

METHODES DE SEGMENTATION AUTOMATIQUE D'IMAGE

Mamy RAKOTO-RAVALONTSALAMA

INTRODUCTION

La segmentation automatique d'image est une discipline déjà ancienne, qui date des premiers temps de la robotique. Il ne s'agissait alors que d'extraire et, éventuellement, de reconnaître des formes géométriques simples sur un fond uni.

En télédétection, les premiers efforts ont été axés surtout sur l'automatisation des classifications radiométriques. Avec l'avènement des capteurs à haute résolution (HRV, Thematic Mapper), des petits objets deviennent discernables et mettent en échec les classifications traditionnelles.

Il est donc préférable de regrouper les pixels en régions homogènes ou vérifiant un certain critère (que ce soit radiométrique ou textural), et ensuite de classer les régions obtenues.

I. DEFINITIONS

Soit X une image discrétisée :

Nous appellerons région connexe de X un sous-ensemble de X , noté Y tel que quels que soient x et y appartenant à Y , il existe une suite de pixels connexes conduisant de x à y .

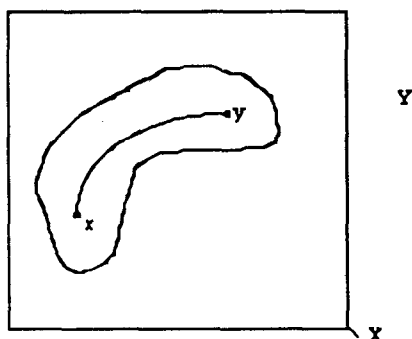


Figure 1 Définition d'une région connexe

Nous appellerons régions connexes adjacentes deux régions Y_1 et Y_2 si et seulement si $Y = Y_1 \cup Y_2$ est connexe.

La connexité choisie ici est la connexité-4.

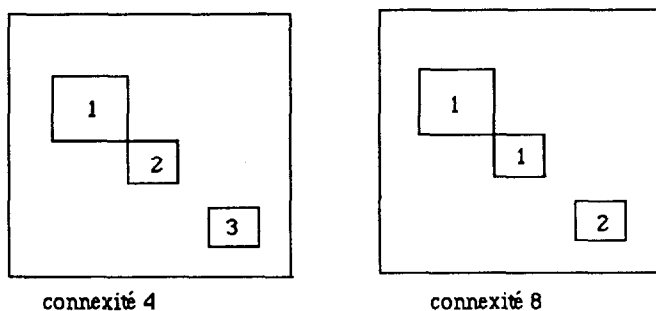


Figure 2 Connexité 4 et Connexité 8

II. PRETRAITEMENT

Il est impensable d'appliquer un algorithme de segmentation automatique sur une image brute (canal original, indice, etc..) sans un traitement préalable. En effet, suivant la complexité de l'image, on arriverait facilement à plusieurs milliers de régions qu'on pourrait difficilement caractériser et on reviendrait au cas des classifications radiométriques comprenant des semis de pixels.

Il convient donc de lisser l'image, mais pas n'importe comment.

Un lissage par la moyenne est simple à réaliser, mais a l'inconvénient de lisser aussi les transitions.

Une alternative est l'utilisation des filtres morphologiques (succession et combinaison d'ouvertures, de fermetures et de filtres médians de différentes tailles). Malheureusement, à un type d' image donné correspond une procédure donnée et la généralisation est difficile.

Il existe d'autres lissages, mais dans la littérature, celui qui est le plus souvent cité est le filtre de NAGAO.

A partir d'un voisinage 5 x 5, on calcule 9 moyennes et 9 variances correspondant au découpage en 8 secteurs et un carré central de 3 x 3.

Le pixel résultant est égal à la moyenne correspondant à la plus faible variance.

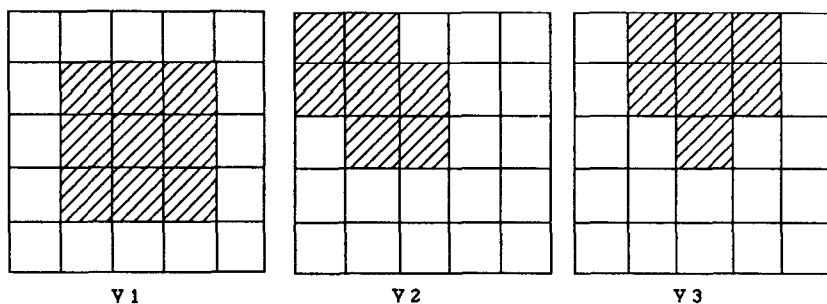


Figure 3 Voisinages pour NAGAO

Le lissage se fait donc dans la direction où la modification est moins visible. C'est pour cela que le filtre de NAGAO est qualifié de lissage avec conservation des contours. (Images 1 et 2 page 257, 258)

On s'aperçoit que le filtre de NAGAO est presque idempotent, c'est-à-dire qu'au bout de quelques itérations, l'image ne se modifie presque plus. (Image 3 page 259)

III. METHODE TOPOLOGIQUE

Elle est basée sur le postulat suivant : tous les pixels de la même zone sont entourés par la même boucle du gradient. Il s'agit donc d'une propriété topologique, qualitative.

Le gradient peut se calculer par l'un des innombrables opérateurs différentiels existants (Sobel, Robinson, etc...).

L'étape suivante est la squelettisation en teintes de gris. Il s'agit d'extraire les lignes de crête en appliquant des amincissements successifs (figure 4) jusqu'à convergence.

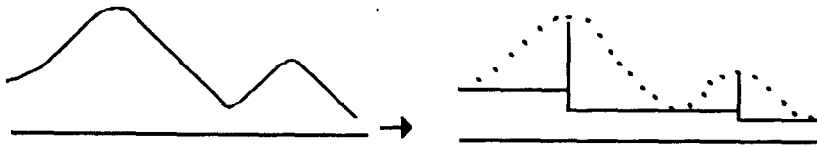


Figure 4 Squelettisation en teinte de gris (vue de profil)

La ligne de crête peut alors être extraite par un chapeau haut-de-forme (figure 5).



Figure 5 Extraction ligne de crête (vue de profil)

Un ébarbulage (figure 6) élimine les lignes qui ne forment pas de boucle.

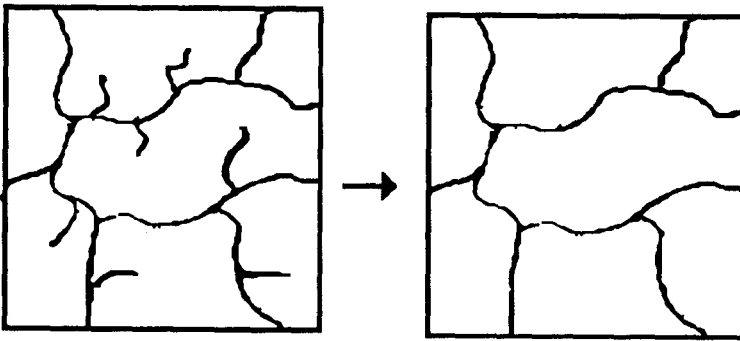


Figure 6 Ebarbulage

Il reste alors à étiqueter le complémentaire du gradient (figure 7).

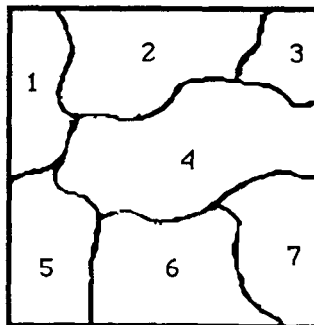


Figure 7 Etiquetage

L'inconvénient de cette méthode est son instabilité. En effet, il suffit qu'il y ait un "trou" dans le gradient pour que deux régions se rejoignent. Il faut donc vérifier avant l'ébarbulage si de telles lacunes existent et les combler.

IV. MÉTHODE FORMELLE

Dans son ouvrage "Structural Pattern Recognition", PAVLIDIS propose une définition formelle de la segmentation et des algorithmes correspondants. La segmentation est basée sur la notion de prédicat, qui est une propriété que doit vérifier chaque région. Soit une région Y, Il existe plusieurs prédicats possibles:

$$P1(Y) : x \in Y, y \in Y, f(x) = f(y)$$

On décompose donc l'image en régions correspondant à des pixels de même valeur. Ce ne peut être qu'une étape avant un regroupement.

$$P2(Y) : x \in Y, y \in Y, |f(x)-f(y)| < s, \text{ où } s \text{ est un seuil donné}$$

Le choix du seuil est évidemment primordial: trop grand, on obtient des régions grossières, trop petit, on obtient trop de régions.

Il existe d'autres prédicats (Ex : variance < s) mais le prédicat P2 est le plus simple à mettre en oeuvre.

Le prédicat étant choisi, la segmentation est définie comme suit:

Soit un ensemble X, une partition $\{X_1, \dots, X_n\}$ est une segmentation pour le prédicat P si:

- $\cup X_i = X$
- Chaque X_i est connexe
- Le prédicat P est vrai pour chaque X_i
- Le prédicat P est faux pour la réunion de deux régions adjacentes

Dans un but de classification, la quatrième propriété n'est pas importante.

La segmentation comprend deux étapes

SPLIT : On part de l'image initiale, que l'on subdivise en carrés élémentaires vérifiant chacun le prédicat P.

L'image doit être carrée et de dimension N, où N est une puissance de 2.

On construit une image des régions de même taille, qu'on initialise à 1.

Tant qu'il existe une région qui ne vérifie pas le prédicat, on la subdivise en 4, et ainsi de suite.

A cette étape, on vérifie donc les propriétés 1, 2 et 3

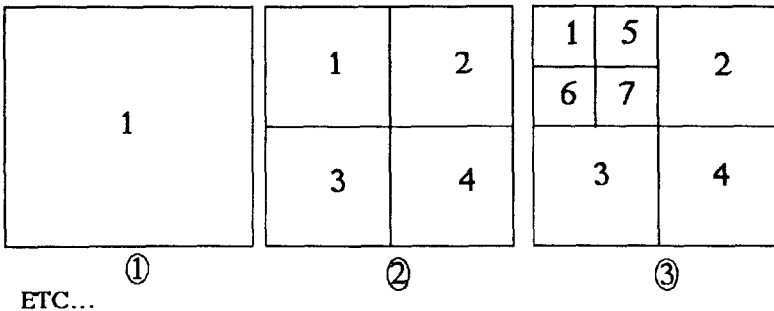


Figure 8 Etapes de SPLIT

MERGE : On part des régions ainsi construites et on vérifie si deux régions adjacentes peuvent être fusionnées ou pas.

Si une segmentation vérifie les quatre propriétés, cela ne veut pas dire qu'elle est unique. En effet, l'ordre dans lequel les régions sont fusionnées détermine la segmentation finale.

V. IMPLEMENTATION DE LA MÉTHODE FORMELLE

L'application à la lettre de l'algorithme ne donne pas des résultats satisfaisants, les régions obtenues étant trop géométriques. Ceci vient du fait que la règle de fusion est trop restrictive. Il convient donc de modifier légèrement cette règle :

"On fusionne deux régions adjacentes si la différence entre leurs moyennes est inférieure à un autre seuil donné".

Cette fusion se fait itérativement : soit SF le seuil de fusion,

- on fusionne les régions adjacentes / différence des moyennes < 1
- on fusionne les régions adjacentes / différence des moyennes < 2
- etc ...
- on fusionne les régions adjacentes / différence des moyennes $< SF$.

On peut aussi passer outre la condition de taille. Il suffit de choisir des nombres de lignes et de colonnes multiples de 8 par exemple, et d'initialiser la segmentation en petits carrés de 8 x 8 au lieu de partir de l'image entière. La dernière étape consiste à remplacer chaque région par sa moyenne. (Image 4 page 260)

CONCLUSION

On peut concevoir une autre méthode qui combinerait les deux méthodes précédentes, c'est-à-dire introduire une condition sur le gradient dans le prédicat.

La méthode formelle peut être utilisée pour une segmentation par la texture, uniquement en utilisant pour prédicat une condition sur un indice de texture, si cet indice peut être calculé sur une région de forme quelconque.

BIBLIOGRAPHIE

T. PAVLIDIS : "Structural Pattern Recognition" Springer-Verlag . Berlin Heidelberg New York 1977

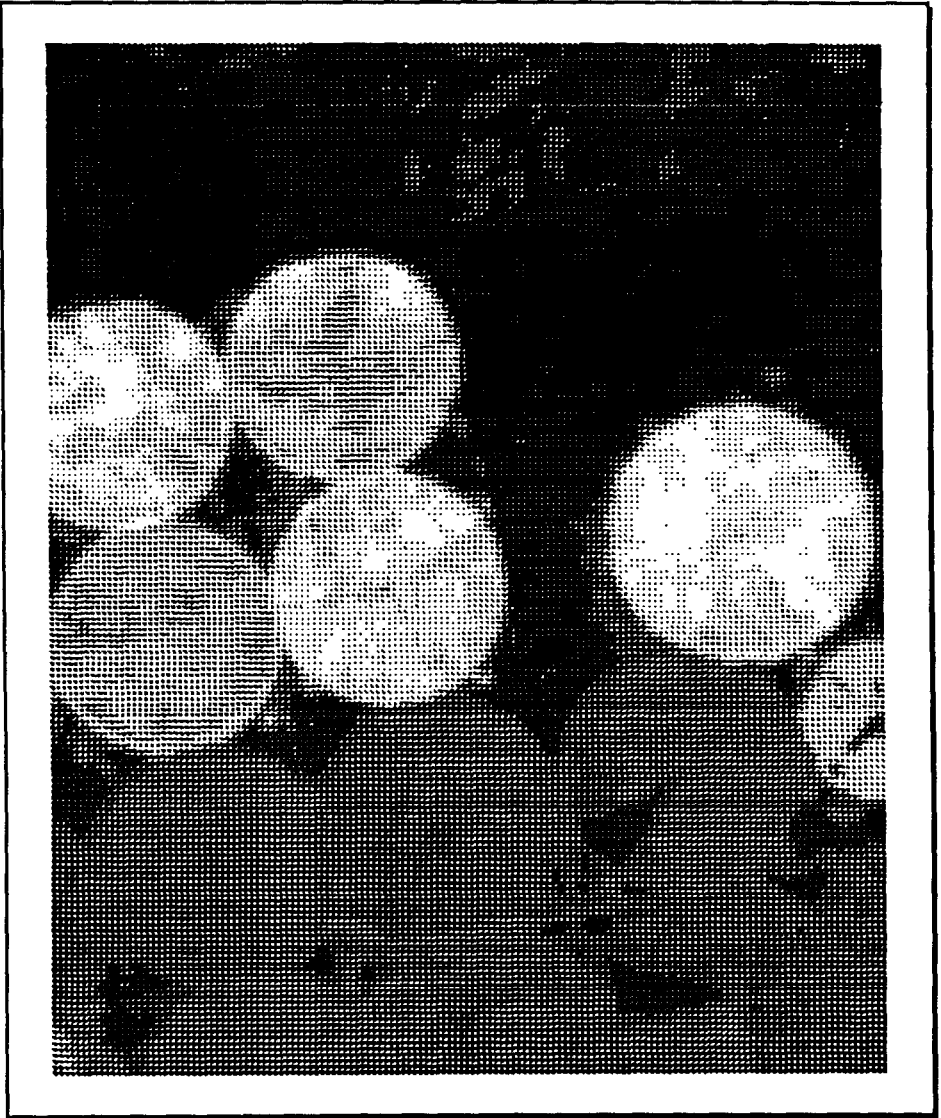


Image 1: Image originale

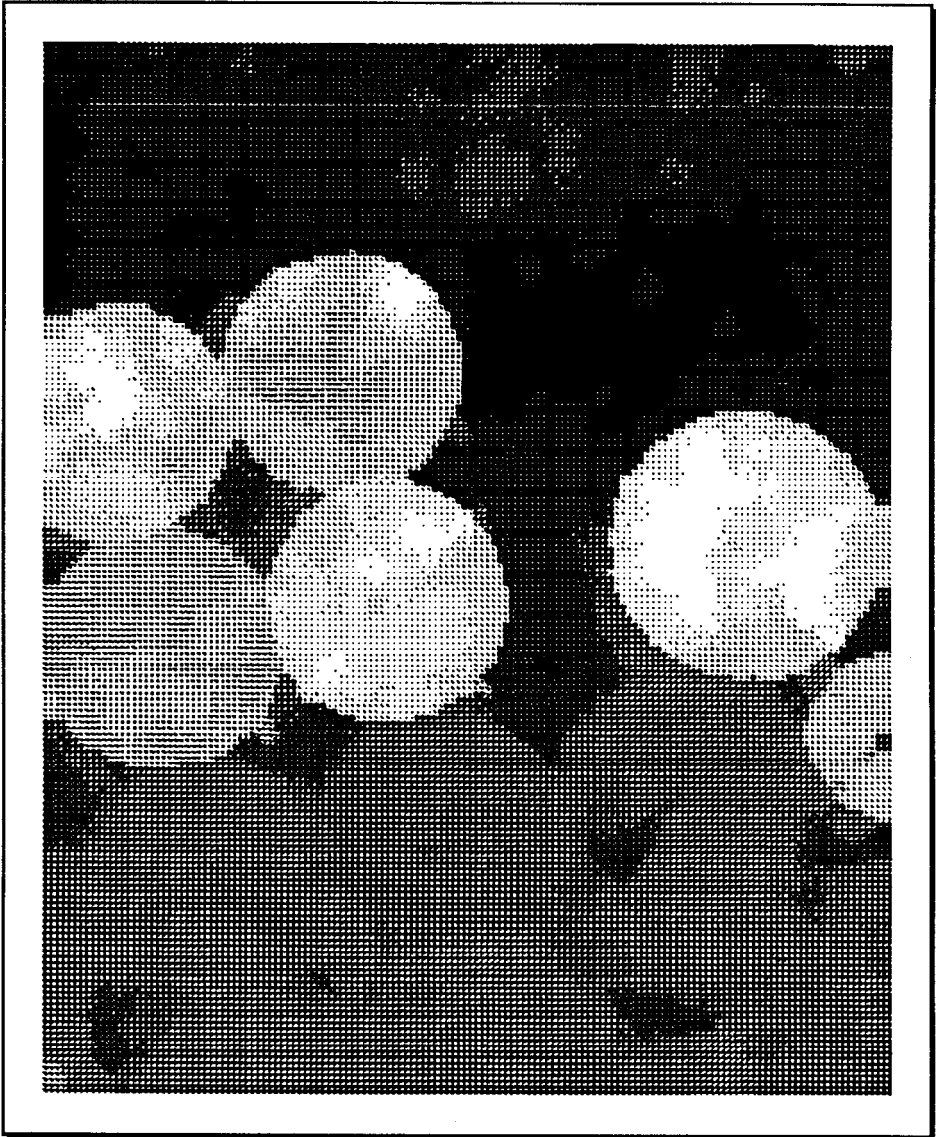


Image 2: Premier passage nagao

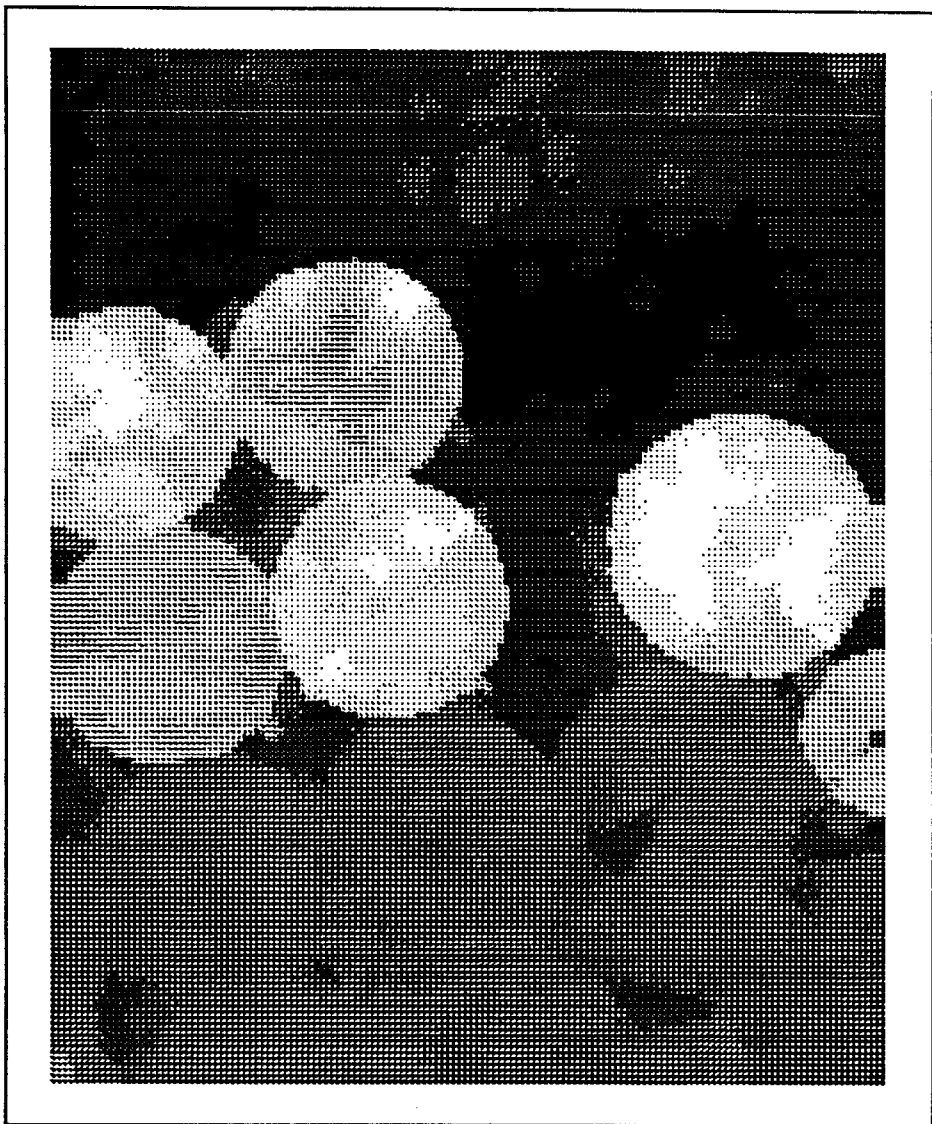


Image 3: Deuxième passage nagao

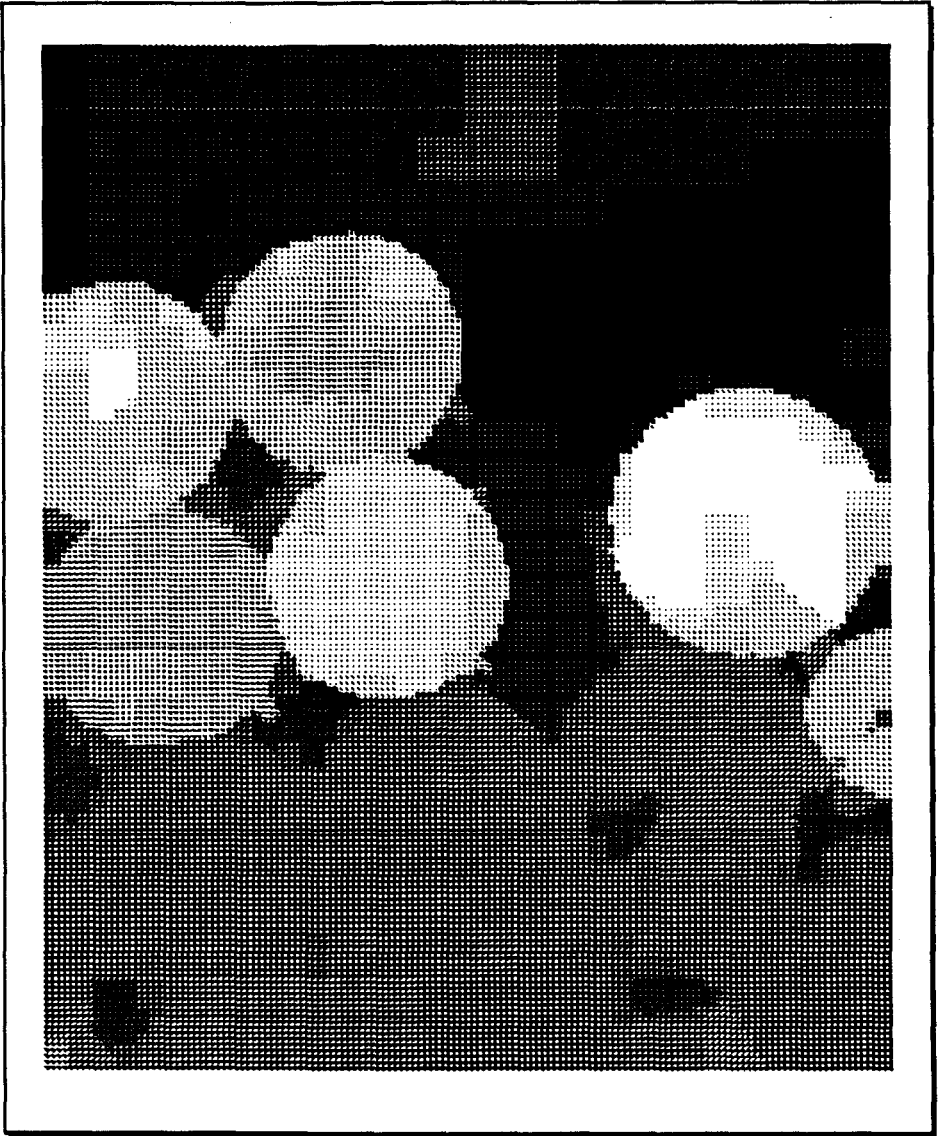


Image 4: Résultat après segmentation et moyennage