

## Classification des nuages d'eau sur les images Météosat

Mokhtaria Mesri\*, Ali Cheknane, Amel Bey Boumezrag et Mourad Reguigue

Département de Génie Electrique  
Faculté des Sciences et des Sciences de l'Ingénieur  
Université Amar Télidji, Laghouat, Algérie

(reçu le 20 Mai 2010 – accepté le 25 Juin 2010)

**Résumé** - Une méthode de classification automatique des nuages a été expérimentée sur les données Météosat, ancienne génération dans les canaux visible et infrarouge, couvrant la zone: (+47°Nord et +19°Sud, +16°Est et -16°Ouest) correspondant au Nord de l'Algérie et ce pendant le mois d'Avril 1997. Elle utilise quatre paramètres, deux spectraux (visible et infrarouge) et deux spatiaux (variance locale visible et variance locale infrarouge). Cette technique permet d'optimiser considérablement le temps de calcul et de gagner de façon non négligeable en espace mémoire de stockage. Les résultats obtenus sont globalement satisfaisants.

**Abstract** - A method of automatic classification of clouds was tested on older generation Météosat data in visible and infrared channels, covering the area (+47°North and 19°South, 16°East and 16°West) corresponding to northern Algeria, for the month of April 1997, and using four parameters, two ones are spectral (visible and infrared) and two others spatial (visible local variance and infrared local variance). This technique optimizes significantly the computing time and allows reducing the storage memory space too. The results of this classification are found to be in general, satisfactory.

**Mots clés:** Télédétection - Images Météosat haute résolution - Classes de nuages - Ennuagement - Méthodes statistiques.

### 1. INTRODUCTION

Les nuages sont des éléments clés du système climatique. Il est donc essentiel de pouvoir identifier correctement les différents types de nuages dans les modèles climatiques. Il est en effet possible de définir un nombre limité de formes caractéristiques, qui permettent de classer les nuages en différents groupes suivant leurs altitudes, et leurs épaisseurs.

Le problème de la classification des nuages à partir des images satellitaires fut étudié par les scientifiques moyennant un certain nombre de méthodes selon l'objectif de la recherche [5, 6]. Dans la plupart des situations pratiques, la classification visuelle des nuages 'néphanalyse' est faite par des experts à partir des données satellitaires.

Notre étude a pour but de contribuer à l'extraction des différentes classes de nuages présents sur les images satellitaires et d'en visualiser les résultats obtenus. Les résultats de cette classification ont été 'validés' par des néphanalystes expérimentés de l'O.N.M. (Office National de Météorologie).

### 2. METHODOLOGIE ADOPTÉE

La méthodologie développée se base sur un processus comprenant différentes phases, dont la première concerne le prétraitement des données satellitaires. Ceci

\* meradmesri@yahoo.fr ; m.mesri@mail.lagh-univ.dz

consiste à discriminer les zones où il y a présence des nuages de tout autre objet présent sur les images.

Autrement dit, on propose d'optimiser le temps de calcul en réduisant les zones sur lesquelles notre algorithme de classification va s'appliquer en développant une méthode appelée *quantification du nuage* (ou ennuagement). Une deuxième phase de notre étude concerne la description de la méthode adoptée utilisant la quantification du nuage établie en première étape de prétraitement.

Enfin, nous exposerons les résultats obtenus, ainsi que leurs interprétations. Nous mettrons en exergue également les capacités de la présente méthode dans l'optimisation du temps de calcul et de l'espace mémoire de stockage.

### 3. PRESENTATION DES DONNEES UTILISEES

Nous avons utilisé des images haute résolution du satellite européen Météosat, ancienne génération dans les canaux visible et infrarouge (Fig. 1). Ces données représentent une banque d'images prises à midi pendant tout le mois d'avril 1997 couvrant la zone: (+47° Nord et +19° Sud, +16° Est et -16° Ouest) correspondant au nord de l'Algérie.

La méthode utilisée nécessite en effet, l'utilisation d'une séquence d'images prises pour différents jours à la même heure et dans le même canal durant une période suffisamment longue (par exemple, une semaine, un mois, ..., etc.).

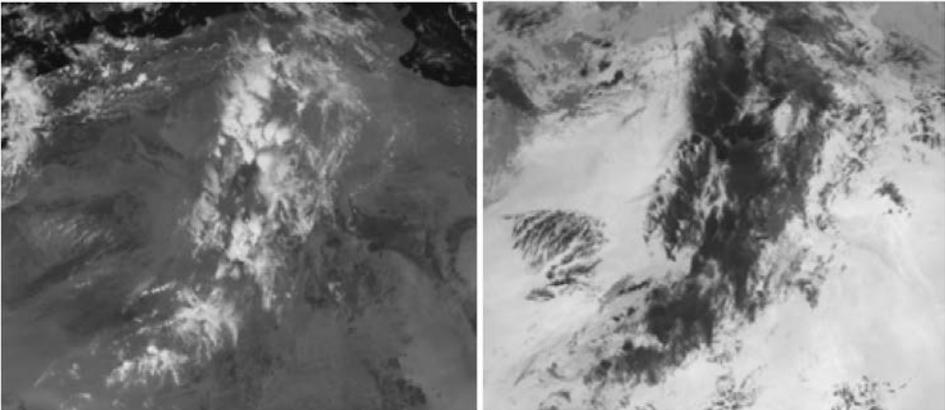


Fig. 1: Données satellitaires utilisées  
à droite, vue prise dans le canal infrarouge,  
à gauche, vue prise dans le canal visible (*ONM, Algérie*)

### 4. PRETRAITEMENT DES DONNEES

Afin de mieux guider la classification des nuages, une première étape de prétraitement s'avère nécessaire. Elle sert à identifier la présence des nuages de tout autre objet sur l'image à classifier. Ceci permet d'établir une représentation quantitative des nuages, appelée 'méthode ennuagement', définie comme étant le taux de recouvrement d'un pixel par les nuages. Elle dépend de la nature du sol et de la couverture nuageuse à l'instant de la prise de vue. Le calcul de l'ennuagement se fait en deux étapes comme suit:

### 1<sup>ère</sup> étape: Elaboration des deux images de référence

Il s'agit des images de brillance minimale et de brillance maximale. L'une représente l'état de ciel clair et l'autre celui de ciel couvert dans le cas du canal visible<sup>†</sup>. Pour ce faire, nous avons pris une séquence d'images prises durant un mois dans le canal visible pour ensuite sélectionner les pixels où la brillance est la plus faible possible et construire l'image ciel clair avec ces pixels. La même procédure est appliquée pour calculer la brillance maximale seulement, dans ce cas – là, on sélectionne les pixels où la brillance est maximale. Cette façon de procéder repose sur le fait que les nuages sont toujours beaucoup plus brillants que les sols et les mers. La figure 2 représente les images que nous avons obtenues avec les pixels de luminances minimale et maximale.

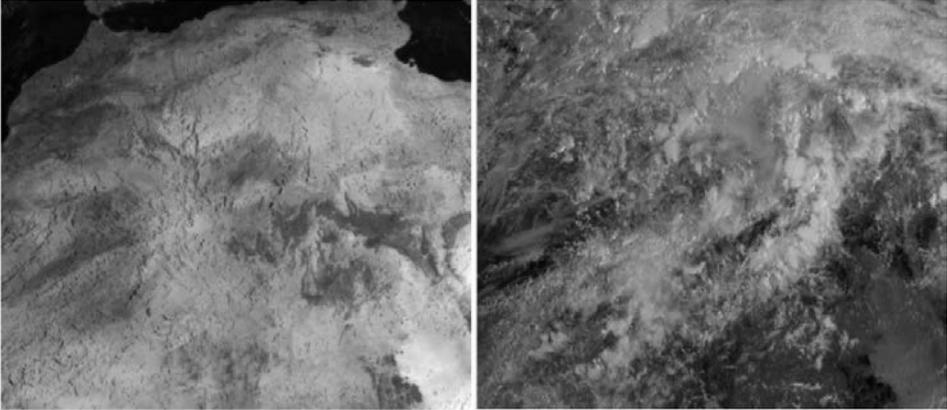


Fig. 1: Données satellitaires utilisées  
à droite, image prise à ciel couvert,  
à gauche, image prise à ciel clair

### 2<sup>ème</sup> Etape: Elaboration de l'image ennuagement

L'image ennuagement est calculée à partir de l'image brute et des deux images de référence, soient l'image à ciel clair et celle à ciel nuageux par l'équation (1).

$$E_N(j, h) = \frac{CN(j, h) - CN_{\min}}{CN_{\max} - CN_{\min}} \quad (1)$$

Avec:  $CN_{\max}$  est la valeur numérique maximale enregistrée pendant tout le mois pour un pixel donné,  $CN_{\min}$  est la valeur numérique minimale enregistrée pendant tout le mois pour le même pixel,  $CN(j, h)$  est la valeur numérique enregistrée pendant le jour  $j$  à l'heure  $h$ ,  $E_N$  est le taux de couverture d'un pixel par les nuages.

Les résultats obtenus sont montrés dans la figure 3.

## 5. DESCRIPTION DE LA METHODE

La méthode appliquée est inspirée du modèle développé par Desbois *et al.* [4], qui a été largement validé et adapté en opérationnel sur l'Europe et dans les régions tempérées.

<sup>†</sup>Pour le canal infrarouge, l'inverse est vrai. L'image de brillance minimale est la référence au ciel couvert et l'image de brillance maximale est la référence du ciel clair

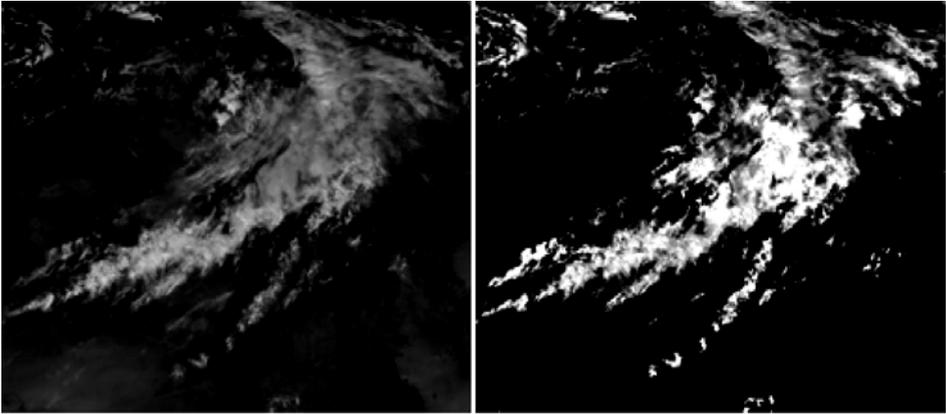
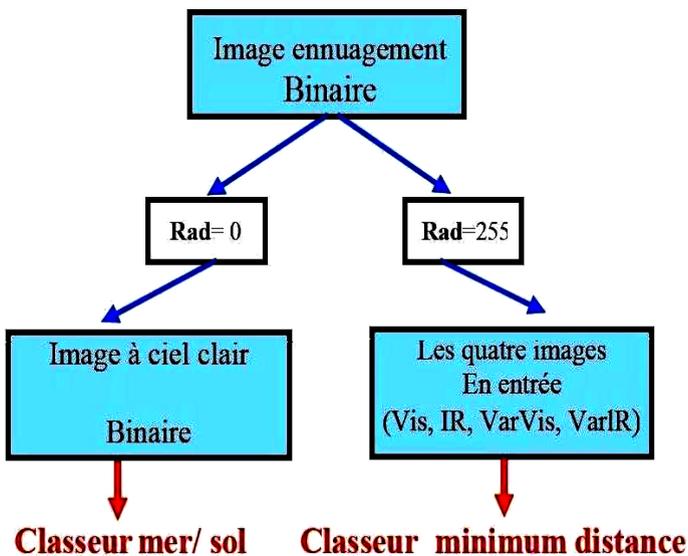


Fig. 3: Données satellitaires utilisées  
à droite, image ennuagement, à gauche, image visible

Ce dernier est basé sur l'examen d'un segment d'image utilisant des propriétés statistiques des radiances visible et infrarouge. L'algorithme de classification, que nous avons adopté dans cette étude est une technique des nuées dynamiques, suivie d'une classification supervisée (minimum de distance).

Cette méthode utilise une combinaison d'informations spectrales, spatiales et temporelles. Chaque pixel d'un segment d'image de jour est représenté par quatre paramètres, deux spectraux (Vis et IR) et deux spatiaux (VarVis et VarIR) où VarVis, VarIR sont respectivement les variances locales des canaux visible et infrarouge.

Ces variances sont calculées sur un pavé de 3 x 3 pixels (que l'on déplace sur toute l'image), centré sur le pixel considéré, ceci pour avoir une bonne représentation des nuages ou de surface dans le segment d'image pour la classification. L'algorithme est appliqué comme montré par la figure 4.



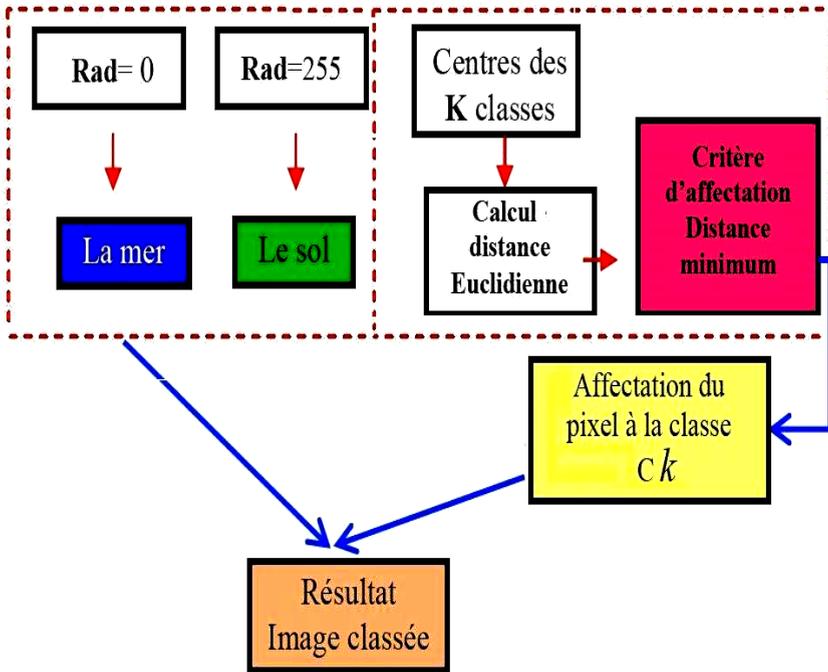


Fig. 4: Les différentes étapes de l'algorithme de classification

Le temps d'exécution est optimisé et ne varie qu'en fonction de l'image ou plus exactement en fonction du volume des nuages présents sur cette dernière.

**Tableau 1:** Comparaison des temps de calcul

Images	Temps d'exécution ( s )
97041324	68.793692
97042924	128.777398

## 6. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats obtenus avec cet algorithme sont intéressants. En effet les pixels ne sont pas traités tous de la même façon. Les distances par rapport aux noyaux ne sont calculées que si l'on décide que ce pixel est considéré comme étant un des types des nuages, alors que si le pixel n'est pas considéré comme tel, il sera affecté directement à sa classe (sol ou mer).

L'introduction des images Ennuagement binaire et ciel clair binaire, justifie son utilité dans la classification. On remarque aussi qu'il y a aussi amélioration du temps d'exécution. Les résultats obtenus sont portés sur les figures 7 et 8, et le **Tableau 1**. Ils sont plutôt probants et encourageants.

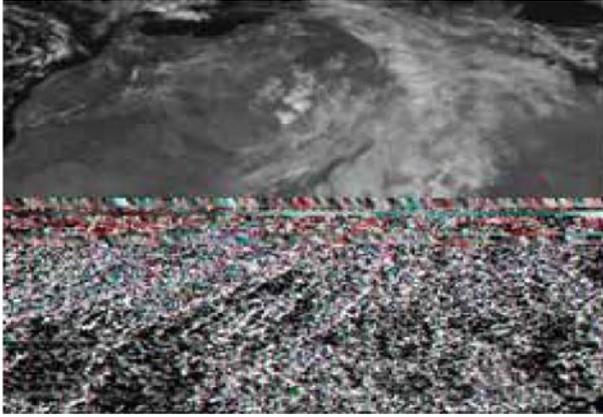


Fig. 5: Image visible à gauche

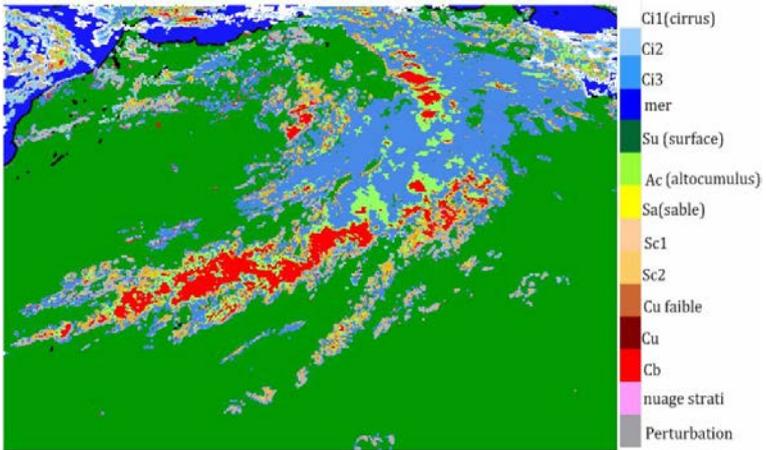


Fig. 6: Résultat de la classification à droite

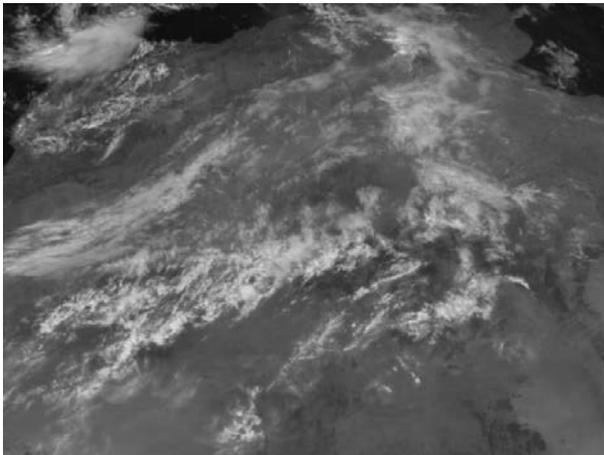


Fig. 7: Image 97042924.Vis

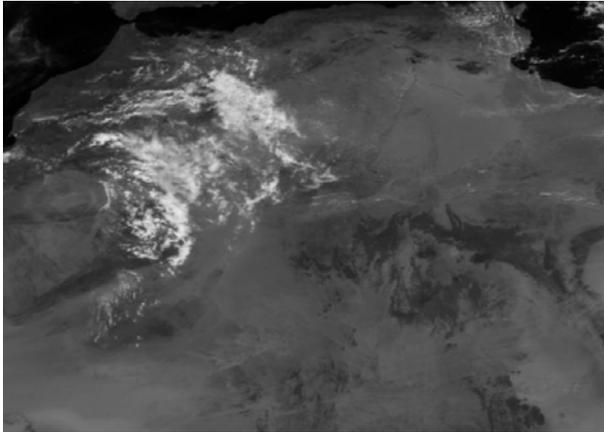


Fig. 8: Image 97041324.VIS<sup>‡</sup>

## 7. CONCLUSION

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à un phénomène naturel aléatoire sur les images satellitaires, particulièrement les images Météosat. Il s'agit de la présence des nuages d'une part, et l'identification de leurs différentes classes d'autre part. En premier, nous avons appliqué une méthode de classification des nuages inspirée du modèle développé par Desbois *et al.* [4].

Les résultats obtenus portaient de la confusion au niveau sol, du fait qu'il possède une signature spectrale similaire à certaines classes des nuages. Afin de remédier à ce problème, on a appliqué la méthode appelée *quantification du nuage (ou ennuagement)*, permettant de séparer les différentes zones (océan, sol et nuages).

Les résultats obtenus par cette approche paraissent plutôt probants, avec une bonne analogie des formes extraites, montrant la zone mer, sol, et les classes des nuages.

Comme toute étude basée sur des résultats pratiques, un nombre de questions est soulevé et pourrait ouvrir des perspectives à la poursuite d'autres travaux. On peut citer certaines d'entre elles:

- A l'étape de brillance, il serait intéressant de tester d'autres méthodes puisqu'il en existe d'autres [3].
- Parfois sur les images satellitaires, apparaissent des phénomènes particuliers qui peuvent se confondre avec des nuages, comme les nuages de poussières. Ici aussi, il serait intéressant de pouvoir les identifier. [1]
- Enfin, il serait bien sûr intéressant de tester cette approche sur des images satellitaires provenant du satellite Météosat Seconde Génération (MSG), voire même d'autres satellites, tels que NOAA.

Les points cités ci-dessus constituent des possibilités d'amélioration des performances de ce que nous avons développé dans la présente étude.

---

<sup>‡</sup> 97042924. VIS est un code d'enregistrement des images correspondant aux champs attributs suivants: AAMMJHH.CC. AA : l'année, MM : le mois, JJ : le jour, HH : l'heure×2, CC : le canal, visible ou infrarouge

**REFERENCES**

- [1] A. Bayoko, S. Konaté, F. Traoré et S. Fongang, '*Détection des Nuages de Poussières sur les Images Satellitaires Météosat et leur Utilisation comme Traceur pour l'Identification des Zones de Déflation des Sols par Erosion Eolienne*', ORSTOM, Paris, pp. 557 – 566, 1996.
- [2] B. Farki, D. Dagherne, B. Guillot, P. Le Borgne and A. Marsoun, '*Classification des Nuages sur l'Afrique à l'Aide de Météosat 4*', Veille Climatique Satellitaire, pp. 54 – 77, 1992.
- [3] N. Drif, A. Adane, Z. Ameer et S. Ameer, '*Construction d'une Image en Ciel Clair Météosat*', Journées d'Animations Scientifiques, JSA'09, AUF, Alger Novembre 2009.
- [4] M. Desbois, G. Seze and G. Szejwach, '*Automatic Classification of Clouds on Météosat Imagery: Application to High-Level Clouds*', Journal of Applied Meteorology, Vol. 21, N°3, pp. 401 – 412, March 1982.
- [5] W.E. Shenk and R. J. Curran, 1973: '*A Multi-Spectral Method for Estimating Cirrus Cloud Top Heights*', Journal of Applied Meteorology, Vol. 12, N°7, pp. 1213 – 1216, 1973.
- [6] E.A. Smith, T.H. Vonder Haar and J. Graffy, '*The impact of GOES satellite data comparison on the estimates of cloud parameters*', Report of a Workshop on Clouds in Climate, NASA Goddard Institute for Space Studies, pp. 192 - 196, 1981.