

6

APPORT DE LA MORPHOLOGIE MATHÉMATIQUE A LA CARTOGRAPHIE AUTOMATIQUE DES MASSIFS DUNAIRES SAHARIENS D'APRES LES IMAGES SPOT PANCHROMATIQUE*

Yann CALLOT, Géodynamique des Milieux Continentaux, Université P. et M. Curie,
T.26-16, 4ème étage, 4 pl. Jussieu, 75252, PARIS Cedex 05. (1) 44.37.52.04.

Catherine MERING, Unité de Télédétection, L.I.A., ORSTOM, 70-74, route d'Aulnay,
93140 BONDY. (1) 48.47.31.95.

André SIMONIN, IMAGEO-CNRS, 191, rue St-Jacques, 75005 PARIS, (1) 43.29.31.99

* Communication présentée à la 15ème journée française de la Société Internationale pour la Stéréologie, Ecole des Mines de Paris, 6 Février 1992..

L'étude des ergs (massifs dunaires) sahariens était effectuée jusqu'à présent par photo-intéprétation (Clos-Arceud, 1969; Mainguet et Callot, 1978). L'analyse d'images de télédétection vise une cartographie et une paramétrisation automatiques des différentes formes dunaires. Dans les ergs vifs, les méthodes de cartographie par classification multispectrale sont inopérantes. L'état de surface est homogène sur l'ensemble de la scène et les objets ne peuvent être caractérisés que par leur forme ou leur texture. On utilise donc les méthodes de la Morphologie Mathématique (Serra, 1982).

CARTOGRAPHIE DES FORMES DUNAIRES

Dans l'exemple du Grand Erg Occidental (Algérie, 32°N-2°30'E) présenté ici, les formes à cartographier sont les suivantes : de grands dômes de sable grossier sont recouverts par des ensembles (les aklés) de petites dunes vives (les sifs) et sont séparés par des couloirs interdunaires qui sont des aires de déflation à sables grossiers perforées de "chaudrons" (Callot, 1991) (fig.1). Sur les images SPOT panchromatique (fig. 2), les aklés ont une texture caractéristique, contituée par l'alternance de faces éclairées de sifs et d'aires plus sombres. C'est cette texture qui a permis la mise en évidence non seulement des grands dômes, mais également des aires de déflation qui leur sont complémentaires. Son identification sur l'image est à la base de la séquence de cartographie mise au point.

Une transformation *chapeau-haut-de-forme* à partir d'une *ouverture de taille 1* a permis la mise en évidence des sifs. La cartographie des zones de déflation (fig. 4) a ensuite été établie à partir de transformations morphologiques progressives selon la figure 3.

La validation a utilisé la comparaison de la carte, produite par calcul avec celle produite par photo-interprétation. Chaque cartographie est associée à un ensemble de l'espace euclidien et la validation repose sur la mesure de la *différence symétrique Y* entre les deux ensembles X et X' où :

$$Y = (X \cup X') / (X \cap X')$$

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : **B 35353** *ex 1*

Cote : **M 12 AOUT 1992** **P80**

Il s'agit dans notre cas de minimiser la mesure de l'ensemble Y.

Une cartographie des aires de déflation a été effectuée manuellement par zonage d'une image SPOT panchromatique sur une zone test de 900*750 pixels (9*7,5km) correspondant à l'angle supérieur gauche de la figure 3. L'image de la *différence symétrique* entre photo-interprétation et cartographie automatique (fig. 5) montre en blanc les aires photo-interprétées en secteur de déflation et non prises en compte par la cartographie automatique (3,5% de la surface totale); les aires en gris correspondent aux surfaces prises en compte comme zones de déflation par la cartographie automatique et non prises en compte par la photo-interprétation (4,3% de la surface totale). Sur cette image, l'erreur par rapport à la surface de l'image est donc de 7,8%.

ORIENTATION DES ALIGNEMENTS DE DOMES

A une échelle plus réduite, les méthodes de la MM peuvent être utilisées pour mesurer les directions préférentielles des édifices dunaires. Sur une image incrémentée 8 fois, une séquence proche de celle exposée ci-dessus délimite les ensembles de dômes. Elle est ensuite transformée en un *squelette homotopique* à partir d'un réseau hexagonal (Lantuéjoul, 1979) à partir duquel on calcule une rose de direction à 12 branches. Cette opération permet de préciser des orientations difficiles à quantifier sur des édifices aux formes aussi arrondies que les dômes sableux et montre la prépondérance des directions NNW-SSE (fig. 6).

BIBLIOGRAPHIE

- CALLOT Y. (1991). - Le Grand Erg Occidental (Algérie). Histoire d'un massif de dunes. *Science et changements planétaires - Sécheresse*, vol.2, n°1, pp.26-39.
- CLOS-ARCEDEC A. (1969) - Essai d'explication des formes dunaires sahariennes.- Institut Géographique National, Paris, *Etudes de photo-interprétation*, n°4, 66p.
- COSTER M. et CHERMANT J.L. (1985). - *Précis d'Analyses d'Images*. - Ed. du C.N.R.S. Paris, 574p.
- LANTUEJOUL C. (1978). - *Skeletonizations* - Rapport interne du Centre de Géostatistique et de Morphologie Mathématique, Ecole des Mines, Fontainebleau, n°593.
- MAINGUET M. et CALLOT Y. (1978). - L'Erg de Fachi-Bilma (Tchad - Niger). Contribution à la connaissance de la dynamique des ergs et des dunes des zones arides chaudes. - *Mémoires et Documents du C.N.R.S.*, Paris, vol. 18, 184 p.
- MERING C. et JACQUEMINET C. (1987). - An approach of quantitative description of sand hills shapes in the West African Sahel from remote sensing imagery. - I.C.S., Caen, 1987; *Acta Stereologica*, Ljubljana, pp.951-956.
- SERRA J. (1982). - Image Analysis and Mathematical Morphology.- Academic Press, London, 628p.

1/23 22328 2

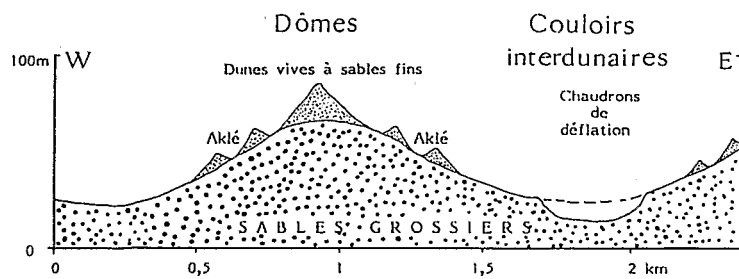


Figure 1 : Coupe Schématique des formes dunaires

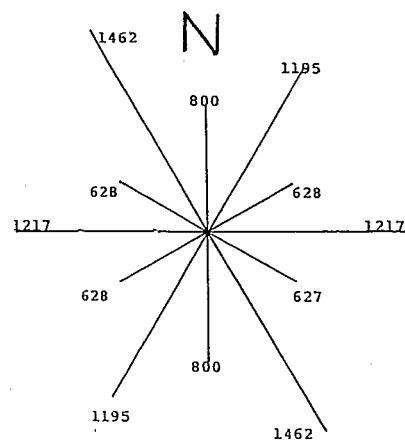


Figure 6 : Rose des directions des dômes

OUVERTURE DE TAILLE 1

CHAPEAU HAUT DE FORME

DILATATION DE TAILLE 2

BINARISATION AVEC SEUIL A 9

EROSION DE TAILLE 2

RECONSTRUCTION

COMPLEMENTATION

EROSION DE TAILLE 2

RECONSTRUCTION

COMPLEMENTATION

DILATATION DE TAILLE 2

*Mise en évidence
des sifs*

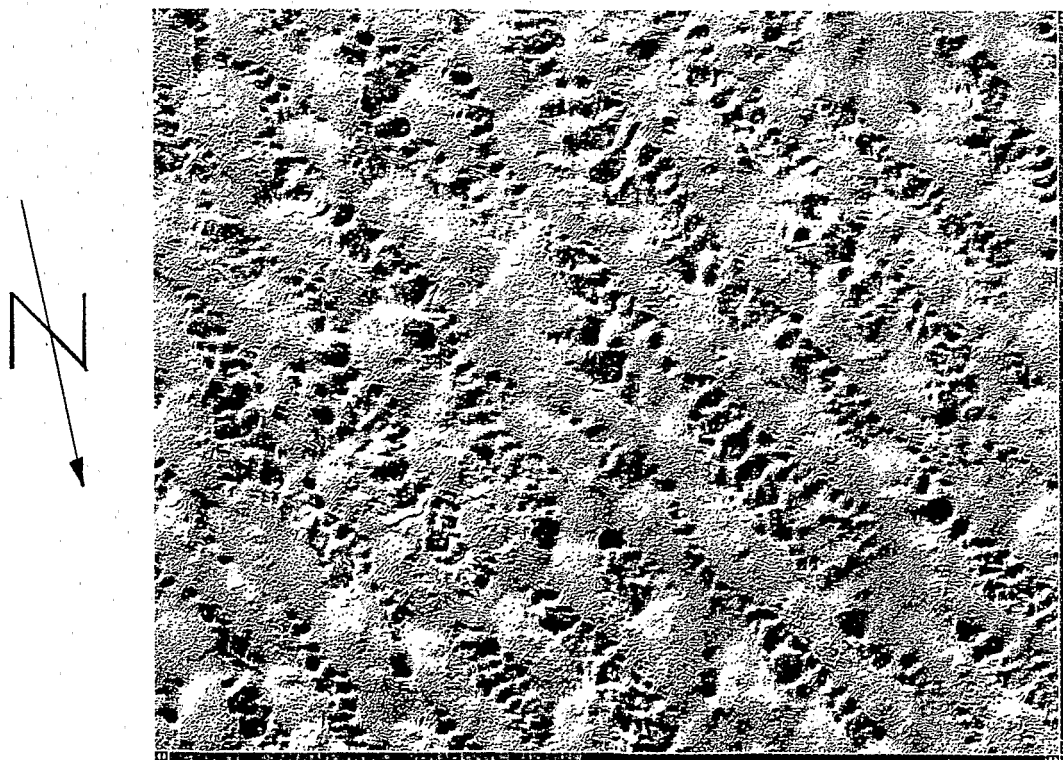
*Identification
des aklés*

*Identification des
aires de déflation*

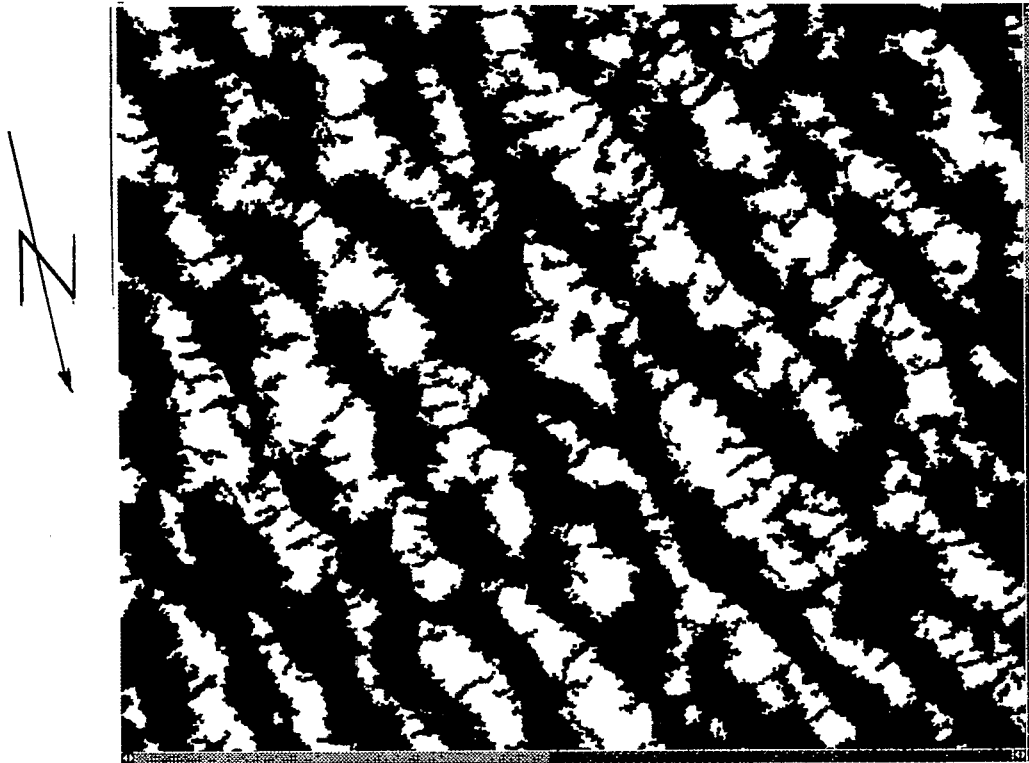
Régularisation des contours

Figure 3 : Séquence de cartographie des aires de déflation

Figure 2 : Image Spot panchromatique



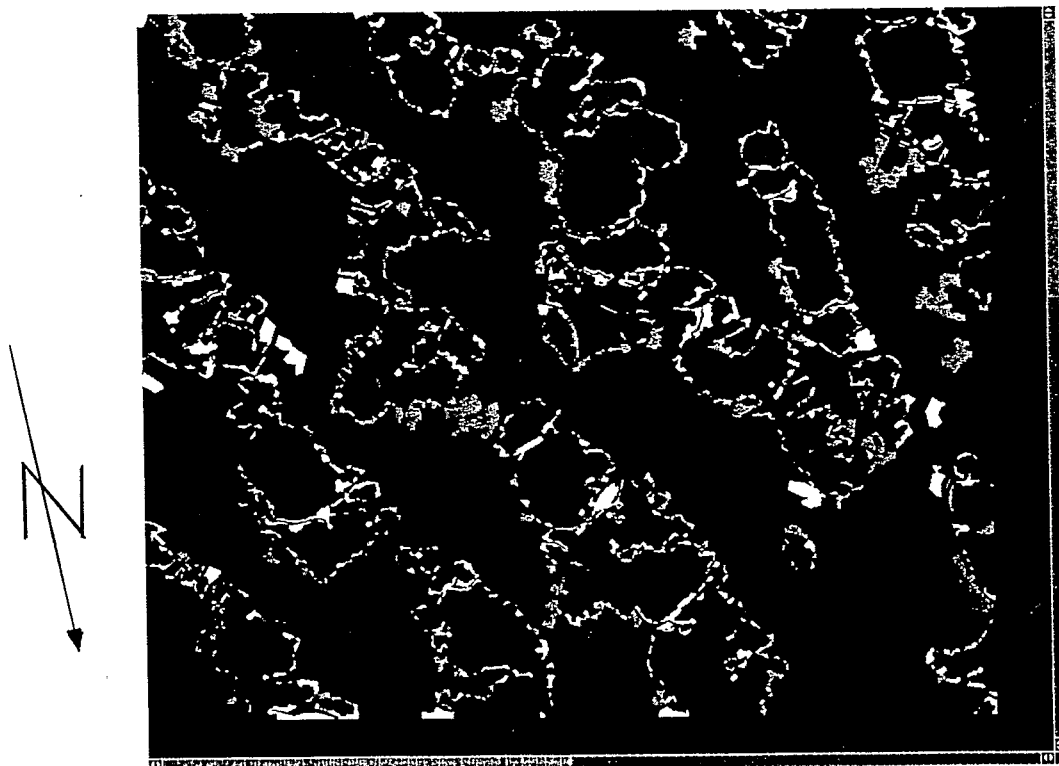
Echelle 1/150 000ème



Echelle 1/150 000ème

Figure 4 : Cartographie automatique des aires de déflation

Figure 5 : différence symétrique entre photo-interprétation et cartographie automatique



Echelle 1/75 000ème