

Confessions d'un Iconoclaste

Serge Beucher

Quelques explications...

- Une proposition...



- Iconoclaste
εἰκονοκλάστης : briseur d'images

Quelques détails...

- Il sera question (bien sûr) de segmentations d'image (mais pas trop de la LPE en tant que telle)
- Mais aussi et surtout de tout ce qu'il faut maîtriser pour les réaliser.

Hiérarchies, Géodésie, Résidus, ...

Mais avant cela, quelques avertissements et réflexions...

Quelques prolégomènes...

- Je suis un prosélyte de la Morphologie Mathématique !
- Je suis géologue (et pas mathématicien)
- J'ai toujours préféré l'expérimentation à la théorie

La méditation est si douce et l'expérience si fatigante que je ne suis point étonné que celui qui pense soit rarement celui qui expérimente. (Denis DIDEROT)



Elaboration d'outils (et d'outils pour fabriquer des outils)

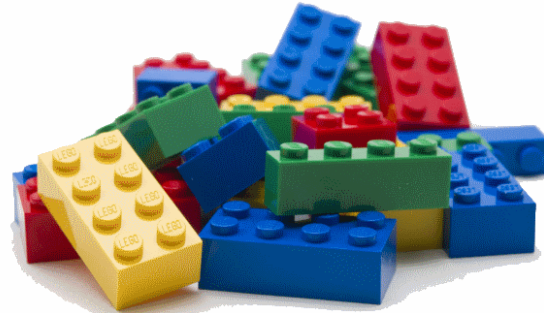


Algorithmes

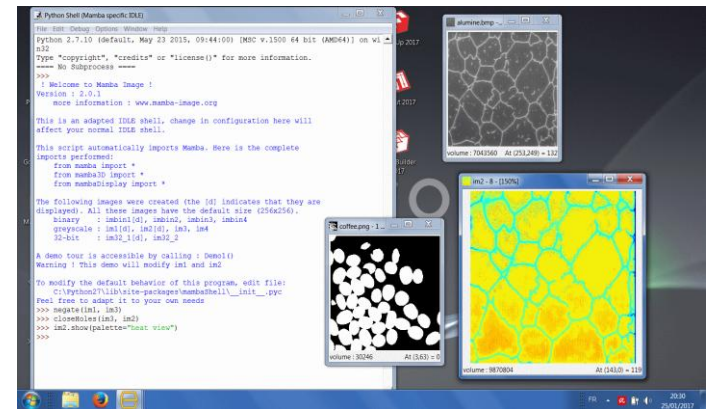
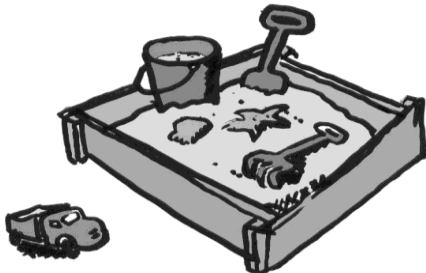
(Suite finie et non ambiguë d'opérations ou d'instructions permettant de résoudre un problème ou d'obtenir un résultat)

Quelques outils...

- Contribution à la définition d'architectures matérielles (analyseurs d'image)



- Logiciels (bibliothèques, langage) [Mamba Image]



Contexte discret, hexagonal (2D)
Opérateurs peu paramétriques et élégants

Quelques interrogations...

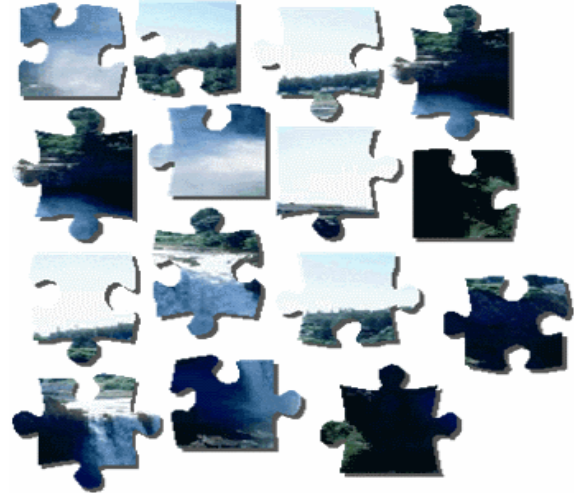
- Je ne sais pas ce qu'est la segmentation d'image (mais ce n'est pas grave...)

- Le mythe du Graal...

→ L'imposture de la vérité-terrain

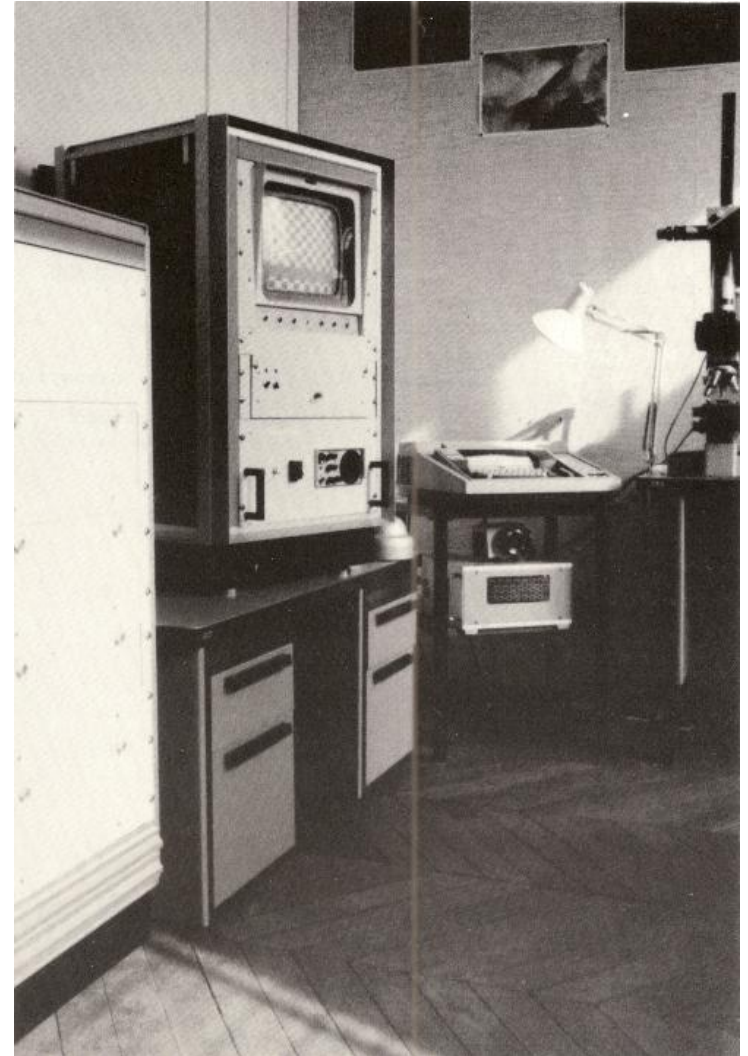
- Segmenter = partitionner
(couper en morceaux, séparer, trier...)

→ La Ligne de Partage des Eaux n'est qu'un outil parmi d'autres...



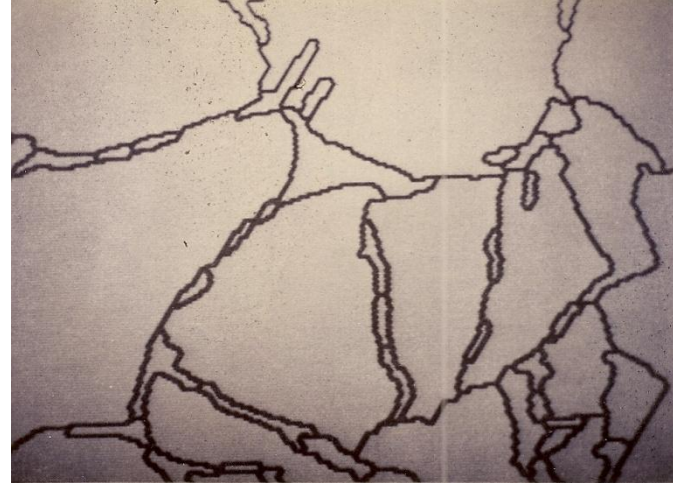
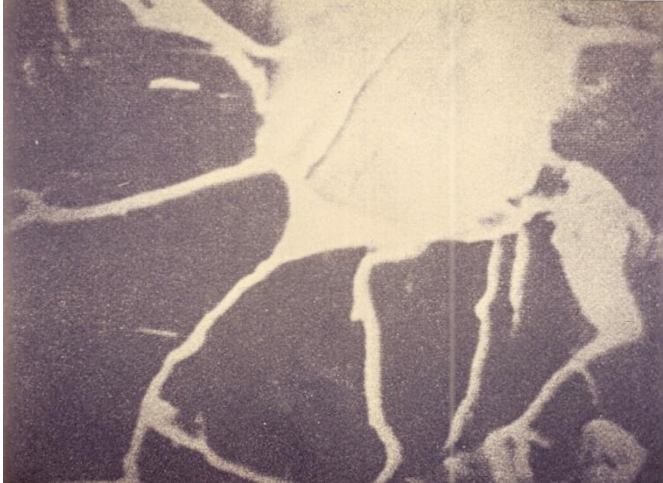
Inondations...

- L'idée et l'émergence de la LPE sont le résultat d'un certain nombre de concomitances :
 - un problème de mise en évidence de cuvettes dans un relief (cupules d'enduit bitumineux)
 - un algorithme pour extraire ces cuvettes
 - un opérateur de gradient

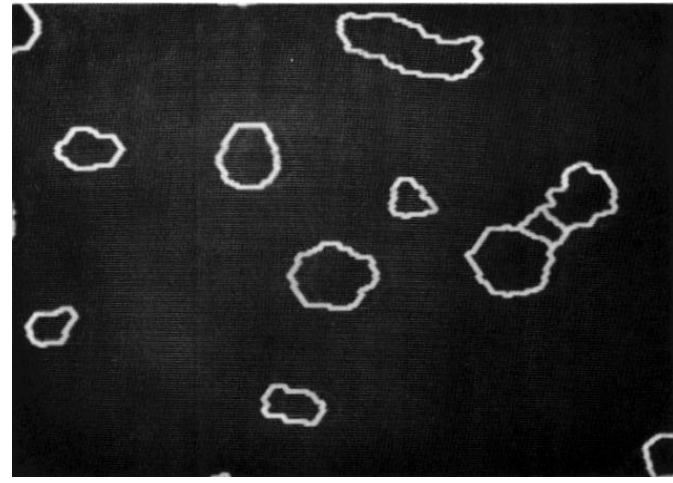
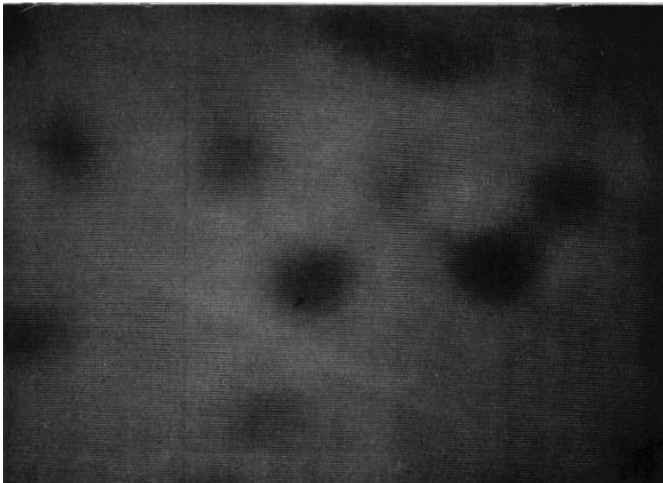


Premières tentatives...

- Fractures métalliques

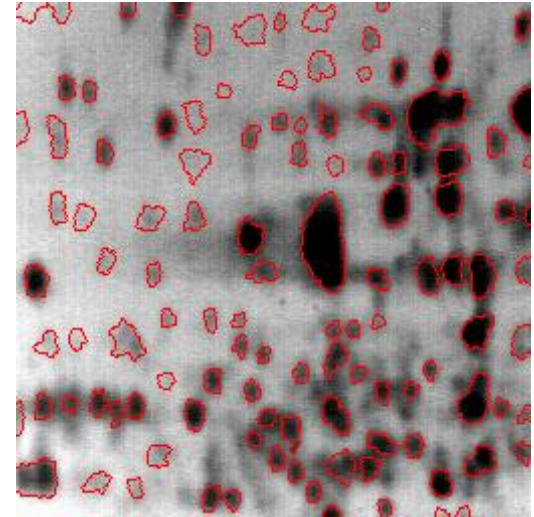
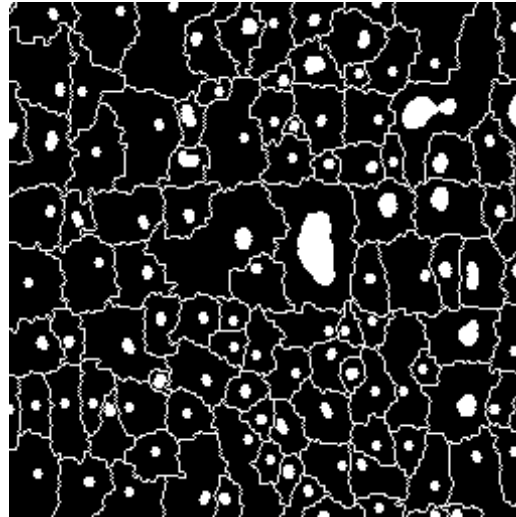
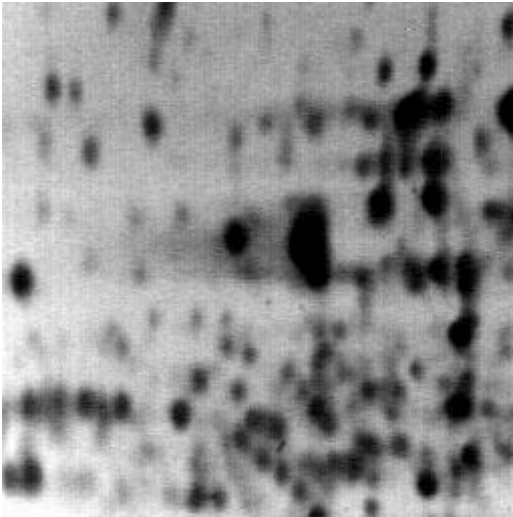


- Bulles de radon

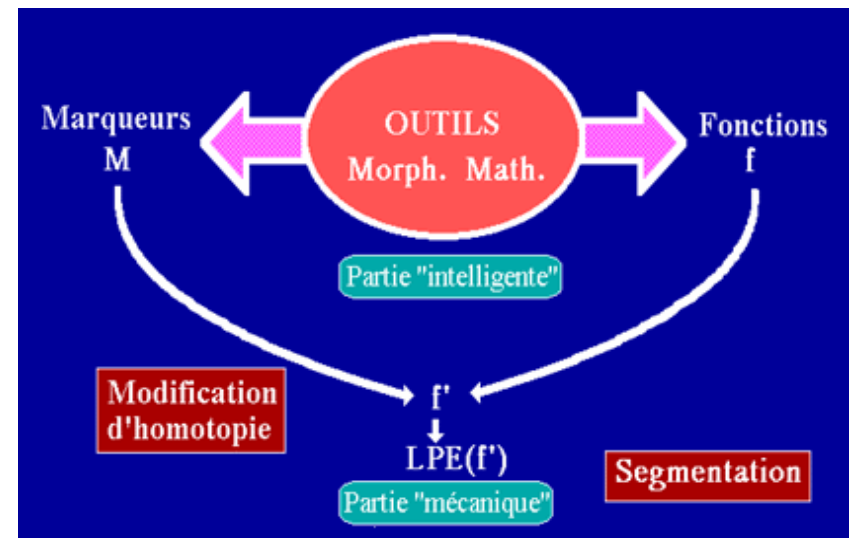


L'introduction de marqueurs...

- La LPE contrôlée par marqueurs, une grande percée...

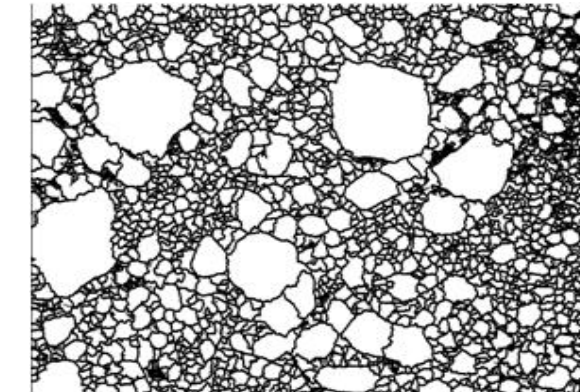
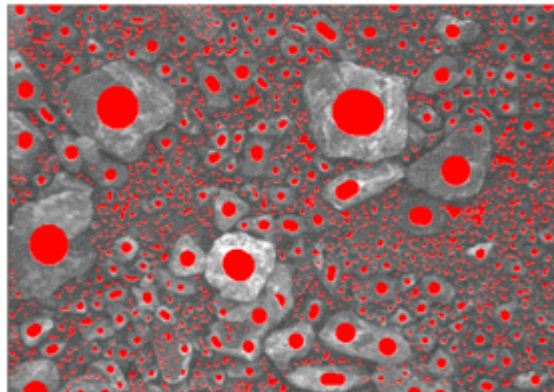
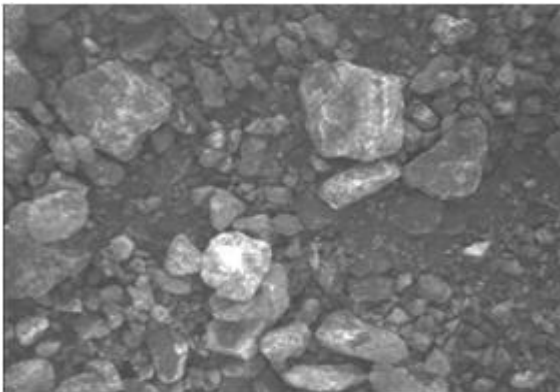
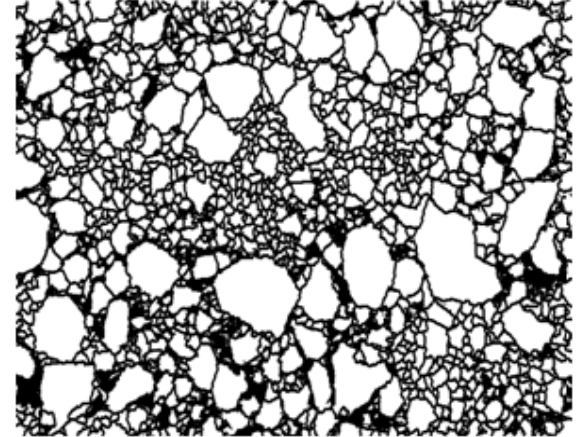
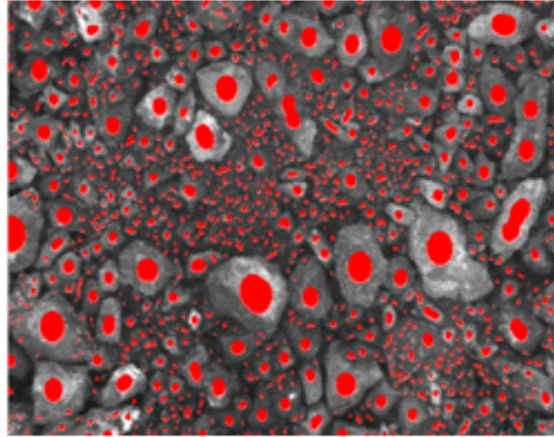
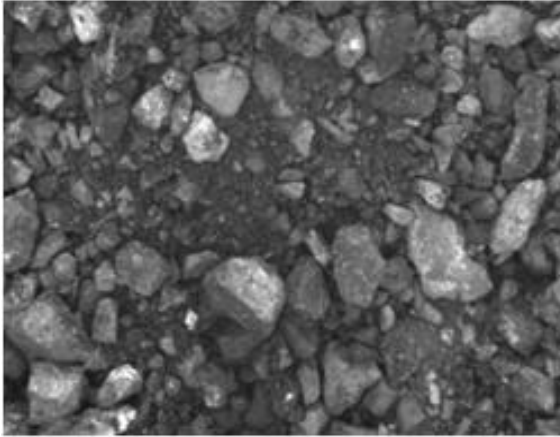


- Paradigme de la segmentation par LPE (le mode d'emploi)



Quelques succès...

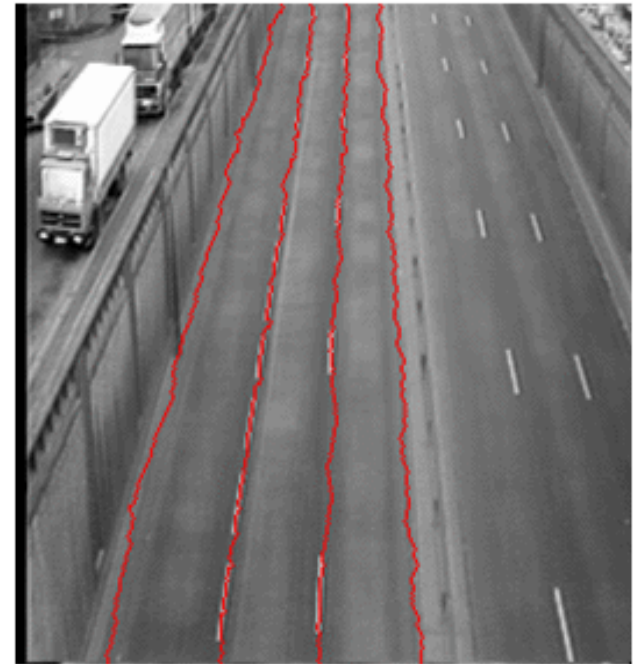
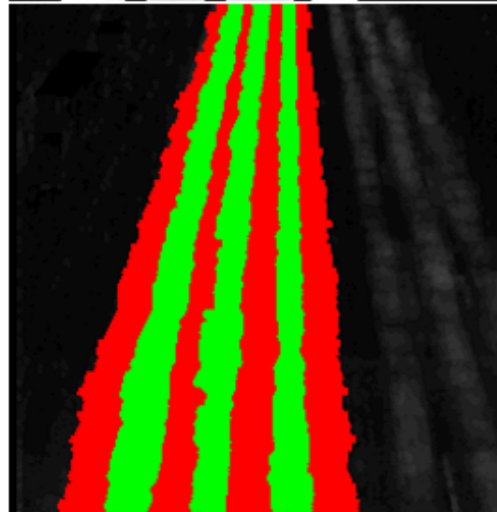
- Granulométrie de roches



La détermination des marqueurs nécessite l'usage d'opérateurs résiduels complexes.

Quelques succès...

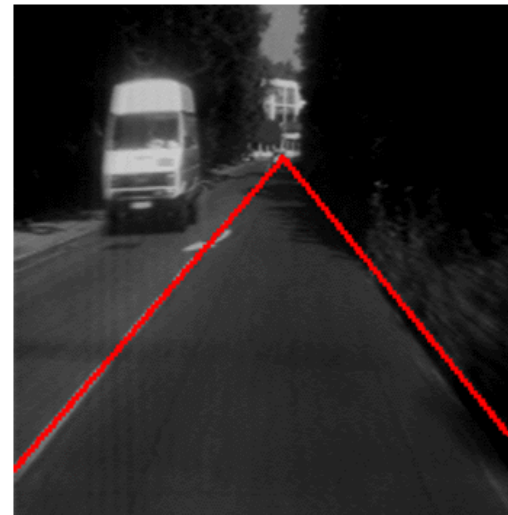
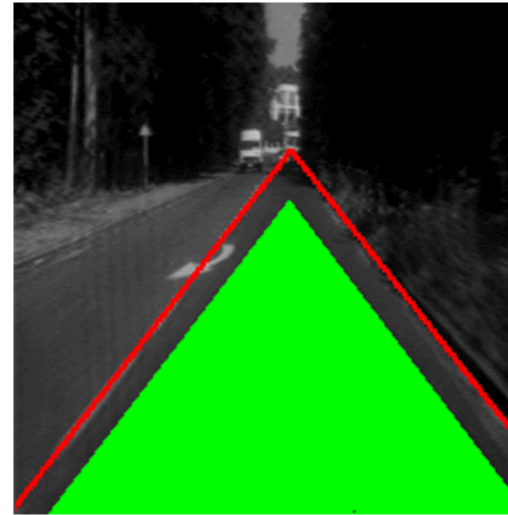
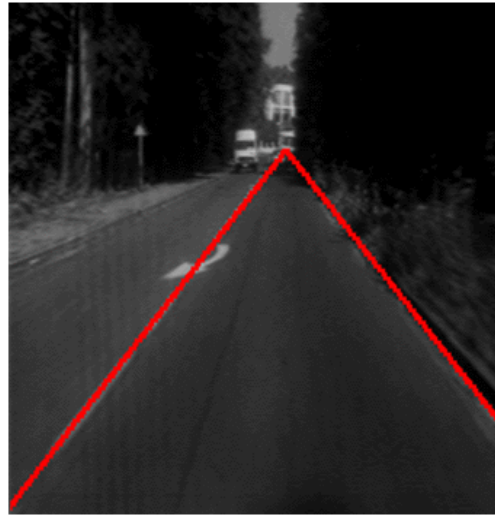
- Analyse de trafic / segmentation des voies



L'image sur laquelle la LPE va être réalisée ainsi que les marqueurs doivent être construits.

Quelques succès...

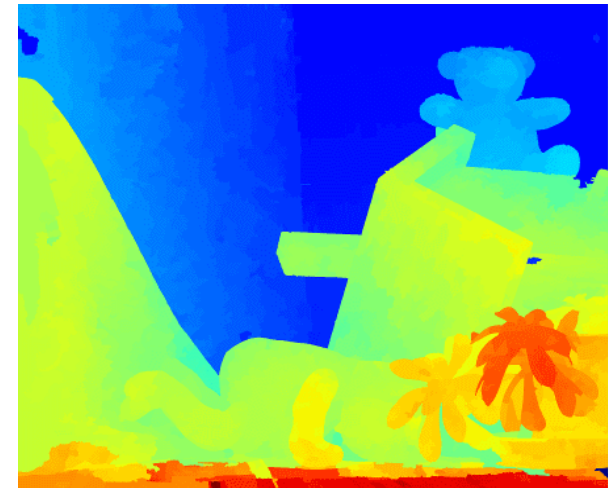
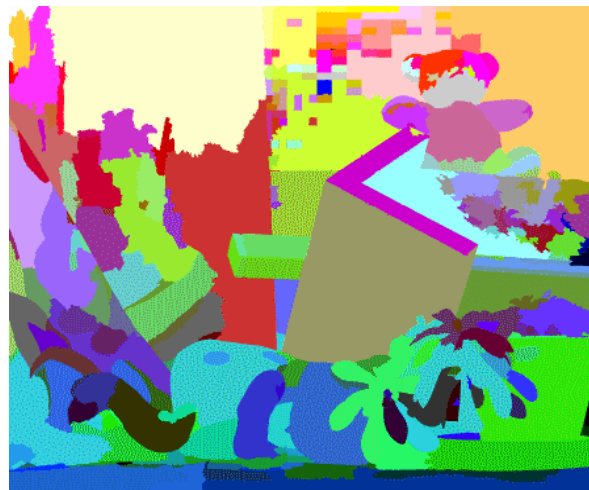
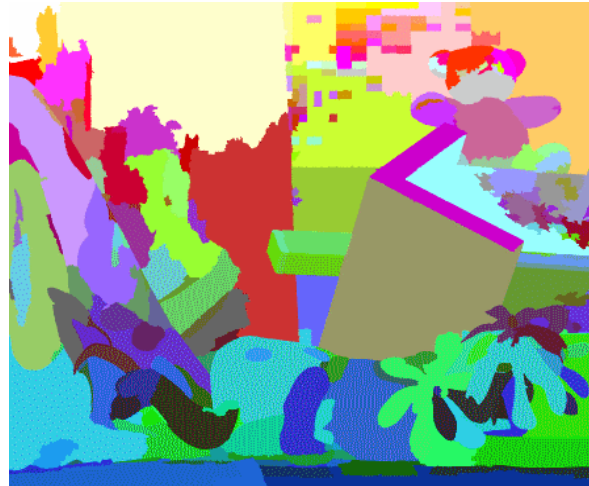
- Suivi de route



Les marqueurs réintroduits judicieusement facilitent le suivi et la segmentation des voies.

Quelques succès...

- Images stéréoscopiques



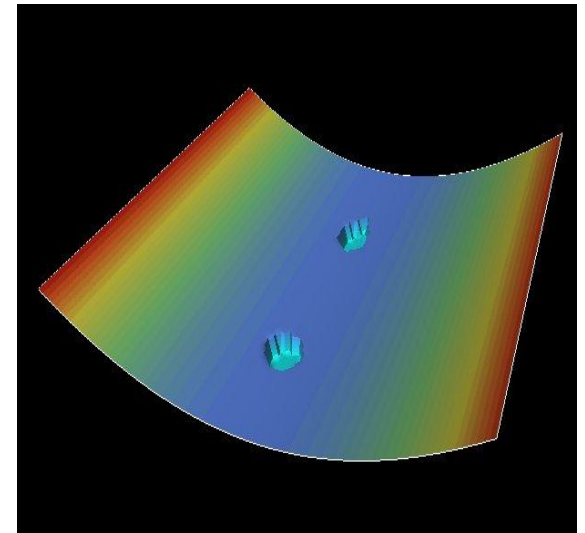
Il est possible en utilisant le même jeu de marqueurs de segmenter les régions homologues sur les 2 images de la paire (co-segmentation)

(Thèse de Jean-Charles Bricola)

Quelques errances...

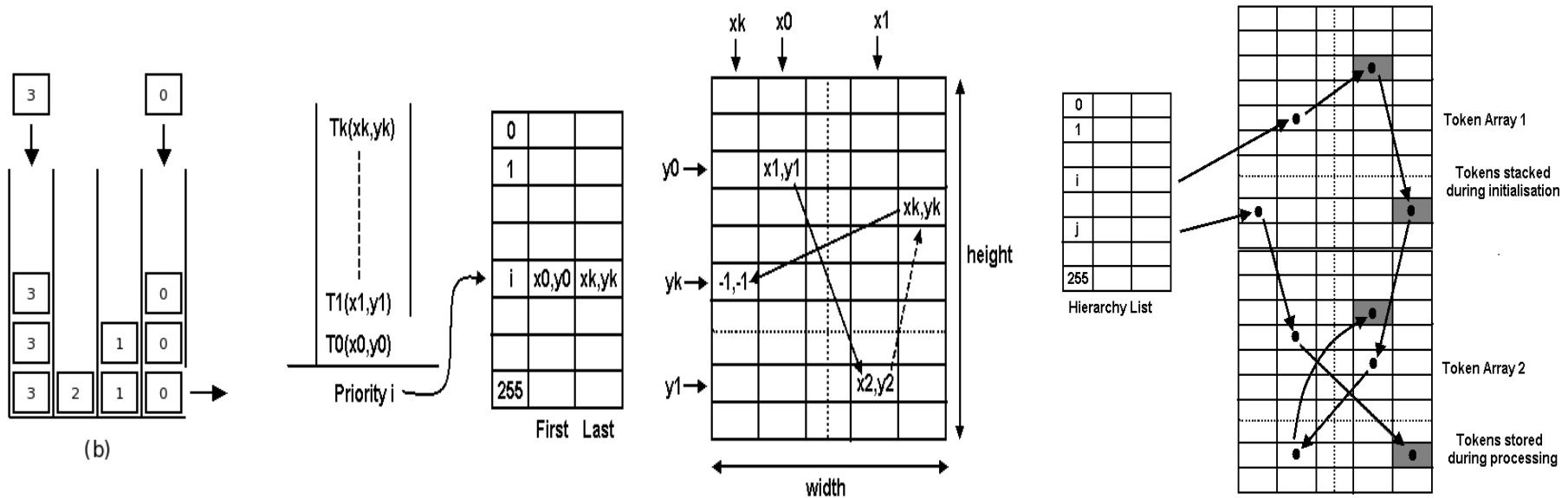
- Galvaudage du concept
(son nom y est pour beaucoup)
- La non localité
- Implémentations « exotiques »
(parallélisation)

*Caminante, no hay camino,
se hace camino al andar (Antonio Machado)*



Implémentations...

- Les files d'attente hiérarchiques fournissent AMHA l'implémentation la plus simple, la plus efficace et la plus rapide de la LPE (cela marche aussi pour les opérateurs géodésiques)

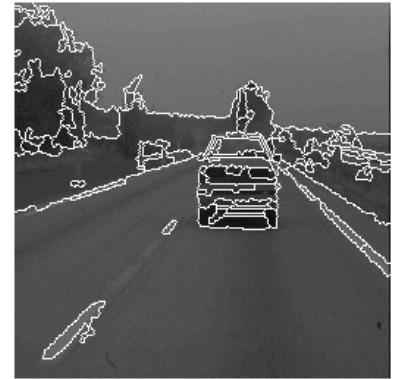
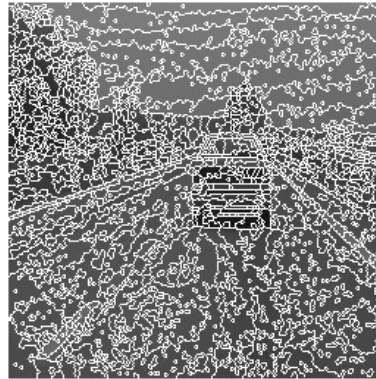


➔ Fort potentiel pour cette architecture

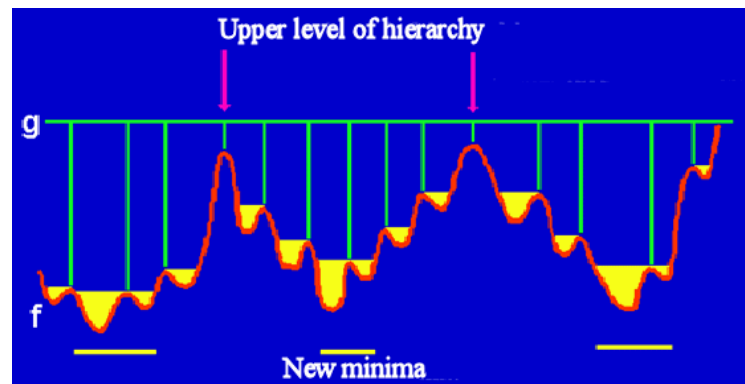
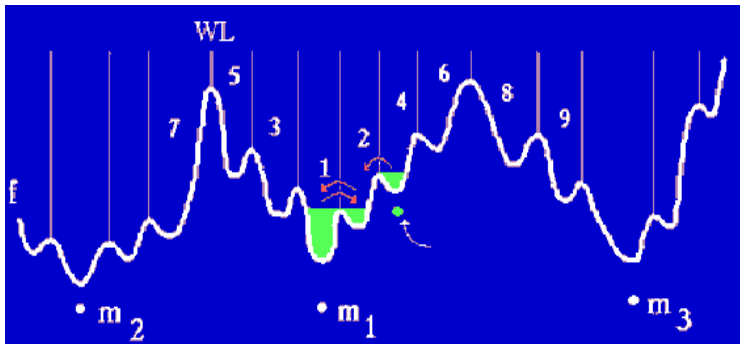
- Pas enthousiaste des implémentations basées sur des graphes...

Cascades & Hiérarchies

- Difficultés pour définir certains marqueurs (segmentation de scène, applications multimedia, etc.)
- Recoller les morceaux...

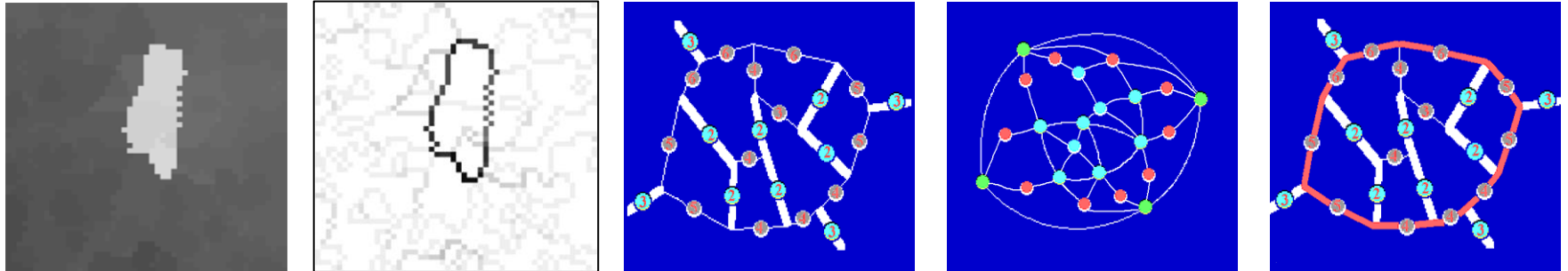


- L'algorithme des cascades, segmentation hiérarchique

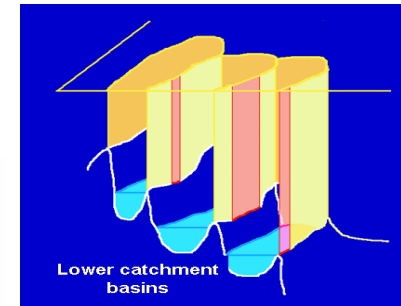
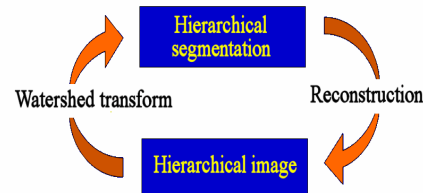


De gros défauts...

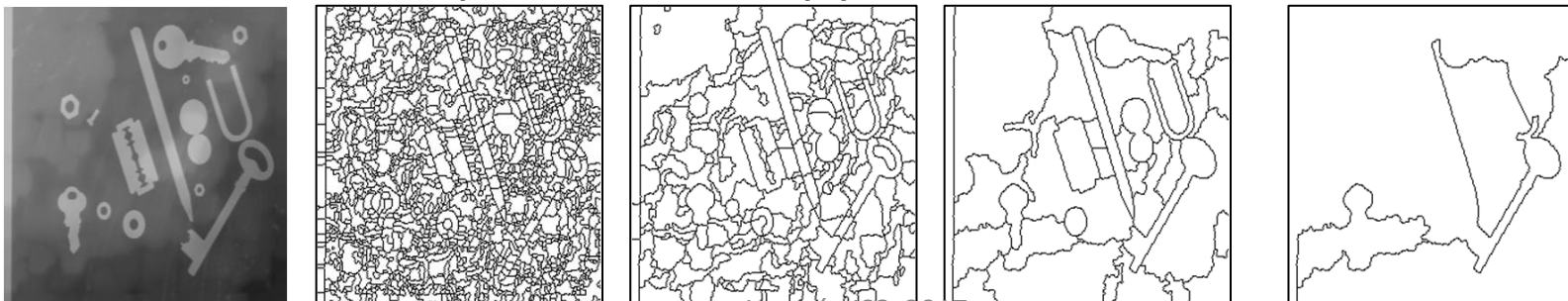
- L'algorithme des cascades, une LPE sur une LPE...



- Il peut être réalisé par une LPE appliquée à une image hiérarchique générée par reconstruction géodésique
- Il peut être itéré...

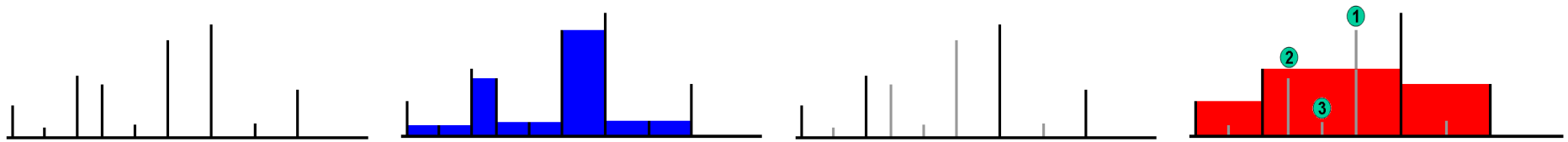


- Mais d'énormes problèmes apparaissent...

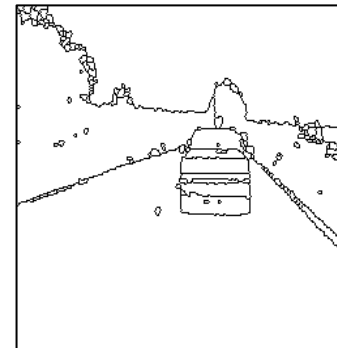
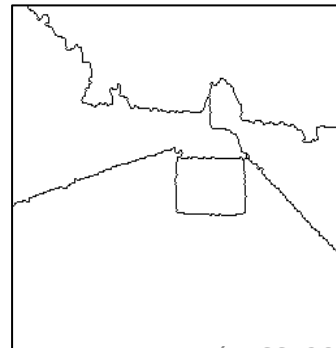
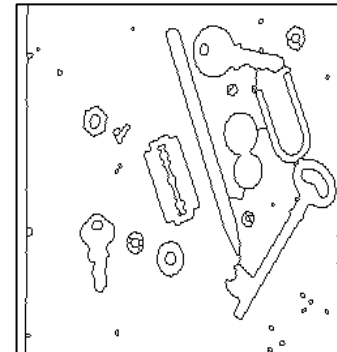
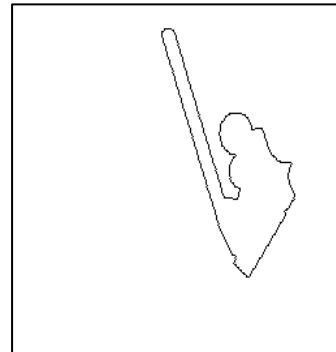
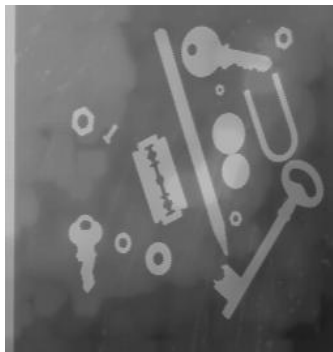


Quelques améliorations...

Plusieurs types de contours sont en jeu dans l'algorithme des cascades.

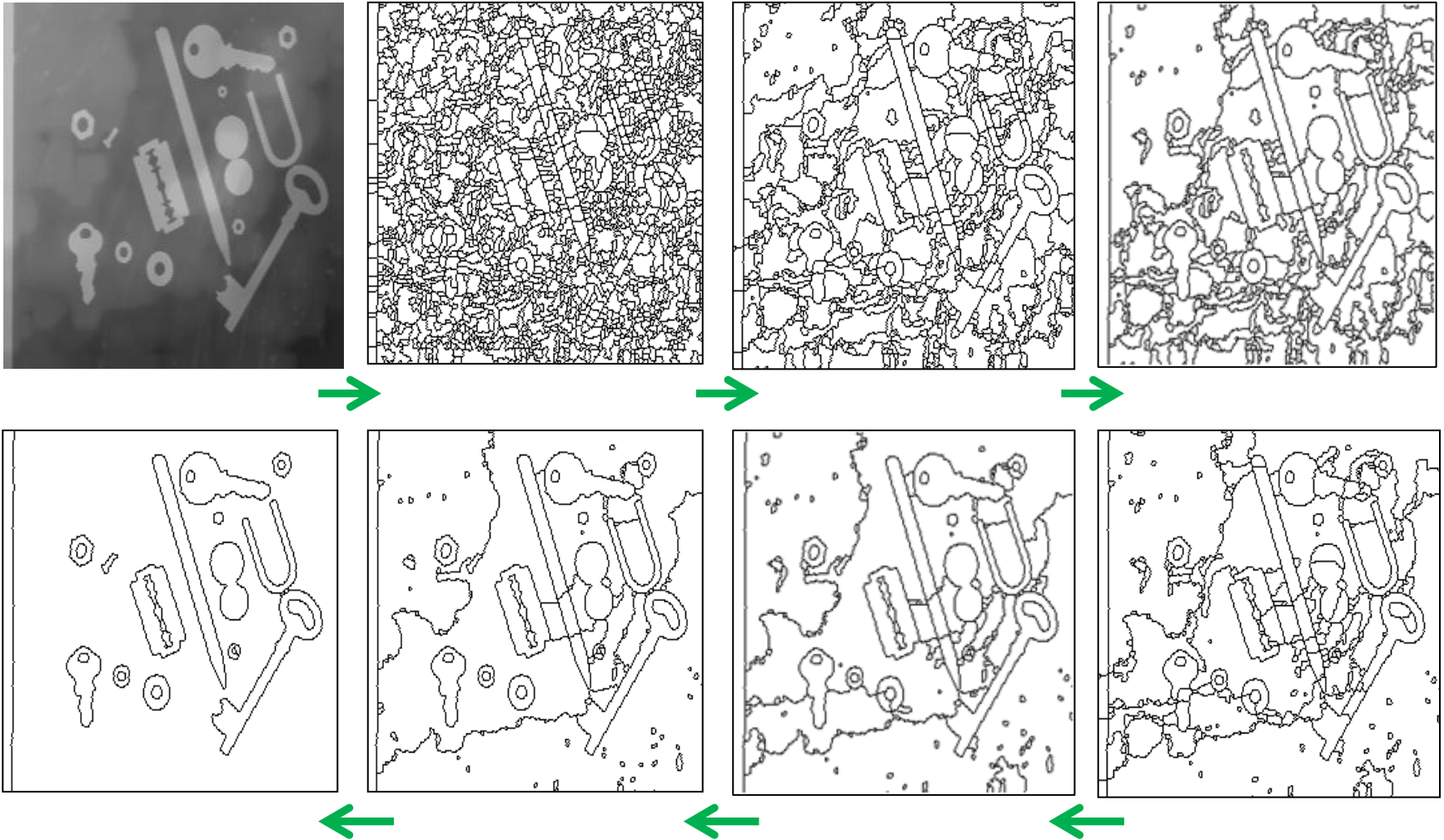


- Algorithme des cascades amélioré

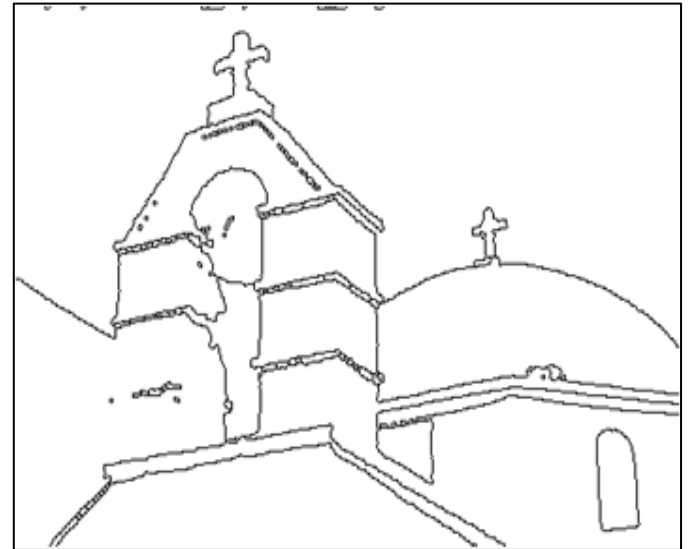
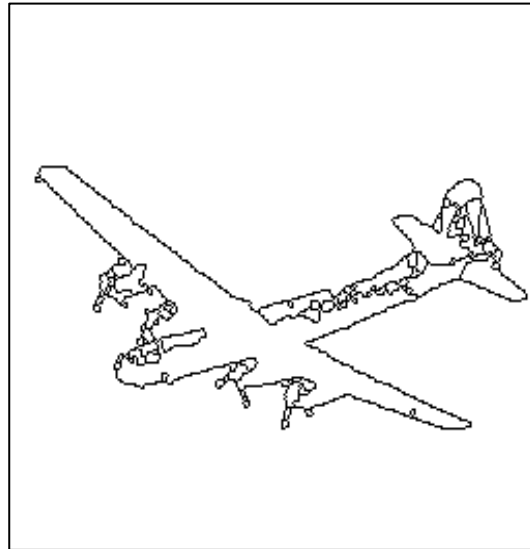
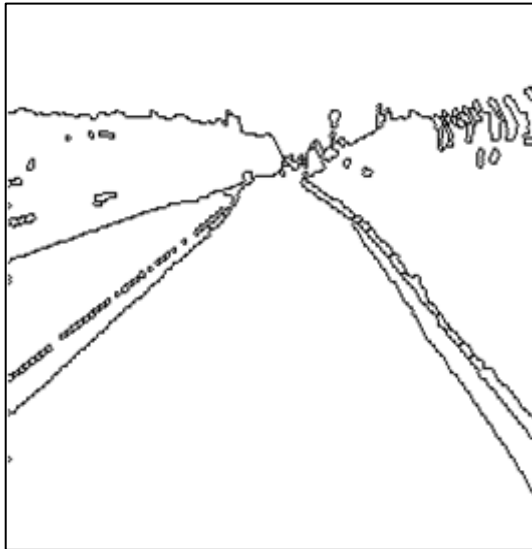


Sérendipité...

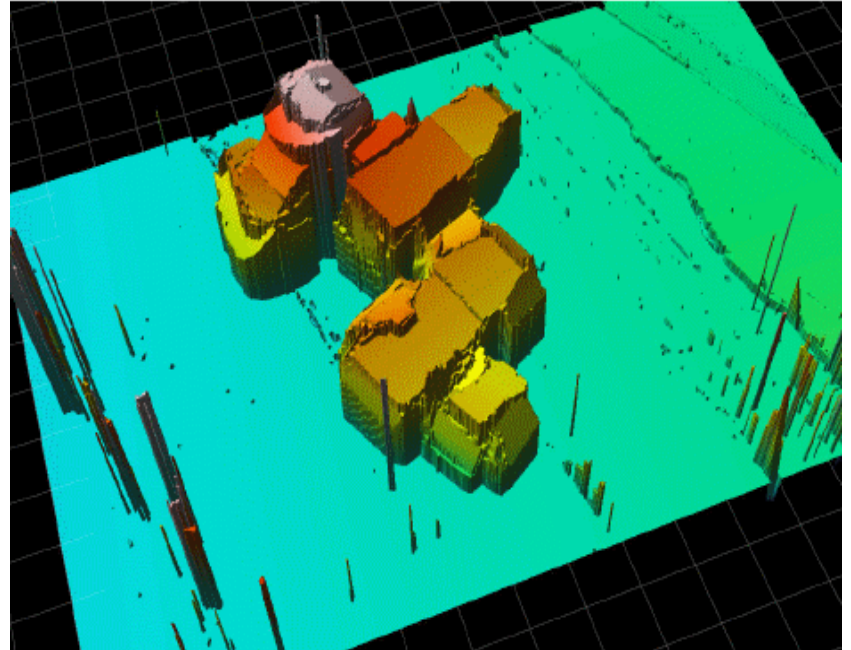
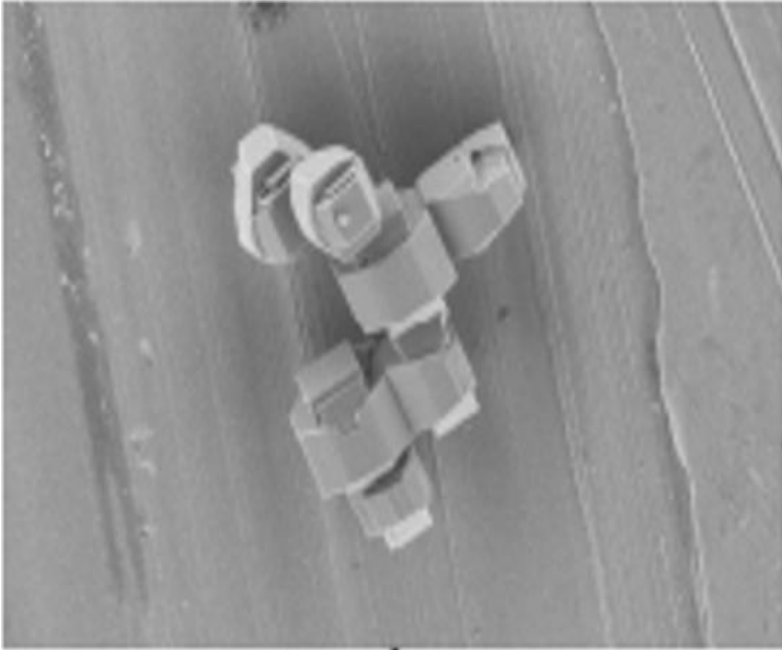
- Algorithme P



Quelques résultats intéressants...



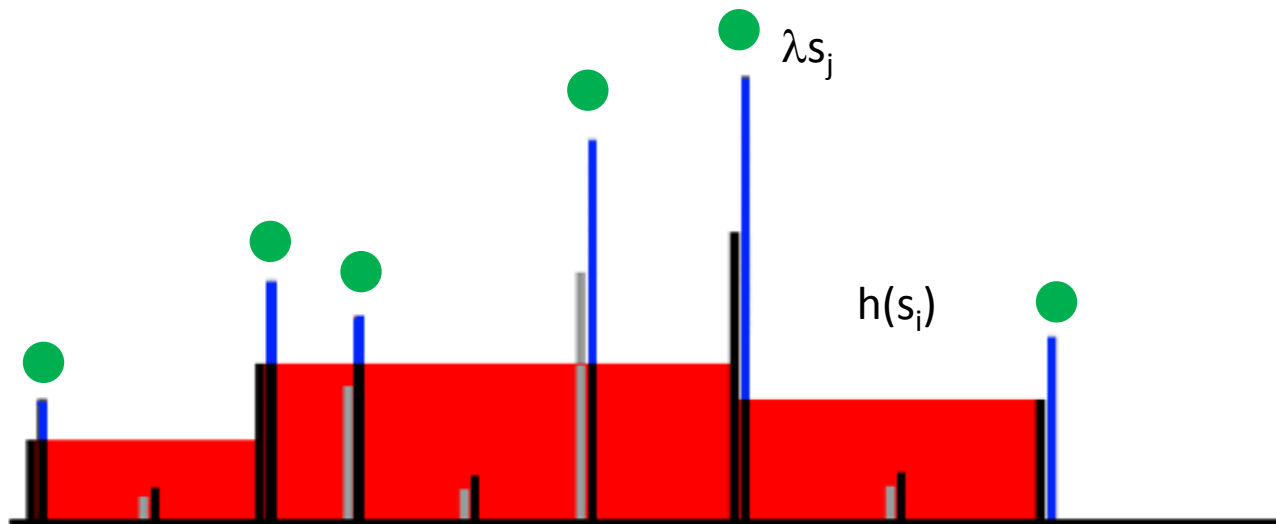
Premières applications



(Thèse de Sébastien DROUYER, CMM/IFPEN)

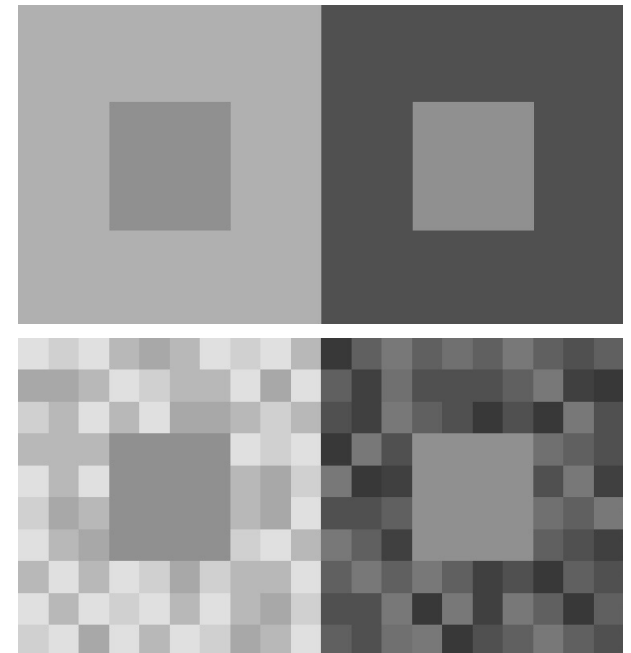
Vers une généralisation...

- Il est possible de définir un algorithme général permettant, moyennant l'utilisation de deux paramètres (écart et gain), de réaliser l'algorithme des cascades (simple ou amélioré), l'algorithme P...



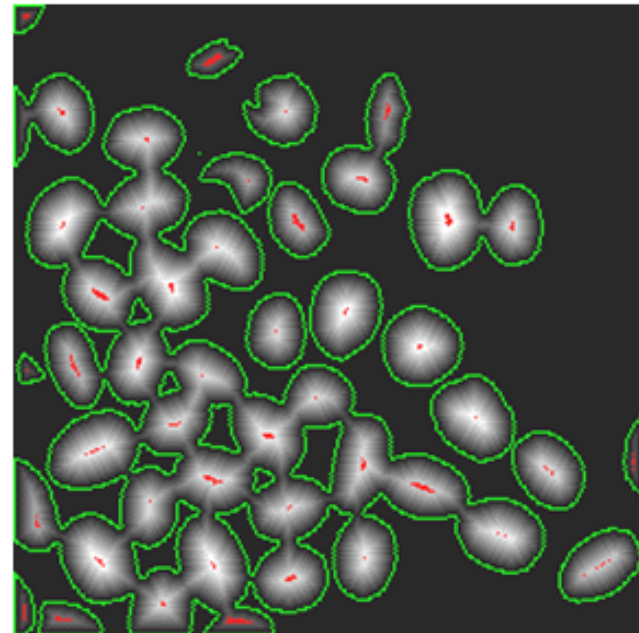
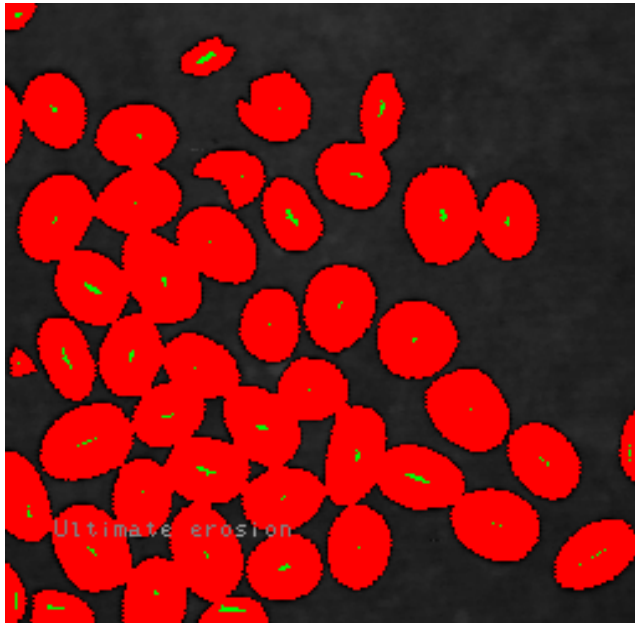
Psychologie de la forme & MM

- Selon la théorie de la forme (Gestalt), le regroupement est le principal processus de la perception visuelle humaine.
- Ce processus est réalisé en suivant un nombre limité de lois :
 - Proximité, similarité, continuité, fermeture, séparation forme/fond,
 - symétrie, prégnance, etc.
- Le fonctionnement des opérateurs morphologiques semble respecter, de façon générique, beaucoup de ces lois.
- C'est particulièrement vrai pour les outils de segmentation.
- D'autres mécanismes de la perception sont également mis en jeu :
 - Loi de Weber-Fechner
 - Ancrage
 - Articulation



Le monde des résidus...

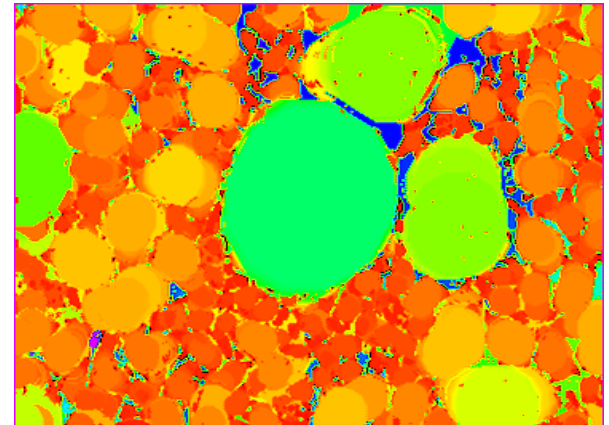
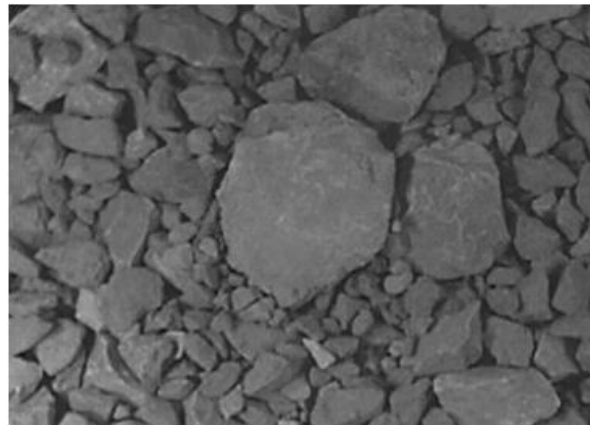
- La plupart des opérateurs morphologiques utilisés en segmentation appartiennent à la classe des opérateurs résiduels.
- Ces opérateurs sont doubles.



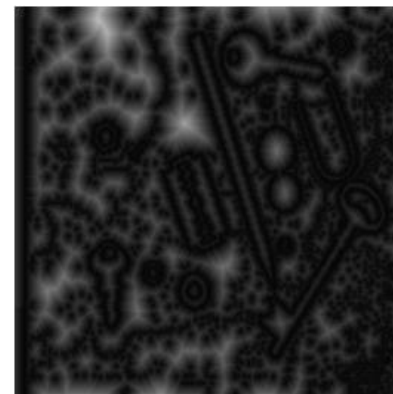
Résidus numériques...

- L'extension des résidus pour des images de gris permet l'utilisation de nouveaux critères de segmentation et/ou l'utilisation conjointe de ces critères.

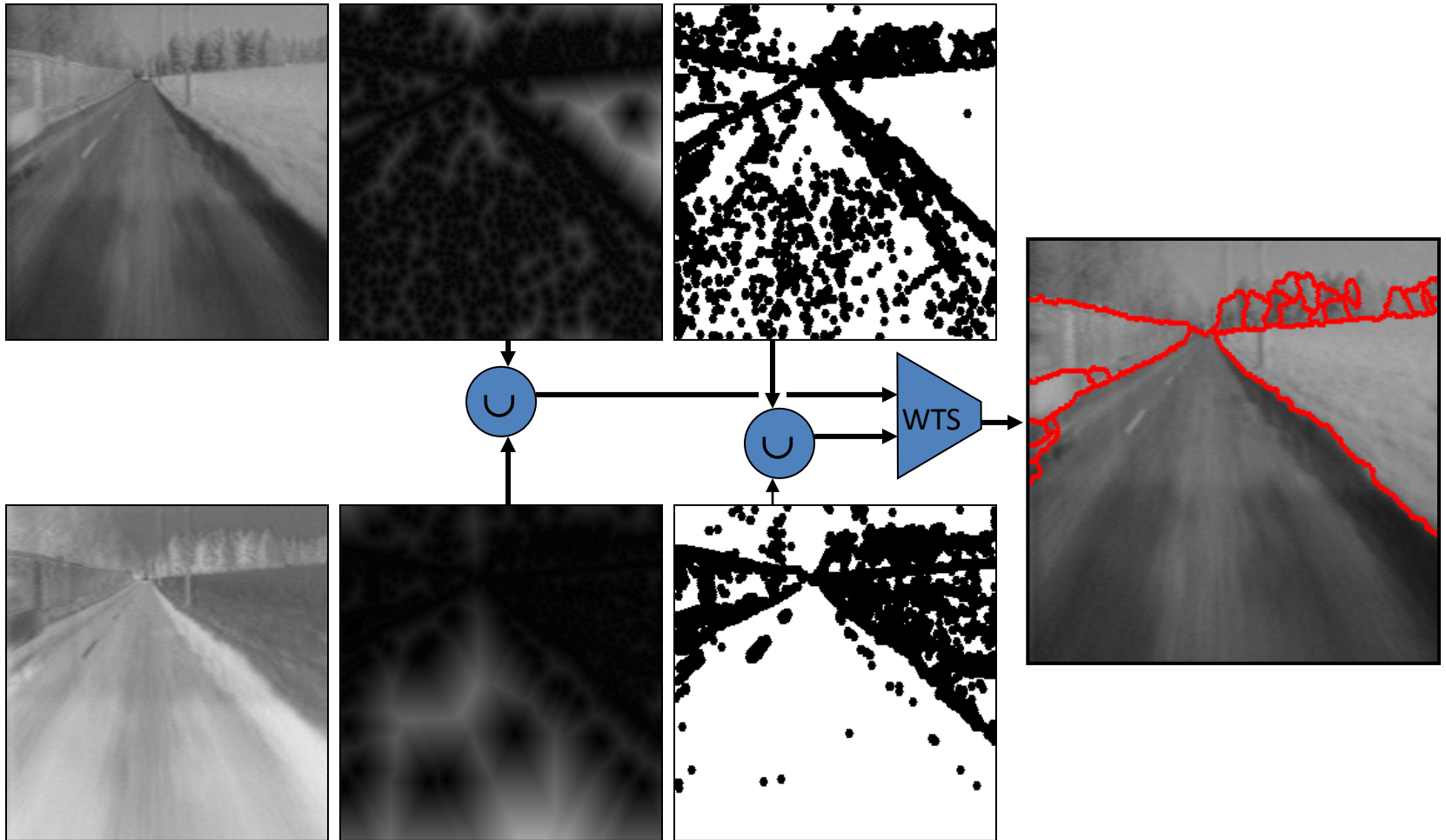
Ouvertures ultimes
Fonctions
granulométriques



Quasi-distances

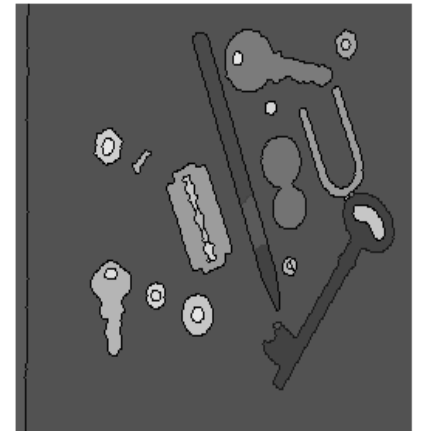
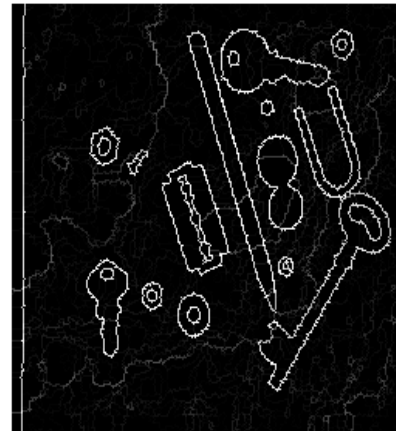
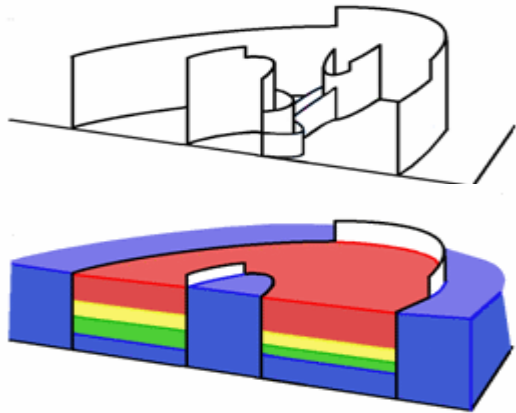
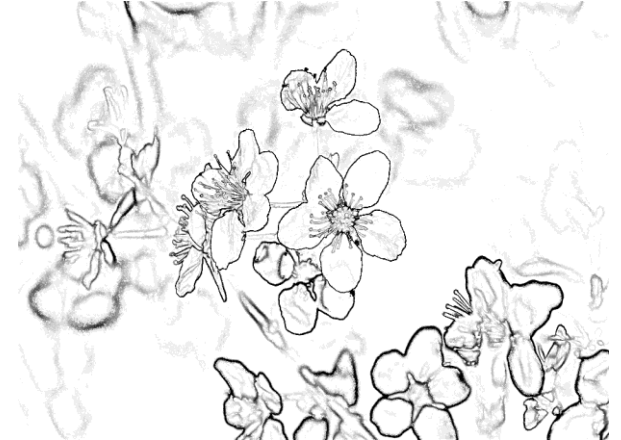
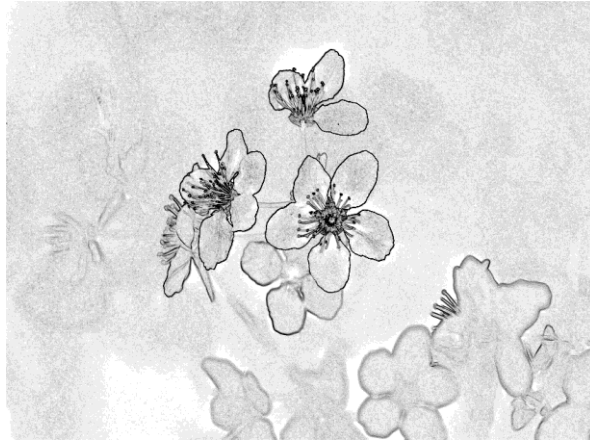


Résidus numériques...



Un bestiaire en pleine croissance...

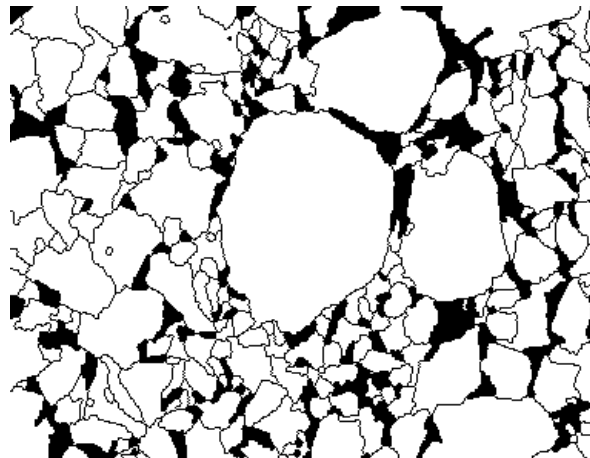
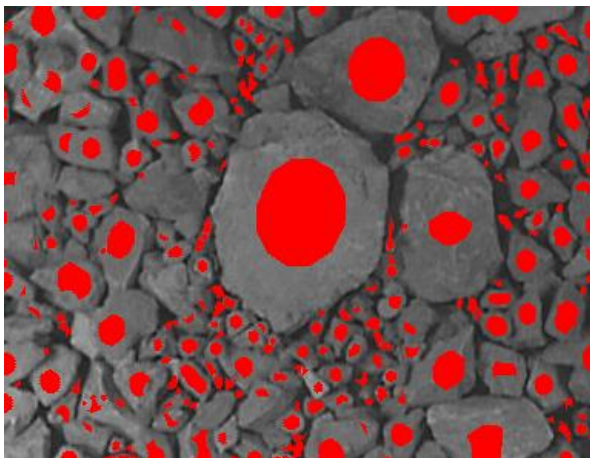
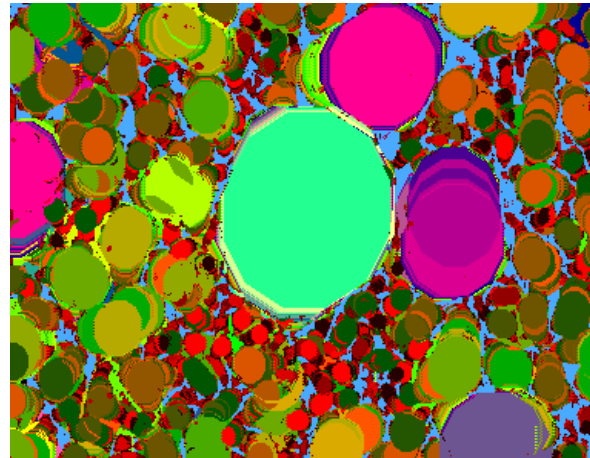
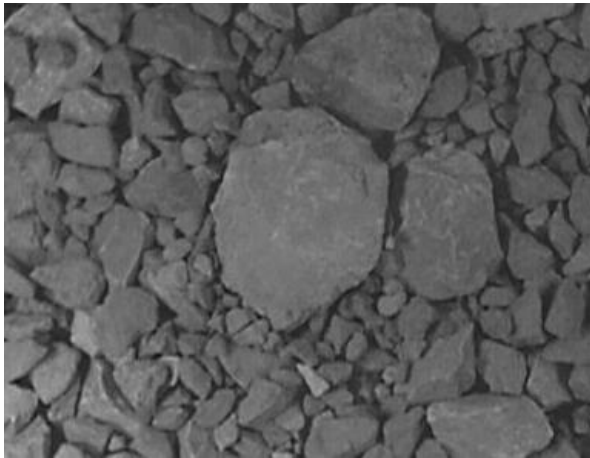
- De nouveaux résidus apparaissent continuellement...



- Beaucoup d'améliorations algorithmiques restent à faire.

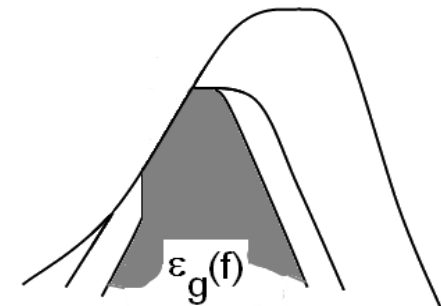
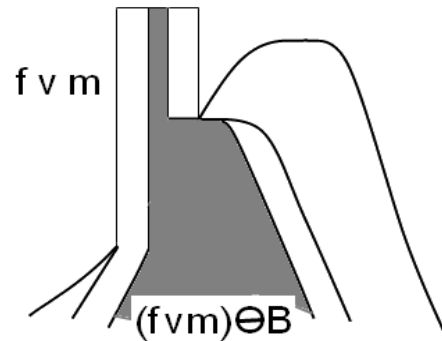
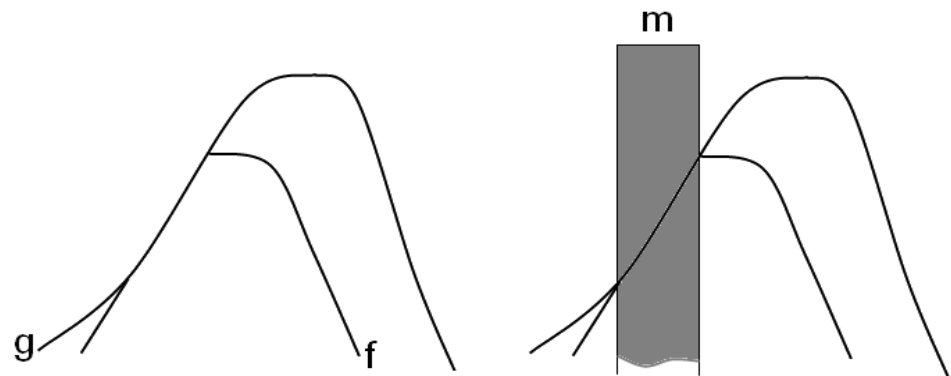
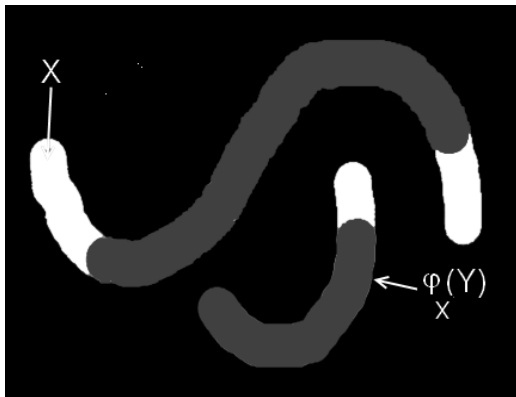
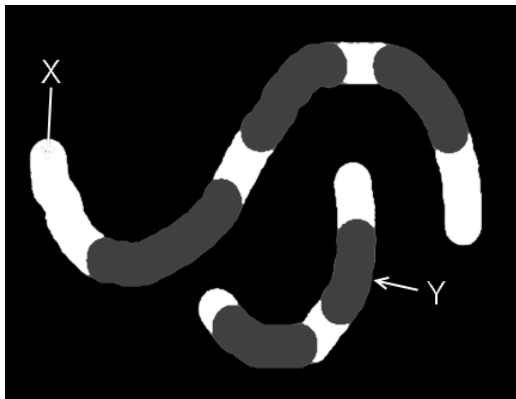
Le bon réglage au bon endroit...

- Outils indispensables dans la définition d'opérateurs adaptatifs.



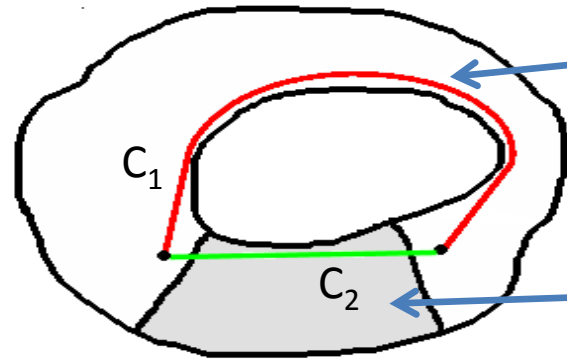
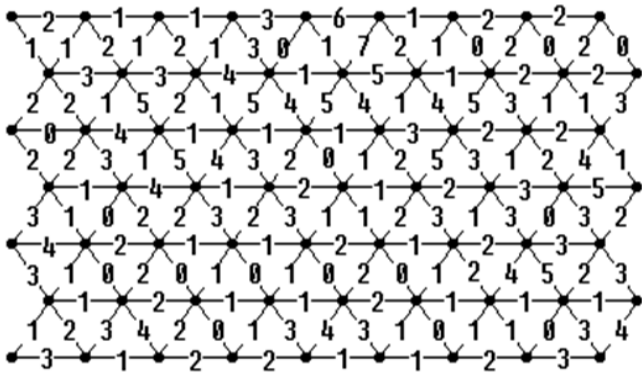
Différents chemins...

- La géodésie, une formidable usine à produire des outils performants
- Les opérateurs de base peuvent encore amener quelques surprises...



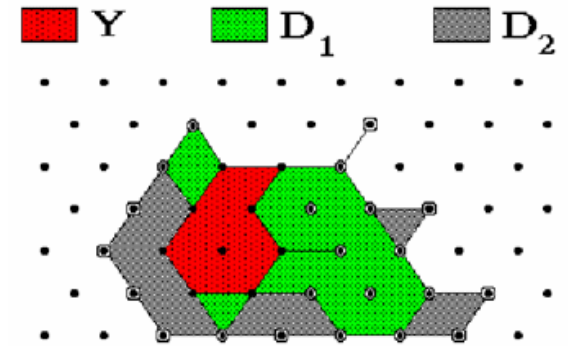
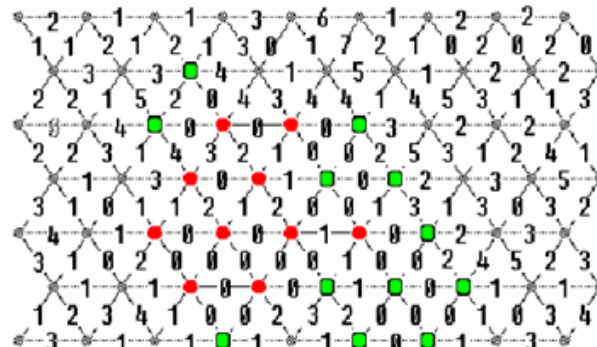
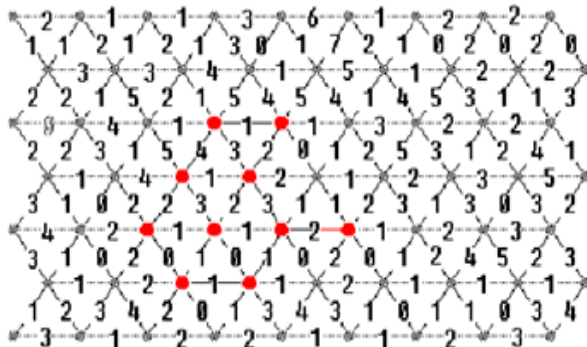
Champs géodésiques

- La prise en compte des temps de parcours généralise la distance géodésique.



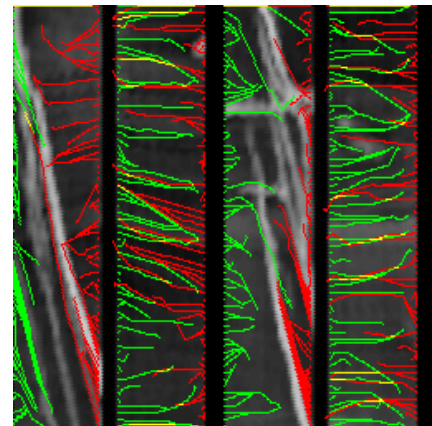
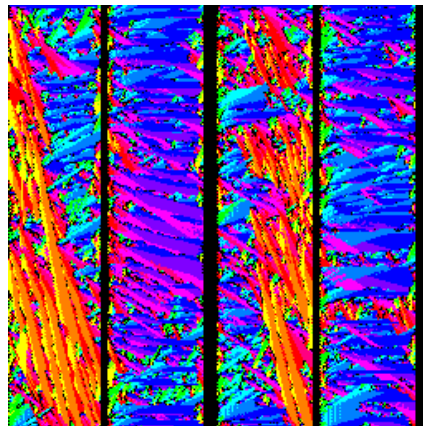
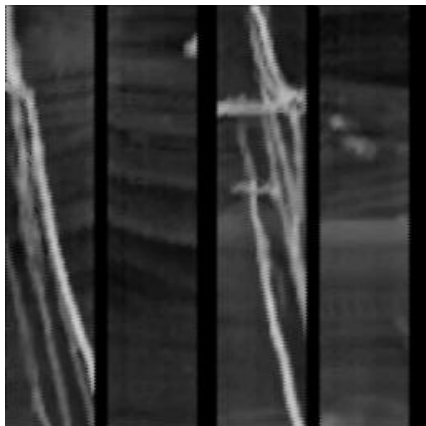
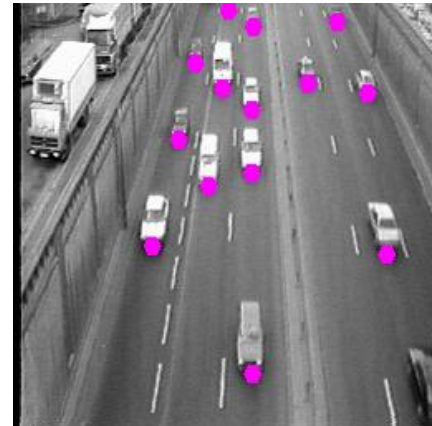
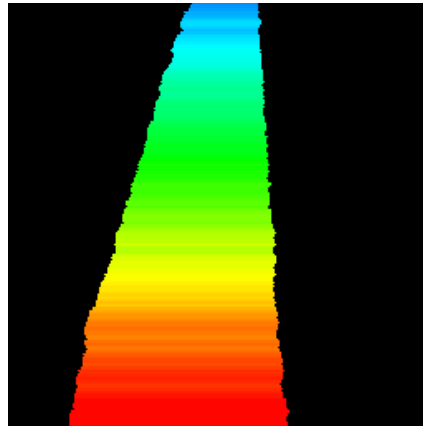
On se déplace plus vite ici ...

... que là



Algorithmes adaptatifs

- Les champs géodésiques permettent la réalisation d'algorithmes adaptatifs.
- Ces champs sont souvent construits à l'aide d'opérateurs résiduels.



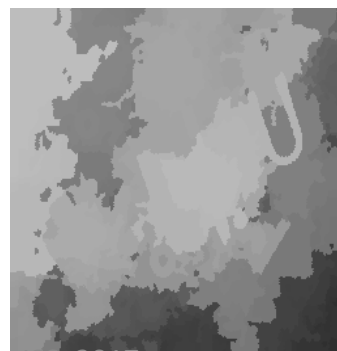
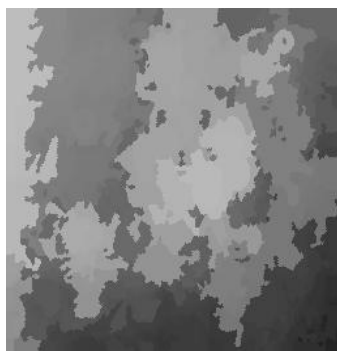
- L'inondation dans la Lpe est contrôlée par un champ géodésique ! ³¹

Dans quelle direction allons-nous ?

- Reprendre le contrôle des directions...



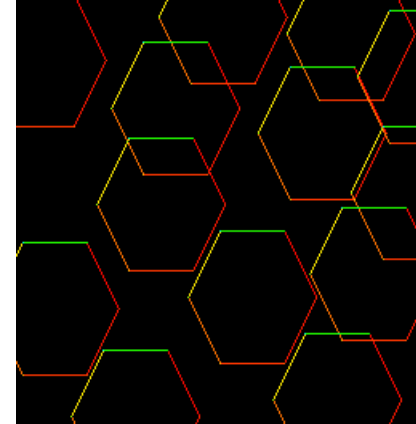
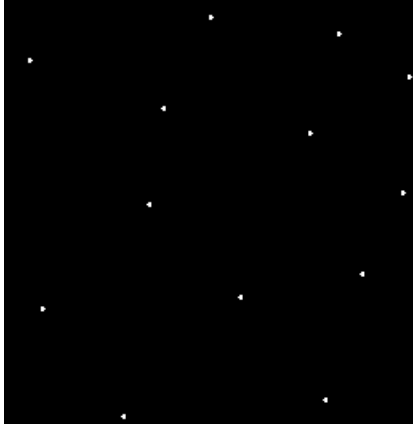
Reconstruction géodésique d'une partition par une autre



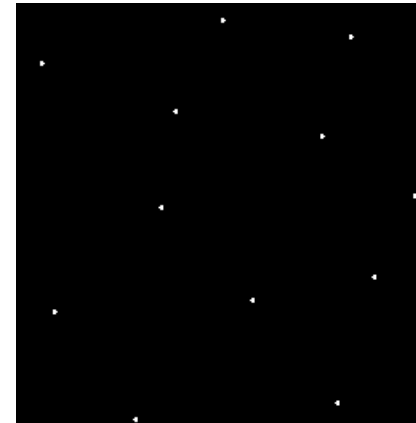
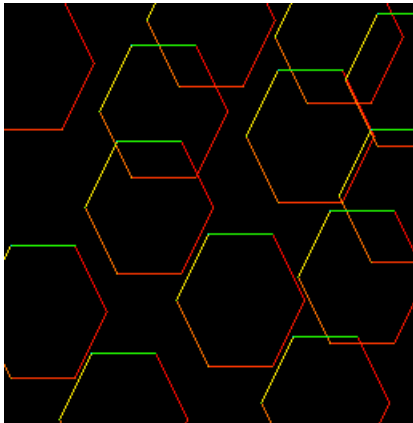
Dilatations successives d'une partition

Fibrer l'espace géodésique...

- Un algorithme amusant...



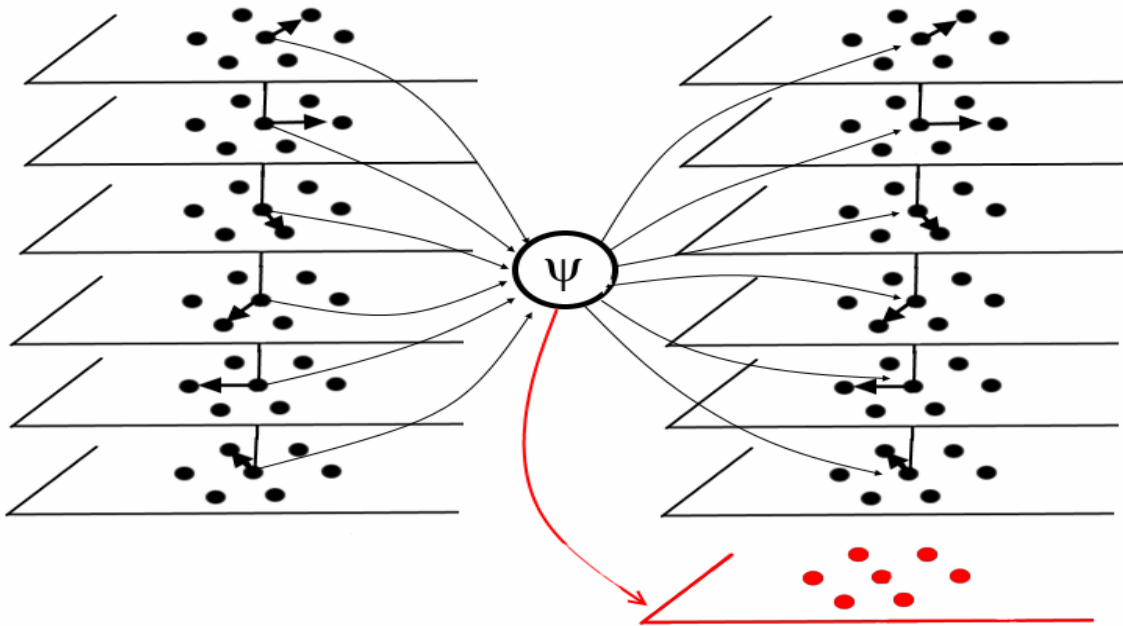
- Cela marche aussi dans l'autre sens...



- Propriétés holistiques (hologrammes)

Une nouvelle représentation

- Elaboration d'une architecture spécifique



Propagation dans chaque espace directionnel

L'opérateur Ψ contrôle la propagation dans chaque espace directionnel mais aussi les sauts des particules d'un espace à l'autre.

Espace « d'observation »

- Un nouveau jeu dans le bac à sable...

Perspectives

- Iconoclaste ou iconodoule ?
- Une jungle largement inexplorée...

