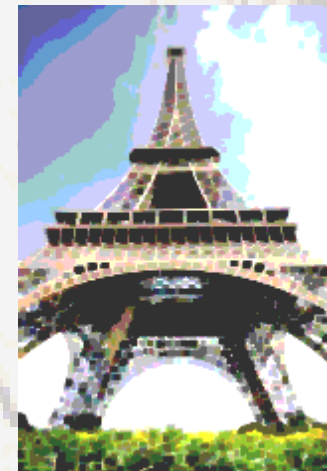




**SEMINAIRE  
D' INTERPRETATION D' IMAGE  
&  
DE MORPHOLOGIE  
MATHEMATIQUE**



**ECOLE DES MINES DE PARIS  
25 & 26 Septembre 1997**

**Organisateurs :  
ADCIS S.A. & le CENTRE DE MORPHOLOGIE MATHEMATIQUE  
de l'ECOLE DES MINES DE PARIS**

# La Morphologie Mathématique

Qu'est-ce?

A quoi cela sert-il?

**Serge Beucher**

**Centre de Morphologie Mathématique**

**Ecole des Mines de Paris**

# La morphologie mathématique, c'est :

- ➔ Une méthodologie de traitement d'images basée sur des concepts ensemblistes
- ➔ Un ensemble d'outils d'analyse d'images applicables dans de nombreux domaines
- ➔ Des logiciels de traitement d'images réunissant ces deux aspects (boîte à outils et mode d'emploi) de la MM

# La méthodologie

- ➔ Les briques de base (opérateurs élémentaires)
- ➔ L'assemblage des opérateurs
- ➔ Le contexte mathématique
- ➔ La boîte à outils s'étoffe
- ➔ Vers des transformations de plus en plus complexes (machines-outils)

# Un opérateur élémentaire, l'érosion

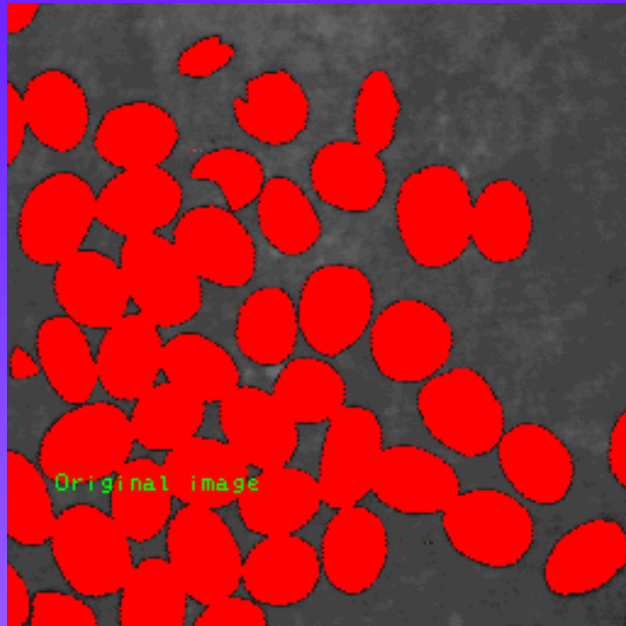
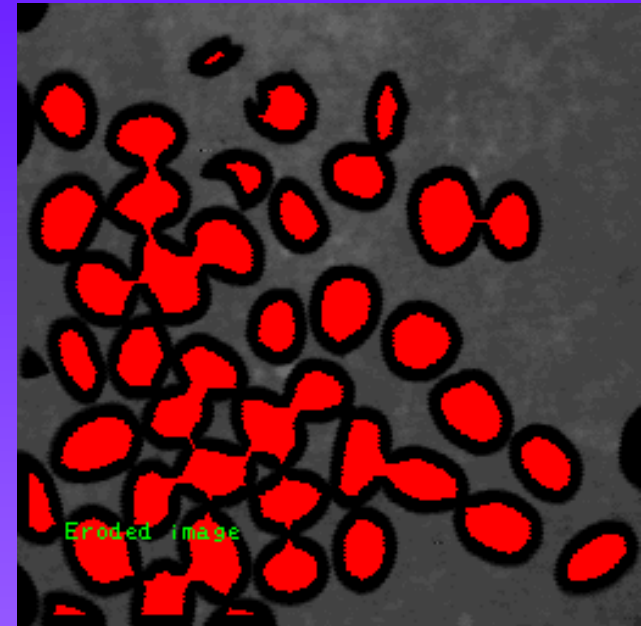


Image initiale



Erosion

L'érosion utilise un ensemble-test appelé *élément structurant*.

Dans cet exemple, l'élément structurant est un disque.

# L'opérateur dual, la dilatation

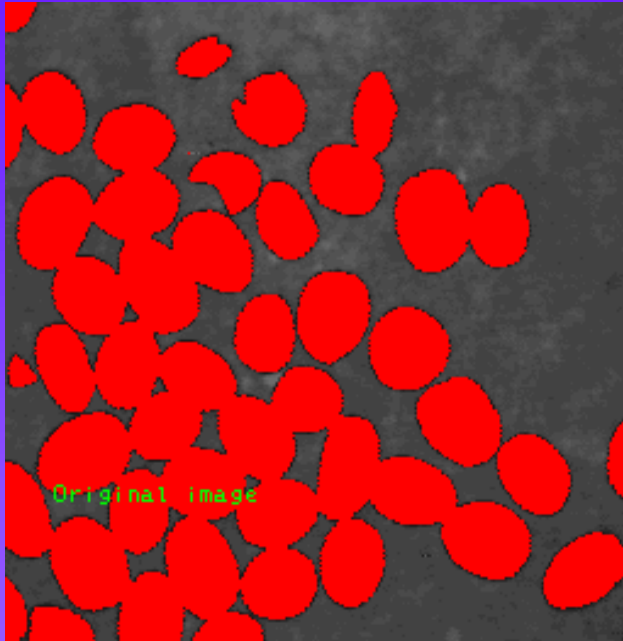
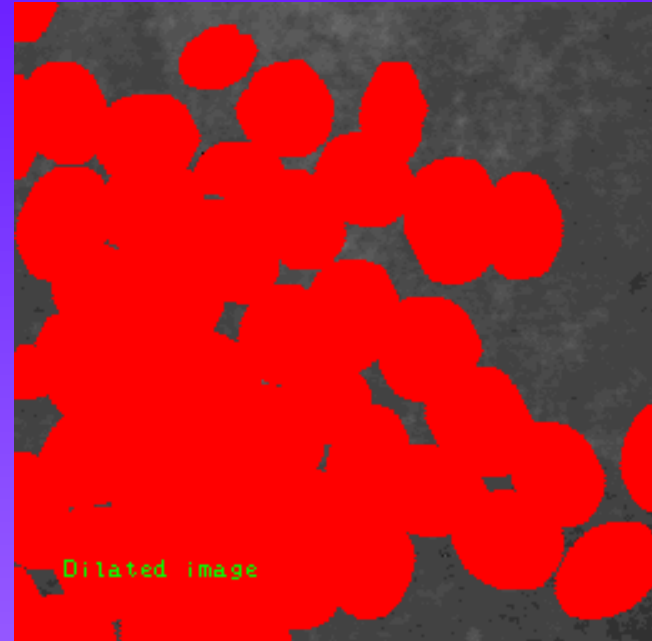


Image initiale



Dilaté

**Toute transformation d'ensemble entraîne une *transformation duale* du complémentaire.**

# Concaténation d'opérateurs élémentaires

- ➔ Choix de l'élément structurant
- ➔ Définition de nouveaux opérateurs

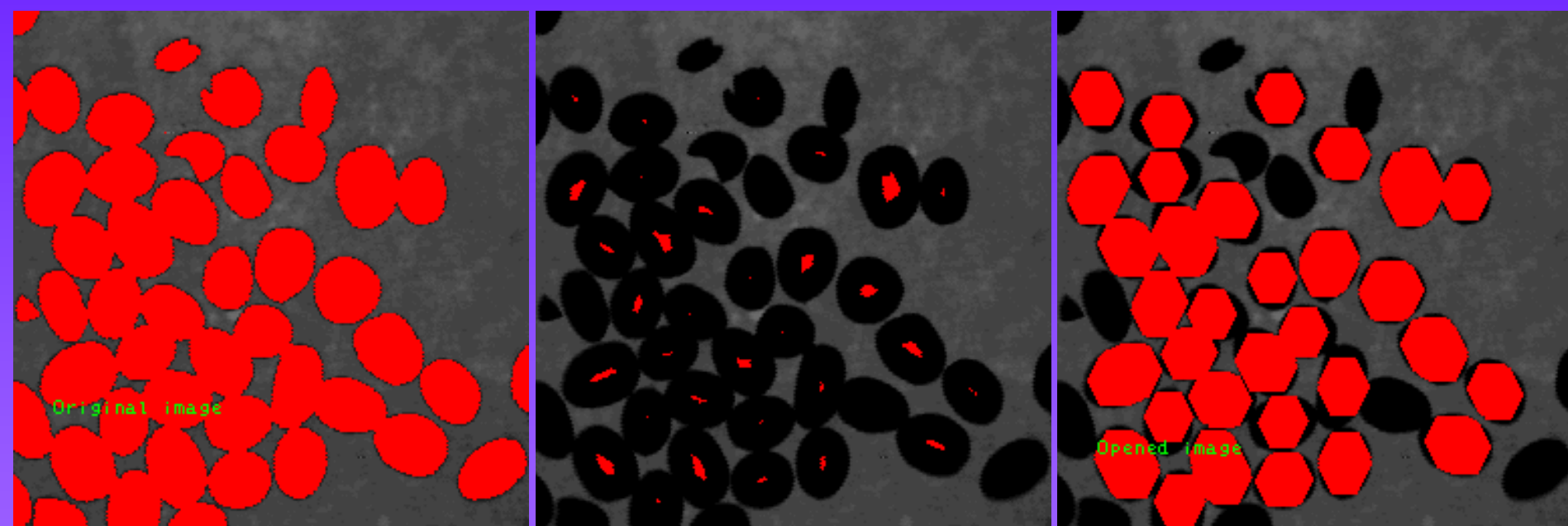
Par exemple, à partir de l'érosion et de la dilatation,  
on peut définir deux nouvelles transformations :

*L'ouverture*

*La fermeture*

# L'ouverture

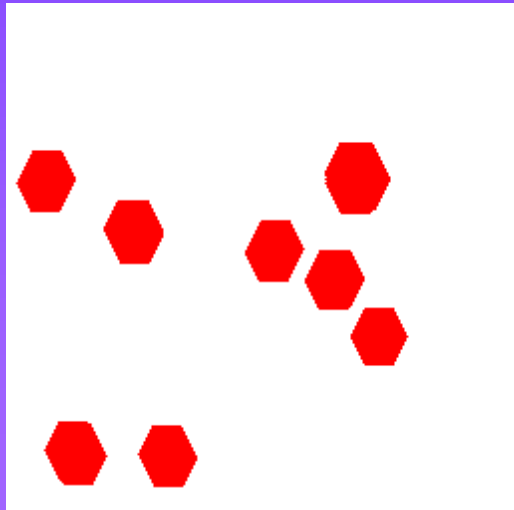
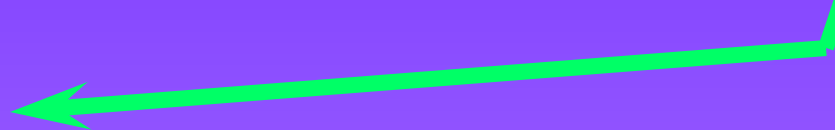
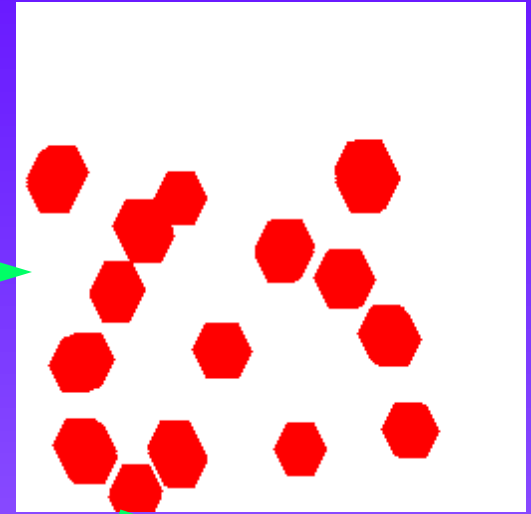
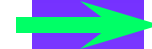
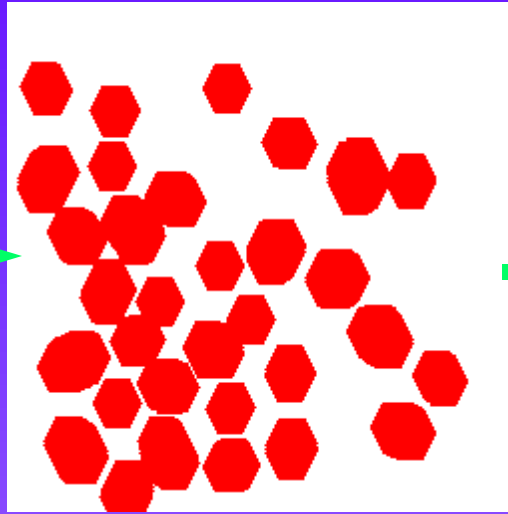
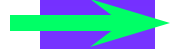
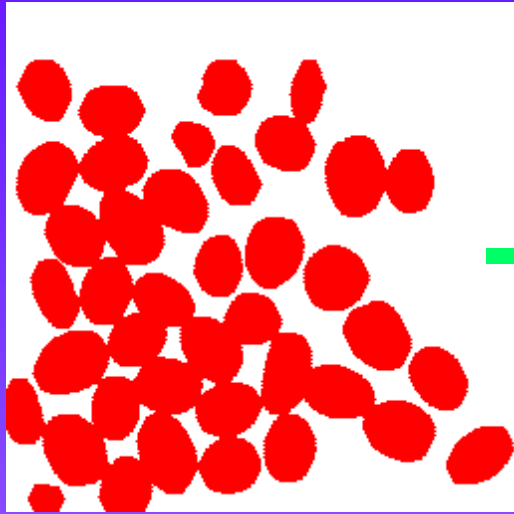
C'est une érosion suivie d'une dilatation.



L'opérateur dual (dilatation puis érosion) s'appelle *fermeture*.



# Propriétés granulométriques (tamisage)



⇒ Des ouvertures de taille croissante éliminent les particules en fonction de leur taille (tamisage).

⇒ Les particules restantes sont cependant modifiées.

# Le contexte mathématique

- ➔ Permet de définir certaines propriétés intéressantes des transformations
- ➔ Fournit des règles d'utilisation
- ➔ Gouverne le choix des outils

# Les diverses approches théoriques

- ➔ Cadre géométrique, topologique
- ➔ Cadre algébrique (treillis)
- ➔ Cadre probabiliste (ensembles aléatoires)
- ➔ Cadre algorithmique

# Le langage morphologique

L'utilisation des outils morphologiques s'apparente à l'utilisation d'un *langage*.

Les Opérateurs élémentaires	—————→	lettres
Les Opérateurs de second niveau	—————→	mots
Transformations de plus en plus complexes	→	phrases
Les applications	—————→	textes

La complexité algorithmique de l'outil n'est pas liée à sa difficulté d'utilisation. C'est même souvent l'inverse.

# La notion d'ouverture

- ➔ **Granulométries**
- ➔ **Extension de la notion d'ouverture : ouverture algébrique (croissance, idempotence)**
- ➔ **Filtres morphologiques (non linéaires)**
- ➔ **Association avec d'autres concepts mathématiques (géodésie)**

# Vers des opérateurs sophistiqués

➔ Les *opérateurs géodésiques* travaillent dans un espace non euclidien.

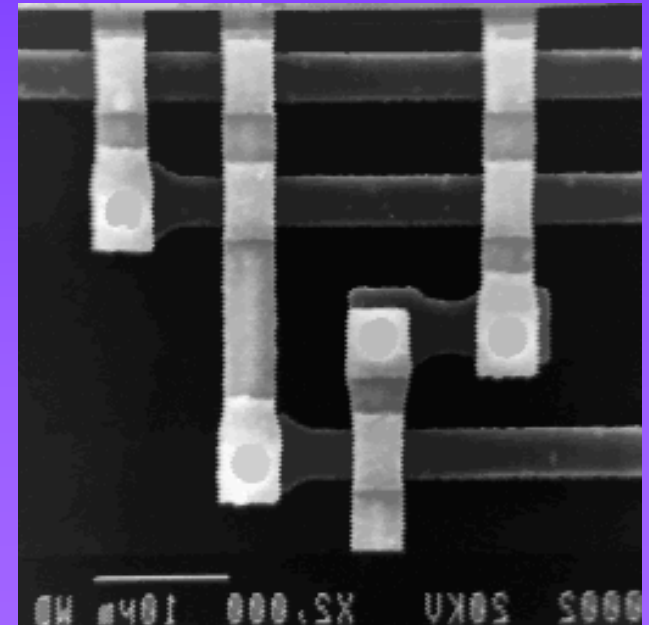
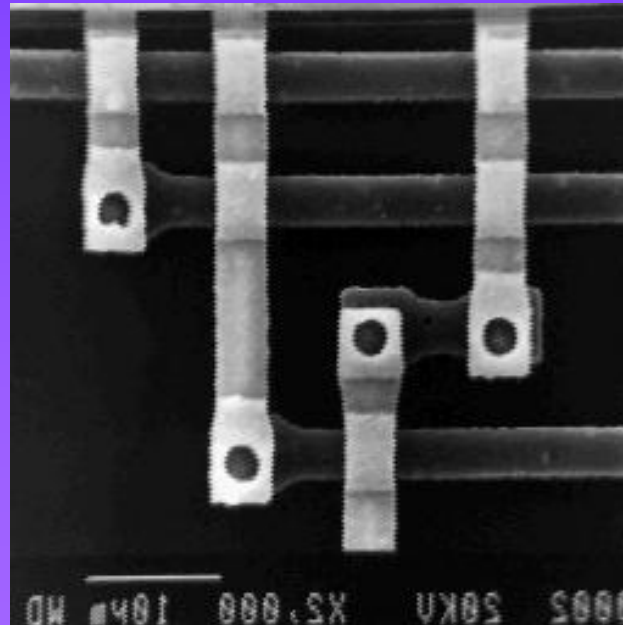


➔ *Opérateurs homotopiques*, préservant la connexité.

# Caractéristiques des transformations morphologiques

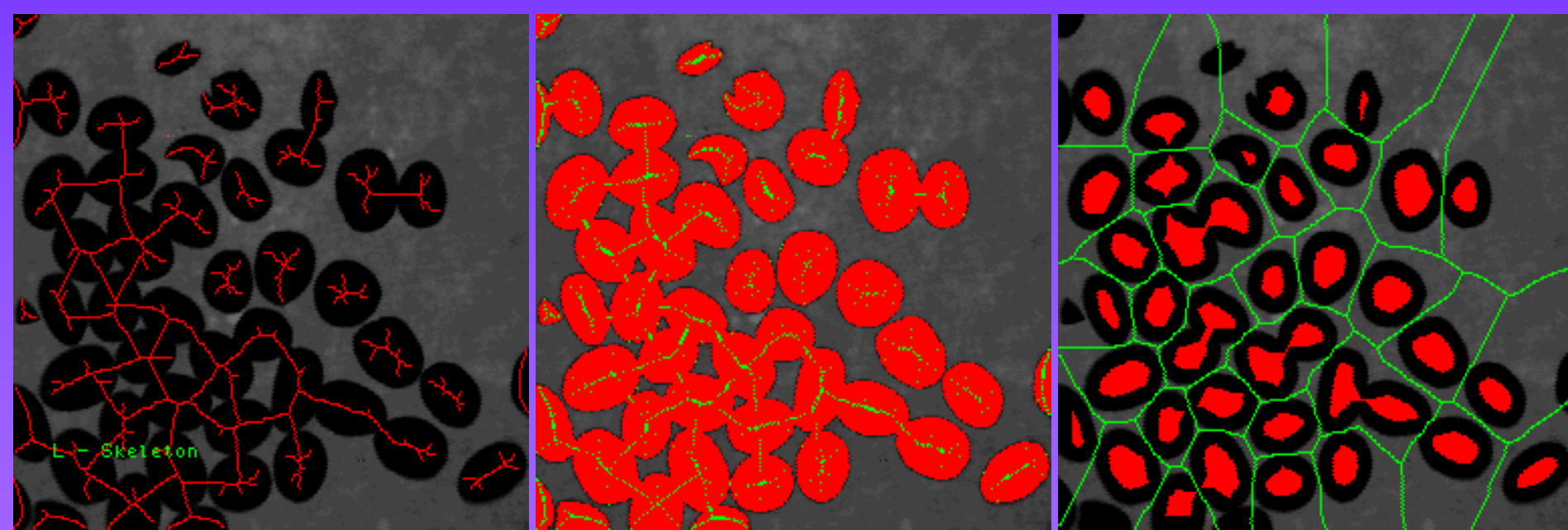
➔ Les opérateurs ne sont pas seulement binaires, mais aussi numériques (images à niveaux de gris), 3D, couleur, 4D....

Exemple de bouchage de trous numérique



# Caractéristiques des transformations morphologiques

➔ Incorporation de transformations d'images qui n'ont pas été forcément définies dans un cadre morphologique



L'exemple de la notion de squelette

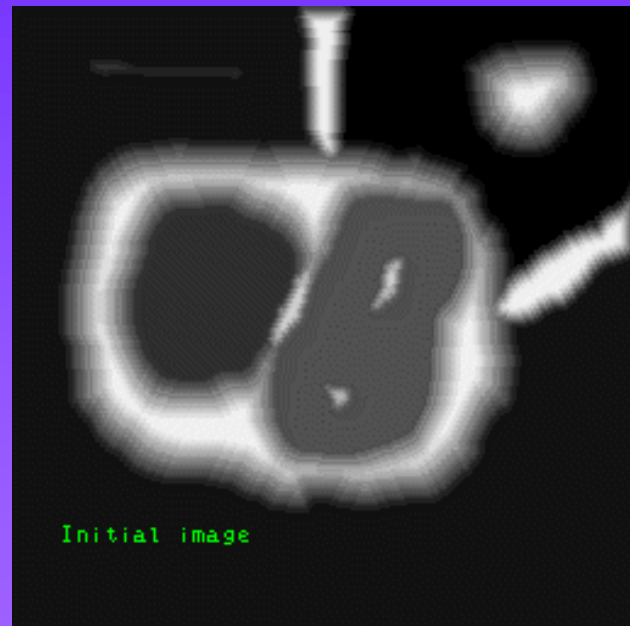


# Caractéristiques des transformations morphologiques

- ➔ En MM, on travaille toujours dans le *domaine de l'image*.
- ➔ Les transformations morphologiques ont des comportements différents pour les objets *clairs et foncés*.
- ➔ La plupart des opérateurs sont *irréversibles*. Appliquer un opérateur morphologique revient à perdre de l'information.

# Les machines-outils

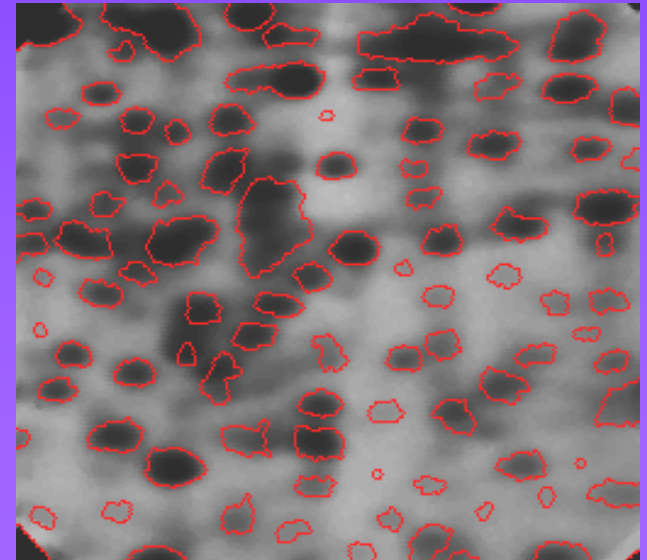
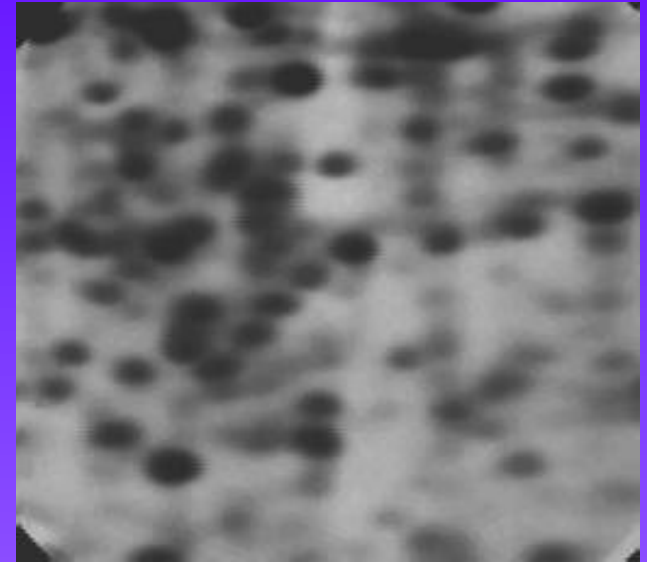
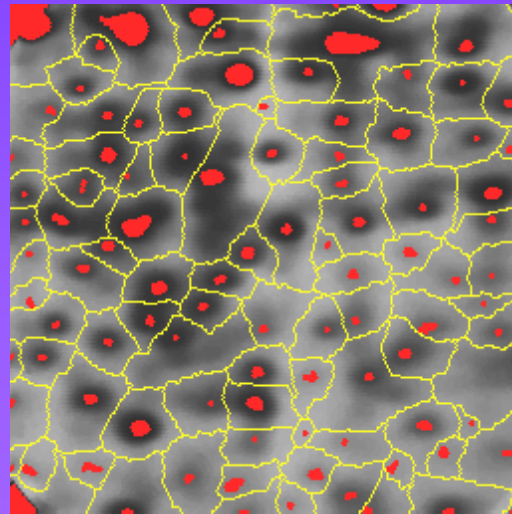
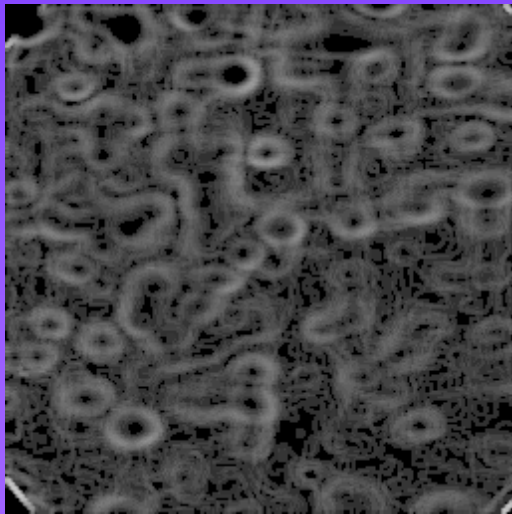
En segmentation d'image, l'outil par excellence s'appelle la **Ligne de Partage des Eaux (LPE)**.



C'est la simulation d'un processus d'inondation

# La ligne de partage des eaux

Associée à un critère de segmentation et à des marqueurs, la LPE permet de segmenter de manière naturelle les images.

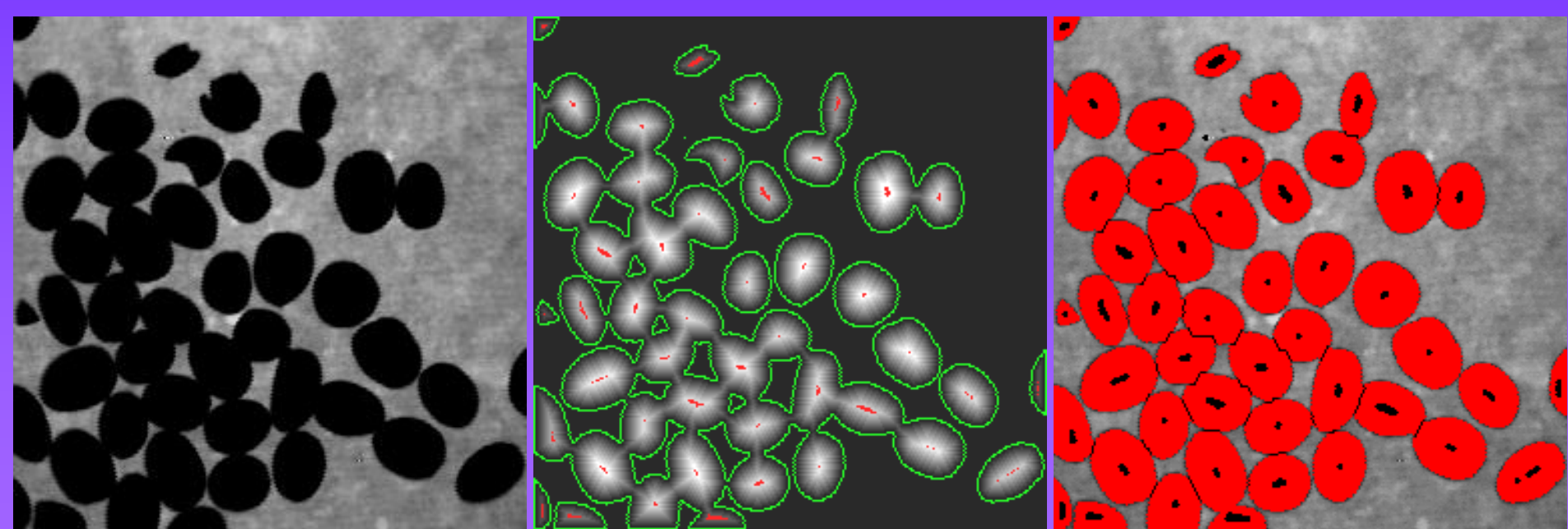


# Les applications

- ➔ **Domaines d'application**
  - ➔ **Biologie**
  - ➔ **Matériaux**
  - ➔ **Vision industrielle**
  - ➔ **Analyse de scène**
  - ➔ **Télécommunications, multimédia**
- ➔ **Quelques exemples**

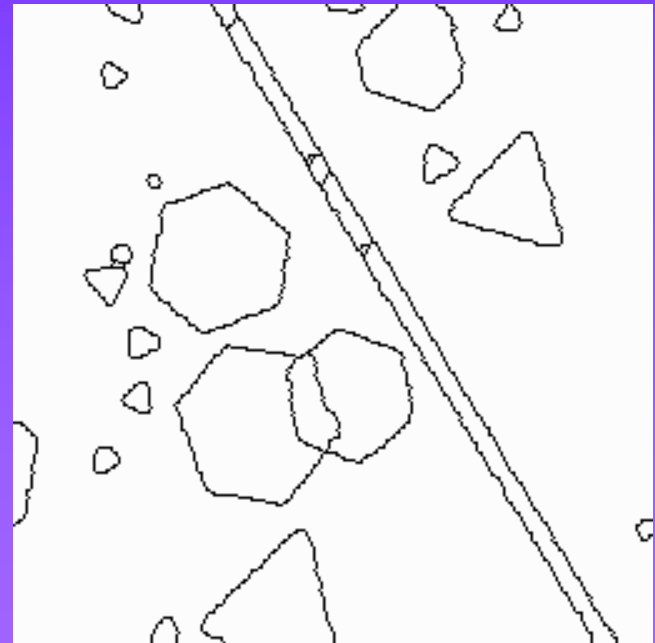
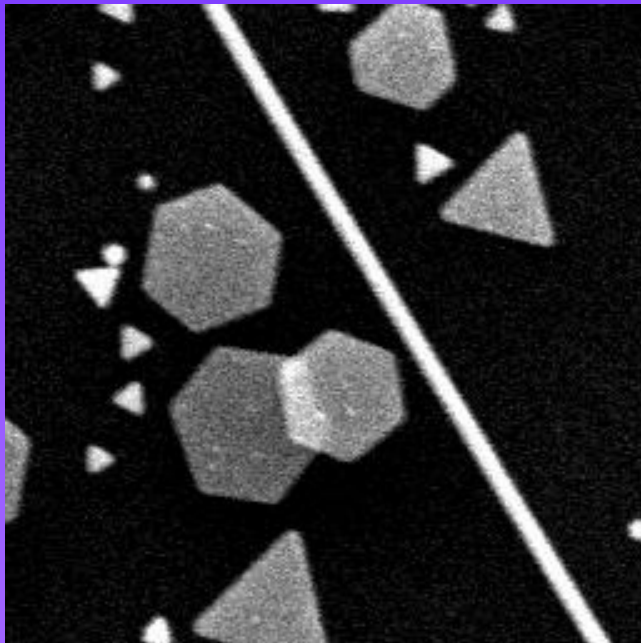
# Séparer et mesurer des particules

Problème : compter les grains, mesurer leur taille, détecter les grains cassés



# Granulométries in situ

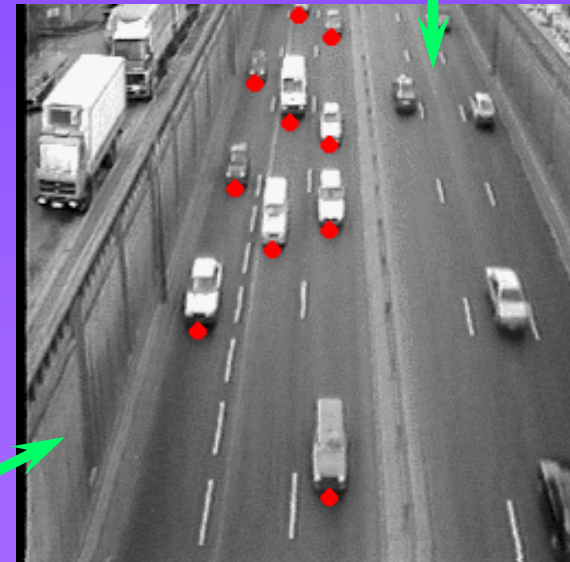
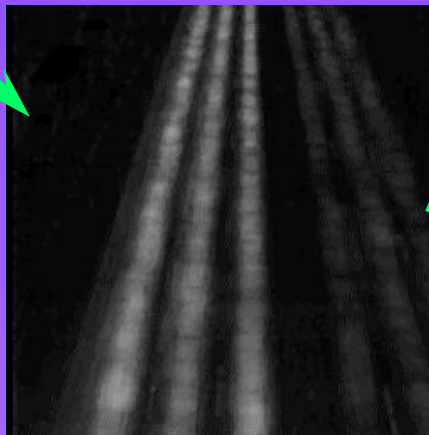
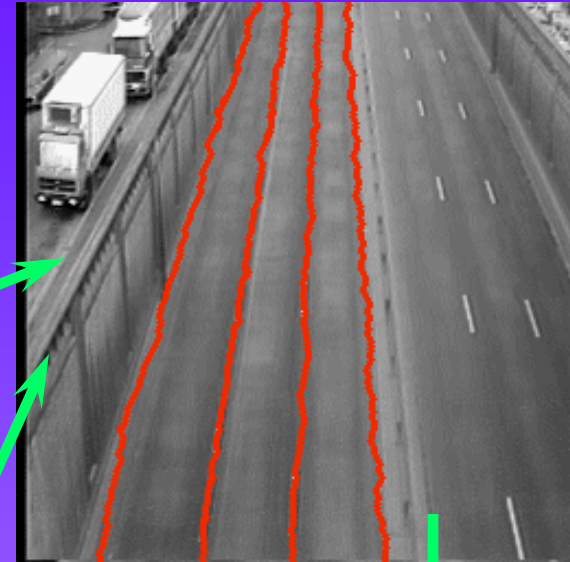
Mesurer la taille, le taux de recouvrement, la répartition de grains d'argent sur un film



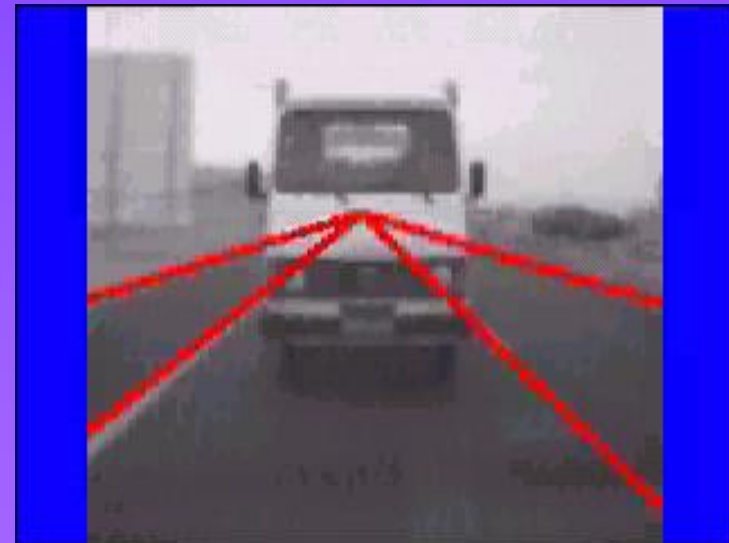
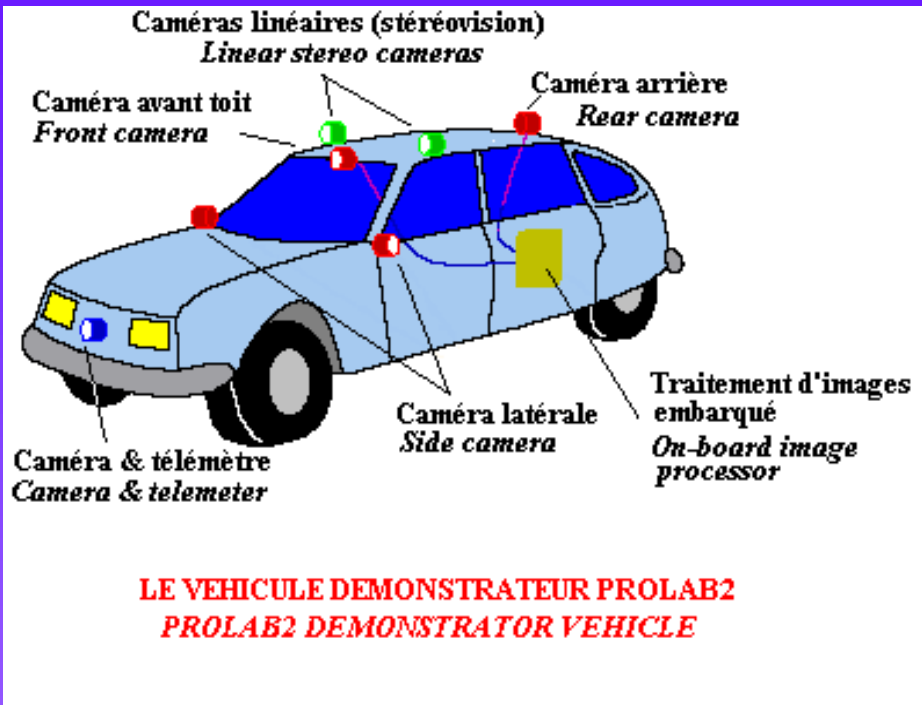


# Mesure du trafic routier

Compter les véhicules, voie par voie, mesurer les débits, les taux d'occupation, faire de la D.A.I.



# Le projet PROMETHEUS



Segmentation de la chaussée  
et détection d'obstacle en  
temps réel à l'aide d'un système  
de vision embarqué



# Applications multimédia

- ➔ Compression d'images et de séquences
- ➔ Interpolations



Image mosaïque d'une séquence vidéo (à gauche). La même séquence (à droite) où 7 images sur 8 sont interpolées

# Applications multimédia

- ➔ Fonctionnalités dans le cadre des normes MPEG-4 et MPEG7
- ➔ Indexation par le contenu



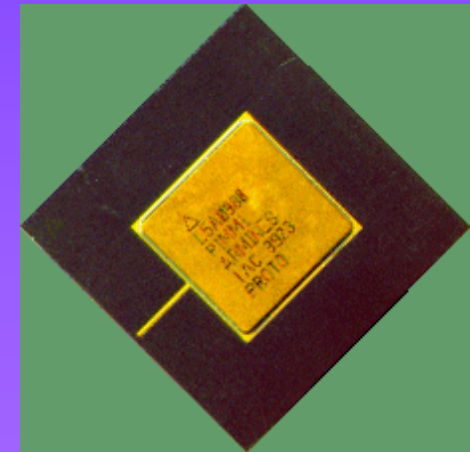
# Savoir-faire, savoir utiliser

La maîtrise des outils morphologiques nécessite l'acquisition d'un savoir-faire. Cette expérience peut s'acquérir grâce à :

- ➔ La pratique, en résolvant des applications en analyse d'image
- ➔ Des moyens logiciels et matériels (accès à des systèmes de traitement d'image basés sur la MIM)

# Moyens matériels

- ➔ **Systemes dédiés**
- ➔ **Sytèmes pour MSII, Allen-Bradley, Nachet-Vision, etc.**
- ➔ **Leica (QTM)**
- ➔ **Démonstrateurs**
- ➔ **ASIC de morphologie**



# Moyens logiciels

➔ **Librairie de morphologie mathématique XLIM3D**



**Logiciel APHELION**



➔ **Le logiciel MICROMORPH**



# MICROMORPH pour Windows®

MICROMORPH est un logiciel de traitement d'images par la Morphologie Mathématique.

- ➔ Langage de traitement d'images
- ➔ Dictionnaire complet de transformations
- ➔ Nombreuses applications résolues
- ➔ Cours de morphologie
- ➔ Version 1.3 Français/Anglais

