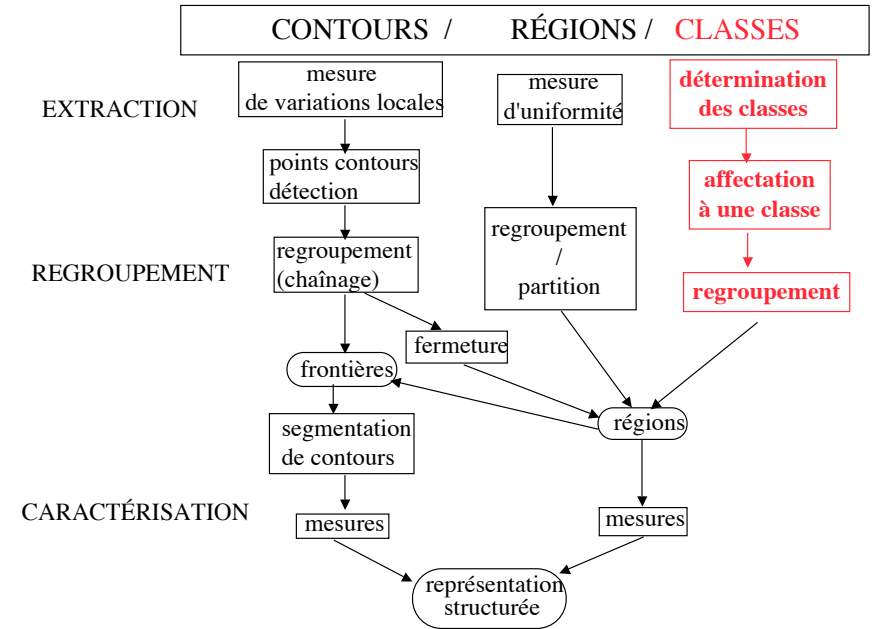
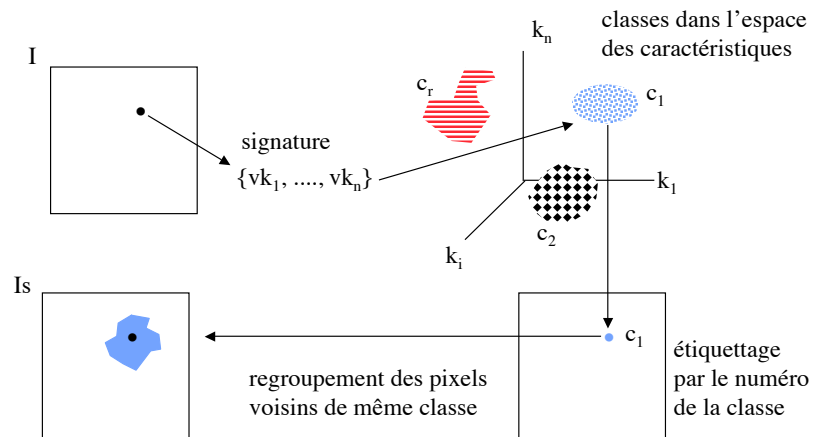


SEGMENTATION

- CONTOURS
- RÉGIONS
- CLASSIFICATION
- RESSEMBLANCE (FUSION / PARTITION)



CLASSIFICATION : forme / fond



SEGMENTATION par CLASSIFICATION

- Modélisation
 - Supervisée / Automatique
 - Exemple de classes, Nombre de classes
 - Paramétrique / non paramétrique
- Classification
- Regroupement

SEGMENTATION par CLASSIFICATION

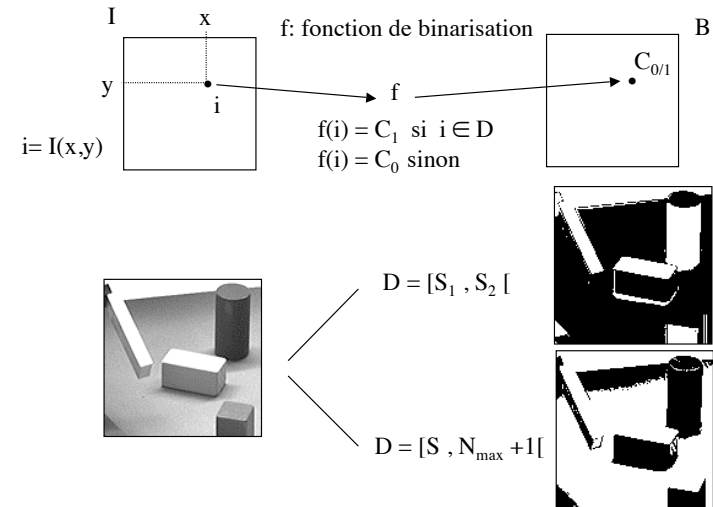
Variantes

- **Caractéristiques utilisées pour la signature**
 - information ponctuelle (radiométrique)
 - niveau de gris
 - réponse multispectrale (ex : canaux en télédétection)
 - couleur
 - information locale
 - radiométrique : moyenne
 - radiométrique + spatiale : texture
- **Méthode de détermination des classes**
 - supervisée ou non,
 - par apprentissage, ...
- **Méthode de classification**

(affectation d'un point à une classe)

BINARISATION : Définition

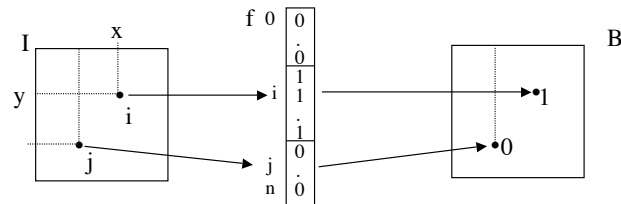
Classification : un seul paramètre : niveau de gris
deux classes C_0 et C_1 , codées 0 et 1 ou 0 et 255



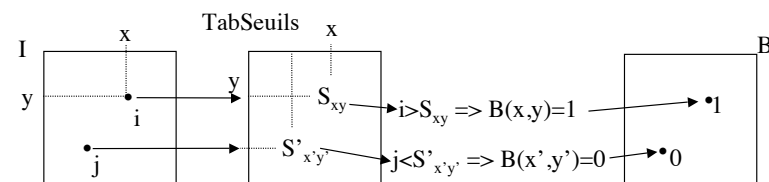
BINARISATION : Domaines

Le domaine D définissant la classe C_1 peut être fixe ou variable.

- **D fixe** = $[S_1, S_2 [$ ou $\cup_i [S_i, S_{i+1} [$ => f peut être tabulée



- **D variable** : f dépend de la valeur et de la position (x, y) du pixel

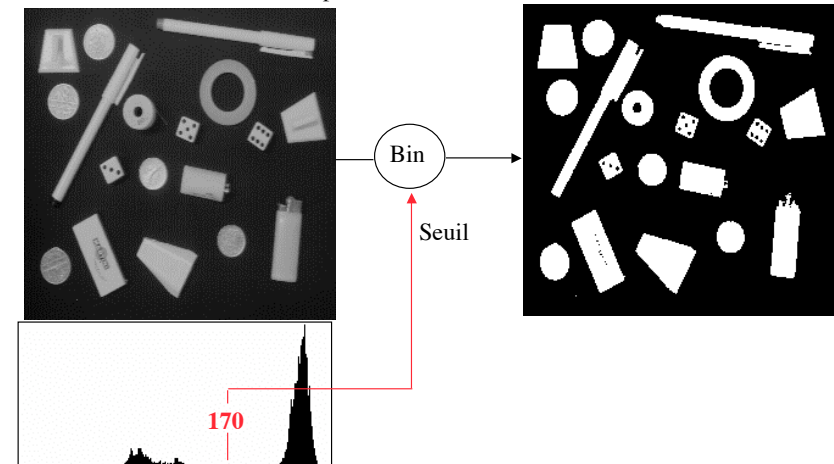


BINARISATION seuil fixe : calcul du seuil

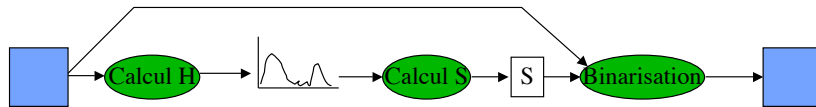
A- Méthodes non-paramétriques

A-1 Méthodes empiriques

L'histogramme comporte 2 modes correspondant aux objets et au fond.
Trouver la zone de séparation entre les deux modes.

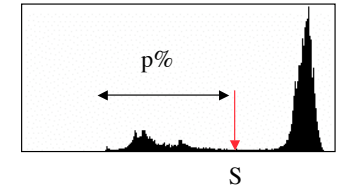


Binarisation : schéma standard



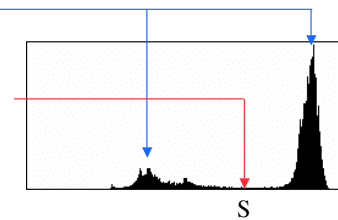
BINARISATION seuil fixe : calcul du seuil

- méthode des **percentiles**
on connaît le pourcentage p de taille objet/fond



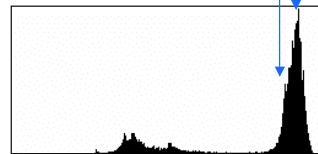
- méthode des **modes**
déterminer les 2 plus forts maxima locaux

déterminer la position du minimum entre ces 2 pics

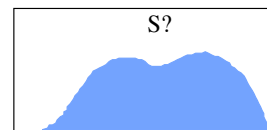


BINARISATION seuil fixe : problèmes de détermination du seuil

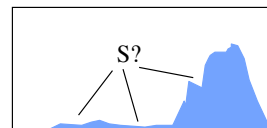
Bruit => erreur sur les 2 plus forts maxima locaux



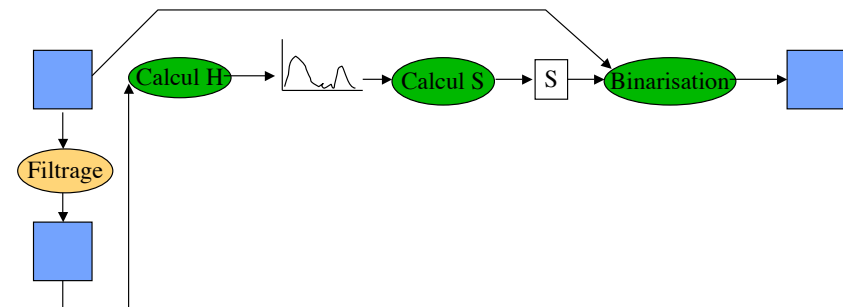
faible contraste entre les 2 populations



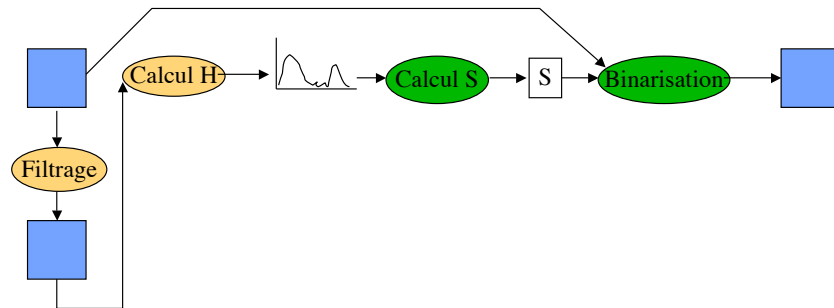
effectifs très inégaux



Binarisation : améliorations

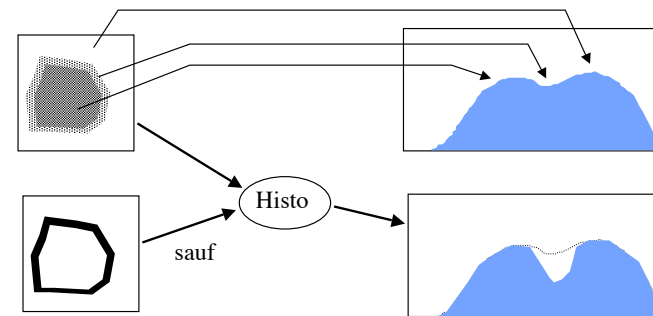


Binarisation : améliorations

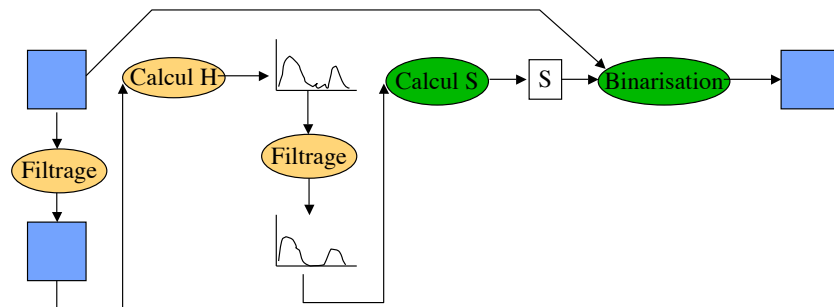


BINARISATION seuil fixe - améliorations : modifier l'histogramme

- Obtenir un histogramme davantage bimodal
- Modifier l'image (lissage)
- Calcul sélectif : on exclut du comptage les points de fort gradient

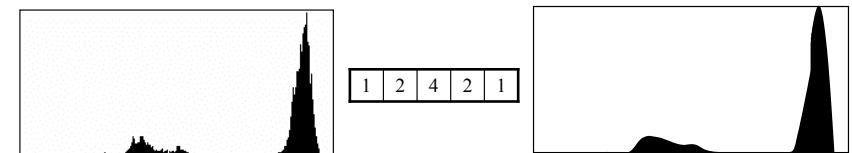


Binarisation : améliorations

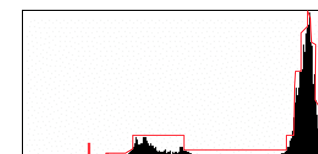


BINARISATION seuil fixe - améliorations : modifier l'histogramme

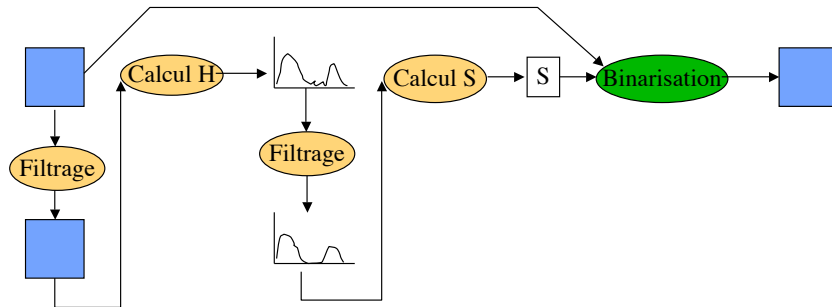
- Filtrage de l'histogramme



fenêtre glissante

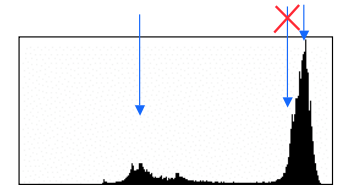


Binarisation : améliorations



BINARISATION seuil fixe - améliorations : modifier le calcul

- Améliorer la méthode de calcul du seuil:
ajouter une contrainte de distance entre maxima



- Calcul par une méthode d'optimisation

BINARISATION seuil fixe - seuillage optimal

A-2 Méthodes optimales

Trouver le seuil qui sépare les 2 populations de façon optimale, pour un critère C donné.

Méthode : pour chaque valeur de seuil S, entre 0 et N_{\max} ,
binariser l'image avec le seuil S,
évaluer une mesure de qualité : C(S).
sélectionner le meilleur seuil : $S^* = \text{Arg Max}(C(S)), S \in [0, N_{\max}]$

Critères

- L'image binarisée doit être la plus fidèle possible à l'original.
=> choisir la binarisation qui conserve des propriétés de l'image initiale :
 - maximiser l'entropie $E = - \sum_i p_i \log(p_i)$ p_i = fréquence du niveau i
 - conserver les valeurs des moments : $\sum_{i=0}^{N_{\max}} p_i i^m = \sum_{j=0}^1 P(C_j) Z_j^m$

où Z_j = valeur affectée à la classe j et $P(C_0) = \sum_{i=0}^S p_i$ = probabilité de la classe C_0

- La population initiale doit être séparée en 2 classes.
=> choisir le seuil qui sépare le mieux les 2 populations :
maximiser la variance inter-classes

Calcul du seuil : maximisation de la variance inter-classes

CalculSeuil (H)

```

Vm = 0; Sm = 0;
pour S = 0 à N
    p0 = 0; m0 = 0;
    pour i = 0 à S
        p0 = p0 + H(i)
        m0 = m0 + i*H(i)
    fin_pour
    m0 = m0/p0
    p1 = 0; m1 = 0
    pour i = S+1 à N
        p1 = p1 + H(i)
        m1 = m1 + i*H(i)
    fin_pour
    m1 = m1/p1

    m = 0
    pour i = 0 à N m = m + i * H(i) fin_pour
    V = p0 * (m0 - m)2 + p1 * (m1 - m)2
    si (V > Vm) alors Vm = V ; Sm = S fin_si
fin_pour
return (Sm)
fin_calculSeuil
    
```

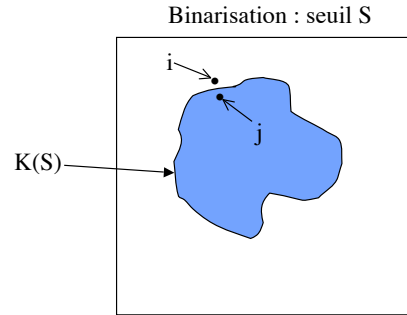
BINARISATION seuil fixe - seuillage optimal

A-2 Méthodes optimales (suite)

Critère

- maximiser le nombre de points contours de fort contraste

$$C(S) = \sum_{(p_1, p_2) \in K(S)} \min(|S - i|, |S - j|)$$



BINARISATION seuil fixe : minimisation de l'erreur

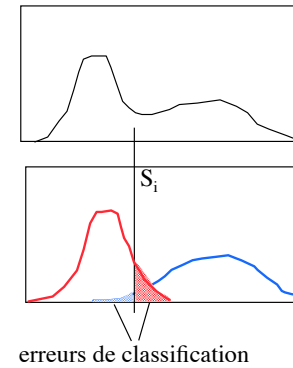
B- Méthodes -paramétriques

L'histogramme est une estimation de la fonction de densité de probabilité du mélange de 2 populations.

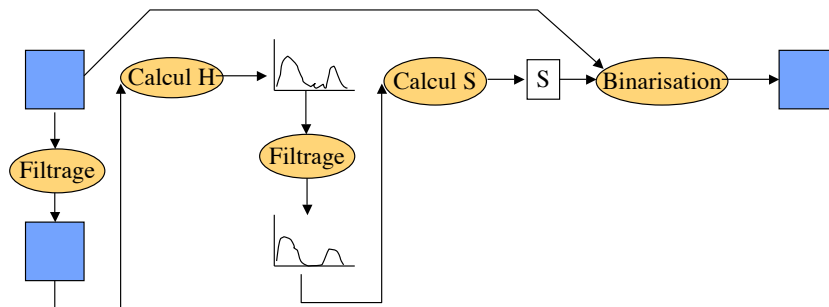
Chaque population est distribuée selon une **loi normale**.

Pour chaque seuil S, on exprime le nombre de pixels mal classés.

On conserve le seuil qui fournit l'erreur minimale.



Binarisation : améliorations



BINARISATION seuil fixe - améliorations : modifier le calcul

- Améliorer le résultat

méthode hystérésis :

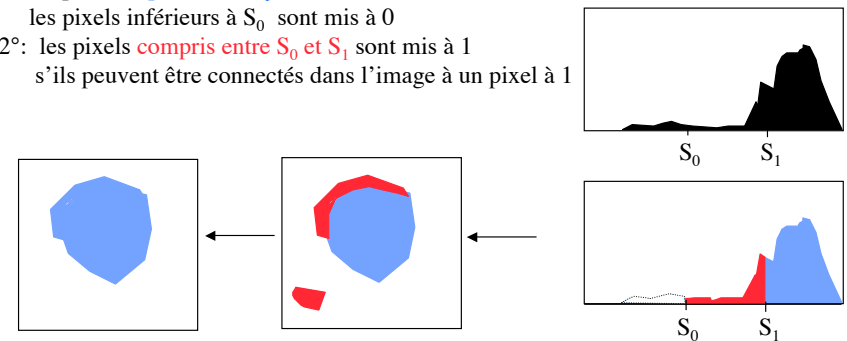
1°: déterminer 2 seuils, S_0 et S_1

les pixels **supérieurs** à S_1 sont mis à 1

les pixels inférieurs à S_0 sont mis à 0

2°: les pixels **compris** entre S_0 et S_1 sont mis à 1

s'ils peuvent être connectés dans l'image à un pixel à 1



BINARISATION seuil variable

Pour prendre en compte la non uniformité de l'éclairage ou des variations du contraste forme/fond quand on parcourt la frontière de l'objet.

Principe : calculer une matrice de seuils.

Trois démarches possibles :

1- Propager des îlots de confiance

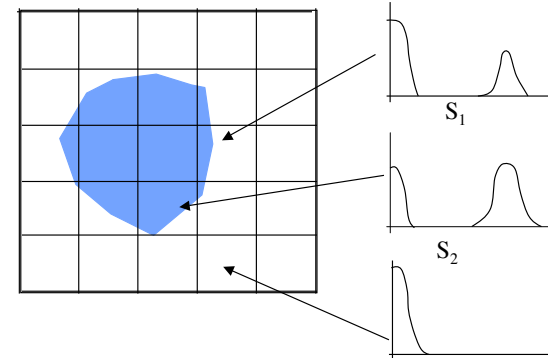
2- Adapter les méthodes "seuil fixe" à des fenêtres recouvrantes

3- Atténuer la composante "éclairage" et exploiter des particularités de l'image traitée (cf exemple suivant : texte).

BINARISATION seuil variable

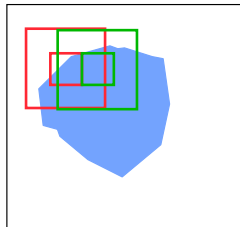
1- Propager des îlots de confiance :

- placer quelques seuils "sûrs"
- ex : - découpage de l'image en fenêtres et calcul du seuil quand la fenêtre est bien bimodale
- calcul des valeurs de l'image correspondant aux contours.
- propager ces seuils par interpolation.



BINARISATION seuil variable

2- Adapter les méthodes "seuil fixe" à des fenêtres recouvrantes



Calcul du seuil sur chaque grande fenêtre
Binarisation de la petite fenêtre

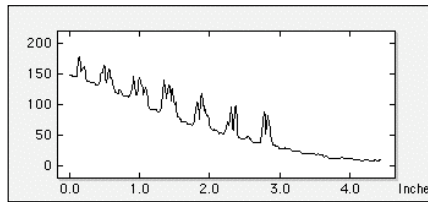
Les petites fenêtres sont jointives.

BINARISATION seuil variable

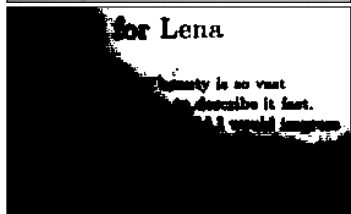
3- Atténuer la composante "éclairage"

et exploiter des particularités de l'image traitée (cf exemple suivant : texte).

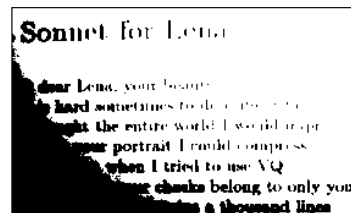
Sonnet for Lena
 O dear Lena, your beauty is so vast
 It is hard sometimes to describe it fast.
 I thought the entire world I would impress
 If only your portrait I could compress.
 Alas! First when I tried to use VQ
 I found that your cheeks belong to only you
 Your silky hair contains a thousand lines



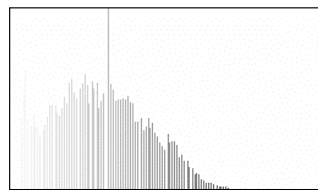
coupe suivant la 2nde diagonale :
 bas-gauche → haut-droit



S=50



S=100



histogramme

Sonnet for Lena
 O dear Lena, your beauty is so vast
 It is hard sometimes to describe it fast.
 I thought the entire world I would impress
 If only your portrait I could compress.
 Alas! First when I tried to use VQ
 I found that your cheeks belong to only you
 Your silky hair contains a thousand lines

lissage

1	1	2	2	2	1	1
1	2	2	4	2	2	1
2	2	4	8	4	2	2
2	4	8	16	8	4	2
2	2	4	8	4	2	2
1	2	2	4	2	2	1
1	1	2	2	2	1	1

Sonnet for Lena
 O dear Lena, your beauty is so vast
 It is hard sometimes to describe it fast.
 I thought the entire world I would impress
 If only your portrait I could compress.
 Alas! First when I tried to use VQ
 I found that your cheeks belong to only you
 Your silky hair contains a thousand lines

Sonnet for Lena
 O dear Lena, your beauty is so vast
 It is hard sometimes to describe it fast.
 I thought the entire world I would impress
 If only your portrait I could compress.
 Alas! First when I tried to use VQ
 I found that your cheeks belong to only you
 Your silky hair contains a thousand lines

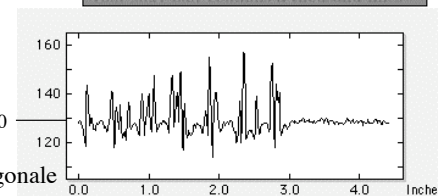
Sonnet for Lena
 O dear Lena, your beauty is so vast
 It is hard sometimes to describe it fast.
 I thought the entire world I would impress
 If only your portrait I could compress.
 Alas! First when I tried to use VQ
 I found that your cheeks belong to only you
 Your silky hair contains a thousand lines

⊖

D

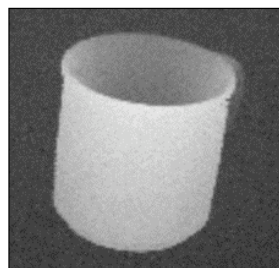
Bin

Seuil



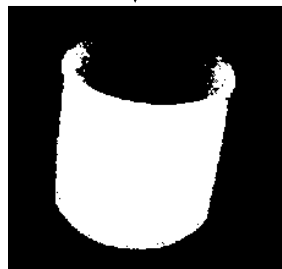
coupe de D suivant la 2nde diagonale

Cas d'images multimodales (>2)



blanc = 0
 noir = 255

seuillage à 117



seuillage à 172

