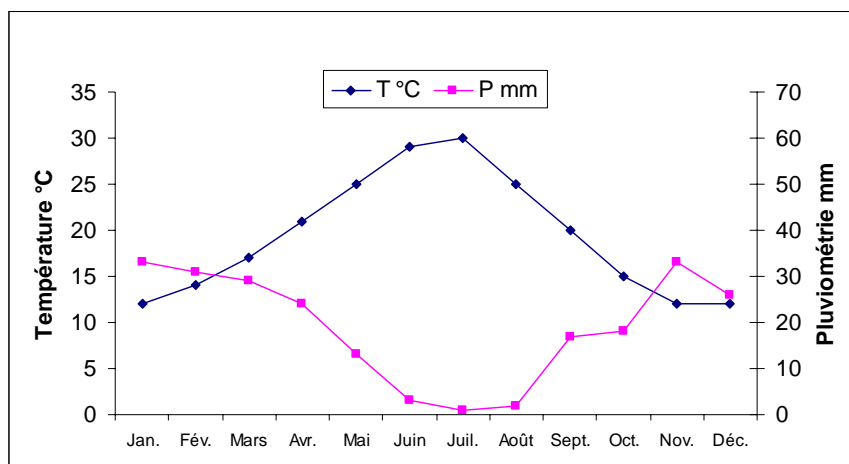


Figure 2. Diagramme ombrothermique de la plaine du Bas-Chélif (85-2002).

Géologie et géomorphologie

La plaine du Bas-Chélif est un synclinal traversé par le lit de l'oued Chlef qui occupe, à l'instar des autres plaines du Chélif, le fond de bassins de sédimentation où s'accumulent les sédiments depuis au moins le Villafranchien (Boulaine, 1957). Elle est comblée d'alluvions du quaternaire et encadrée au nord et au sud par des piémonts du Dahra et de l'Ouarsenis de l'âge Miocène et Pliocène (tertiaire), qui lui fournissent le matériau par érosion. L'existence de la sebkha de Benziane située sur le plateau de Benziane au sud-ouest de la plaine lui confère un caractère particulier (figure 3).



Figure 3. Principales unités morphologiques du bassin versant de la plaine du Bas-Chélif (combinaison entre l'imagerie satellitale et le modèle numérique de terrain).

Pédologie

Les sols des bordures des plaines sont formés par des associations de sols plus ou moins érodés, qui peuvent évoluer sur du calcaire dur ou tendre, des grès ou des marnes. Lorsque la roche n'affleure pas à la surface, ce sont des sols généralement calcimagnésiques, le plus souvent rendziniformes avec parfois la présence d'une croûte calcaire.

Les sols de la plaine proprement dite comporte cinq classes : les sols salés, les sols hydromorphes, les vertisols, les sols peu évolués alluviaux et colluviaux et les sols calcimagnésiques.

Occupation du sol

Les sols du Bas-Chélif sont, soit occupés par l'agriculture, soit abandonnés pour être occupés par la végétation halophyte. L'agriculture concerne essentiellement :

- les vergers d'agrumes et d'oliviers dont la date de plantation remonte le plus souvent au milieu du vingtième siècle ; ces vergers sont irrigués et se localisent le plus souvent dans les périmètres des oueds Rhiou, Djédiouia et Ouarizane ;
- les cultures maraîchères irriguées (melon, pastèque, artichaut, oignon...) sont cultivées dans les périmètres irrigués et se concentrent au bord des lits d'oueds ;
- les cultures céréalières en sec principalement sur les sols calcimagnésiques du plateau de Benziane. On les retrouve également dans les périmètres irrigués ;

Selon l'étude de McDonald et Bneder (1990), ces types de cultures occupent respectivement : orge 20 %, blé 8,5 %, olivier 3,6 %, melons, pastèques et artichaut 6,7 % de la surface agricole utile. Les sols très salés abandonnés sont couverts par une végétation halophyte dont la densité de recouvrement est très variable dans l'espace et dans le temps. En été, certains types de sols, tels que ceux de la Gaa sont totalement dépourvus de végétation.

Aujourd'hui, la plupart des exploitations agricoles ont un statut juridique privé et ont un système de production maraîchage – céréale – élevage ou arboriculture -céréale –élevage.

Ressources en eau

La plaine du Bas-Chélif offre d'importantes potentialités en eau, malheureusement l'absence d'une politique d'aménagement et de gestion rationnelle fait que la plaine n'en profite pas.

Les ressources en eaux superficielles

Les deux principales ressources en eau sont constituées par deux retenues :

- le barrage de Gargar sur l'oued Rhiou, d'une capacité de 450 millions de m³, il est l'un des plus importants barrages d'Algérie ;
- la retenue de la Merdjjet Sidi Abed , un réservoir hors cours d'eau d'une capacité de 150 millions de m³, située à l'amont du périmètre existant, qui est remplie pendant l'hiver essentiellement par dérivation des eaux de l'oued Chlef.

La qualité de l'eau des cours d'eau du bassin de Chélif est aussi variable, mais elle est en général plutôt médiocre. La salinité de l'eau dans l'oued Rhiou varie entre 0,5 g/l environ pour les débits les plus forts et 2 g/l pour les débits d'étiage. Il n'y a pas de mesure de la salinité des eaux de drainage à l'exutoire du bassin versant.

Les ressources en eaux souterraines

Les principaux aquifères du Bas-Chélif sont :

- le Miocène calcaire : il affleure le long de la limite sud de la plaine ; les descriptions lithologiques ont montré l'existence de zones de fracture productives entre 37 et 60 m ;
- le Pliocène marin : c'est une suite d'argiles et de marnes avec des couches minces de grès qui affleurent au nord de la plaine ; on le retrouve dans la région de Ouarizane à plus de 55 m de profondeur et dans la région de sebkhet Benziane à plus de 400 m de profondeur ;
- le Quaternaire-Pliocène continental : il est constitué de sédiments à base d'argile, de marnes et des lits de sable, de graviers et de conglomérats. La profondeur de ces forages est très variable selon les régions où elle peut aller jusqu'à 300 m alors que la moyenne est de 70 m.

Les principaux périmètres irrigués de la plaine

La plaine du Bas-Chélif comporte plusieurs périmètres où l'irrigation est fréquente, dont les plus importants sont : le périmètre de l'oued Rhiou, le périmètre Ouarizane, le périmètre Djédouia, le périmètre Hmadna et le périmètre Guerouaou. On y trouve aussi les deux zones très connues, en l'occurrence, la zone de Benziane où se trouvent le plateau et la sebkha de Benziane et la zone de Gaa qui forme une dépression très salée où les sols sont généralement abandonnés (figure 4).

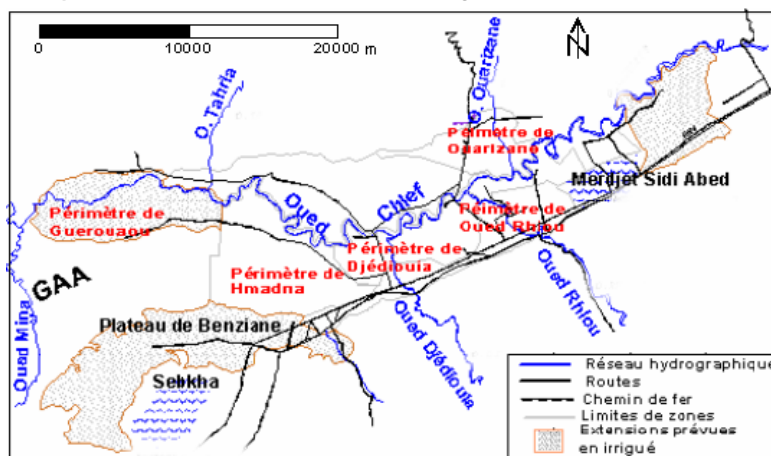


Figure 4. Les principaux périmètres irrigués de la plaine du Bas-Chélif.

Les résultats obtenus

La salinité des sols

Caractérisation des sols

Les sols de la plaine du Bas-Chélif sont argileux excepté à proximité immédiate des oueds et en périphérie, sur les piémonts, où l'on trouve des sols à texture plus grossière et naturellement drainés. La salinité affecte principalement ces sols argileux. L'origine de cette salinité est double : salinité primaire et salinité secondaire liée à la qualité des eaux d'irrigation et à la profondeur de la nappe.

Cette salinisation est souvent accompagnée par une sodisation ($ESP > 10$) mais l'alcalinisation est absente ($pH < 8,5$). La stabilité structurale est moyenne pour la plupart des sols, la perméabilité est, par contre, le plus souvent faible.

Extension spatiale de la salinité

La carte établie par Douaoui (2005) a montré que les superficies dont la salinité est supérieure à 25 dS/m, sont localisées essentiellement dans la partie ouest de la plaine. D'un autre côté, les superficies ayant une salinité inférieure à 4 dS/m n'apparaissent pratiquement qu'au niveau du plateau de Benziane et de la colline de partage. Par ailleurs, les sols qui se trouvent de part et d'autre de l'oued Chlef sont dominés par la classe de la salinité comprise entre 4 et 8 dS/m suivie par la classe 8-16 dS/m (figure 5).

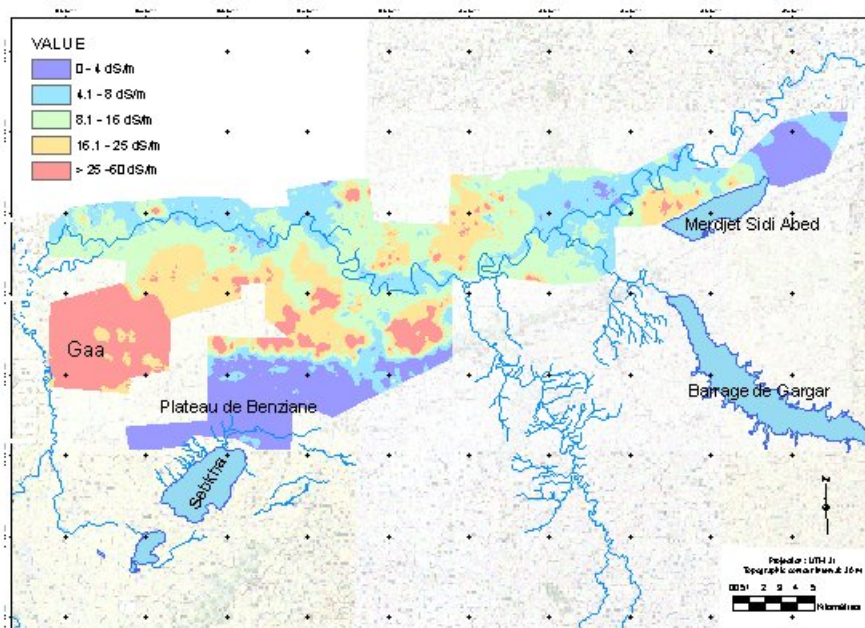


Figure 5. Carte de la salinité estimée par Krigeage à variogramme local.

Les sols non salés représentent 16 % de la superficie totale, les sols moyennement salés représentent 22 %, les sols salés (CE comprise entre 8-16 dS/m) représentent 30 % et les sols très salés représentent 32 % (tableau I).

Tableau I. Superficies des classes de CE estimées par KOVG et KOVL et pourcentages respectifs.

	Classes de CE (dS/m)					
	0-4	4-8	8-16	16-25	>25	
Ha	6 455,25	8 827,25	11 499,25	7 214,75	5 467,5	39 464
%	16	22	30	18	14	100

Qualité des eaux souterraines

La viabilité de la plupart des exploitations agricoles de la plaine du Bas-Cheliff est conditionnée par l'existence d'un forage car l'eau de surface ne bénéficie en pratique qu'à un nombre limité d'agriculteurs. Cela s'explique par une politique hydraulique qui privilégie les populations des grandes villes (Oran, Chlef, Mostaganem), une infrastructure hydraulique insuffisamment opérationnelle et par un déficit pluviométrique (Hartani et Lakehal, 1999).

La qualité des eaux souterraines dont la composition chimique a été déterminée sur une moyenne de vingt-sept forages est donnée au tableau II.

Tableau II. Composition chimique moyenne de vingt-sept forages dans le Bas-Chélif. Agence des Bassins Hydrographiques, Chlef-Zahrez (ABH-CZ), 2002.

	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	CE (dS/m)	SAR meq/l	pH
Moy.	208	149	782	15	1323	646	287	80	4	11	8,3
Min.	58	31	193	3	191	72	149	16	1	2	7,8
Max.	371	524	2 898	61	3 983	2 640	529	350	8	26	8,7

Selon la valeur moyenne de la CE (4 dS/m), l'eau d'irrigation est d'une forte salinité et ne convient pas normalement à l'irrigation (Durand, 1960). Avec un tel niveau de salinité, il y a un fort effet négatif sur la disponibilité en eau pour la plante (Ayers et Westcot, 1988).

D'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation (USSL Staff, 1954), les valeurs moyennes de la CE et du SAR (sodium adsorption ratio) affectent ces eaux dans la classe C4-S2. Cette dernière est d'une qualité mauvaise de façon générale, et est qualifiée de très mauvaise dans les sols lourds, comme c'est souvent le cas dans la plaine du Bas-Chélif. Le risque est double : disponibilité réduite de l'eau pour la plante et sodicité.

Il se trouve aussi que le pourcentage du sodium moyen de cette eau dépasse 50 % par rapport à la somme totale des cations (Ca, Mg, Na, K), or il a été observé qu'en Algérie du Nord, le risque de sodicité devient effectif à partir de 45 à 50 % de Na (Durand, 1960).

Comparées aux eaux souterraines de la Mitidja Ouest, autre terrain d'étude du projet Sirma (Systèmes irrigués au Maghreb), elles sont nettement plus chargées et posent des problèmes agronomiques tant sur le plan du bilan hydro-salin de la vallée que sur le plan de l'interaction racine-plante (figure 6).

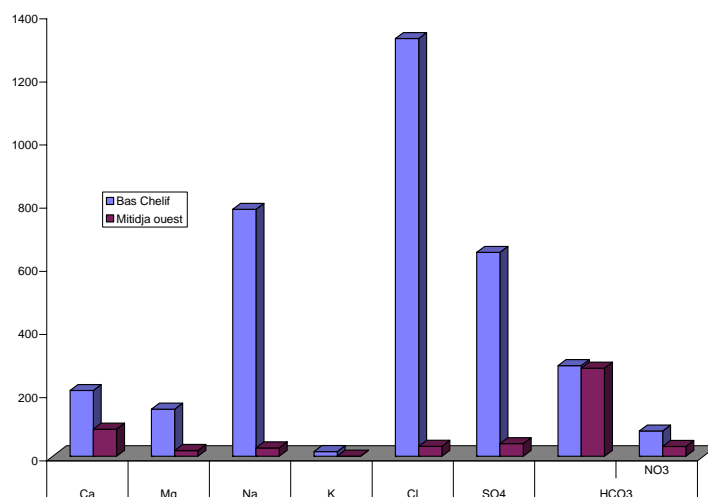


Figure 6. Teneurs moyennes en sels exprimées en mg/l pour les eaux souterraines du Bas-Cheliff et de la Mitidja ouest.

La télédétection de la salinité

Analyse visuelle de l'image satellitaire

Sur l'image de la figure 7, on retrouve de façon très nette les différenciations entre la végétation qui apparaît en rouge, les sols nus qui apparaissent en cyan plus ou moins clair et l'eau libre qui apparaît en bleu très sombre. En effet, les zones irriguées, où la végétation chlorophyllienne est bien couvrante, apparaissent en rouge plus ou moins vif (périmètre de Relizane, périmètre de l'oued Rhiou, périmètre de Djédouia, périmètre Ouarizane), les sols nus apparaissent en cyan plus ou moins clair s'étendant sur la presque totalité de la plaine et les surfaces d'eau des barrages de Garagar et Merdjet Si Abed apparaissent bien individualisées en bleu foncé. Les sols nus céréaliers du plateau de Benziane sont également discernés et apparaissent en couleur plus ou moins sombre.

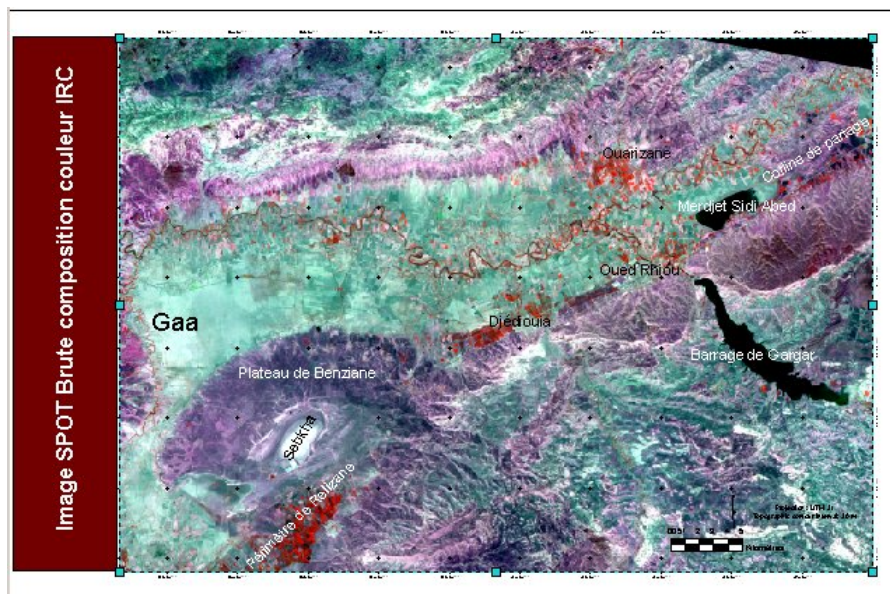


Figure 7. L'image SPOT XS (juillet 2000).

Analyse numérique

L'application de la classification supervisée nous a conduit à définir 11 classes. Chaque classe a été définie par plusieurs polygones avec un minimum de 200 pixels chacun (figure 8).

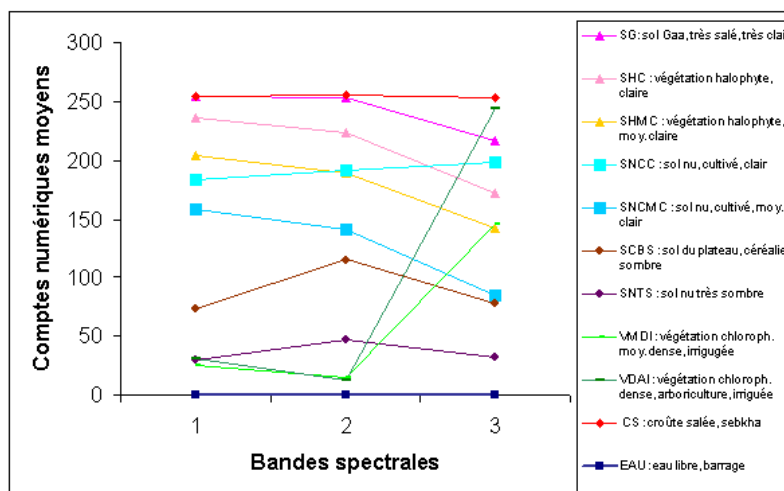


Figure 8. Comportement numérique des 11 classes.

Confrontation avec les données ponctuelles de la CE

La combinaison des canaux pour trouver une meilleure corrélation entre la salinité mesurée sur 4 000 échantillons prélevés à partir des couches de surface et les données de la télédétection a permis un indice de salinité (IS) :

$$IS = \sqrt{V^2 + R^2}$$

Les corrélations obtenues entre la CE et les indices de brillance sont toujours significatives avec une meilleure relation pour l'indice de salinité (IS). C'est aussi le cas du PVI et du TSAVI pour les indices de végétation qui montrent la même corrélation avec la CE. Le NDVI est encore plus mauvais ici, il montre une corrélation nulle avec la CE et paradoxalement une corrélation positive avec les deux indices de brillance et l'indice de salinité alors qu'elle devrait être négative (tableau III).

Tableau III. Corrélations entre les valeurs ponctuelles de la CE, les indices de brillance, l'indice de salinité et les indices de végétation aux points échantillonnés.

	CE	IBc	IB	IS	NDVI	PVI	DVI	WDVI	TSAVI
CE	1	0,62	0,53	0,66	-0,00	-0,32	-0,21	-0,32	-0,31
IBc		1	0,97	0,97	0,26	-0,2	-0,00	-0,2	-0,29
IB			1	0,90	0,39	-0,05	0,15	-0,05	-0,15
IS				1	0,03	-0,43	-0,25	-0,43	-0,55
NDVI					1	0,84	0,91	0,84	0,81
PVI						1	0,98	0,99	0,97
DVI							1	0,98	0,93
WDVI								1	0,97
TSAVI									1

En gras les corrélations non significatives au seuil de 0,01.

Perspectives et conclusion

Cartographie de la salinité

Ces résultats militent pour la mise au point de nouveaux canaux dont l'objectif serait d'augmenter la qualité de perception des états de surface de façon générale et de la salinité de façon particulière. Cette amélioration pourra se faire par l'utilisation de plates-formes satellitaires qui possèdent des résolutions spectrales et spatiales plus fines.

La localisation géographique des échantillons sera aussi améliorée par l'utilisation d'un système satellitaire de positionnement géographique (GPS). Il est envisagé également de détailler la description des états de surface en se référant à une fiche de terrain préparée dans ce sens.

Il sera donc possible d'envisager par la télédétection de déterminer, non pas des seuils de salinité (classes), mais des valeurs qui soient les plus proches possible de celles mesurées sur des échantillons prélevés sur le terrain. L'analyse fine des états de surface nous permettra également de discriminer entre les sols à structure dégradée et les sols qui ne le sont pas.

Stratégies de gestion individuelles des irrigations

La carte de la salinité servira d'outil de base dans la détermination des exploitations qui feront l'objet d'enquêtes auprès des agriculteurs.

Il s'agira d'une part, d'identifier les indicateurs développés par les agriculteurs pour percevoir la salinité et les stratégies mises en œuvre pour la contrôler et d'autre part, caractériser et évaluer les différentes pratiques individuelles d'irrigation.

Etablissement d'un MNT

Le modèle numérique de terrain (MNT) permettra d'étudier l'effet de la topographie sur la salinisation des sols.

Suivi temporel de la salinité et des états de surface

Il s'agit de faire un suivi dans le temps pour permettre de caractériser les changements en termes de salinisation et de dégradation du milieu (végétation, sol) en mettant l'accent sur les pratiques de l'irrigation.

Ce suivi se fera par des observations directes sur terrain, des analyses au laboratoire ainsi que par utilisation de la télédétection. Cette dernière sera également utilisée pour étudier l'historique de la salinité et de l'occupation du sol.

Conclusion

Une pareille investigation nous permettrait de mieux comprendre les problèmes posés au niveau de la parcelle agricole par des enquêtes, des observations et des mesures et d'appréhender le risque de la salinisation et ses conséquences sur l'agriculture et l'environnement.

Références bibliographiques

- ABH-CZ, 2002. Agence du bassin hydrographique Chelif Zahrez. Document interne, non publié.
- AYERS R.S., WESTCOT D.W., 1988. La qualité de l'eau en agriculture. Bulletin FAO d'irrigation et de drainage. 29 Rév. 1, 165 p.
- BOULAIN J., 1957. Etude des sols des plaines du Cheliff. Thèse d'Etat de l'Université d'Alger, 582 p.
- 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'Etat, INA-Alger, 230 p.
- DURAND J.H., 1960. Contribution à l'étude des sols irrigués. L'évolution des sols sous l'influence de l'irrigation. Travaux des sections pédologie et agrobiologie, bulletin n°6, 13 p.
- HARTANI T., LAKEHAL M., 1999. Analyse des facteurs de salinisation dans le périmètre irrigué du bas cheliff. La maîtrise de l'irrigation et du drainage pour une gestion durable des périmètres irrigués méditerranéens. Rabat, Maroc
- McDonald, BNEDER 1990. Etude de l'avant projet détaillé des extensions de Guerouaou et de Sebkhate Benziane et du réaménagement du Bas-Chélif. Bureau National d'Etude pour le Développement Rural.
- USSLS, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Department of Agriculture, Handbook n°60, U.S. Gov. Print. Office, Washington DC.
- YACONO, X. 1955. Colonisation des plaines du Chélif (de Lavigerie au confluent de la Mina). Tome 1, Imprimerie Imbert, Alger.