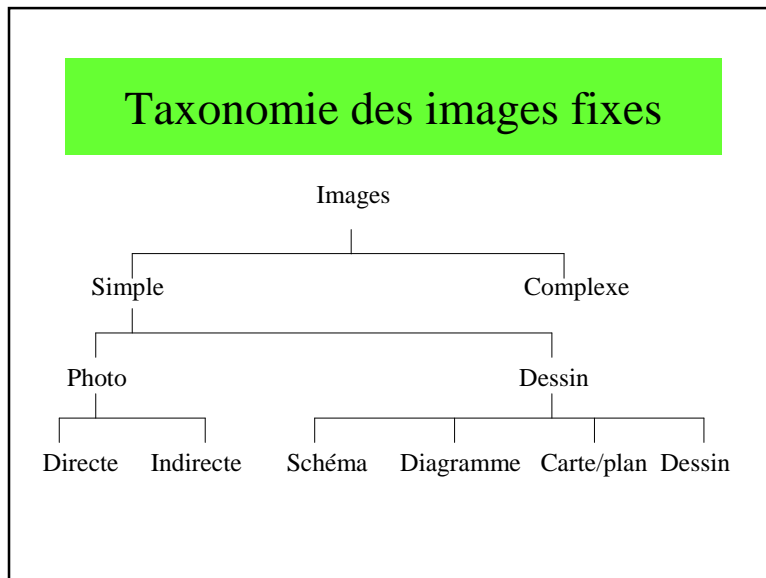
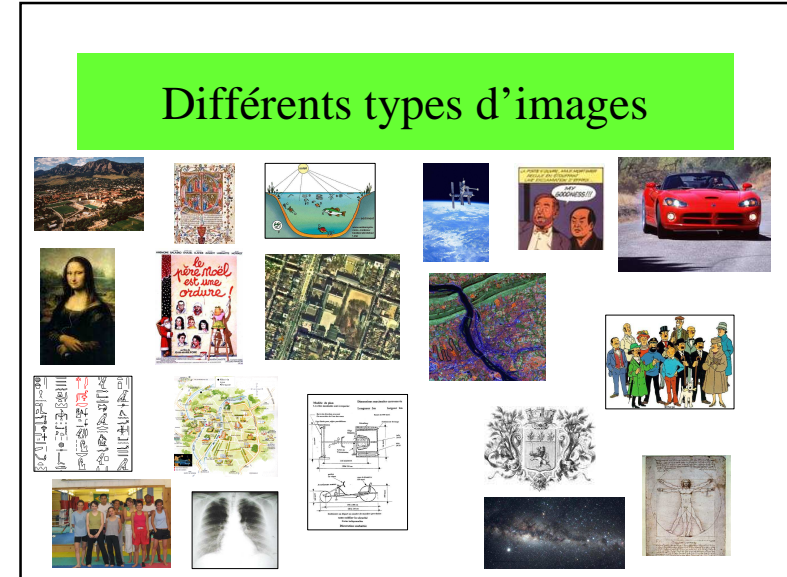


# Chapitre III

## Introduction aux bases d'images



- ### Introduction aux bases d'images
- 3.1 – Généralités
  - 3.2 – Recherche par mots-clés
  - 3.3 – Recherche par le contenu
  - 3.4 – Structuration physique des bases d'images
  - 3.5 – Exemple : Image Rover
  - 3.6 – Conclusions

## 3.1 – Généralités

- Plusieurs types
  - Collections d'images fixes
  - Très gros rasters
    - Cartes rasters
    - Plan de ville
    - Images satellites
  - Séquences vidéos, films

## Recherche

- Basée sur les mots-clés (utilisateur donne une liste de mots-clés)
- Basée sur le contenu (utilisateur donne une image-exemple (query by example))
  - couleurs
  - formes
  - textures
  - relations spatiales

## Hauts et bas niveaux

- Caractéristiques de haut niveau
  - nature et sémantique des objets présents sur l'image, et leurs relations
  - exemple : un voilier sur la mer au coucher du soleil
- Caractéristiques de bas niveau
  - pixels, couleurs, textures, etc.
  - exemple : les images ayant 40 % de bleu clair.

## Interrogation des bases d'images

- Recherche par mots-clés
- Recherche par le contenu
- Recherche par la couleur
- Recherche par la forme

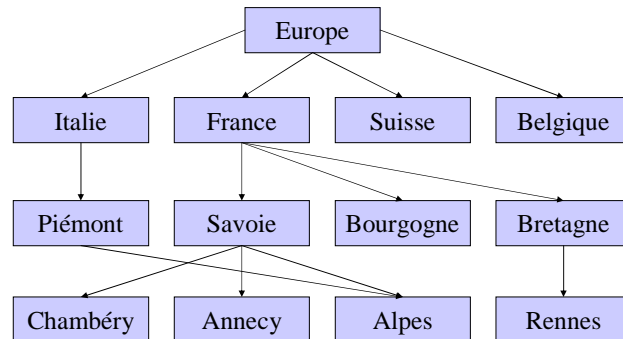
### 3.2 - Recherche par mots-clés

- Chaque document est décrit par une liste de mots-clés (opération dite d'indexation)
- Généralement de 3 à 10 mots-clés donnés par l'auteur ou par un expert
- Ces mots-clés sont regroupés dans un thesaurus avec 3 relations
  - synonymie
  - généralité / spécificité

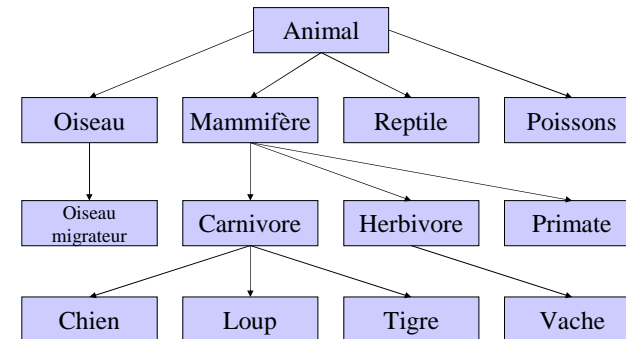
### Annotations

- Informations complémentaires
- Recherche de mots-clés caractérisant les documents MM
- Listes des objets, des personnes, du lieu
- Origine du document (auteur, appareil, date, etc.)
- Généralement fait de manière visuelle
- Appelé parfois "indexation manuelle"

### Exemple de thesaurus géographique



### Autre exemple de thesaurus

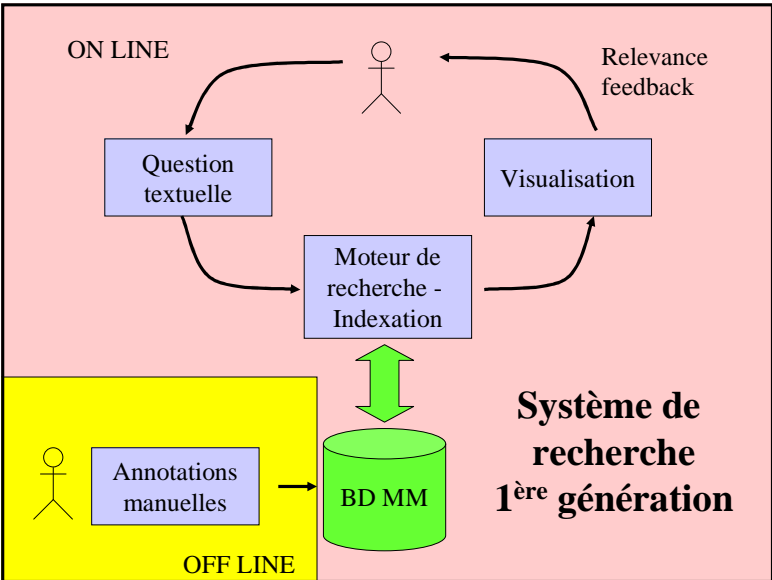


## Requêtes

- Liste booléenne de mots-clés (ET, OU, SAUF)
- Bruit = trop de documents non pertinents
- Silence = trop peu ou absence de résultats
- Exemple : *“je désire des photos traitant de la culture des poireaux en Australie”*

## Formulation

- R: culture et poireau et Australie
- Requête lancée avec thesaurus
- R': (culture sauf civilisation) et (poireau ou légume) et (Australie ou Océanie)



## Keyword: Beach

Corel Stock Photos [http://elib.cs.berkeley.edu/cgi/img\\_corel\\_query](http://elib.cs.berkeley.edu/cgi/img_corel_query)


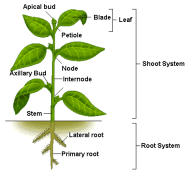
Number of matches: 600

Search list: keywords like "beach"

 ID: 24400 Description: Beach Caption: Puerto Morelos, Yucatan, Mexico	 ID: 24401 Description: Beach Caption: Walks Beach, Hawaii	 ID: 24402 Description: Beach Caption: Beach At Alentejo, Portugal
 ID: 24403 Description: Beach Caption: Unspoiled Island Beach, Bermuda	 ID: 24404 Description: Beach Caption: Costa Blanca, Spain	 ID: 24405 Description: Beach Caption: Beach At Alentejo, Portugal
 ID: 24406 Description: Beach Caption: A Seaside Epitome The Beach Of Boston, Atlantic Coast	 ID: 24407 Description: Beach Caption: Devonian Beach, Bermuda	 ID: 24408 Description: Beach Caption: Fort Hood Beach And Park, Cape Breton, Nova Scotia

## BD sur plantes

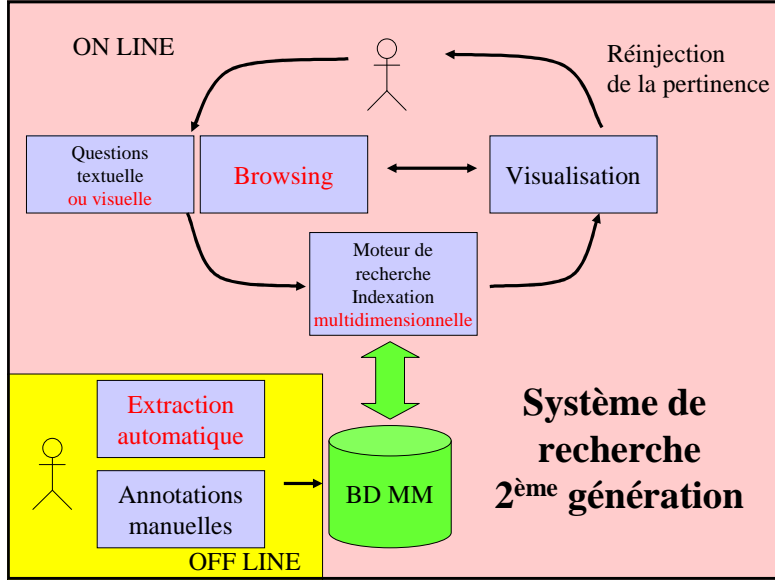
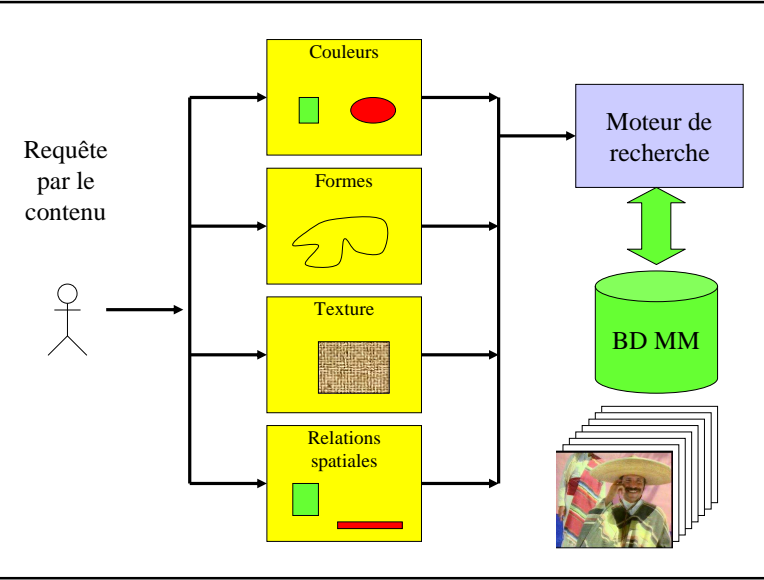
**Linnaean Taxonomic Hierarchy**

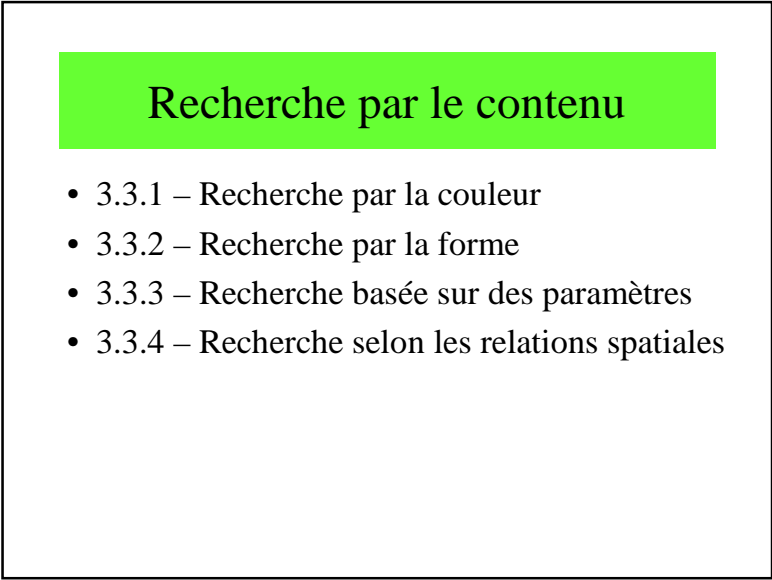
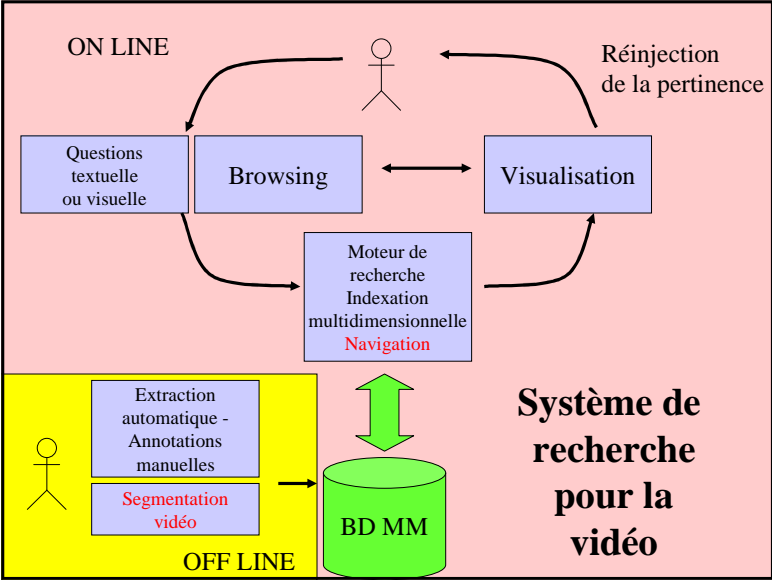
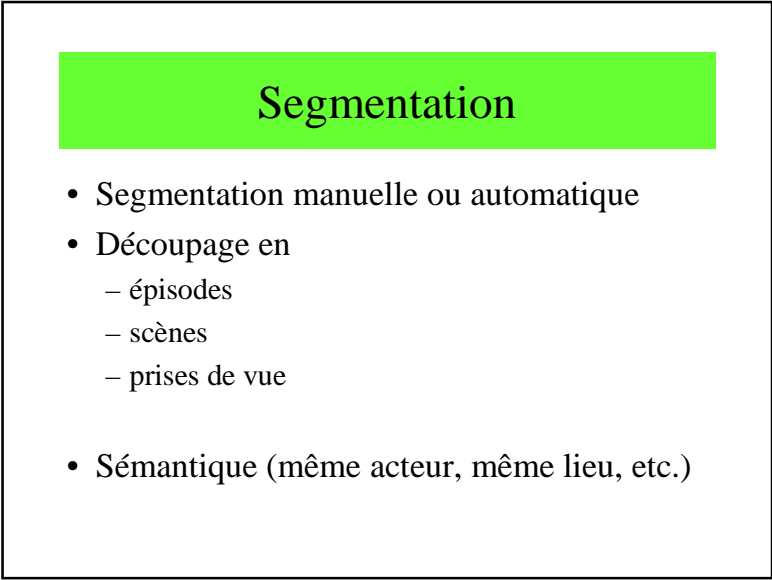
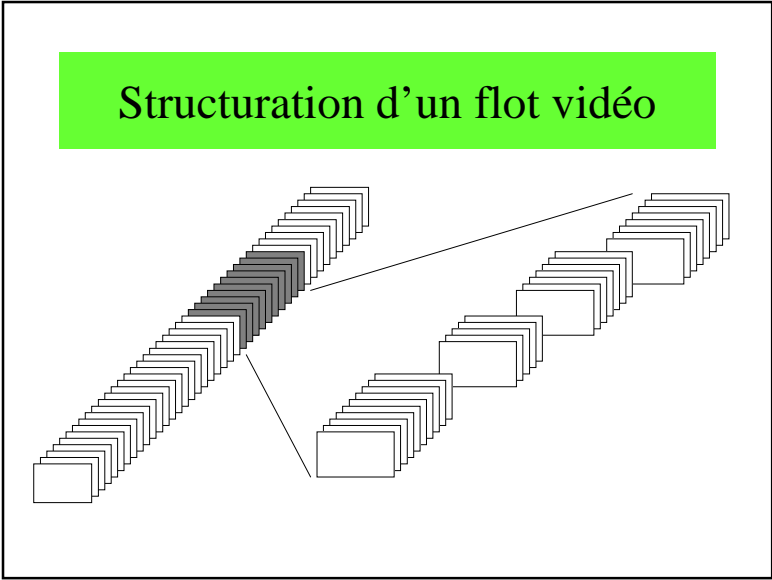
<p>CATEGORY</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kingdom <i>Plantae</i></li> <li>2. Division <i>Angiosperms</i></li> <li>3. Class <i>Dicotyledons</i></li> <li>4. Order <i>Asterales</i></li> <li>5. Family <i>Asteraceae</i></li> <li>6. Genus <i>Helianthus</i></li> <li>7. Species <i>Helianthus annuus</i></li> </ol>		
--	---	---

<http://www.ualr.edu/~botany/images.html>

## 3.3 – Recherche par le contenu

- Similaire à la recherche “full text” dans les textes (exemple Google)
- Recherche par le contenu généralement basé sur un exemple “*Query-by-example*”





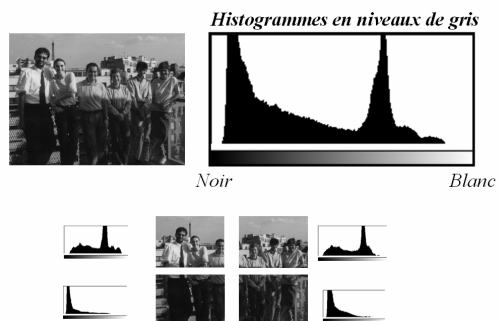
### 3.3.1 – Requetes basées sur la couleur

- Contenant une couleur dans une certaine proportion
- Similarité de couleur sur toute l'image
- Similarité sur une partie
- Basée sur un objet possédant une couleur particulière
- etc.

### Exemple d'histogrammes



### Histogrammes par régions



### Solution

- Histogramme des couleurs pour l'image-requete  $H(I_Q)$  et les autres images  $H(I_D)$
- Attention : même résolution, même système de codage des couleurs

### Comparaison d'histogrammes

$$D_H(I_Q, I_D) = \sum_{j=1}^n |H(I_Q, j) - H(I_D, j)|$$

$$D_H(I_Q, I_D) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (H(I_Q, j) - H(I_D, j))^2}$$

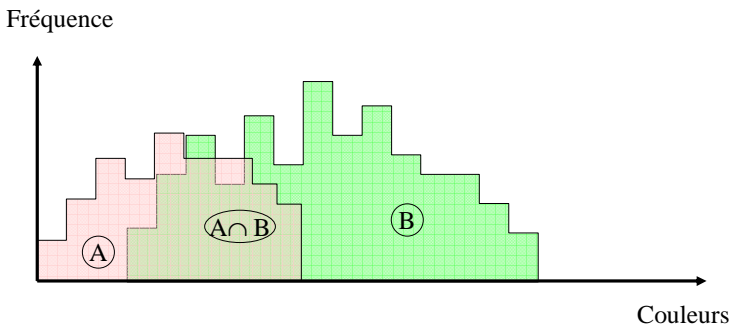
- Comparaison par test (type  $\chi^2$ )
- Mais performances faibles

### Méthode de Swain et Ballard

- Intersection d'histogrammes

$$D_H(I_Q, I_D) = \frac{\sum_{j=1}^n \min(H(I_Q, j), H(I_D, j))}{\sum_{j=1}^n H(I_Q, j)}$$

### Intersection d'histogrammes



### Blobworld

<http://elib.cs.berkeley.edu/photos/blobworld/>

- University of California, Berkeley
- 35 000 images

**Step 1:**  
 To begin a query, select a blob by clicking in the Blobworld image above.  
 You can also type in one or more keywords. We'll search the Corel keywords, caption, and CD title, and only do the Blobworld search among images that match all of your keywords. (But read this *warning* about the inaccuracy of keywords.)  
 Or search based on keywords alone. — just type the keywords and click "Submit."

**Step 2:**  
 Adjust the weights below if you'd like, then click "Submit."

	Not Somewhat Very			Not Somewhat Very			
	Not	Somewhat	Very	Not	Somewhat	Very	
	How important is the selected region?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	How important is the background (everything outside the region)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
How important are the features of this region?							
Color	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Texture	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Location	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Shape/Size	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	



		Feature importance:			
		color	texture	location	shape
blob	very	very	somewhat	not	not
background	somewhat	very	not	not	not

Query image: 108019      Query mask

Querying from 35000 images (200 returned by the filter).

1. 108044 (score = 0.99)      New query

2. 108023 (score = 0.98)      New query

3. 108006 (score = 0.98)      New query

4. 108029 (score = 0.98)      New query

5. 108051 (score = 0.98)      New query

6. 108024 (score = 0.97)      New query

7. 108037 (score = 0.97)      New query

8. 108004 (score = 0.97)      New query

**MARS** <http://www-db.ics.uci.edu/pages/research/mars.shtml>

- MARS (Multimedia Analysis and Retrieval System)
- University of Illinois at Urbana-Champaign, University of California at Irvine,
- Demos <http://www-db.ics.uci.edu/pages/demos/index.shtml>.

**Example Terrain Region Similarity**  
Select a region from the image

**Terrain similarity matching - Query Results**  
Click on image to zoom or Start over

**Simplicity**  
[http://wang16.ist.psu.edu/cgi-bin/zwang/regionsearch\\_show.cgi](http://wang16.ist.psu.edu/cgi-bin/zwang/regionsearch_show.cgi)

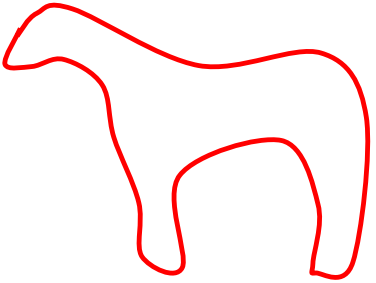
- Stanford university
- 200 000 images
- Similarity



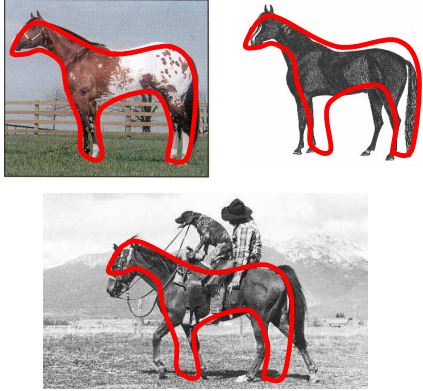
### 3.3.2 – Recherche par la forme

- L'utilisateur donne une forme par exemple « à main levée »
- Comparaison avec les autres images
- Déformations linéaires
  - translations
  - rotations
  - échelles
- Autres transformations

### Exemple "cheval"



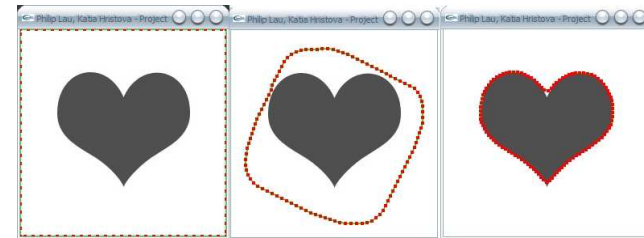
### Exemple de résultats



## Snakes – Contours actifs

- Forme originale déformée pour atteindre une autre forme
- Objectifs
  - suivre le mieux possible les arêtes
  - minimiser l'énergie de déformation

## Exemple



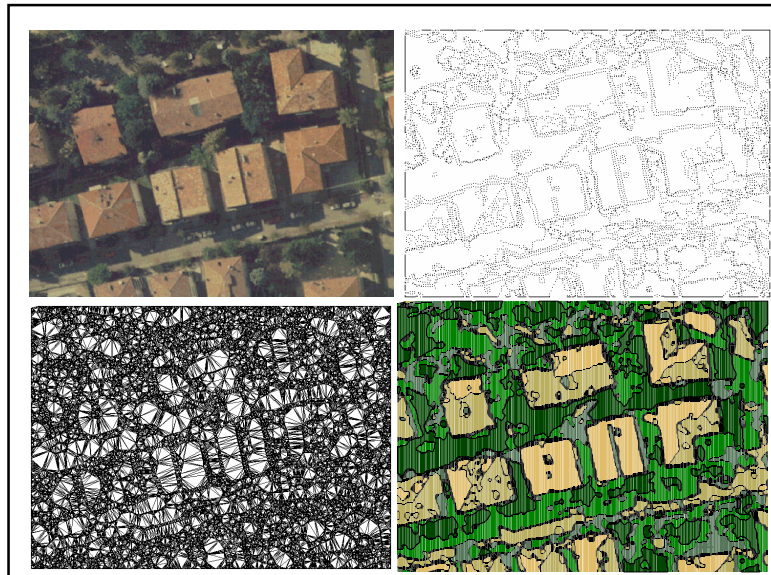
## Déformation de forme

- Equation intrinsèque de la courbe

$$\vec{\phi}(s) = \vec{\tau}(s)\vec{\theta}(s)$$

- Mesure de la déformation

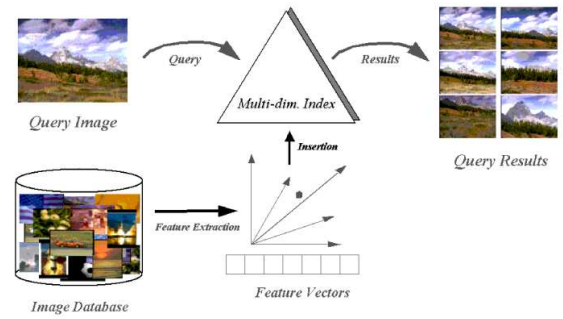
$$M = \int_0^1 \left[ \nabla I(\vec{\phi}(s)) \right]^2 ds$$



### 3.3.3 – Recherche basée sur des paramètres

- Principe :
  - chaque image est décrite par une foule de paramètre issues du traitement d'images
  - jusqu'à plusieurs dizaines de paramètres sont utilisés → index
  - l'image-requête est analysée pour extraire les paramètres en question
  - Comparaison (distance)

### Structure



System	ADL	AlkaVisa	Ariane	BELP	BioWorld	CANDID	C-laid	Chabot	CEVQ	DrawSearch	Excalibur	FIR	FOCUS	ImageFinder	ImageMiner	ImageRTIO	ImageFlow	ImageScape	Jacob	LCPD	MAIS	MetaSEK	MIR	NETRA
Keywords	*		*	*				*									*				*	*	*	*
Face Detection																	*					*	*	*
Layout					*	*						*		*	*	*	*	*			*	*	*	*
Shape	No details	*			*				*															
	Other		* <sup>1</sup>			* <sup>1</sup>										* <sup>B</sup>								
	Elementary descriptors			*	*	*		*		*		*	*	*	*	*	*	*						*
	Bounding box/ellipse												*											
	Curvature scale space																							*
	Elastic models																							*
Fourier descriptors								*								*					*		*	

System	Photobook	Picasso	PxHunter	PxTsSeek	QBIC	SQUID	SurfImage	SYNAPSE	TODAI	VIR	VisualSEK	VP	WebSEK	WebSeer	WISE
Keywords			*	*						*			*	*	*
Face Detection	*													*	
Layout	*			*							*				
Shape	No details									*					
	Other			* <sup>6</sup>								* <sup>1</sup>			
	Elementary descriptors	*		*							*				
	Bounding box/ellipse	*									*				
	Curvature scale space						*								
	Elastic models	*	*				*								
Fourier descriptors															

		System	
		ADL	AliaVisa
Texture	No details	*	
	Other		
	Projection histogram		
	Edge-orientation histogram		*
	Local binary patterns		
	Random fields		*
	Atomic texture features		*
	Wavelet, Fourier transform	*	*

		System	
		PhotoBook	Picasso
Texture	No details		
	Other		
	Projection histogram		
	Edge-orientation histogram		*
	Local binary patterns		
	Random fields	*	
	Atomic texture features		*
	Wavelet, Fourier transform		*

		System	
		ADL	AliaVisa
Color	No details	*	
	Other		
	Dominant colors	*	
	Region histogram		*
	Fixed subimage histogram		
	Color coherence vectors		
	Average color vectors		*
	Correlation histogram		
	Global histogram	*	*
	Eigen image	*	*

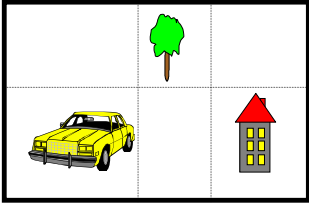
		System	
		PhotoBook	Picasso
Color	No details		
	Other		
	Dominant colors		
	Region histogram	*	
	Fixed subimage histogram		
	Color coherence vectors		*
	Average color vectors		*
	Correlation histogram		
	Global histogram	*	*
	Eigen image	*	*

### 3.3.4 – Recherche par les relations spatiales

- Projections symboliques (2D strings)
- Utilisation des relations d'Egenhofer
- Utilisation des operateurs de Jungert
- Signature

### 2D strings de Chang

- Principe :
  - x-projection : voiture < arbre < maison*
  - y-projection : voiture et maison < arbre*



The diagram shows a 2x3 grid. The top row contains a tree in the middle cell. The bottom row contains a yellow car in the left cell and a house in the right cell.

### Description d'une image

<i>d</i>		
	<i>b</i>	<i>c</i>
<i>a</i>	<i>a</i>	

- $I = (u, v)$
- $(a=d < a=b < c, a=a < b=c < d)$
- = même place
- < relation gauche-droite
- 2D strings normales :  $(ad < ab < c, aa < bc < d)$

### Pattern matching

Image initiale

<i>d</i>		
	<i>b</i>	<i>c</i>
<i>a</i>		

Exemple de requêtes :

	<i>b</i>
<i>a</i>	

	<i>c</i>
<i>a</i>	

<i>b</i>	<i>c</i>
<i>a</i>	

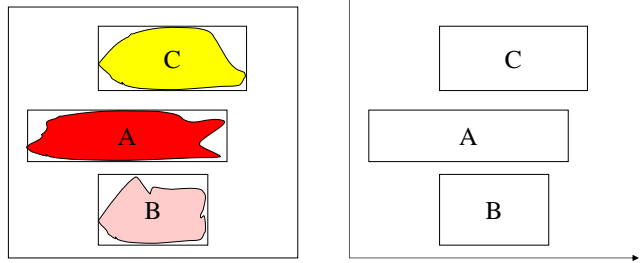
### Conclusion sur les 2 D strings

- Outil intéressant
- Difficultés de description lors de superposition et/ou recouvrement
- Problèmes des zones à trou
- → autres opérateurs

### Codage par 2D B strings

$$u : A_{bx} < B_{bx} = C_{bx} < B_{ex} < A_{ex} < C_{ex}$$

$$v : B_{by} < B_{ey} = A_{by} < A_{ey} = C_{by} < C_{ey}$$



### Opérateurs de Jungert (1/2)

$A < B$	centre(A) < centre(B)	
$A = B$	centre(A) = centre(B)	
$A   B$	Côte à côte	
$A \% B$	Min(A) > Min (B) Max(A) < Max (B) Length(A) < Length(B)	

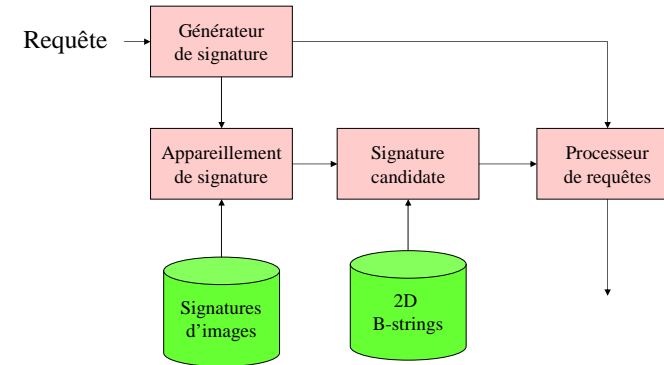
### Opérateurs de Jungert (2/2)

$A [ B$	Min(A) = Min (B) Length(A) < Length(B)	
$A ] B$	Max(A) = Max (B) Length(A) < Length(B)	
$A \backslash B$	Min(A) < Min (B) Length(A) ≤ Length(B)	
$A / B$	Max(A) > Max (B) Length(A) ≤ Length(B)	

## Signature

- Codage d'une image avec 2D strings, ou plus exactement 2D B strings (Lee, Yang, Chen) (= codage des morceaux)
- Fonction de hashing

## Recherche par signature



## 3.4 – Structuration physique des bases d'images

- Image
  - un ensemble de pixels avec un codage
  - un ensemble de descripteurs
  - éventuellement des objets pictoriels reconnus
- Bases d'images
  - plusieurs images
  - un système d'accès à partir des descripteurs
- Gros raster
  - une seule très grande image
  - une localisation des objets pictoriels

## Descripteurs

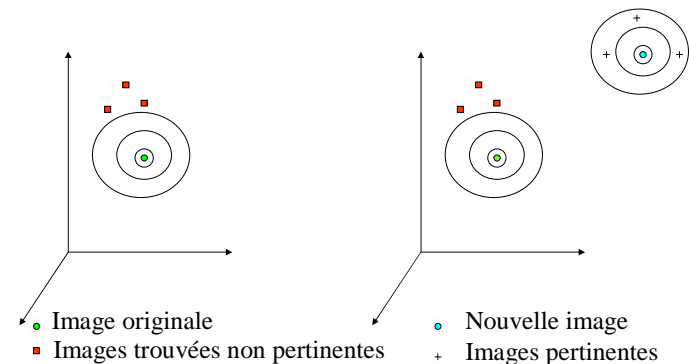
- Descripteurs : toute caractéristique d'une image
  - bas niveaux (avant interprétation)
  - hauts niveaux (après interprétation) ; classifieurs
- Plusieurs dizaines, voire >100
- 1 point dans un espace à  $n$  dimensions
- Exemples
  - Couleurs: codage, histogramme, etc.
  - Texture: granularité, direction, répétitivité, etc.



## Requête

- Soit un ensemble de descripteurs
- Soit une image-requête
  - analyse pour extraction des descripteurs
- Relevance feedback (réinjection de la pertinence)
  - plusieurs images-requêtes

## Relevance feedback



## Requête-image → requête spatiale

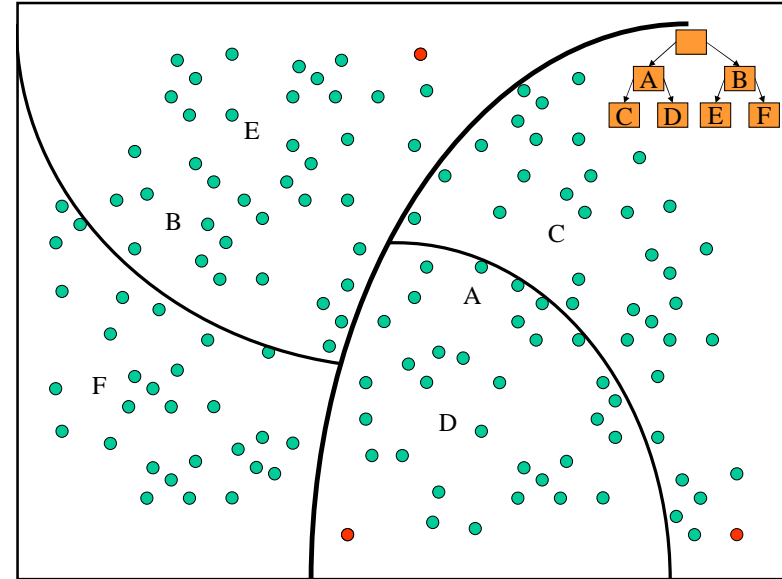
- Requête ponctuelle (espace à  $n$  dimensions)
- Recherche des plus  $k$  proches voisins
  
- → Requête multipoint

## Accès physique

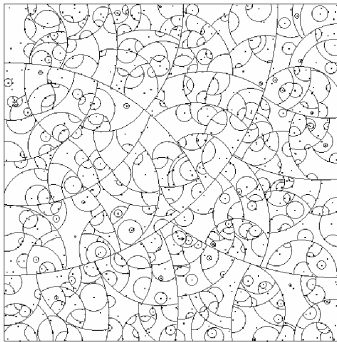
- Descripteurs → espace à  $n$  dimensions
- Distances
  - euclidienne
  - etc.
- Algorithmes : recherche des  $k$  plus proches voisins
- Solutions :
  - R-tree ou bien R<sup>+</sup>-tree
  - VP-tree (Vantage Point Tree)

## VP-tree

- Recherche des voisins
- → distance entre les points ( $n$  dimensions)
- On part d'un point (dit Vantage point), centre d'un "cercle" tel que 50 % des points appartiennent à ce "cercle" (dit hypersphère médiane)
- Puis on continue de manière arborescente
- Vantage point :
  - barycentre
  - point le plus éloigné



## Exemple



## 3.5 – Exemple : Image Rover

- Boston University, MA.
- Demo  
<http://www.cs.bu.edu/groups/ivc/ImageRover/demo.html>.
- Associations sémantiques
- Associations de couleurs
- Associations d'orientation

## Associations sémantiques

Examples of images expected to be semantically related:



Words surrounding the images are expected to talk about bikes.



Images maynot be semantically related.

## Associations de couleurs

Examples of images with similar color composition:



Blue above horizon, but color below horizon varies.



Red in center, surrounded by black.

## Associations d'orientation

Examples of images with similar distributions of edge orientations:



Dominant vertical edge orientation.



Many edge orientations present; no clear dominant orientation.

## 3.6 – Conclusion

- Difficulté de la recherche par le contenu pour les images
  - passage des pixels à des objets sémantiques
- Descripteurs de hauts et bas niveaux
- Résultats souvent décevants
- Usage des réseaux sémantiques et des ontologies

## A intégrer - Démo

- <http://wang.ist.psu.edu/IMAGE/>
- <http://www.terraserver.microsoft.com/default.aspx>
- <http://earth.google.com>