CIHEAM
Options Méditerranéennes

Inventaire et cartographie des périmètres irrigués en Algérie par imagerie SPOT

Carton P.

in

Deshayes M. (ed.).
La télédétection en agriculture

Montpellier : CIHEAM
Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 4

1991
pages 139-143

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

---

http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI911189

To cite this article / Pour citer cet article

Carton P. **Inventaire et cartographie des périmètres irrigués en Algérie par imagerie SPOT.** In : Deshayes M. (ed.). *La télédétection en agriculture* . Montpellier : CIHEAM, 1991. p. 139-143 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 4)

CIHEAM

http://www.ciheam.org/
http://om.ciheam.org/

CIHEAM

Inventaire et cartographie des périmètres irrigués en Algérie par imagerie SPOT

Philippe CARTON
SOGREAH, Grenoble (France)

Résumé : La *Société SOGREAH* Ingénieurs Conseils a réalisé une étude pilote dont l'objectif était de mettre au point la méthodologie la mieux adaptée à l'inventaire des périmètres irrigués en Algérie par télédétection. Cette étude répond à la volonté du Ministère Algérien de l'Hydraulique, de l'Environnement et des Forêts de réaliser cet inventaire à l'échelle nationale.

L'étude pilote a été menée à partir de deux images SPOT localisées sur deux zones aux caractéristiques agroclimatiques très différents :
— la région de Mascara-Tiaret assez montagneuse où les périmètres irrigués sont de petite taille et alimentés par des pompages dans les oueds,
— la région du Chott El Hodna, beaucoup plus aride où les périmètres irrigués sont localisés autour de petits forages ou en bordure d'oueds par épandange de crue.

Les traitements numériques d'images du mois de juin assistés d'une mission de vérité terrain ont abouti aux résultats suivants :
— localisation exhaustive des périmètres irrigués de plus de 0,25 ha,
— cartographie en couleurs de ces périmètres à l'échelle du 1/50 000e superposable aux fonds de plan topographiques du pays,
— comptage des périmètres et calcul de leur superficie à l'intérieur des sous-bassins versants.

La SOGREAH avait réalisé en 1968 le même inventaire à l'échelle nationale par des méthodes traditionelles et a pu apprécier les avantages de la télédétection en termes d'économie de moyens, de précision cartographique et de fiabilité de l'évaluation des surfaces.

Abstract

Inventory and mapping of irrigation systems in Algeria using SPOT data

SOGREAH Consulting Engineers, France, carried out a pilot study with the aim of developing appropriate methods for using remote sensing in an inventory of irrigation systems in Algeria. It was undertaken in response to the need expressed by the Algerian Ministry of Water Resources, Environment and Forests for a nationwide inventory.

Two SPOT images of two very different agroclimatic zones were used:
— the mountainous Mascara-Tiaret area with relatively small irrigation systems using water pumped from wadis
— the much more arid Chott El Hodna area where the irrigation systems are supplied from boreholes or by flooding

Digital processing of images taken in June combined with a ground truth mission produced the following results:
— exhaustive location of irrigation systems above 0.25 ha
— color map of the system at a scale of 1:50 000 to overlay on national topographical maps
— computerized count and area estimation of irrigation systems in the subwatersheds

In 1968, SOGREAH had carried out a similar nationwide inventory using conventional techniques. It can now confirm that remote sensing offers a definite advantage in terms of cost-effectiveness and accuracy.

I. – Introduction

L'irrigation des cultures est une pratique séculaire dans les pays méditerranéens qui permet de combattre les effets d'une saison sèche particulièrement longue. Le développement régulier des surfaces irriguées traduit le souci de valoriser au mieux les ressources hydrauliques pour améliorer l'autosuffisance alimentaire et fournir des productions destinées à l'exportation. Les périmètres irrigués

ont un impact économique particulièrement important puisqu'on y récolte des productions à forte valeur ajoutée, principalement des fruits et légumes.

Les périmètres dits de **grande hydraulique** sont bien connus des décideurs nationaux car ils sont alimentés en général par des ouvrages de stockage importants et une structure de gestion leur est souvent affectée. Par contre, le domaine de la **petite et moyenne hydraulique** est plus diffus car il est constitué de périmètres de tailles très variables dont l'alimentation en eau est diversifiée : petits barrages, pompage dans les oueds, forages, épandages de crues, etc... Les aménagements de petite et moyenne hydraulique (pmh), évoluent de façon peu contrôlable au gré des ressources en eau disponibles et des fluctuations économiques. Cela signifie que le nombre de ces périmètres varie dans le temps de même que leur surface unitaire et leur degré d'intensification.

Le Ministère Algérien de l'Hydraulique, de l'Environnement et des Forêts s'intéresse particulièrement à ce secteur d'activité et souhaite réaliser à l'échelle nationale l'inventaire et la cartographie des périmètres de pmh. La télédétection satellitaire est un outil très adapté à ce type d'étude touchant de vastes surfaces, puisqu'elle peut fournir une couverture exhaustive, récente et homogène.

L'étude qui fait l'objet de la présente communication a consisté à mettre au point sur 2 zones test la méthodologie de repérage et de représentation cartographique des périmètres irrigués grâce aux données numériques du satellite SPOT.

II. – Choix des deux scènes-test

Deux scènes-test ont été choisies en accord avec le Ministère de l'Hydraulique pour caractériser 2 zones agroclimatiques bien différentes comportant des périmètres irrigués aux caractéristiques contrastées :

1°– La scène K46-J279 du 22.06.1986 multispectrale est une vue verticale de la région de l'oued El-Abd (nord-ouest du pays) où l'administration souhaitait en effet visualiser la forte extension des petites parcelles irriguées par pompage dans les oueds.

2°– La scène K54-J279 du 28.6.1986 multispectrale est une vue verticale du chott El-Hodna (centre-est du pays) où les périmètres irrigués sont situés surtout autour de petits forages.

Les prises de vue ont été choisies dans le catalogue de SPOT Image et la période retenue (mois de Juin) correspond au maximum d'extension des périmètres irrigués qui se distinguent alors très bien de leur environnement agricole beaucoup plus sec. A ce moment de l'année, les céréales sont, suivant les régions, déjà récoltées ou en cours de récolte.

III. – Objectifs et méthodes de travail

Les principaux objectifs de cette étude pilote sont les suivants :

- repérer si possible de façon exhaustive les périmètres irrigués de chaque scène,
- définir quelle est la surface minimum d'un périmètre que SPOT peut déceler,
- représenter tous les périmètres à l'échelle du 1/50 000e redressé dans le système de coordonnées Lambert,
- planimétrer de façon la plus systématique possible les surfaces irriguées par petites zones géographiques.

Il n'est pas prévu d'entrer dans le détail des «signatures spectrales» des différentes cultures irriguées constituant chaque périmètre. La méthode de travail retenue consiste à comparer deux types de traitements numériques :

1°– le calcul d'un indice de végétation intégrant la bande spectrale XS1 pour renforcer les contours géométriques des parcelles cultivées,

2°– une classification supervisée basée sur des zones d'entraînement bien connues, caractérisant la diversité des signatures spectrales des périmètres.

Le premier type de traitement a été confié à la Mission Télédétection de l'ORSTOM Paris.

IV. – Réalisation de spatiocartes

Afin de préparer la mission de vérité terrain, nous avons établi des spatiocartes sur traceur couleur visualisant un calcul d'indice de végétation sur les deux zones d'étude. Ces sorties à l'échelle de 1/31 000e étaient redressées suivant la projection Lambert par l'introduction d'amers choisis à la fois sur les images SPOT et sur les fonds topographiques au 1/50 000e du pays (croisements de routes, méandres d'oueds, etc.).

Les spatiocrates étaient découpés en formats manipulables sur le terrain et comportaient en surimpression le quadrillage Lambert permettant de se repérer au sol (grille à 5 km et sous-grille mobile au km).

V. – Mission de vérité terrain

La mission de vérité terrain a été réalisée en Algérie en juin 1988, c'est-à-dire exactement deux ans après les prises de vues (utilisées). D'une durée de cinq semaines, cette mission a été effectuée en collaboration avec les chercheurs du Centre National Algérien des Techniques Spatiales et avec l'appui des services décentralisés du Ministère de l'Hydraulique.

L'objet du travail était d'identifier avec précision les zones à fort indice de végétation, représentant les périmètres irrigués, mais également certaines plantations de pin d'Alep qui ne se distinguaient pas toujours des périmètres. Nous avons pu vérifier que l'emplacement des périmètres irrigués n'avait pratiquement pas varié depuis 1986, ce qui aurait été théoriquement possible par déplacement des pompes et des tuyaux. Quelques rares extensions ont été notées, en particulier sur la rive de la retenue du barrage Sidi Mohamed Ben Aouda sur l'oued Mina.

Les périmètres irrigués se distinguent très nettement dans le paysage sous la forme de petites parcelles polygonales vert cru dans un environnement déjà très aride en juin. Les cultures pratiquées sont essentiellement des cultures de légumes (oignon, pomme de terre, tomates, etc.) et parfois des plantations (grenadiers, abricotiers, amandiers, etc.).

La vérité terrain a donc porté sur d'autres thèmes dans le but «d'habiller» les restitutions des périmètres :

- ☐ céréales récoltées (chaumes) ou encore sur pied (en épis),
- ☐ divers boisements de pin d'Alep,
- ☐ plantations d'oliviers,
- ☐ vignes,
- ☐ villages,
- ☐ dunes,
- ☐ etc...

Dans la région de l'oued El Abd, les périmètres sont nombreux, de petite taille unitaire (parfois 2 000 m^2) situés exclusivement le long des oueds disjoints, mais souvent disposés par grappes.

Dans la région du chott El-Hodna, l'irrigation prend la forme d'oasis autour de forages ou de puits artésiens. L'étendue du chott était beaucoup plus réduite en 1988 qu'en 1986 en raison des faibles apports des oueds qui s'y déversent. Il apparaît qu'à la date des prises de vue, l'extension des périmètres irrigués restait limitée autour des forages et des puits artésiens.

Dans de telles zones arides du pays, il paraît préférable d'utiliser des images plus précoces du mois d'avril pour visualiser les périmètres céréaliers, les épandages de crue, d'extension plus importante. En juin par contre, les céréales de ces périmètres sont déjà récoltées et leurs chaumes se confondent avec ceux des céréales cultivées en sec.

CIHEAM - Options Mediterraneennes

VI. – Traitements numériques des images

1. Indice de végétation

Le traitement consiste à réaliser une composition colorée mettant en évidence le plus nettement possible les zones à végétation active. La première étape est le calcul d'un indice de végétation pondéré suivant la formule :

$$IV = \frac{200 \times (XS3 - XS2) + 120}{XS3 + XS2}$$

On crée ensuite une composition colorée à partir des canaux XS1, IV et XS3.

Le résultat est alors visualisé sur écran par imagettes témoins de 1 024 × 1 024 pixels et, en fonction des observations, de terrain, on procède à un affinage des couleurs en décalant par exemple la dynamique du rouge pour faire ressortir les périmètres irrigués.

Les restitutions de cette composition colorée sur traceur VERSATEC au 1/50 000e à partir d'un très grand nombre de couleurs, soulignent bien tous les éléments du paysage et constituent un habillage parfait du thème étudié : on distingue très bien le micro-relief, les grands axes de circulation et les grandes unités géomorphologiques.

Ce type de traitement est rapide à mettre en oeuvre car il est systématique et ne nécessite pas l'extraction et l'analyse de zones d'entraînement. Cependant, les difficultés surgissent lorsque l'opérateur souhaite évaluer les superficies irriguées en utilisant l'indice de végétation.

En effet, un indice de végétation ne discrimine pas à coup sûr tous les types de végétation : par exemple, sur l'image de la région de l'oued El-Abd, il existe un chevauchement dans les fortes valeurs de l'indice de végétation entre les périmètres irrigués et les plantations de pins d'Alep.

Partant de la constatation que les pins d'Alep se situent exclusivement sur les reliefs et les périmètres seulement dans les plaines et le long des oueds, le recours à des «masques» placés sur les zones *a priori* sans périmètres pourrait permettre de contourner la difficulté et d'obtenir une estimation assez précise des surfaces irriguées. Cette opération nécessite une délimitation préalable de tous les bassins versants et donc un important travail d'analyse des fonds topographiques et de numérisation des «masques».

Elle s'avère inapplicable en réalité car d'autres types de végétation se confondent avec les périmètres irrigués y compris dans les plaines.

2. Classification supervisée

Le principe d'une classification supervisée repose sur l'isolement à l'écran de zones d'entraînement homogènes (ou taxons) qui correspondent à un thème d'occupation du sol connu et vérifié sur le terrain. Chaque taxon a une gamme de valeurs radiométriques différente pour les 3 bandes spectrales de SPOT (vert, rouge et proche infrarouge). L'ensemble des valeurs radiométriques de chaque taxon dans chaque bande spectrale constitue un nuage de points à 3 dimensions dont le centre est calculé automatiquement par le logiciel de classification.

Cette classification est basée sur la fixation d'une distance euclidienne donnée par rapport au centre du nuage de points de chaque taxon. Cette distance est choisie par approches successives et elle est automatiquement pondérée par l'écart type de chaque taxon. Tous les pixels de l'image sont analysés. Lorsque l'un d'entre eux se situe dans le proche voisinage du nuage de points d'un taxon, il est affecté à la classe de ce taxon ; s'il est situé trop loin, le pixel est considéré comme non classé. Par conséquent, le

traitement consiste à créer autant de classes que de taxons choisis dans l'image et à répartir dans ces classes les pixels qui en sont proches. Le résultat de la classification est visualisé sur écran en affectant aux pixels une couleur différente pour chaque classe et une couleur spéciale pour les non classés.

Le thème **périmètre irrigué** est forcément diversifié à cause des différentes cultures pratiquées et du stade de leur cycle cultural. Par conséquent, il est nécessaire d'extraire de nombreux taxons «périmètres» et de comparer leurs valeurs radiométriques pour retenir ceux qui sont très typiques et constrastés.

Lorsqu'on est certain d'avoir cerné la diversité des périmètres, il est possible de donner, après classification, la même couleur à toutes les classes de périmètres irrigués. Il apparaît que les images étudiées comportent un grand nombre de petits périmètres très diffus qui représentent en tout seulement 0,2 % de la surface de l'image.

Il a donc paru utile d'enrichir les sorties sur imprimante avec d'autres thèmes reconnus sur le terrain :

- □ céréales récoltées (chaumes),
- □ céréales non encore récoltées (épis),
- □ eau libre (lacs et cours d'eau),
- □ plantations de pin d'Alep.

Dans ces conditions, on obtient environ 25 % de pixels classés, les non classés correspondant aux thèmes non étudiés (en particulier les sols nus) et les restitutions individualisent très nettement des périmètres même très petits (de l'ordre d'un quart d'hectare).

Ce type de classification est très performant mais demande un important travail de vérité terrain et d'analyse fine d'un assez grand nombre de taxons. Par contre, il permet de calculer aisément les surfaces irriguées par comptage automatique des pixels classés dans des sous-zones délimitées à la souris sur l'écran. On peut réaliser ainsi, par simple travail de numérisation des contours, des statistiques particulièrement précieuses (surfaces par bassin versant, par zone administrative, etc.).

VII. – Conclusion

Les enseignements de cette étude méthodologique pourront être mis à profit pour réaliser l'inventaire et la cartographie des périmètres irrigués sur les 250 000 km² du nord algérien.

Il apparaît qu'un panachage des deux méthodes employées devrait permettre d'allier la précision de l'inventaire et l'édition de cartes comprenant d'autres thèmes pour situer les périmètres irrigués dans leur environnement :

- □ la classification supervisée permet une bonne discrimination des périmètres et une précision satisfaisante pour leur planimétrie,
- □ la composition colorée, en visualisant (avec une excellente imprimante) les zones non classées, apporte un habillage riche d'informations (routes, microrelief, autres types d'occupation du sol).

Cependant, le nombre important de scènes à traiter induit d'autres contraintes de gestion de fichiers et de chaînes de traitement en continu. Par ailleurs, un prézonage agroclimatique de la zone d'étude est indispensable pour optimiser les campagnes de vérité terrain.