

# ► Analyse d'images de documents



## Segmentation



# Plan



- **Segmentation de documents**
  - Méthodes descendantes
  - Méthodes ascendantes
- **Extraction de composantes connexes**
- **Extraction de lignes**
  - Lignes de base de mots
  - Lignes d'écriture

# Segmentation en blocs



## ■ Extraire les blocs d'information

742

Biotechnol. Prog. 1998, 14, 742-748

### Displacement Chromatography Using the UNO Continuous Bed Column as a Stationary Phase<sup>1</sup>

Sabine Vogt and Ruth Freitag<sup>2</sup>

Laboratoire de Biotechnologie Cellulaire, Institut de Génie Chimique IV, ETH Lausanne, 1015 Ecublens, Switzerland

Displacement separations of biopolymers are even more restricted in regard to the upper applicable limit of the flow rate than elution chromatographic ones, when conventional columns packed with porous particles are used. Bio-Rad has recently introduced a new column type, the UNO column, which contrary to conventional HPLC columns is not packed with particles but consists of a continuous porous polymer rod. The plate height of this continuous bed column was found to be nearly independent of the flow rate within the investigated range (0.01–4.5 mL/min, 1.56–701.6 cm<sup>3</sup>/h). The strong ion exchanger columns UNO Q1 (7 × 35 mm, 1.3 mL) and UNO Q6 (12 × 53 mm, 5 mL) were investigated as stationary phases for protein displacement chromatography at elevated flow rates. With the UNO column, displacement separations of  $\alpha$ -lactalbumin and  $\beta$ -lactoglobulin (displacer: polyacrylic acid,  $M_n$  5100) were still possible at flow rates that were 1 order of magnitude higher than those applicable to conventional columns of similar dimensions. In fact the flow rate was limited by the necessity to collect the protein-containing fraction fast enough for an adequate monitoring of the separation rather than by a loss in resolution. While the UNO Q1 column did not allow for the full development of the displacement train, 50 mg of protein could be separated using the UNO Q6 column. Recoveries were well over 95% in this case. More than 50% of the  $\alpha$ -lactalbumin was collected in pure and concentrated form (concentration by a factor of 2). The steric mass action model was used to optimize the displacer concentration.

#### Introduction

In displacement chromatography, the components of a given feed mixture are separated into consecutive zones of the pure substances under the influence of an advancing displacer front (Figure 1) (1). Putative advantages of this preparative method compared to preparative elution chromatography include higher throughputs, better recovery yields, and higher product concentration and product purity (2).

Mobile-phase flow rates tend to be 2–10 times lower in displacement chromatography than in elution chromatography carried out under similar conditions, e.g. in regard to column dimensions and particle diameters (3). In isolated cases (4), more elevated flow rates have been successfully used in displacement chromatography; however, this seems to be the exception rather than the rule. In our laboratory, we were never able to go beyond a flow rate of 0.1 mL/min in the case of conventional columns (analytical dimensions) packed with porous particles without losing considerably in resolution (5).

The lower flow rates will not necessarily prevent the displacement approach from being used in preparative protein chromatography, simply because, even though the flow rate may be lower than the one possible in the corresponding elution approach, the throughput can be equivalent or better (6). However, if indeed the increas-

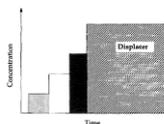


Figure 1. Schematic presentation of the separation of a three-component mixture by displacement chromatography.

ing difficulty to establish a true concentration equilibrium between the stagnant liquid in the stationary phase and the flowing liquid outside, which becomes more and more dominant with increasing flow rate, causes the loss in resolution in displacement chromatography and not, for instance, effects related to the adsorption/desorption reaction, stationary phases which do not show this effect should make a difference in displacement chromatography.

One promising approach was the utilization of the Perfusion phases, where, according to the theory, equilibration is facilitated by the presence of large through-pores. Gerstner et al. claim a displacement separation within seconds using this stationary phase type and flow rates of 4 mL/min (7). However, quite high flow rates

<sup>1</sup> Presented in part at the PREP'98 conference in Washington, DC, June 1998.

<sup>2</sup> Corresponding author (e-mail: ruth.freitag@epfl.ch).

# Segmentation en blocs

## Méthodes descendantes



### ■ Méthodes de lissage

- **Principe** : noircir les espaces blancs sur chaque ligne, de longueur inférieure à un seuil  $S$
- Par ex. la ligne suivante :

0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0

un lissage horizontal avec  $S=4$  donne le résultat suivant :

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

# Segmentation en blocs

## Méthodes descendantes



### ■ Avantages et inconvénients

**1. INTRODUCTION**

The Biological Knowledge Laboratory (Karelle, 1989) focuses on the analysis of research documents, primarily journal articles in the field of bacterial chemotaxis. We are processing a corpus consisting of the 1000 or so documents that have been published in the field since it began in 1965 (Stewart & Dubinaitis, 1987). Our approach is comprehensive in that it starts with image scanning and markup of the documents and proceeds all the way to the building of knowledge frames representing the documents (Guzalek & Smith, 1982). The knowledge frames will then be embedded in a Scholastic Assistant which allows a scientist to navigate through the knowledge base (Guzalek, Paschett, & C...)

Automating this long complex steps is a very which is not yet fully ach of this we have been able to deal of progress on many project by pursuing a program which uses tools developed where possible, e.g. for im and natural language processing tools that are not available, e.g. for diagram understanding. The work is serial in that we solve processing problems in the order encountered, and incremental in that we develop a prototype system to solve problems to approximation their level of solution.

The research areas we are broad range of techniques, can use techniques, or other subscripts, etc.) representation of scientific knowledge and reasoning.

In developing our systems we are attempting to incorporate standardized languages, systems and formats wherever possible to ensure that...

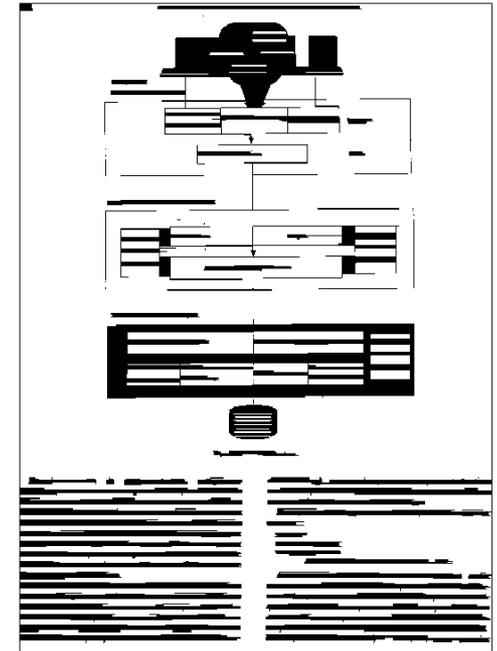
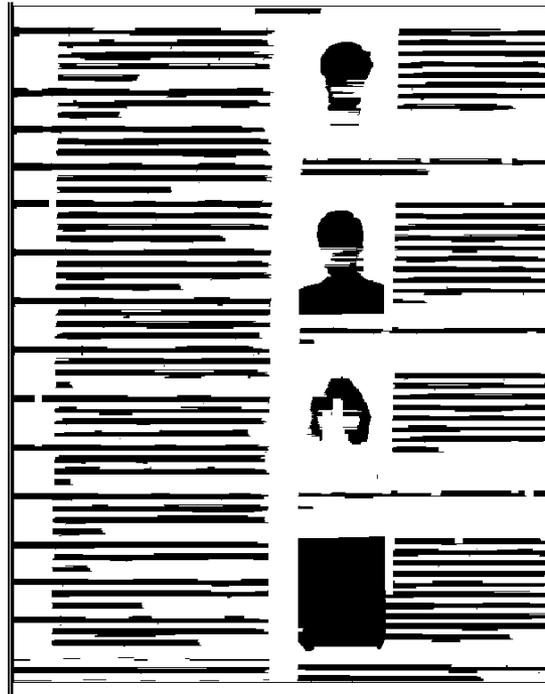
...is being done on Symbolics...

...presents overviews of eight we are doing research and It concentrates on what ved but also describes the we have as well as our plans and goals for future work.

**2. CORPUS ACQUISITION AND TAGGING**

...about 70% of each article remaining 30% consists of diagrams, photographs, equations, The corpus l vocabulary and some apply. Our first goal is to s into electronic form ture extends over 25 is available in that form

...the conversion of these highly technical documents into electronic form is a



# Segmentation en blocs

## Méthodes descendantes



- Méthodes de lissage : Le RLSA [Won82]
  - Principe : ce lissage est appliqué horizontalement et verticalement sur l'image, produisant deux images
  - Un « et » logique est appliqué sur ces deux images produisant une image lissée ou image des composantes connexes



Condition	Symbol	Operation
+	+	addition
-	-	subtraction
*	*	multiplication
/	/	division
^	^	power
√	√	square root
⊗	⊗	convolution
⊙	⊙	element-wise multiplication
⊘	⊘	element-wise division
⊕	⊕	bitwise OR
⊖	⊖	bitwise AND
⊗	⊗	bitwise XOR
⊘	⊘	bitwise NOT

Figure 10. Parameterization.

$f(x, y)$  when  $(x, y) = (0, 0)$  is  $f(0, 0)$ . The transformation  $T$  depends on an arbitrary threshold  $\tau$  which represents the maximum amount of dark pixels in the neighborhood. For instance, the binary image  $f$  in the first presentation type of Fig. 10 is defined by  $f(x, y) = 1$  if  $(x, y) \in S$ , and  $f(x, y) = 0$  otherwise. This kind of presentation type allows the choice of the threshold  $\tau$ .

Figure 10. Parameterization.

Table 10. Parameterization (see the possible data of the CHESSAR database).

Table 10. Parameterization (see the possible data of the CHESSAR database).

Table 10. Parameterization (see the possible data of the CHESSAR database).



Lissage horizontal



Lissage vertical



RLSA

Image originale

# Segmentation en blocs

## Méthodes descendantes

- Méthodes de lissage : Le RLSA [Won82]
  - Autres exemples



# Segmentation en blocs

## Méthodes descendantes

### ■ Méthodes de projection

- Fondées sur la présentation du texte sous forme de lignes parallèles et régulièrement espacées

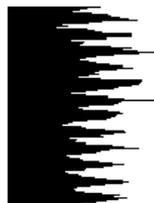


### « ON INVENTE DANS SA LANGUE »

Bernard Cassen, journaliste du « Monde diplomatique » et professeur à l'université de Paris-VIII (Vincennes-Saint-Denis), a été directeur de la Mission interministérielle de l'Information scientifique et technique (MIDIST) entre 1981 et 1985.

culturelle. On invente dans sa langue, qui est une vision et une structuration spécifiques du monde. Quand on écrit la science dans une langue étrangère, on plie ses connaissances à cette langue et, du même coup, on les appauvrit. Et puis, ce sont les contributeurs français qui permettent le développement de la science française. Ils ont droit, en retour, à une diffusion de ses résultats dans leur langue.

étudiants français lisent beaucoup moins que leurs camarades étrangers. Résultat, les ouvrages ont de faibles tirages, ils sont donc coûteux... et on les achète peu ! Mais cette explication n'est pas la seule. En France, les livres ne sont pas valorisants, écrire un manuel ne sera jamais autant considéré dans l'évaluation des travaux d'un chercheur qu'écrire un article pointu dans une revue connue. C'est pourquoi un tel acte difficile, qui demande une



chemotaxis. We are processing a corpus consisting of the 1000 or so documents that have been published in the field since it began in 1965 (Stewart & Dahlquist, 1987). Our approach is comprehensive in that it starts with image scanning and markup of the documents and proceeds all the way to the building of knowledge frames



In developing our systems we are attempting to incorporate standardized languages, systems and formats wherever possible to ensure the long-term viability of the project. This includes the use of the Standard Generalized Markup Language (SGML), Common Lisp (CL), the Common Lisp Object System (CLOS) and the emerging



comprehensive in that it starts with image scanning and markup of the documents and proceeds all the way to the building of knowledge frames representing the documents (Buttrick & Smith, 1982). The knowledge frames will then be embedded in a Scientist's Assistant which allows a scientist to navigate through the knowledge base (Buttrick, Pescitelli & Gauch, 1991b). Automating this long sequence of complex steps is a very ambitious goal

term viability of the project. This includes the use of the Standard Generalized Markup Language (SGML), Common Lisp (CL), the Common Lisp Object System (CLOS) and the emerging standard of the Common Lisp Interface Manager (CLIM). (There is not yet a database or persistent object standard that is integrated into CL.) The target operating systems are ultimately Unix and the Macintosh operating system, but for efficiency and flexibility most of our

# Segmentation en blocs

## Méthodes descendantes

### ■ Méthodes de projection

#### – Autres exemples



Une qualité d'affichage exceptionnelle : le ProphetView 720 de Guillemot est un écran plat LCD de 15" disposant du temps de réponse le plus bas existant : moins de 30 ms ! Il est donc parfait pour les applications multimédia et les jeux vous est proposé à **3 890 F** seulement !

---

Une solution DDR ultra-performante pour votre Athlon et à prix très doux : la carte DEFI AK76-SN, équipée du performant chipset AMD760, est disponible pour **860 F** seulement !



Fini les cassettes à rembobiner, fini les CD à changer. Avec le mStation, vous disposez de 10 Go (ou plus) de fichiers MP3 dans votre voiture, soit plus de 160 heures de musique non stop.

---

La carte dont tout le monde parle : la 3D Prophet 4500 de Guillemot est disponible et **en stock** ! Equipée du chipset Kyro II, elle offre des performances incroyables dans les plus hautes résolutions et en 32 bits/pixel.



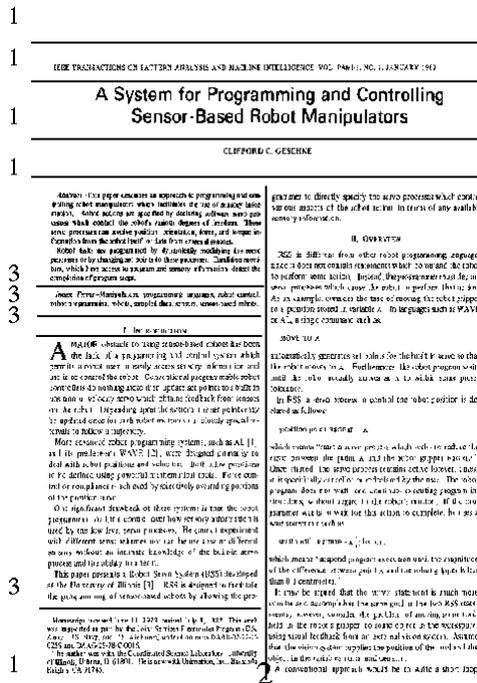
# Segmentation en blocs

## Méthodes descendantes

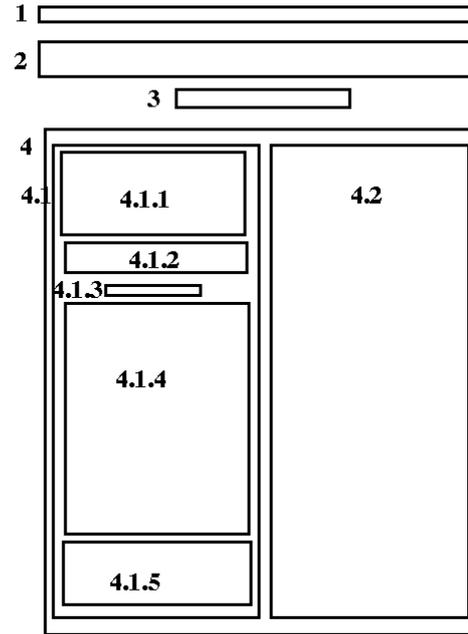


### ■ La méthode XY-Cut [Zen 85]

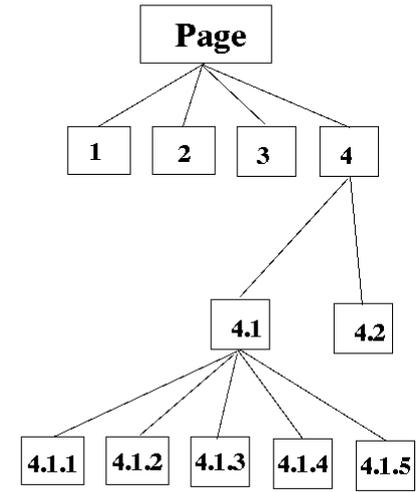
- Consiste à projeter récursivement et alternativement l'image du texte en x et en y



(a)



(b)



(c)



# Matlab



- **Tester l'application : AmineRLSA-XYCUT**
  - Modifier les seuils
  - Introduire de nouvelles images
  - Compléter l'interface par d'autres techniques de segmentation
- **Tester l'application : ExtractBlocs**

# Segmentation en blocs

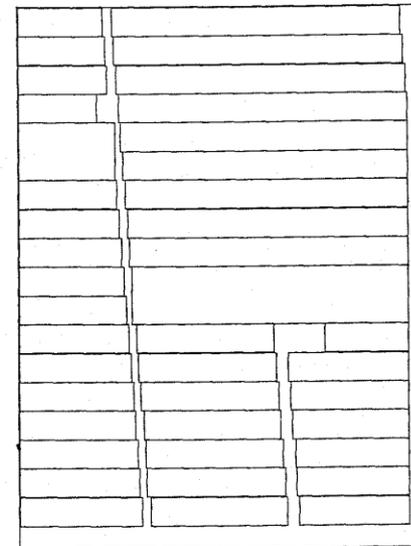
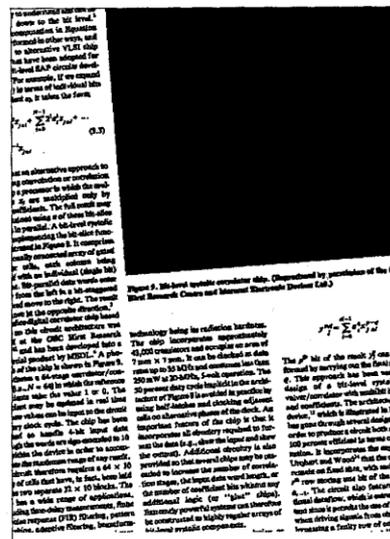
## Méthodes descendantes

### ■ Plages blanches [Pavlidis et Zhou 92]

– Projections par bandes et formation continue des plages

– Problèmes :

- Extraction des plages
- Synchronisation des plages : continuité Fixation des seuils pour abandon ou poursuite



# Segmentation en blocs

## Méthodes descendantes



### ■ Pavage [Antonacopoulos 94]

- Lissage vertical pour noircir les zones informatives
- Utilise des carreaux de différentes tailles pour couvrir le fond de l'image
- Extraction des bords des carreaux coïncidant avec les bords des zones noircies



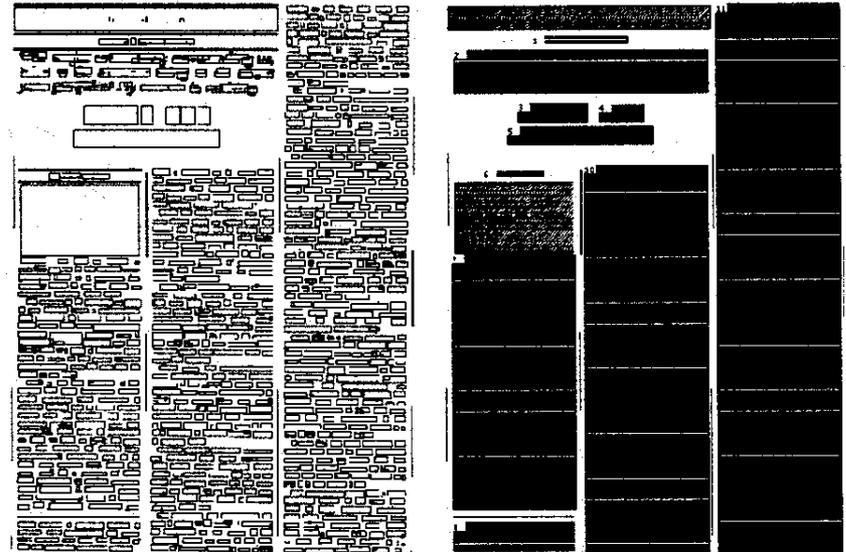
# Segmentation en blocs

## Méthodes ascendantes



### ■ Principe

- Analyse des composantes connexes
- Fusion des ccx en éléments de plus en plus importants
- Propriétés utilisées pour la fusion sont soit connues a priori ou déduites directement à partir de calculs statistiques sur les espacements de l'image





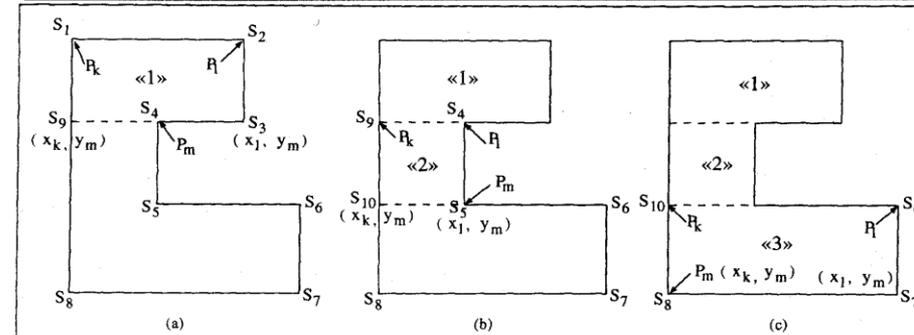
# Segmentation en blocs

## Méthodes ascendantes



- Algorithme PTR de Courley et Green [Courley 83]
- Principe : recherche du premier rectangle et isolement :
  - 1. Étude des sommets  $S_1, S_2, P_3$
  - 2. Étude des sommets  $S_9, S_4, S_5$
  - 3. Étude des sommets  $S_6, S_7, S_8$
- Illustration de l'algorithme PTR

1. Construire un tableau de sommets,  $S$ , du polygone
2. Chercher le sommet,  $P_k = (x_k, y_k)$ , le plus à gauche parmi ceux les plus bas dans  $S$
3. Chercher le sommet,  $P_l = (x_l, y_l)$ , le plus à gauche autre que  $P_k$  parmi ceux les plus bas dans  $S$  ( $y_l = y_k$ )
4. Chercher le sommet,  $P_m = (x_m, y_m)$ , le plus à gauche parmi ceux les plus bas dans  $S$  ayant leur coordonnée «y» supérieure à  $y_k$  et leur coordonnée «x» dans l'intervalle ( $x_k \leq x_m \leq x_l$ )
5. Le rectangle courant est  $x_{min} = x_k, y_{min} = y_k, x_{max} = x_l, y_{max} = y_m$
6. Enlever  $P_k$  et  $P_l$  de  $S$ .
7. Si les points  $(x_k, y_m)$  et  $(x_l, y_m)$  appartiennent à  $S$ , les enlever de  $S$ , sinon les ajouter dans  $S$
8. Si  $S$  est vide arrêter, sinon aller à l'étape 2.



# Segmentation en blocs

## Méthodes ascendantes



### Traitement des blocs polygonaux

<p>If your favorite beach seems a little more crowded this summer, there's a good chance that it's not because there are more sunbathers out on the sand. Blame the beach itself. All along the American coastline, from Cape Cod to the Gulf Coast and up into California, U.S. shorefront property is turning into one big wading pool as beaches erode into the sea, in places by as much as 60 feet a year. An ever-optimistic band of engineers and geologists are trying everything from patty hair suspended in the surf to great concrete barriers sunk just offshore to mitigate the erosion. "We've drawn a trillion-dollar line in the sand across which we don't want the sea to pass," says Stephen Leatherman, director of the Laboratory for Coastal Research at the University of Maryland. But despite all these efforts, he admits, "There's good scientific consensus that we're doing it wrong."</p> <p>Erosion is as natural as the tides. During winter storms, high-energy waves carry sand out to sea from high up on the beach. Gentler summer waves only bring sand up onto the beach but do not have the powerful backwash to cart it away. Powerful currents complicate the picture, carrying sand parallel to</p>	<p>If your favorite beach seems a little more crowded this summer, there's a good chance that it's not because there are more sunbathers out on the sand. Blame the beach itself. All along the American coastline, from Cape Cod to the Gulf Coast and up into California, U.S. shorefront property is turning into one big wading pool as beaches erode into the sea, in places by as much as 60 feet a year. An ever-optimistic band of engineers and geologists are trying everything from patty hair suspended in the surf to great concrete barriers sunk just offshore to mitigate the erosion. "We've drawn a trillion-dollar line in the sand across which we don't want the sea to pass," says Stephen Leatherman, director of the Laboratory for Coastal Research at the University of Maryland. But despite all these efforts, he admits, "There's good scientific consensus that we're doing it wrong."</p> <p>Erosion is as natural as the tides. During winter storms, high-energy waves carry sand out to sea from high up on the beach. Gentler summer waves only bring sand up onto the beach but do not have the powerful backwash to cart it away. Powerful currents complicate the picture, carrying sand parallel to</p>	<p>If your favorite beach seems a little more crowded this summer, there's a good chance that it's not because there are more sunbathers out on the sand. Blame the beach itself. All along the American coastline, from Cape Cod to the Gulf Coast and up into California, U.S. shorefront property is turning into one big wading pool as beaches erode into the sea, in places by as much as 60 feet a year. An ever-optimistic band of engineers and geologists are trying everything from patty hair suspended in the surf to great concrete barriers sunk just offshore to mitigate the erosion. "We've drawn a trillion-dollar line in the sand across which we don't want the sea to pass," says Stephen Leatherman, director of the Laboratory for Coastal Research at the University of Maryland. But despite all these efforts, he admits, "There's good scientific consensus that we're doing it wrong."</p> <p>Erosion is as natural as the tides. During winter storms, high-energy waves carry sand out to sea from high up on the beach. Gentler summer waves only bring sand up onto the beach but do not have the powerful backwash to cart it away. Powerful currents complicate the picture, carrying sand parallel to</p>
(a)	(b)	(c)

# Techniques de classification

## Principe



*A. Batomo et al. / Agriculture, Ecosystems and Environment 71 (1998) 19–33*

**Table 2**  
Percentage of soil fertility decline over 50 years in farmers' fields under continuous cultivation in the savanna zones of Nigeria

Zone	Exchangeable cations			pH
	Ca	Mg	K	
Sudan	21	32.0	25.0	4.0
Northern Guinea	18.6	26.8	33.0	3.8
Southern Guinea	46.0	50.6	50.0	10.0

Source: Adapted from Balasubramanian et al. (1984).

organic matter than to clay, indicating that a decrease in organic matter will decrease the ECEC and subsequently the nutrient holding capacity of those soils. In a study to quantify the effect of changes in organic carbon on cation exchange capacity (CEC), De Ridder and Van Keulen (1990) found that a difference of  $1 \text{ g kg}^{-1}$  in organic carbon results in a difference of  $4.3 \text{ mol kg}^{-1}$  in CEC. Greenland and Nye (1959) observed that under shifting cultivation in the forest regions, the alternation of cropping and fallowing resulted in relatively small fluctuations in soil humus at about 75% of the maximum level. In many parts of the humid tropics of Africa, the rainforests have locally adaptive binarization methods. Niblack's method ranked the best with the postprocessing step used in Yanowitz and Bruckstein algorithm [11].

First, we present visual results of the degradation situations taking place caused by errors in scanning, copying or poor source quality, Fig. 9. The sample of original images are on the left, the comparison results with Niblack's algorithm in the middle and the results with our algorithm on the right. The results on pictures with corresponding comparisons are presented in Fig. 10.

**Fig. 10. Examples of binarization results for scene images.**

The results were visually evaluated by a group of test viewers. They gave their grade independently, using the

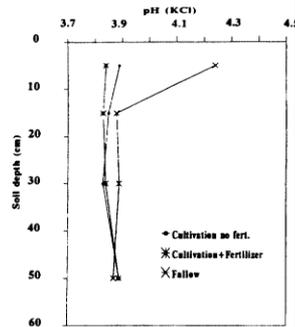
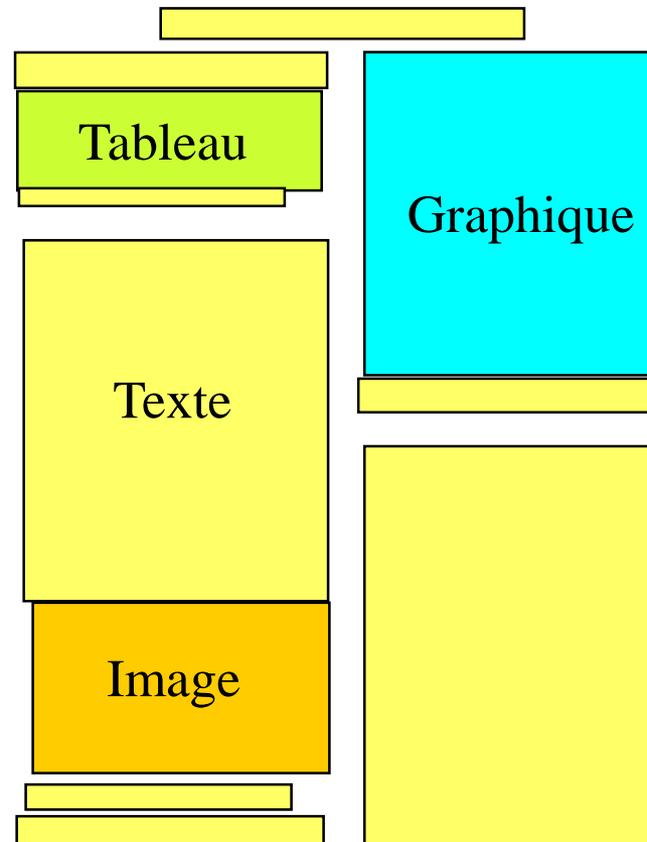


Fig. 2. Effect of different management systems on soil pH at various depths, Sadore, Niger, 1991 rainy season.

disappeared under high population pressure giving rise to derived Savanna ecosystems. For such ecosystems, low carbon accumulation from grasses results in carbon contents in the profile that are less than 50% of the equilibrium level (Greenland and Nye, 1959).

In many tropical cropping systems, few if any agricultural residues are returned to the soil. This leads to a decline in soil organic matter which frequently results in lower crop yields or soil productivity (Woomer and Ingram, 1990). Brams (1971) showed that in an alluvial soil in Sierra Leone, the organic matter level diminished from 3.5% to 3.1% within 2 months after clearing even before rice was planted. Adepteu and Corey (1977) showed that in 1 year of cropping (two crops), the organic matter content of an Alfisol in the western region of Nigeria declined by 30%.

Because of lack of synchrony between nutrient released by organic matter decomposition with plant growth demand, a lot of nutrients are lost. The significance of the loss of organic matter is understood clearly if it is realized that in the surface horizons of tropical African soils, soil organic matter contains practically all of nitrogen and about 20–80% of



# Techniques de classification

## Éléments de classification



- Wang et Srihari
  - Texture, espaces
- Wong et al.
  - Taille, position, densité, des CCX extraites du RLSA
- Fisher et al.
  - CCX + transformée de Hough
- Meynieux et al.
  - Proximité des CCX
- Nagy et al.
  - Système à base de règles pour réaliser des fusions successives de caractères en blocs de différentes tailles

	Largeur	Régularité	Abondance
Texte	-	++	+++
Photo	-	-	-
Graphique	+++	---	+

# Techniques de classification

## Exemples de méthodes



### ■ Approche de Wang et Srihari [Wang 89]

- Basée sur la texture des blocs d'images de documents
- Classes : petit texte, texte moyen, grand texte, photographie et graphique
- Blocs obtenus en combinant le **RLSA** et **R-XY-Cuts**
  - Calcul des occurrences de transitions de zones noires et blanches dans l'image d'un bloc : il y a deux types de transitions : paire noire-blanche et triplet noir-blanc-noir :

- Résultats rangés dans deux matrices :

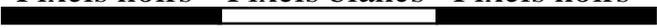
$M_{nb}$  et  $M_{nbn}$

- $M_{nb}(i,j)$  : nb de fois que l'image du bloc contient une paire NB de j pixels dont la longueur w des pixels blancs =  $(i*j)/10$

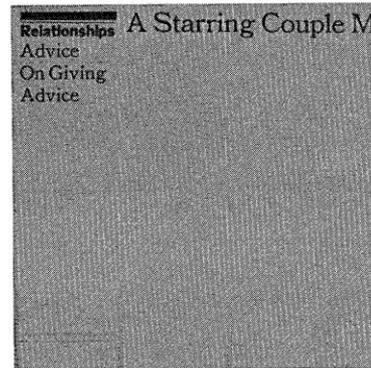
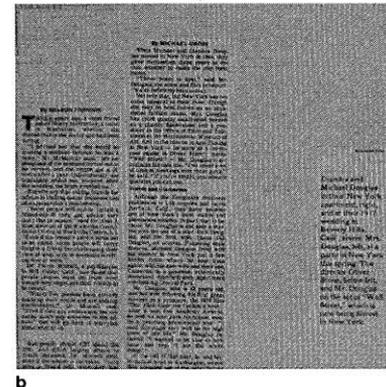
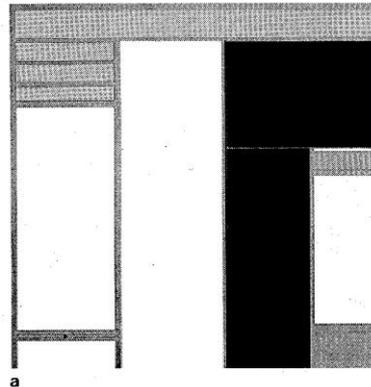
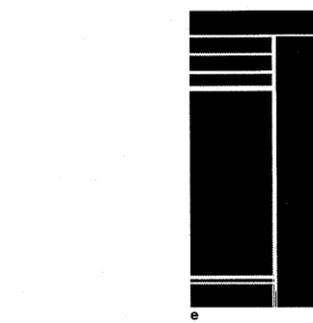
- $M_{nbn}(i,j)$  : nb de triplets de j pixels (= longueur de la zone blanche) et de catégorie i. Une catégorie regroupe les ensembles de longueurs des zones noires

- Trois catégories : 1<sup>ère</sup> : les longueurs de 1 à 4 pixels, 2<sup>ème</sup> : longueurs de 5 à 8 pixels, 3<sup>ème</sup> : 9 à 12 pixels

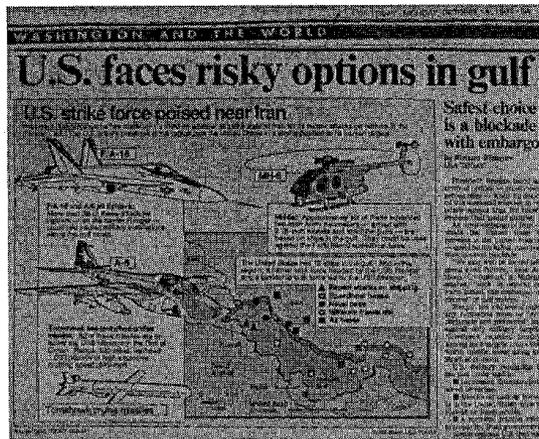
Pixels noirs    Pixels blancs  
  
Paire noire-blanche

Pixels noirs    Pixels blancs    Pixels noirs  
  
Triplet noir-blanc-noir

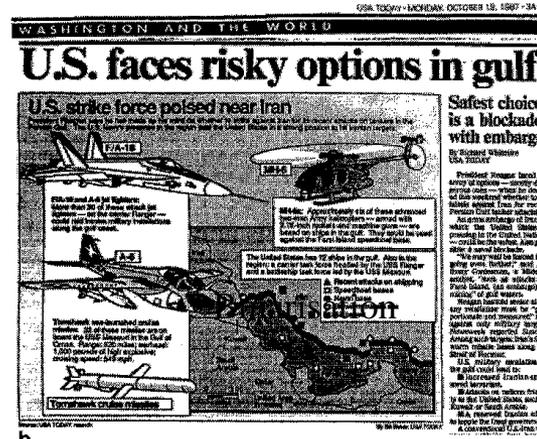
# Résultats: Segmentation RLSA+RXYC classification



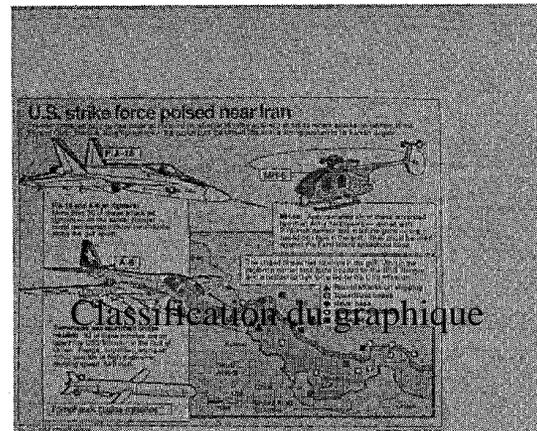
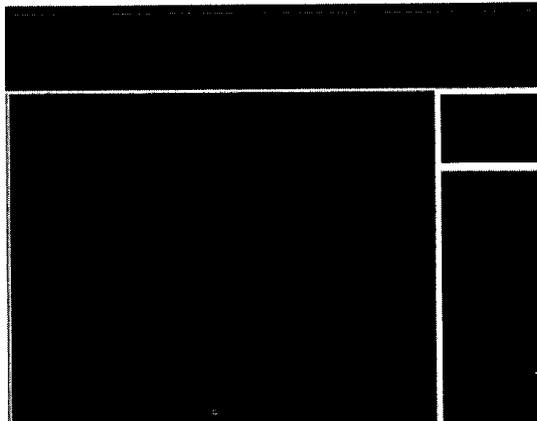
# Résultats: segmentation $RLSA+RXYC$ classification



a



b



# Résultats:

## Segmentation+classification

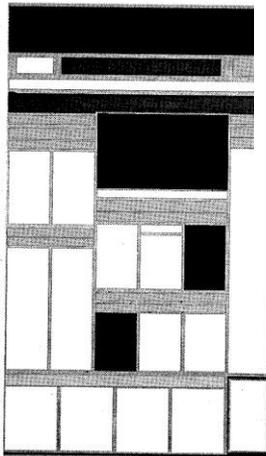
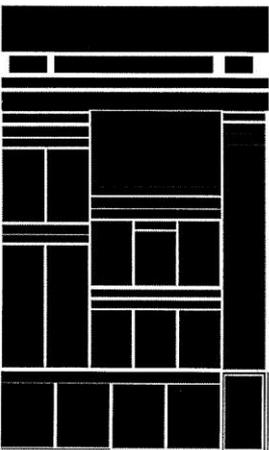


TABLE 8

Performance of the Block Classification Method (100 ppi/200 ppi)

Categories of blocks (input)	Small letter	Medium letter	Large letter	Halftone	Graphics
Total number of test blocks	109/22	51/6	23/9	13/3	4/1
<b>Block classification</b>					
Small letter	106/22	3/0	0/0	0/0	0/0
Medium letter	0/0	48/6	5/0	0/0	0/0
Large letter	0/0	0/0	18/9	0/0	0/0
Halftone	3/0	0/0	0/0	13/3	0/0
Graphics	0/0	0/0	0/0	0/0	4/1
Performance percentage	97/100	94/100	78/100	100/100	100/100

# Techniques de classification

## Exemples de méthodes



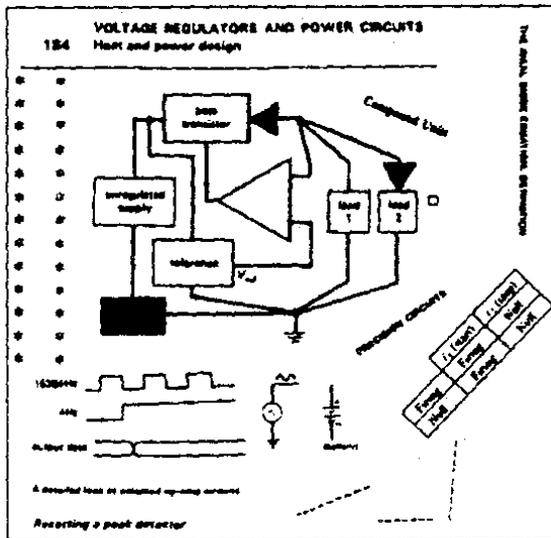
- **Méthode de Fisher, Hinds et d'Amato [Fisher 90]**
  1. Segmentation de l'image en petits blocs par RLSA
  2. Pour chaque composante : hauteur, largeur, surface, périmètre, densité, ratio
  3. Ces mesures sont utilisées dans des règles de type « si ... alors » qui agissent comme des filtres dans lesquels passent les blocs jusqu'à obtention du type
  4. Ces règles sont implantées de manière dynamique, leurs paramètres sont déterminées par apprentissage
- **Intérêt de la méthode** : a l'avantage d'être indépendante du langage ou du style de caractère utilisé. De plus, les paramètres des règles peuvent être ajustés dynamiquement, car ils ne sont pas fixes. Cependant, on perd beaucoup de temps lors de son exécution car l'image est découpée en « petites composantes connexes ».

# Techniques de classification

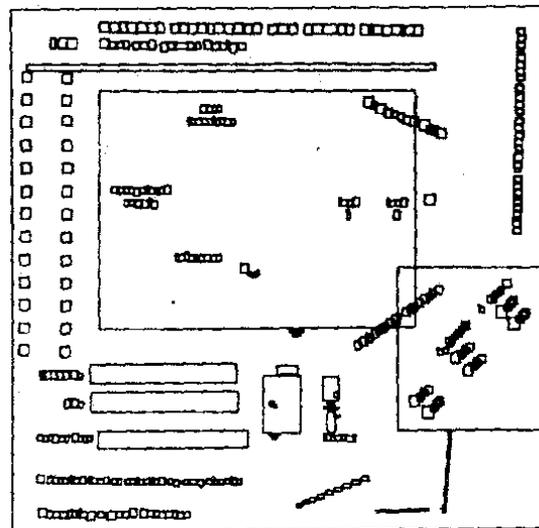
## Exemples de méthodes



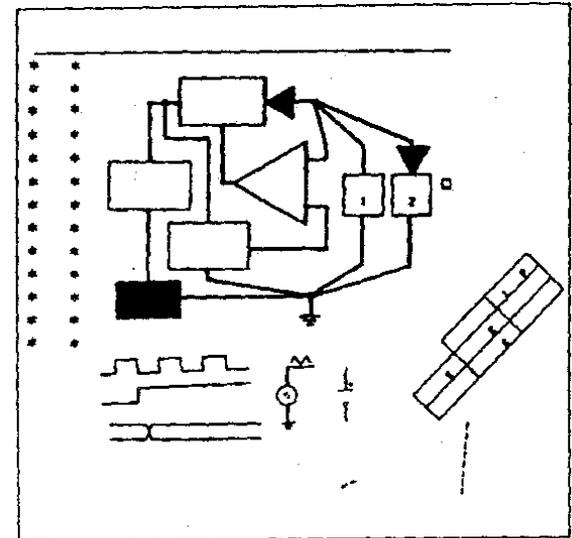
- Méthode de Fisher, Hinds et d'Amato [Fisher 90](suite)



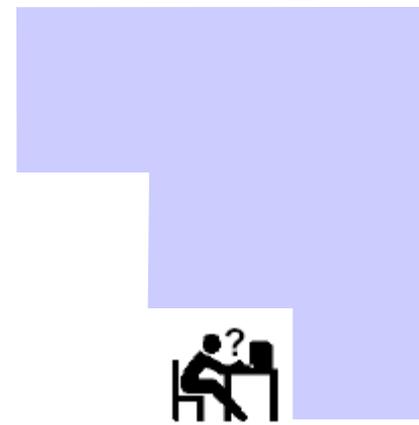
(a) Image d'une page



(b) Région de texte



(c) Région de graphique



# Les lignes

Extraction et correction

# Segmentation en lignes

Ryan E. Leary (Rensselaer Polytechnic Institute)



## ■ Principe

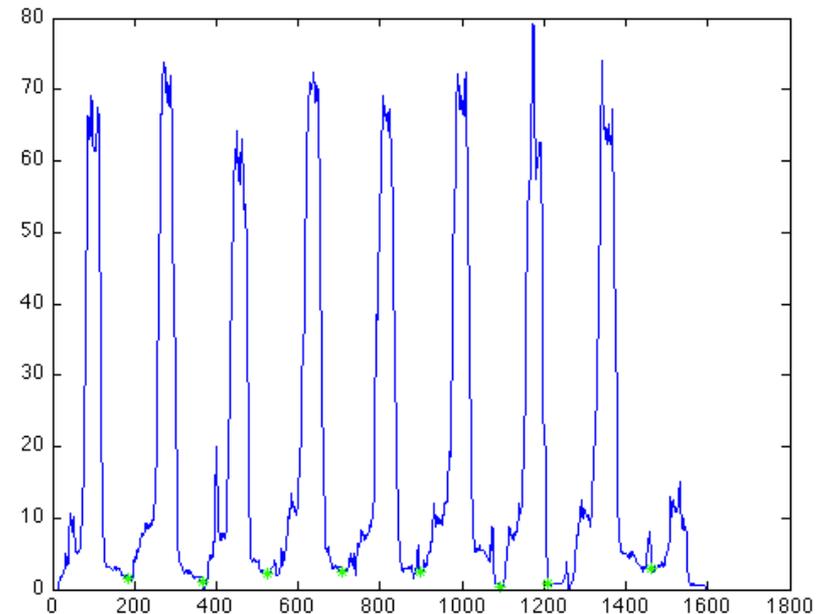
- Segmenter un texte ou un paragraphe en lignes
- Généralement, les algorithmes fonctionnent sous l'hypothèse que le texte est horizontal

*For many years my union had to present its views to the two major conferences of the movement and take a licking. For us, winty meant accepting unpalatable majority decisions as binding on the movement and having a go next time. Alongside many others, we conducted our fight by putting down ~~unal~~ unambiguous alternatives to official policy and seeking to win majorities for them.*

## ■ Matlab : >>InterfaceMatlab4>>lineSegment.m

- Calcul de l'histogramme de pixels noirs dans la direction y, lissé avec un filtre médian, avec une taille de voisinage de 1 = 150 de la hauteur de l'image
- Le filtrage médian favorise l'élimination des minima et maxima insignifiants et la détermination des endroits de coupe optimale

*For many years my union had to present its views to the two major conferences of the movement and take a licking. For us, unity meant accepting unpalatable majority decisions as binding on the movement and having a go next time. Alongside many others, we conducted our fight by putting down tenab unambiguous alternatives to official policy and seeking to win majorities for them.*



Les points verts indiquent les limites des lignes

## ■ Extraction des lignes (suite)

- Les coupes sont faites au niveau des minima significatifs
- Si la valeur du minimum est 0 (vallée étroite, voire fermée) → il existe n ascendants ou descendants qui se croisent en ce lieu
- Sinon, les lignes de chaque côté du minima sont analysées au travers de leurs composantes connexes (CCX) et le barycentre de ces composantes connexes est calculé
- Il y a trois cas :
  - Le centre de gravité est supérieur à la position de la coupe à une distance  $d \geq T$  où  $T$  est un seuil arbitraire, la CCX appartient à la ligne supérieure
  - Le centre est en dessous à une distance  $d \geq T$ , la CCX appartient à la ligne inférieure
  - Si la CCX est située entre les seuils, cela veut dire qu'il y a intersection entre les jambages de la ligne supérieure et les hampes de la ligne inférieure et la coupe peut se faire à tout endroit



*official policy and seeking to win majorities*

*official policy and seeking to win majorities*

Intérêt des centres de gravité pour récupérer les bonnes CCX

# Extraction des lignes



- Cas des lignes penchées : projection par bandes
  - [Hashizume et al., 1986; Nagy et al., 1992; Zahour et al., 2007]

الى العريف العزيز، حية من اف اى اخيه اواران  
الكلم على العام الماضي الازمانت طهوانه اعمال  
كثيرة لقد تعبت كثيرا لكن الحظ لم يبت هي تكلم  
اتمنى ان تكون دائما في مسيرة البحث العلمى لك  
لا بسف الشكرى، والتمنى لسيد طهريف السحارة  
والهناء وتتمنى طيبة لا تمانى هذا الحريف اما  
ان فوجى على اختيار طهريف العمل والله المحسن



# Extraction des lignes



- Cas des lignes penchées : Méthodes locales ascendantes
  - Étude de la proximité, orientation des ccx [**Likforman et Faure, 1994**]
  - Méthode itérative basée sur la perception du regroupement pour former les alignements
  - Au début, les composantes connexes dans l'image sont extraites. Puis, 4 masques correspondant à une discrétisation de l'espace en 4 directions ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ) sont définis
  - Chaque masque  $m$  est de forme carrée et contient une zone d'excitation sensible à la densité d'écriture dans la zone
  - Ces masques sont appliqués sur toutes les composantes connexes afin d'extraire les points d'ancrage





# Extraction des lignes

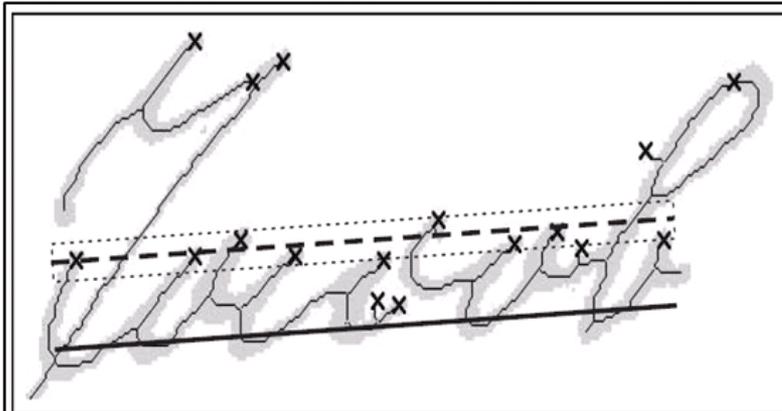


- **Cas des lignes penchées : Feldbach et Tönnies, 2001**
  - Utilise les lignes de base et les lignes de centre pour extraire les lignes de texte
  - Les lignes de base sont extraites en regroupant les points minima voisins du squelette des composantes connexes
  - Pour trouver ces points minima, un algorithme d'analyse des codes des segments successifs (dans le codage de Freeman ou chain code) est utilisé sur le squelette de chaque composante connexe
  - Après, la ligne de centre de l'écriture est estimée en utilisant l'orientation de ligne de base et les points sommets dans le skeleton
  - Ces alignements sont ensuite regroupées selon divers critères comme la taille, la distance entre les lignes et selon leurs orientations. Une étape de correction des conflits entre les alignements est appliquée pour améliorer le taux de segmentation

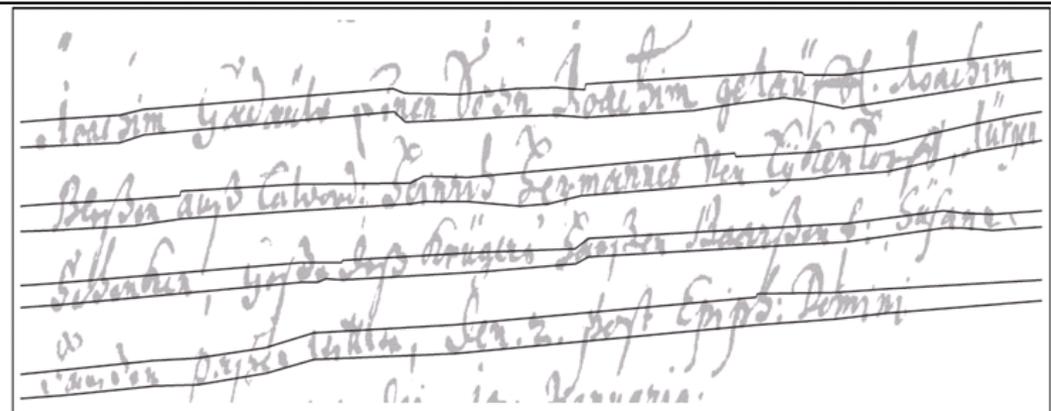
# Extraction des lignes



- Feldbach et Tönnies [2001]



(a)



(b)



# Extraction des lignes



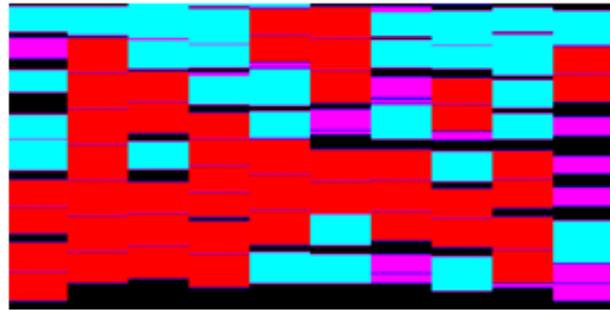
- Cas de l'arabe très bruité : Zahour *et al.*, 2004
  - Le document est divisé en plusieurs colonnes de même taille
  - Après, chaque colonne du document est segmentée en trois types de blocs de texte : les petits blocs représentent généralement les symboles diacritiques, les blocs moyens correspondent au corps du texte et les grands blocs reflètent le chevauchement entre les mots des lignes voisines. Enfin, les blocs sont regroupés entre eux en utilisant les distances euclidiennes entre les ordonnées des bases des blocs
  - On compare les blocs de la colonne  $i$  avec ceux des colonnes  $i - 1$  et  $i + 1$ , sauf pour la première et la dernière colonne. Les blocs dont la distance entre leurs ordonnées de leur base inférieure est minimale sont appariés pour former une ligne de texte

# Extraction des lignes



مزيج من عملان على ضربا برامير دقيقة وكتب اسمه على الناي والادسح واب  
وانضم اليه اوسك وكرايلس في مملكتهم واستمر الحال على هذا الى  
ان تريب بتونس ان تغلب الاربانت وضعه امراباشا و سبب ذلك  
انا ابولوفيا تيب كيارا له بواة كما نسا ايد بهم هو التصري و عظم جور  
جورهم ومع ضرهم من دونهم من العسكر من ان فرمة خير ليس ناس ليس  
الاستكلاية على العسكر في بقوا من ذلك و هو موا على الفيك بهم وان  
واندو ذلك يوما معلوما بهجموا على ساد بواة في كلة بالقصة  
و وضعوا بهم السبب بقتلوا منهم كما نيز حيللا ياد بواة في تهاقوهم  
نلا

(a)



(b)

مزيج من عملان على ضربا برامير دقيقة وكتب اسمه على الناي والادسح واب  
وانضم اليه اوسك وكرايلس في مملكتهم واستمر الحال على هذا الى  
ان تريب بتونس ان تغلب الاربانت وضعه امراباشا و سبب ذلك  
انا ابولوفيا تيب كيارا له بواة كما نسا ايد بهم هو التصري و عظم جور  
جورهم ومع ضرهم من دونهم من العسكر من ان فرمة خير ليس ناس ليس  
الاستكلاية على العسكر في بقوا من ذلك و هو موا على الفيك بهم وان  
واندو ذلك يوما معلوما بهجموا على ساد بواة في كلة بالقصة  
و وضعوا بهم السبب بقتلوا منهم كما نيز حيللا ياد بواة في تهاقوهم  
نلا

(c)



# Extraction des lignes



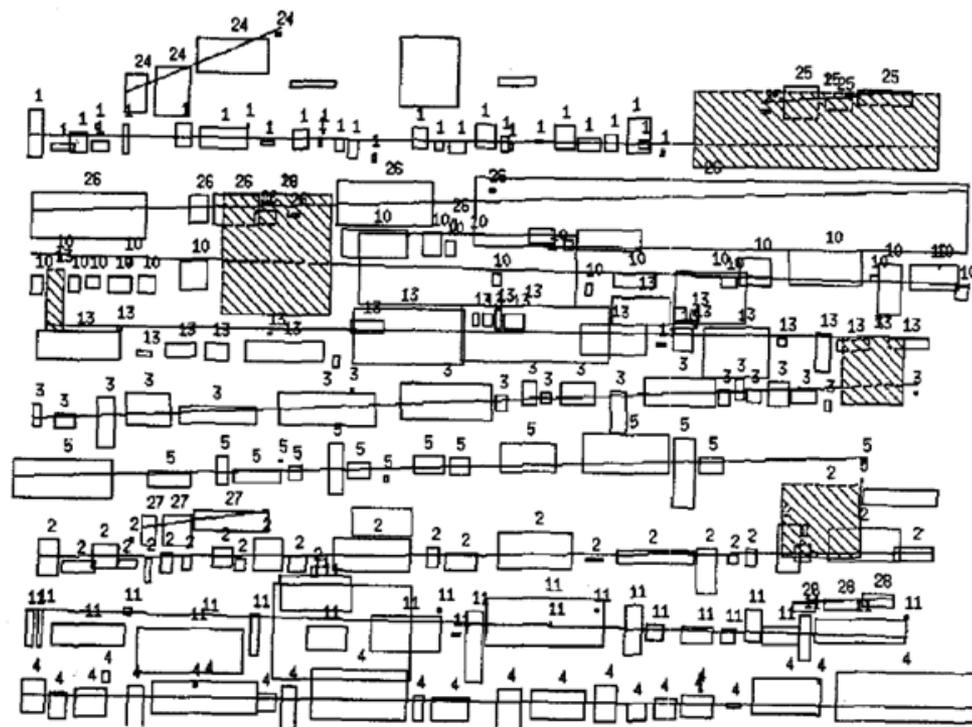
- Transformée de Hough : Likforman-Sulem *et al.*, 1995
  - Cette méthode utilise comme points votants les centres de gravité des composantes connexes
  - Les alignements (qui sont moins colinéaires que des lignes parfaites) qui ont beaucoup de points votants correspondent à zones de fortes accumulations dans le domaine de Hough
  - Ces alignements sont validés en utilisant les informations contextuelles comme les voisines internes et externes

# Extraction des lignes

Likforman-Sulem *et al.*, 1995



el guano - I -  
 Anti- Anti-bios, Contra-Cristo, ~~Anti-humano~~  
 Redda Anti-pueblo, ~~Anti-  
 ejercicio el ~~Anti-  
 anti-nacion, ~~Anti-  
 su gobierno ~~Anti-  
 no tiene fin, era ~~Anti-  
 Antipse dolia, ~~Anti-  
 llamo amigo) ~~Anti-  
 deró pariente) ~~Anti-~~~~~~~~~~~~~~~~



(a)

(b)



# Extraction des lignes



- Yin et Liu dans [F. Yin, 2008]
  - ont adapté l'algorithme d'agglomération de Kruskal à la recherche de lignes de textes
  - A partir d'une distance définie pour mieux caractériser les CC proches (2 CCs successives sur la même ligne seront considérées plus proches que 2 CCs sur des lignes différentes), l'algorithme de Kruskal va réunir deux à deux les paires de CCs les plus proches
  - Ensuite, cette distance est appliquée sur les paires de nœuds proches et ainsi de suite jusqu'à rassembler tous les noeuds
  - En coupant cet arbre à une hauteur estimée représenter un éloignement entre des lignes successives, les regroupements obtenus correspondent aux lignes de texte

# Extraction des lignes



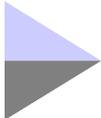
- Yin et Liu dans [F. Yin, 2008]

~~亲贤臣，远小人，此先汉所以兴隆也；亲小人，远贤臣，此后汉所以倾颓也。先帝在时，每与臣论此事，未尝不叹息痛恨于桓、灵也。侍中、尚书、长史、参军，此悉贞亮死节之臣，愿陛下亲之信之，则汉室之隆，可计日而待也。~~

(a)

~~臣本布衣，躬耕于南阳，苟全性命于乱世，不求闻达于诸侯。先帝不以臣卑鄙，猥自枉屈，三顾臣于草庐之中，咨臣以当世之事，由是感激，遂许先帝以驱驰。后值倾覆，受任于败军之际，奉命于危难之间，尔来二十有一年矣。先帝知臣谨慎，故临崩寄臣以大事也。受命以来，夙夜忧叹，恐托付不效，以伤先帝之明，故五月渡泸，深入不毛。今南方已定，兵甲已足，当奖率三军，北定中原，庶竭驽钝，攘除奸凶，兴复汉室，还于旧都。~~

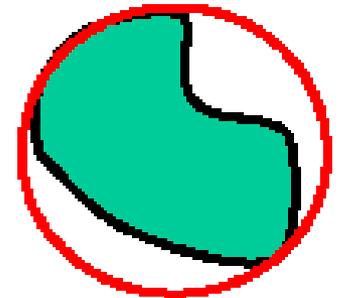
(b)



# Extraction des lignes



- Utilisation des modèles déformables
  - Ces modèles sont basés sur l'évolution des contours des images
  - Pour extraire un objet ou un contour d'une image, on pose une forme (contour de départ) sur l'image puis on applique le mécanisme des contours déformables pour faire évoluer cette forme afin qu'elle trouve la zone cible
  - Les mécanismes d'évolution sont des fonctions d'énergie. La zone cible sera trouvée en minimisant ces fonctions d'énergie



# Extraction des lignes



- Le modèle du contour actif (Snake) [Kass et al., 1987] [Xu et Prince, 1997]
  - Le snake est un ensemble de points  $v(s) = (x(s), y(s))$ , où  $x(s)$ ,  $y(s)$  qui sont les coordonnées le long du contour et  $s \in [0, 1]$ .  $s$  est une approximation linéaire entre 0 et 1 des coordonnées de points. Elle représente l'abscisse curviligne, permettant de paramétrer la longueur de l'arc dans un intervalle très petit. Le contour final peut être obtenu en minimisant la fonction d'énergie suivante :

$$E_{snake} = \int_0^1 E_{int}(v(s))ds + \int_0^1 E_{ext}(v(s))ds + \int_0^1 E_{cont}(v(s))ds$$

*sert à réguler la forme*

*attire le snake vers les contours*

*Exprime des contraintes supplémentaires (relation avec d'autres objets...)*



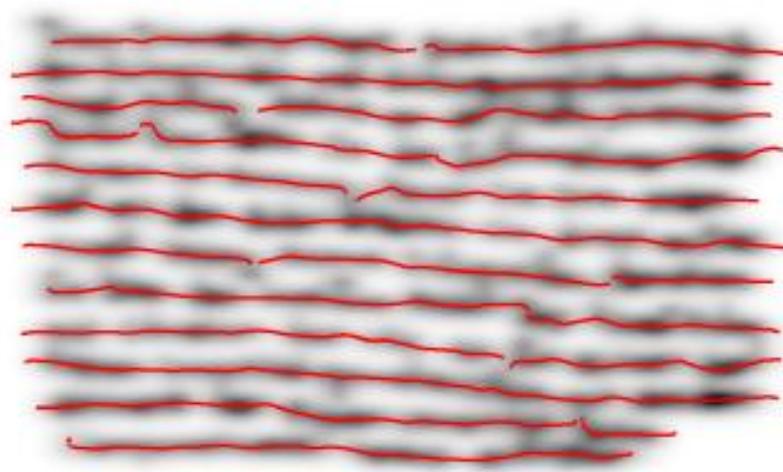
# Extraction des lignes



- Bukhari et al. ont proposé dans [Bukhari *et al.*, 2009] une méthode de snake paramétré pour l'extraction des lignes des documents manuscrits
- Le contour ou snake de départ est la ligne centrale des lignes du texte
- Cette ligne est estimée en se basant sur les valeurs de l'intensité dans une image de document en niveaux gris
- Ensuite, le mécanisme de minimisation d'énergie de snake est appliqué pour trouver les lignes du
- texte

Diese Internetpräsenz bietet Informationen zu den Hintergründen und Nutzungsmöglichkeiten des Visual History Archive an der Freien Universität Berlin. Bitte lesen Sie die Informationen unter Hinweis zur Nutzung, bevor Sie zum ersten Mal mit dem Archiv arbeiten. Um direkt auf das Visual History Archive zuzugreifen, benutzen Sie bitte den Link zum Archiv. Das Visual History and Education der USC ist für Nutzer des Freien. Universität grundsätzlich nur aus dem Netzwerk der Freien Universität Berlin (Campusnetzwerk) heraus verfügbar.

(a)



(b)

~~Diese Internetpräsenz bietet Informationen zu den Hintergründen und Nutzungsmöglichkeiten des Visual History Archive an der Freien Universität Berlin. Bitte lesen Sie die Informationen unter Hinweis zur Nutzung, bevor Sie zum ersten Mal mit dem Archiv arbeiten. Um direkt auf das Visual History Archive zuzugreifen, benutzen Sie bitte den Link zum Archiv. Das Visual History and Education der USC ist für Nutzer des Freien Universität grundsätzlich nur aus dem Netzwerk der Freien Universität Berlin (Campusnetzwerk) heraus verfügbar.~~

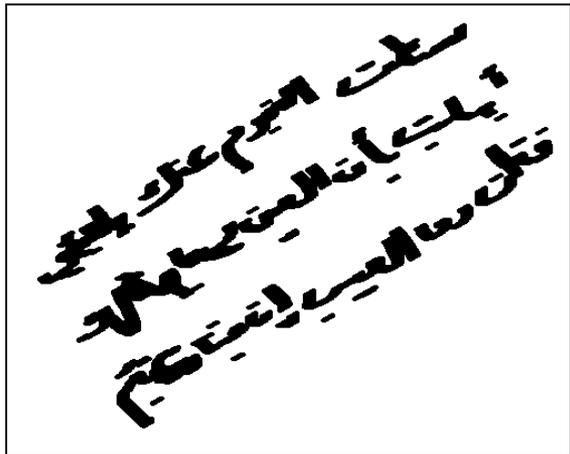
(c)

Diese Internetpräsenz bietet Informationen zu den Hintergründen und Nutzungsmöglichkeiten des Visual History Archive an der Freien Universität Berlin. Bitte lesen Sie die Informationen unter Hinweis zur Nutzung, bevor Sie zum ersten Mal mit dem Archiv arbeiten. Um direkt auf das Visual History Archive zuzugreifen, benutzen Sie bitte den Link zum Archiv. Das Visual History and Education der USC ist für Nutzer des Freien. Universität grundsätzlich nur aus dem Netzwerk der Freien Universität Berlin (Campusnetzwerk) heraus verfügbar.

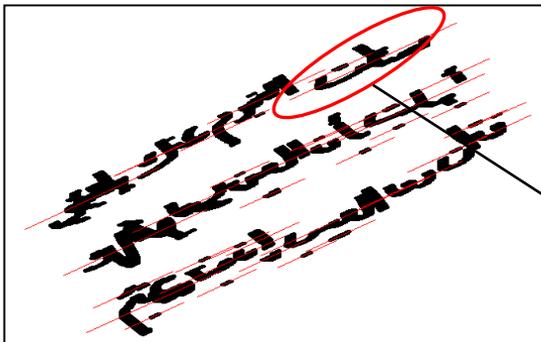
(d)

# Nazih Ouwayed 2010

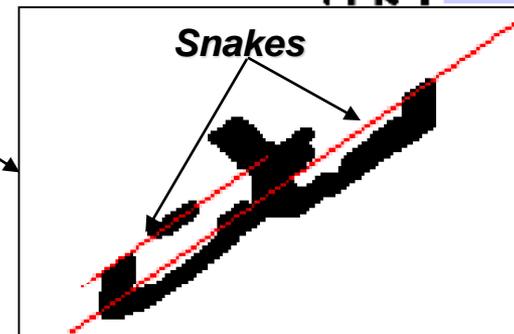
Fenêtre d'origine



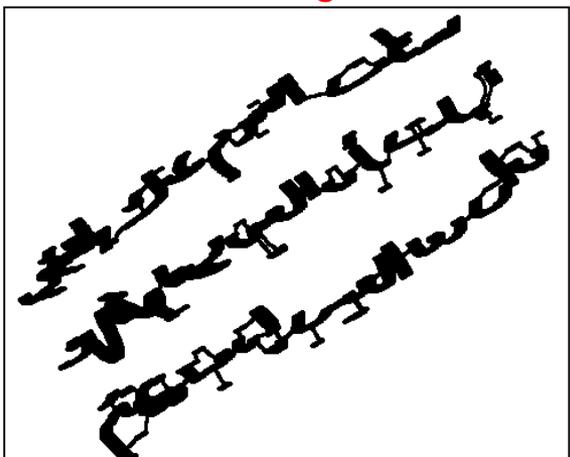
Axes majeurs : H1 des DF



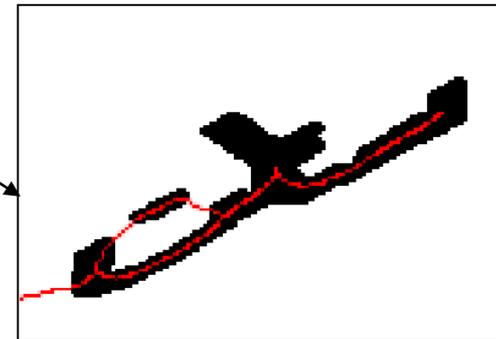
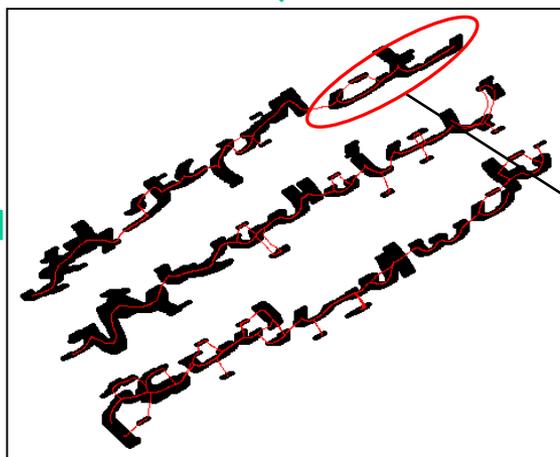
Extension des H1



Connexion le long des Snake



Eext = fort gradient



# Nazih Ouwayed 2010



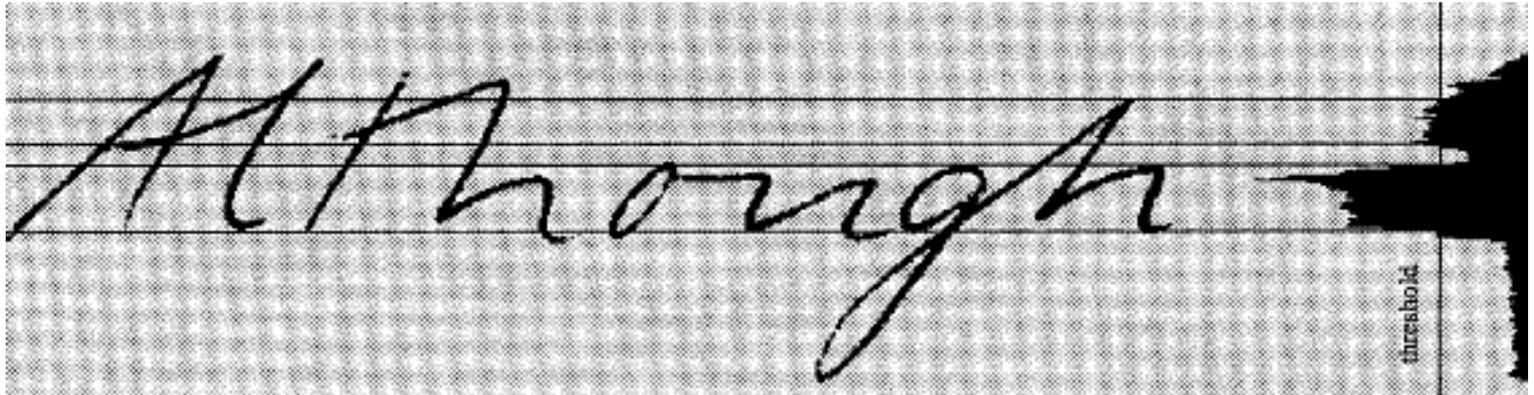


# Extraction des bandes d'écriture



## ■ C'est quoi ?

- Ce sont les zones qui représentent la bande centrale (corps des lettres), la bande supérieure (emplacement des hampes) et la bande inférieure (emplacement des jambages)



# Extraction des bandes d'écriture



- Exemples sur les lignes du paragraphe vu
  - Adaptation à la hauteur des mots

official policy and seeking to win majorities

unassailable simply because there is no one

# Extraction des bandes d'écriture



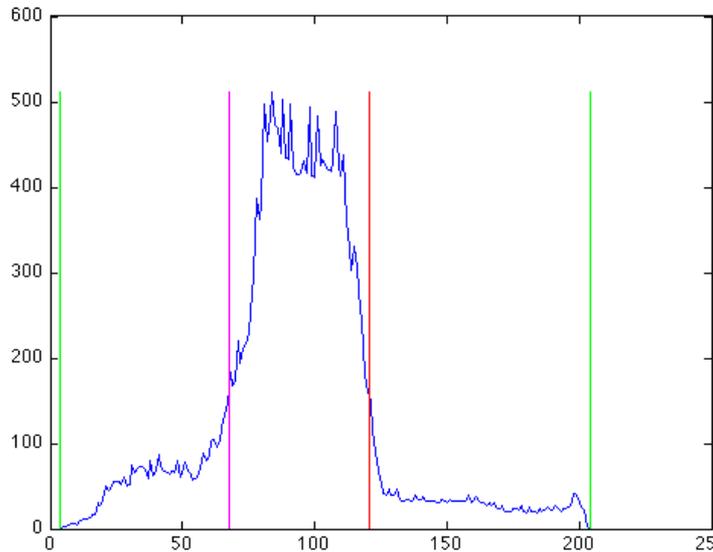
- **Algorithme : Ligne de Base Akram Khemiri**
  - En générant un histogramme le long de l'axe y, itérant sur chaque ligne, cela permet d'extraire les bandes
  - Le calcul de la ligne de base inférieure est simple (déjà vu)

is to be made at a meeting at Labour

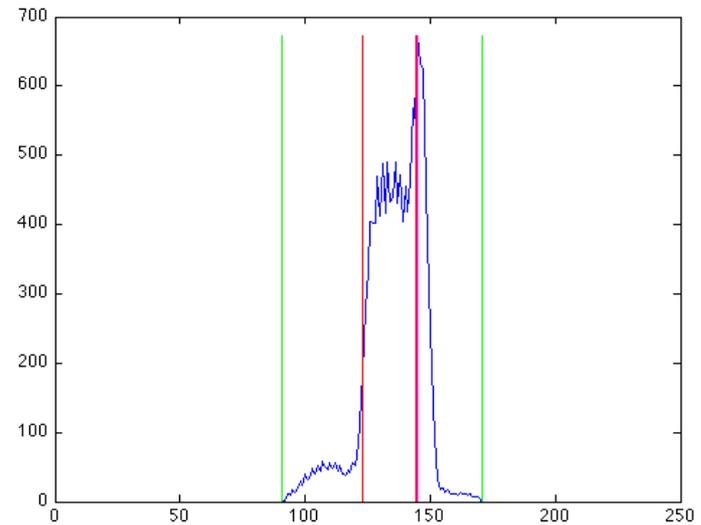


## ■ Algorithme (suite)

- Le calcul de la ligne de base supérieure est plus complexe
  - L'idée développée par Ryan E. Leary (Rensselaer Polytechnic Institute) est que la position idéale de cette ligne est généralement le long de la partie la plus raide de l'histogramme de projection



Histogramme de projection de la  
ligne n. 8 du paragraphe



Histogramme de projection de la  
ligne n. 2 du paragraphe

## ■ Algorithme (suite)

- Pour calculer ce point, une version lissée de l'histogramme de projection est analysée
- Tout d'abord, la dérivée est calculée et le point avec le maximum de dérivée (pente) est choisi
- De ce point, l'algorithme élargit itérativement au dessus et en dessous de la pente maximale jusqu'à ce que la pente tombe en dessous d'un seuil donné (près de zéro)
- Ces indices supérieurs et inférieurs sont moyennés pour donner une valeur base intéressante



# Segmentation en mots



## ■ Position du problème

- Similairement au problème de la segmentation en caractères, la segmentation de la ligne en mots n'est pas simple
- Les espaces entre les mots sont généralement censées être plus importants que les espaces entre les caractères dans un mot
- Cependant, ceci n'est pas nécessairement vrai
- Les variations sont monnaie courante et les ligatures et les ornements rendent parfois les grands espaces petits, ce qui entraîne une segmentation impropre du mot



# Segmentation en mots



## ■ Méthode implémentée

- En utilisant un histogramme de projection verticale de la ligne, les minima en dessous d'un seuil (proche de zéro) sont localisés
  - Ceci est possible après le deskewing et la correction de l'inclinaison
- Ceci permet de segmenter tous les mots, mais produit une sur-segmentation (il y a des faux positifs)
- Heureusement, les faux négatifs sont aussi étroits
- Ainsi, on utilise le K-means avec  $k=2$  pour classer les espaces en 2

official policy and seeking to win majorities

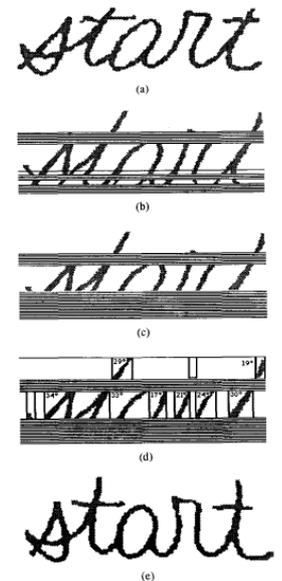
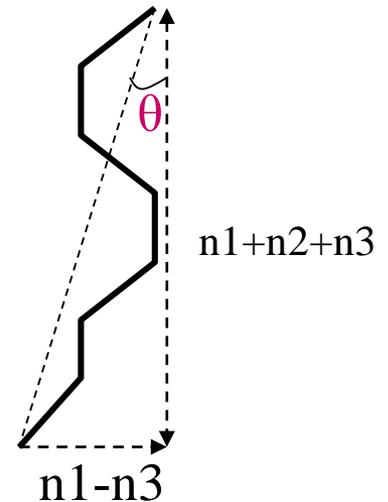
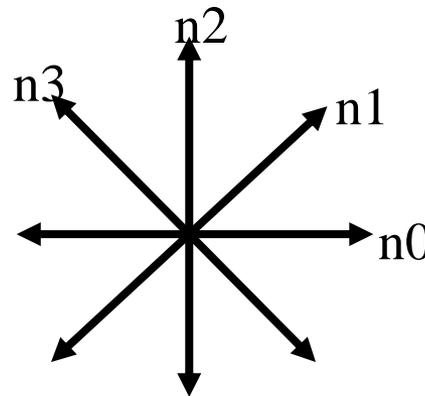
official policy and seeking to win majorities

## ■ Autres méthodes

- R. M. Bozinovic et S. N. Srihari utilisent des portions d'écriture proches de la direction verticale pour évaluer l'inclinaison
- A. Britto-Jr, R. Sabourin, E. Lethelier, F. Bortolozzi, and C. Suen utilisent les contours parcourent le contour de l'image en comptant le nombre de fois qu'on se déplace dans trois directions privilégiées :  $n_1$ ,  $n_2$  et  $n_3$
- L'angle d'inclinaison de l'écriture est obtenu en calculant :

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{n_1 - n_3}{n_1 + n_2 + n_3}\right)$$

- La correction de l'inclinaison se fait par translation des lignes :
  - $x' = x - y.\tan(\theta)$
  - $y' = y$



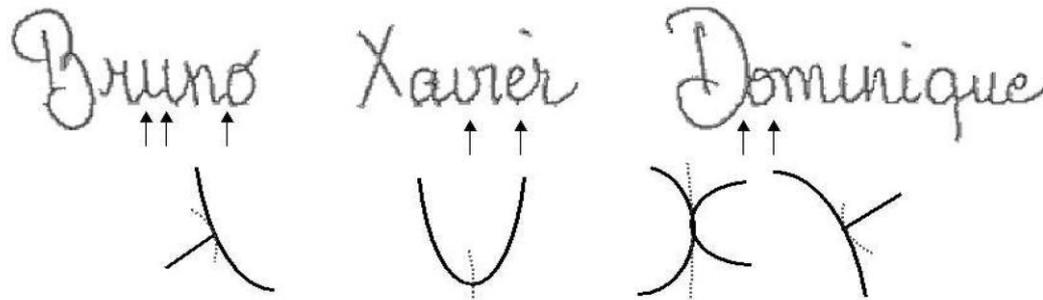
# Segmentation du mot en caractères

## Thèse de Menasri



### ■ Segmentation en graphèmes à partir du squelette

- La détection de ces motifs introduit des calculs de courbures et d'angles, qui sont comparés à des seuils ajustés de manière à obtenir le résultat désiré



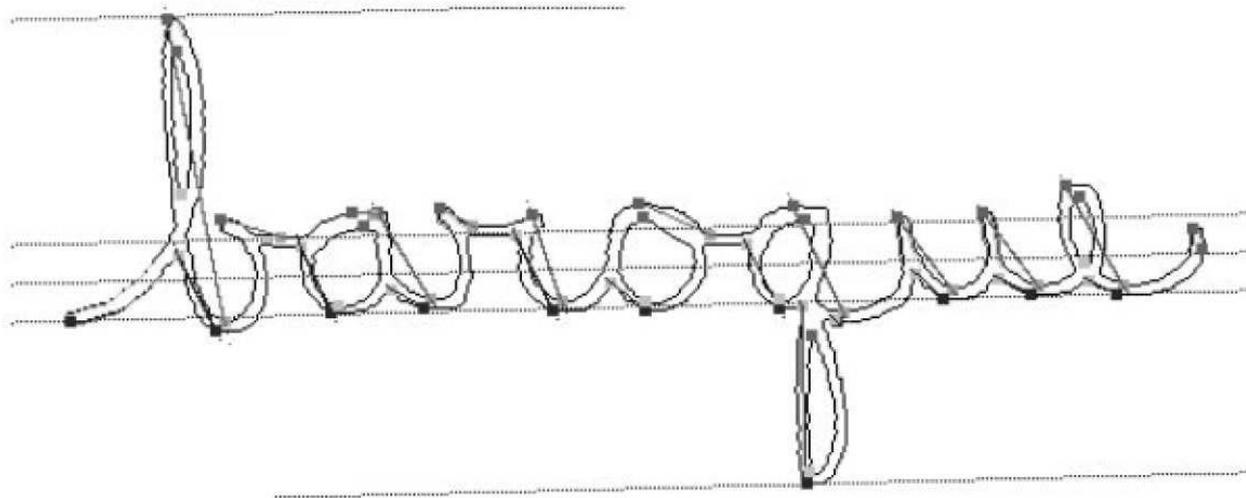
- X. Dupré souligne que cette approche est erronée dans environ 10% des cas
- Les configurations difficiles à segmenter sont celles pour lesquelles les lettres sont souvent enchevêtrées, comme les "tt", ou les lettres à liaison haute ('b', 'o', 'v', 'w') avec leur successeur.

# Segmentation du mot en caractères

## Thèse de Menasri



- **Segmentation en graphèmes à partir du contour**
  - S. Madhvanath et al. proposent une méthode de segmentation appliquée aux contours
  - Ils déterminent les meilleurs points candidats de coupure entre graphèmes, en s'appuyant sur les extrema locaux du contour, qui sont associés selon un critère de proximité

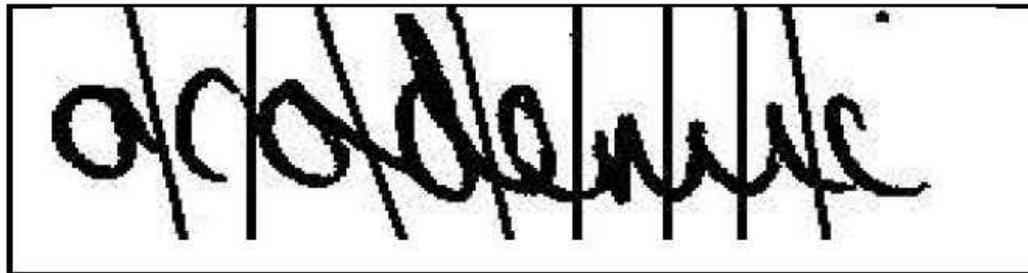


# Segmentation du mot en caractères

## Thèse de Menasri



- **Segmentation en graphèmes à partir de l'histogramme**
  - Cette méthode simple est proposée par B. Yanikoglu et P. Sandon
  - Elle consiste à calculer des histogrammes de projection dans plusieurs directions proches de la verticale
  - Les droites choisies sont celles qui interceptent le moins de pixels noirs, avec une contrainte d'espacement régulier dans l'image
  - Cette méthode montre néanmoins ses limites lorsque les lettres sont très proches ou enchevêtrées



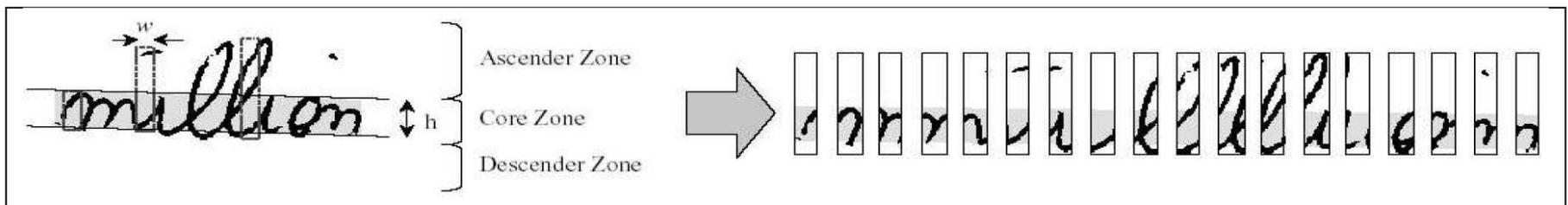
# Segmentation du mot en caractères

## Thèse de Menasri



### ■ Segmentation en graphèmes à l'aide de fenêtres glissantes

- L'utilisation d'une fenêtre glissante revient à découper l'image en bandes verticales
- Ce découpage peut être régulier ou non, éventuellement avec recouvrement partiel des bandes successives
- Cette technique présente l'avantage d'être simple, robuste au bruit, et est indépendante de la connexité
- Le défaut de cette méthode est que la séquence générée contient beaucoup de bruit (recouvrement de deux lettres successives). C'est également vrai dans le cas des lettres superposées verticalement, mais qui ne se touchent pas nécessairement :
  - une barre de 't' avec la lettre suivante, ou les descendants comme 'ر' ou 'و' en arabe

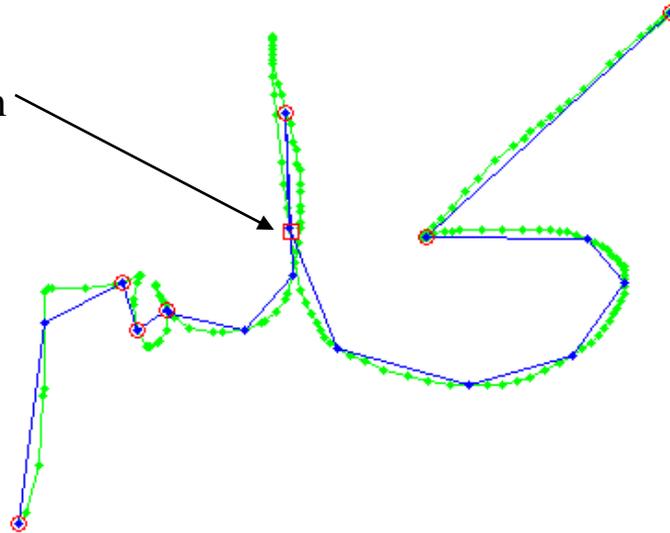


# Extraction d'informations dans le mot



- Points d'intersection et de changement d'orientation
  - InterfaceStylo>

Point d'intersection

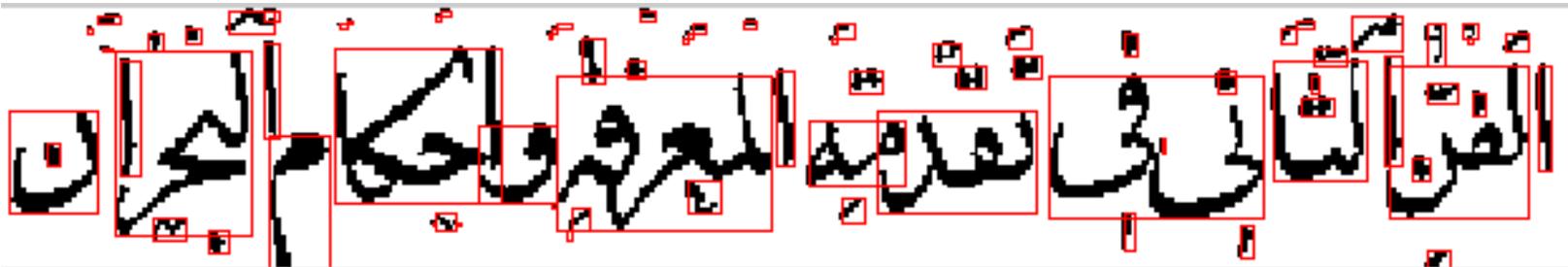
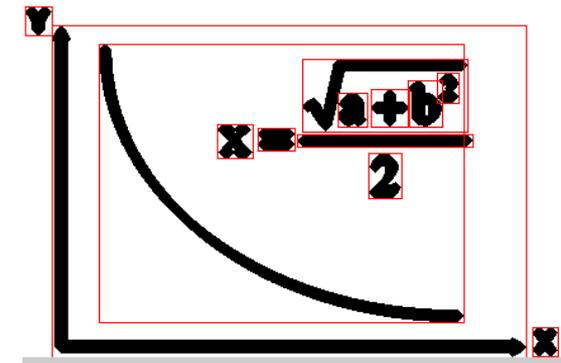


# La composante connexe



## ■ Définition

- C'est l'entité la plus petite dans une image représentant une information
  - Pixel
  - Fragment de caractère
  - Mot
  - Partie d'objet

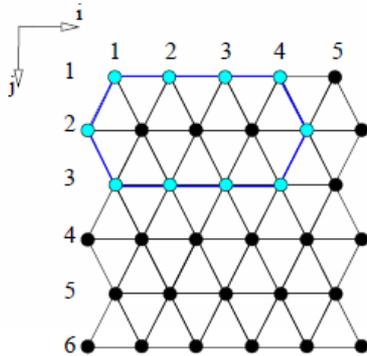




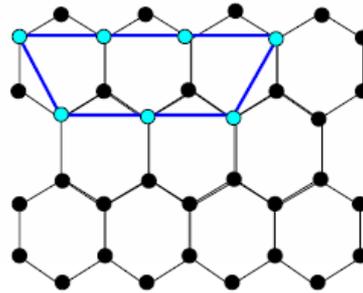
# Les composantes connexes



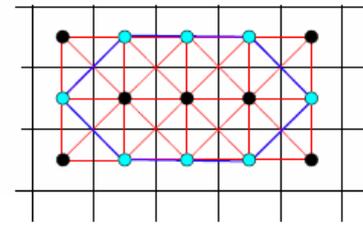
- Notion de maille dans une image



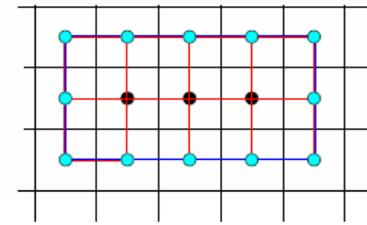
Maille  
Chemin  
triangulaire  
6 connexe



hexagonale  
9 connexe



carré  
8 connexe



carré  
4 connexe



# Définition



## ■ Composantes connexes

- Soit  $R$  une relation de connexité, supposée symétrique : si  $x$  est connexe à  $y$ , alors  $y$  est connexe à  $x$
- $N$ -chemin : suite de points  $x_i, i=0\dots l$  telle que  $x_i$  est  $n$ -connexe =  $x_{i+1}$

- Relation réflexive
- Relation symétrique
- Relation transitive

Relations d'équivalence

## ■ Composantes connexes = classes d'équivalence



# Composantes connexes



- **Étiquetage**
  - Donner une même étiquette (numéro) à chaque composante
- **Composantes = classes d'équivalences**
  - Plusieurs étiquettes (numéros) par composante, choix d'une seule étiquette représentative
- **Étiquetage progressif**
  - L'étiquette d'un pixel dépend des étiquettes de ses voisins déjà numérotés
    - Pas de voisins numérotés → nouvelle composante
    - Tous les voisins ont le même numéro → ce numéro
    - Les voisins ont plusieurs numéros → équivalence



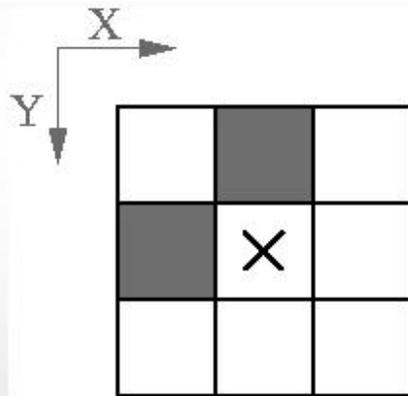


# Composantes connexes

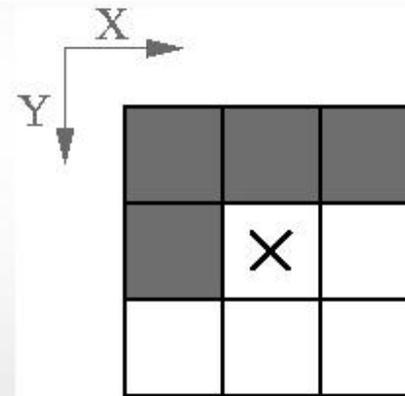


- Parcours : sens vidéo

→ seule une moitié de voisinage doit être examinée pour affecter la nouvelle étiquette au pixel en cours :



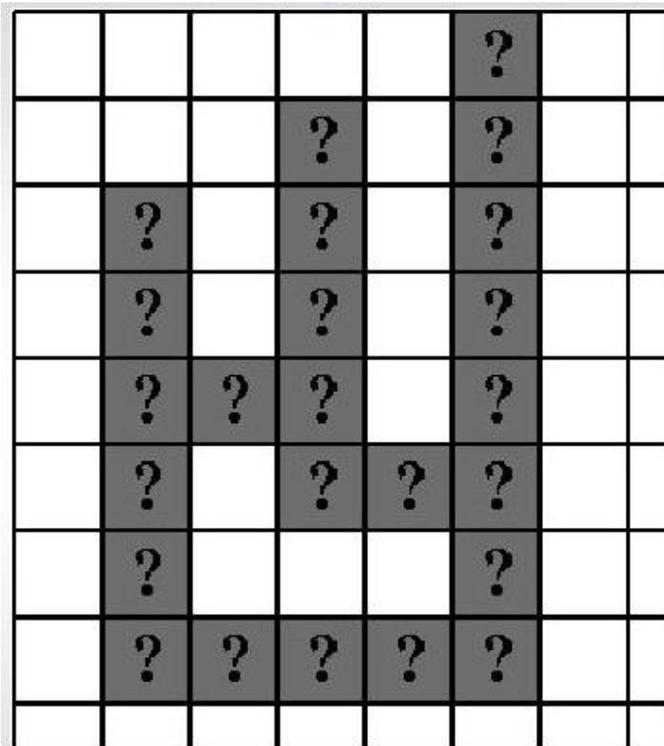
Les 2 4-voisins à examiner



Les 4 8-voisins à examiner

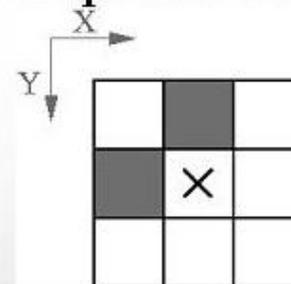
# Composantes connexes

## Exemple



Composantes à étiqueter

- Numérotation à partir de 1
- Représentant d'étiquette minimale



- 4-connectivité

# Composantes connexes

## Exemple



					1		
			?		?		
	?		?		?		
	?		?		?		
	?	?	?		?		
	?		?	?	?		
	?				?		
	?	?	?	?	?		

■ Première composante

⇒ nouvelle étiquette = 1

étiquette	représentant	taille
1	1	1

# Composantes connexes

## Exemple



					1		
			2		?		
	?		?		?		
	?		?		?		
	?	?	?		?		
	?		?	?	?		
	?				?		
	?	?	?	?	?		

■ Deuxième composante  
⇒ nouvelle étiquette = 2

étiquette	représentant	taille
1	1	1
2	2	1

# Composantes connexes

## Exemple



					1		
			2		1		
	3		?		?		
	?		?		?		
	?	?	?		?		
	?		?	?	?		
	?				?		
	?	?	?	?	?		

■ Troisième composante

⇒ nouvelle étiquette = 3

étiquette	représentant	taille
1	1	2
2	2	1
3	3	1

# Composantes connexes

## Exemple



					1		
			2		1		
	3		2		1		
	3		2		1		
	3	3	?		?		
	?		?	?	?		
	?				?		
	?	?	?	?	?		

■ Point voisin de deux composantes

⇒ équivalence à gérer

étiquette	représentant	taille
1	1	4
2	2	3
3	3	4

# Composantes connexes

## Exemple



					1		
			2		1		
	3		2		1		
	3		2		1		
	3	3	2		?		
	?		?	?	?		
	?				?		
	?	?	?	?	?		

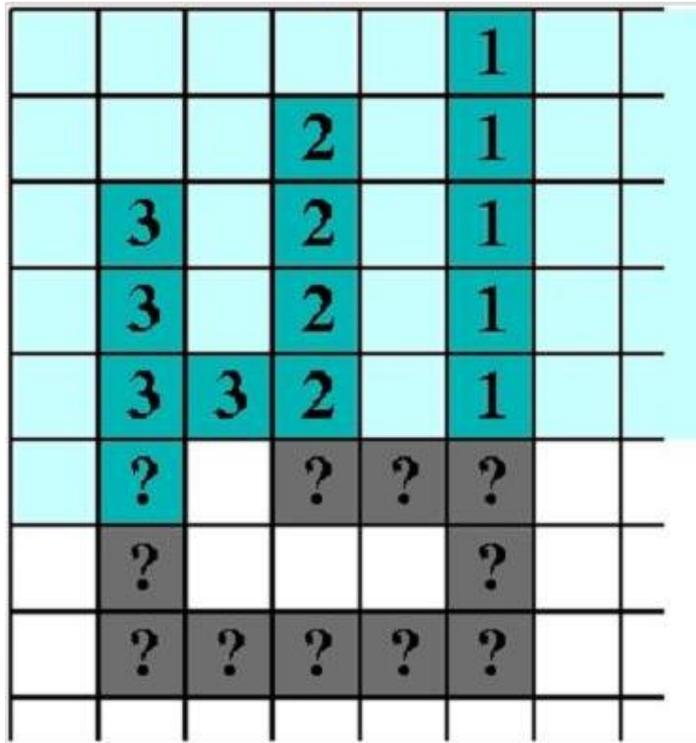
■ Equivalence entre les composantes #2 et #3

⇒ représentant = 2

étiquette	représentant	taille
1	1	4
2	2	8
3	2	

# Composantes connexes

## Exemple



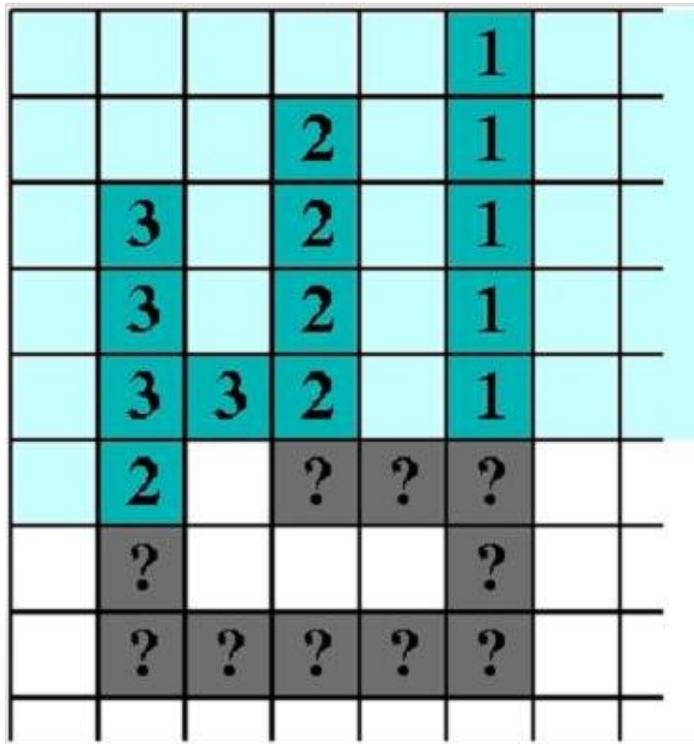
■ Pour un nouveau point voisin d'une seule composante

⇒ étiquette du représentant

étiquette	représentant	taille
1	1	5
2	2	8
3	2	

# Composantes connexes

## Exemple



■ Pour un nouveau point voisin d'une seule composante

⇒ étiquette du représentant

étiquette	représentant	taille
1	1	5
2	2	9
3	2	

# Composantes connexes

## Exemple



					1		
			2		1		
	3		2		1		
	3		2		1		
	3	3	2		1		
	2		2	2	?		
	?				?		
	?	?	?	?	?		

■ Equivalence entre les composantes #1 et #2

⇒ à gérer

étiquette	représentant	taille
1	1	5
2	2	11
3	2	

# Composantes connexes

## Exemple



					1		
			2		1		
	3		2		1		
	3		2		1		
	3	3	2		1		
	2		2	2	1		
	?				?		
	?	?	?	?	?		

■ Equivalence entre les composantes #1 et #2

⇒ représentant = 1

étiquette	représentant	taille
1	1	17
2	1	
3	1	



# Composantes connexes

## Exemple



					1		
			2		1		
	3		2		1		
	3		2		1		
	3	3	2		1		
	2		2	2	1		
	1				?		
	?	?	?	?	?		

■ Pour un nouveau point voisin d'une seule composante

⇒ étiquette du représentant

étiquette	représentant	taille
1	1	18
2	1	
3	1	

# Composantes connexes

## Exemple



					1		
			2		1		
	3		2		1		
	3		2		1		
	3	3	2		1		
	2		2	2	1		
	1				1		
	1	1	1	1	1		

### ■ Résultat final

étiquette	représentant	taille
1	1	24
2	1	
3	1	