

Contrôle Industriel par Vision

J. SERRA

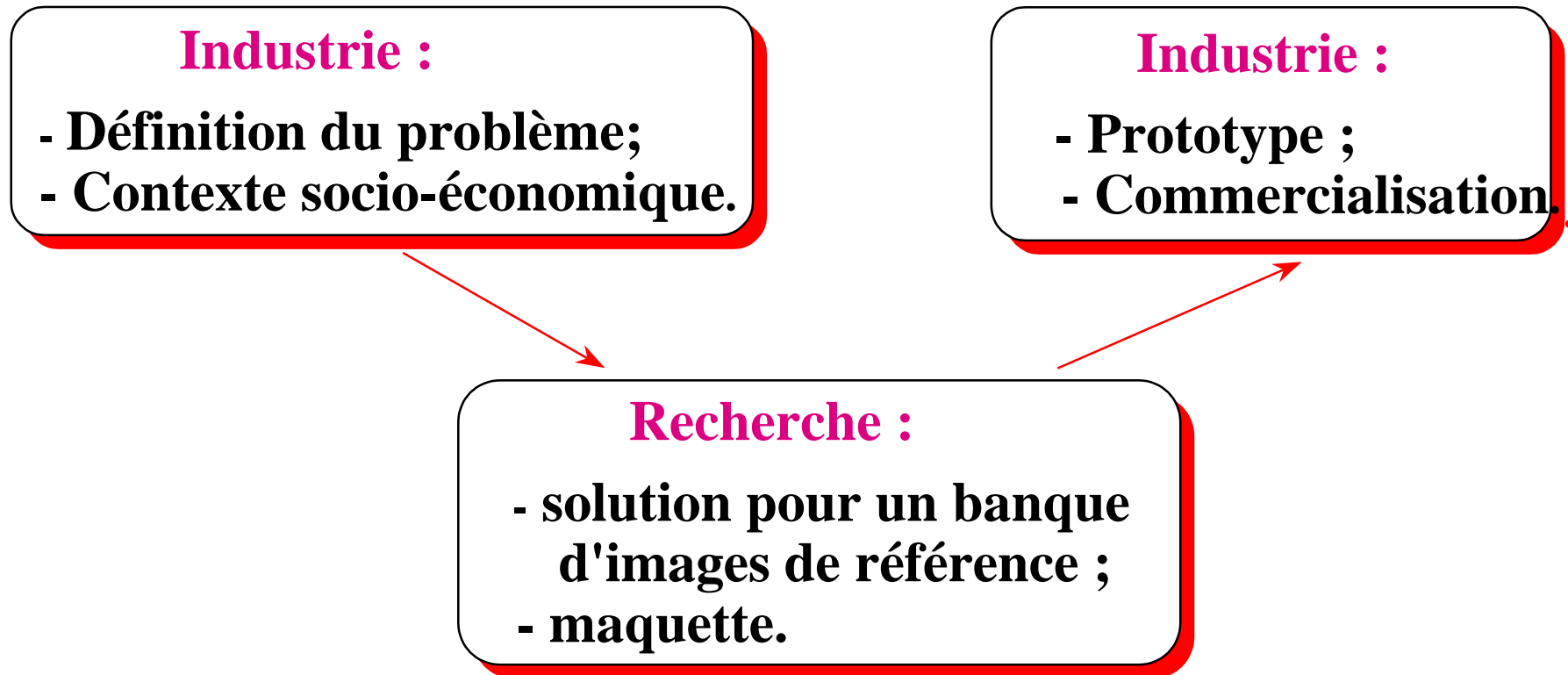
Centre de Morphologie Mathématique, Ecole des Mines de Paris

France



Relations Industrie -Recherche

La Vision Industrielle obéit à la règle suivante, générale aux R. et D.



Les sept piliers de la Vision Industrielle

L'interaction entre les desiderata de l'Industrie et les possibilités de la technique se joue autour de **sept thèmes** :

le choix d'une **Représentation**

la présence d' **Individus**

l' **Invariance par Translation**

la **Métrologie**

les **Directions Préférentielles**

la **Rapidité du Traitement**

la **Prise en compte du Mouvement** .



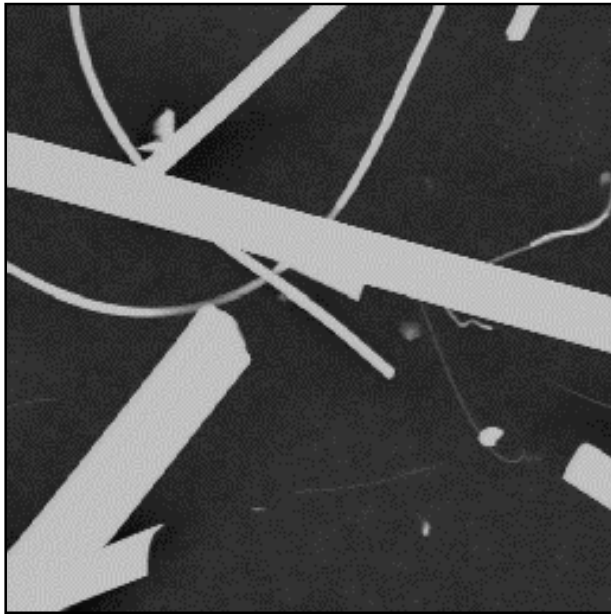
Représentations

Les "images" mises en jeu dans la Vision Industrielle sont des **représentations** du monde réel, qui dépendent de :

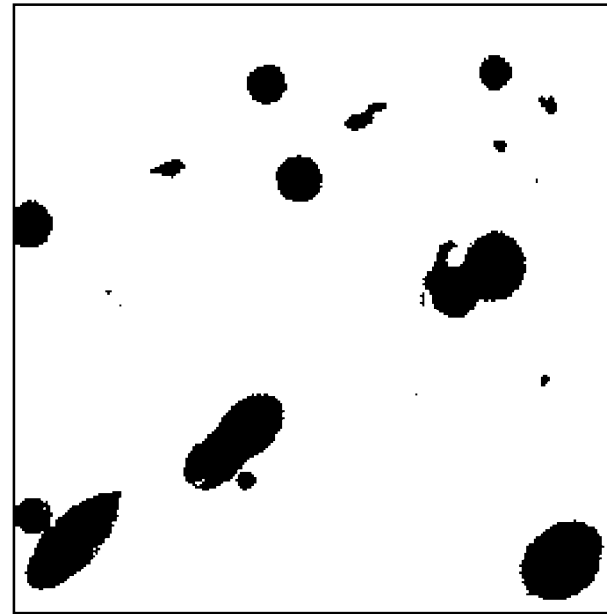
- **grossissements** (*e.g.* cartes de la même region à deux échelles différentes);
- **sources de lumière** (*e.g.* polarisation, infra rouge);
- **échantillonnage** (*e.g.* sections, projections);
- **divers pré-traitements** (*e.g.* marqueurs, colorations) .
- En Contrôle Industriel par Vision, il faut maîtriser ces paramètres.
Par exemple, pour mesurer des fibres de verre, vaut-il mieux
 - les observer au M.E.B. ou
 - les enrober et en faire des sections pour la microscopie optique?



Exemple n° 1 : Fibres de Verre (*Isover - St Gobain*)



a : micrographie M.E.B.



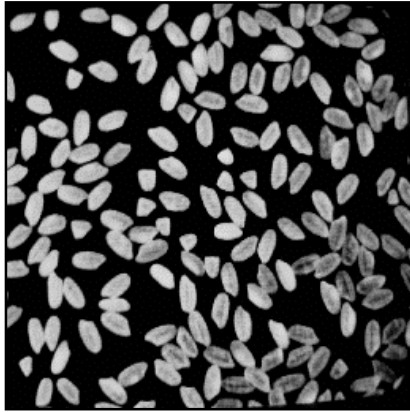
*b : micrographie optique
d'une coupe de a*

Individus

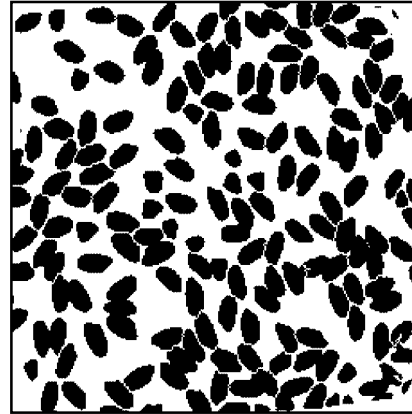
- Est **Individu** toute partie de l'image que l'on décide de considérer globalement:
 - une *ville*, en photographie aérienne, une *adresse* sur une enveloppe, .. sont autant d'individus (non connexes)
- Les traitements initiaux portent souvent sur le *champ complet*:
 - seuillage, filtrages, surface, ... **ignorent** les individus.
- Est-il nécessaire de basculer vers l'approche individuelle? Si oui, quand?
 - Dans l'exemple des feuilles métalliques, on arrive à s'en passer;
 - dans celui du riz, l'étape de segmentation porte sur la **totalité** de l'image, et **engendre** les individus que l'on analyse ensuite



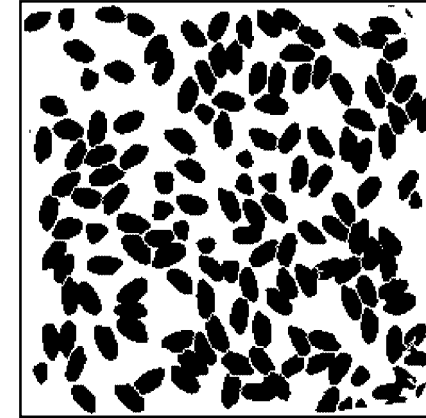
Exemple n° 2 : Grains de Riz (*Sciro-Mines*)



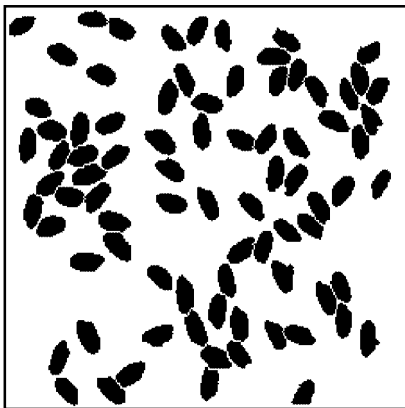
a : image initiale



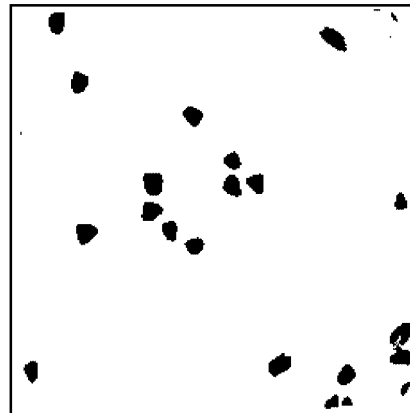
b : segmentation de a



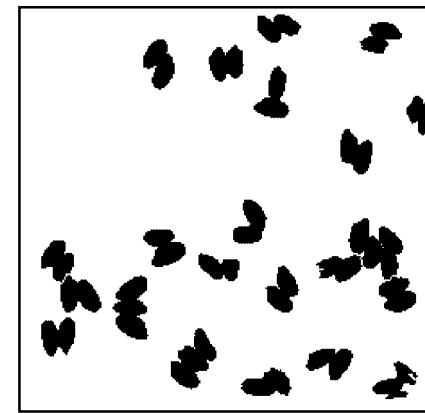
c : grains internes



d : grains entiers



e : grains brisés



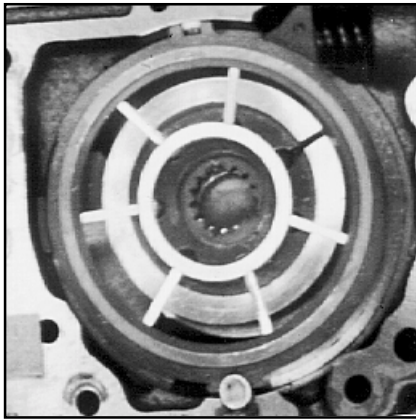
f : paquets de grains

Invariance par Translation

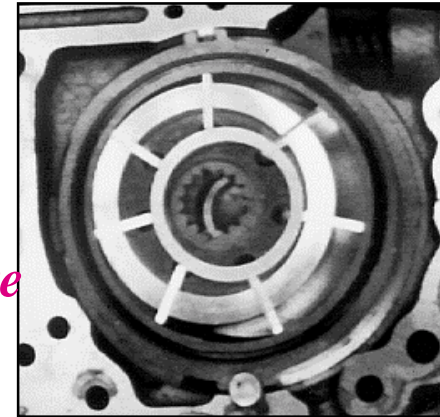
- Les opérations que l'on effectue peuvent dépendre ou non de la position de l'objet. Dans la négative, on dit qu'elles sont **invariantes par translation**.
- Il s'agit là d'une **décision** relative aux *opérations*, and non d'une **hypothèse** sur une possible stationnarité des *images* étudiées.
 - Dans l'exemple du moteur, les vannes radiales (n° 3) occupent une place typique au centre du champ de vue, qu'un traitement pertinent ne saurait négliger;
 - à l'opposé, les grains de riz internes (n° 2) étant placés au hasard, on les étudie par des méthodes invariantes par translation (la remarque n' est plus vraie pour les grains qui coupent les bord du champ).



Exemple n°3: Pompe à Huile (*Gal Motors*)

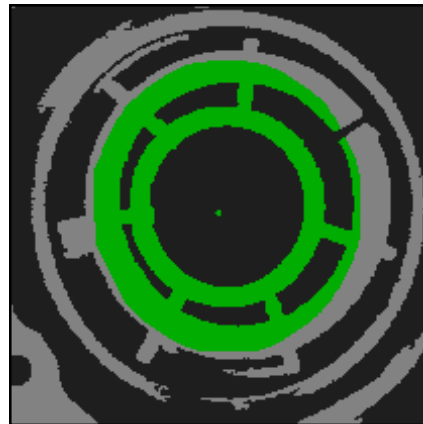


*Une
vanne
manquante*

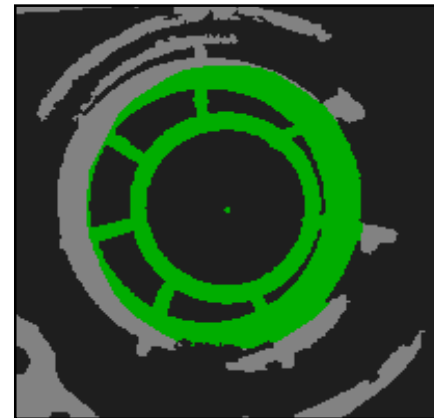


*Pas de
vanne
manquante*

5 pores



7 pores

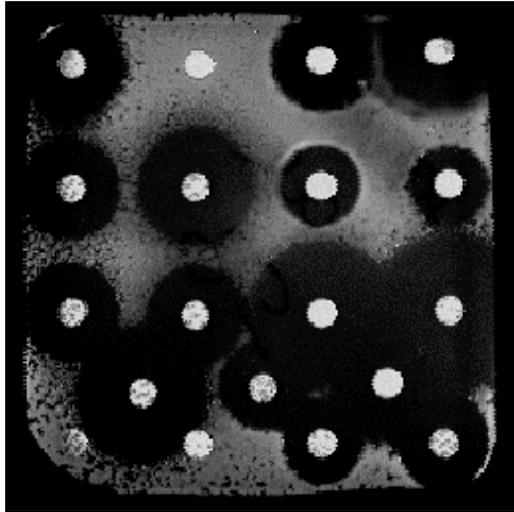


Métrologie

- Un traitement d' image se termine le plus souvent par des **mesures** telles que volumes, surfaces, granulométries, dénombrements, *etc...* Or,
 - Comment mesurer un rayon (par exemple) ?
 - Quelle précision est-elle réellement nécessaire?
- La **robustesse** du *résultat final* dépend de la *totalité du traitement* . Certains opérateurs réduisent la robustesse (*e.g.* dérivées), d'autres l'augmentent (*e.g.* filtres) et servent souvent à améliorer les premiers.
- Les **biais** sont causées principalement par
 - les effets de bords, particulièrement pour l' analyse individuelle
 - les orientations préférentielles;
 - les passages aux sections (phénomènes stéréologiques).

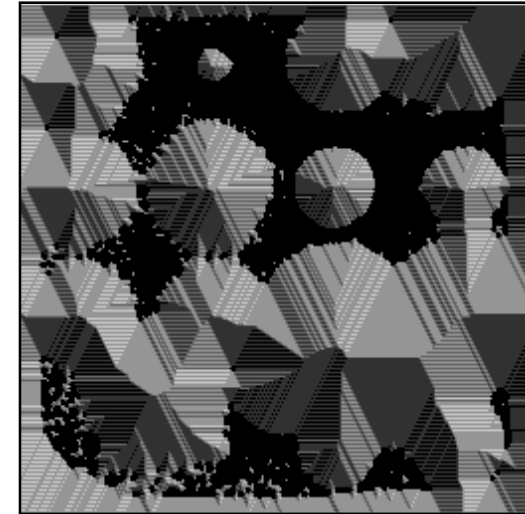


Exemple n° 4 : Antibiogrammes (*Inst. Pasteur*)

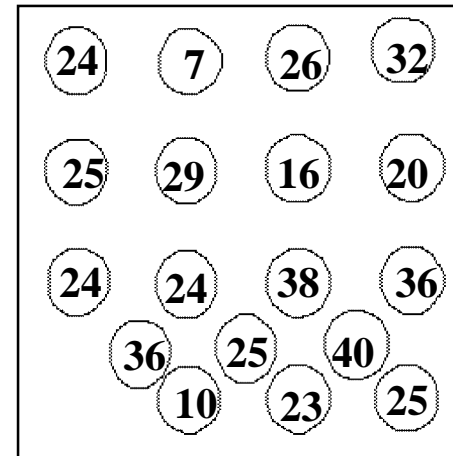
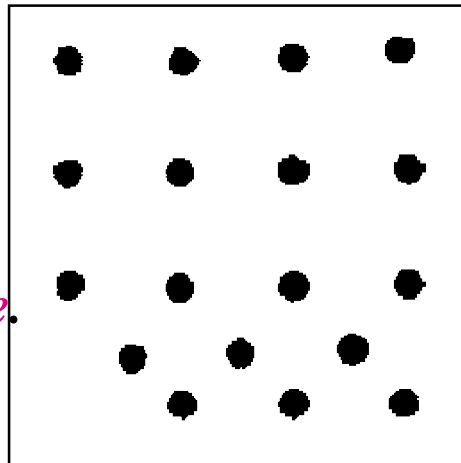


*Image
Initiale
a)*

*fonction
distance
sur a)
seuillée*



*Pastilles:
obtenues
par filtrage
puis seuillage.*



*Tailles des halos:
maxima de la
fonction distance ,
pris dans les
pastilles.*

Directions Préférentielles

- Les directions préférentielles apparaissent avec
 - les objets linéaires;
 - les **alignements** dans certaines directions de l'espace ;
 - en association avec d'autres **anisotropies**, ou pas.
- Elles posent toujours des problèmes
 - de **complexité de calcul** (un degré de liberté de plus, mise en jeu de longues distances);
 - de **digitalisation**, car leurs orientations ne coïncident pas toujours avec celles de la trame.



Exemple n° 5 : Feuilles Métalliques Formées (*Ocas*)

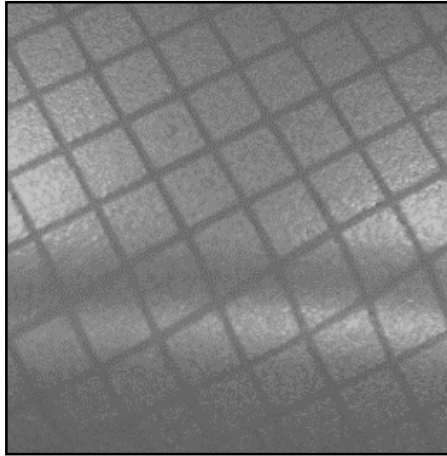
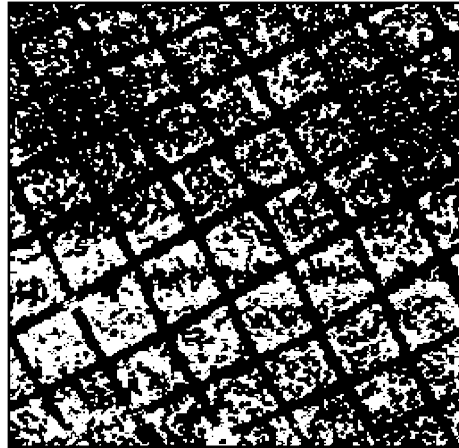
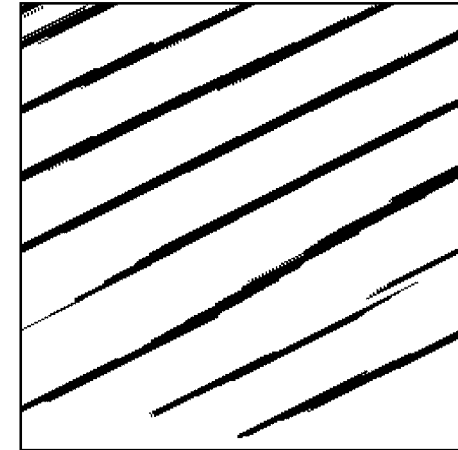


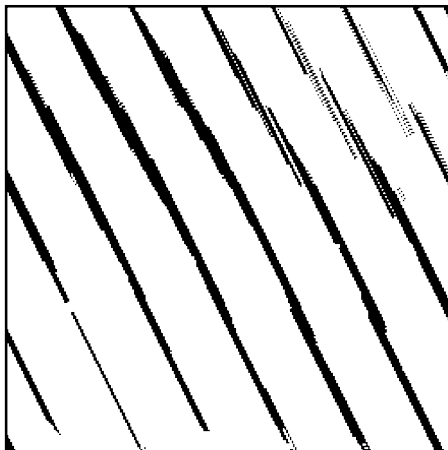
Image initiale



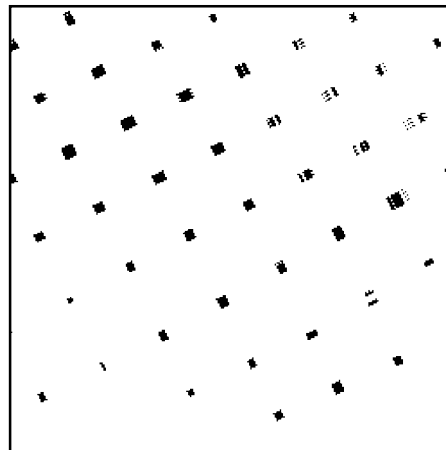
Fermeture et seuillage



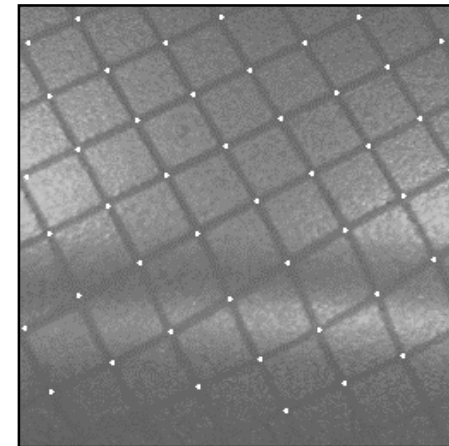
Ouverture 1ère direction



Ouverture 2ème direction



Intersection



Résultat final



Vitesse

- Dans chaque situation, se demander quelle **vitesse** est vraiment requise. La notion confuse de *temps réel* ne dit pas à quelle réalité il est fait référence. Pratiquement, ce qu'on peut toujours définir, c'est un **temps de calcul**
- Quelques situations peu drastiques :
 - Pour les antibiogrammes, la mise en culture suivie de la réaction bio-chimique prennent **deux jours**,
 - Pour l'inspection du moteur, le temps de traitement, imposé par la ligne de production, doit durer **quelques secondes**,
- Les cas drastiques apparaissent avec la conjonction d'
 - **un fort débit de données**, et **d'algorithmes complexes** (e.g. lecture des enveloppes).



Exemple n° 6 : Lecture d'adresses (CRTP)

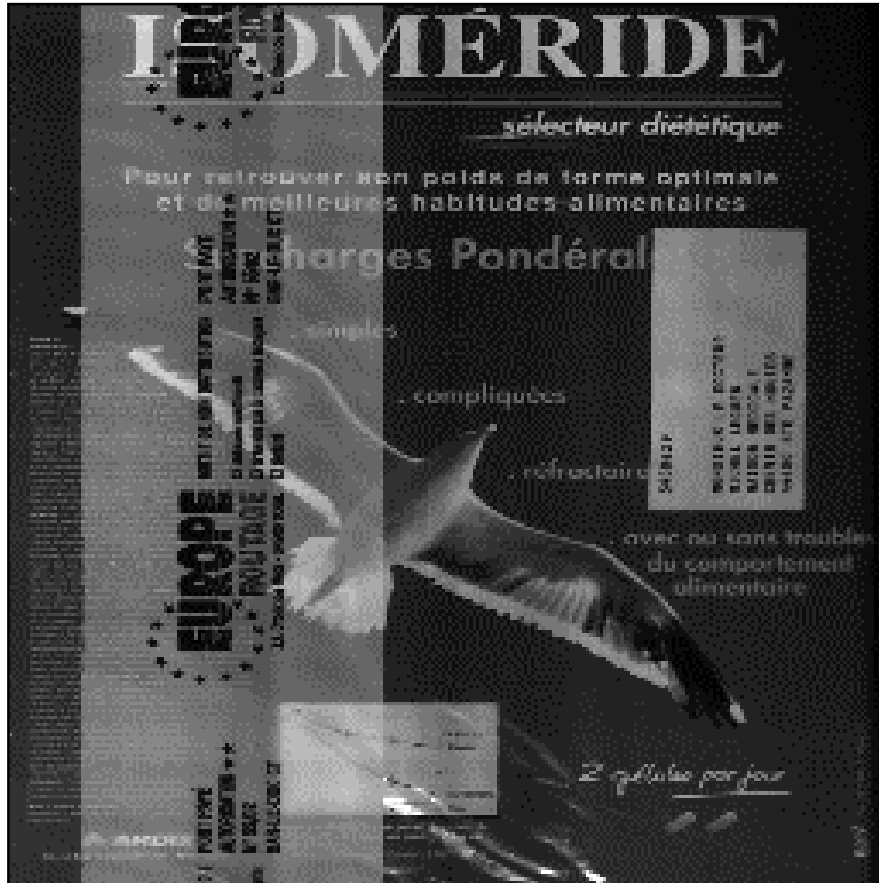
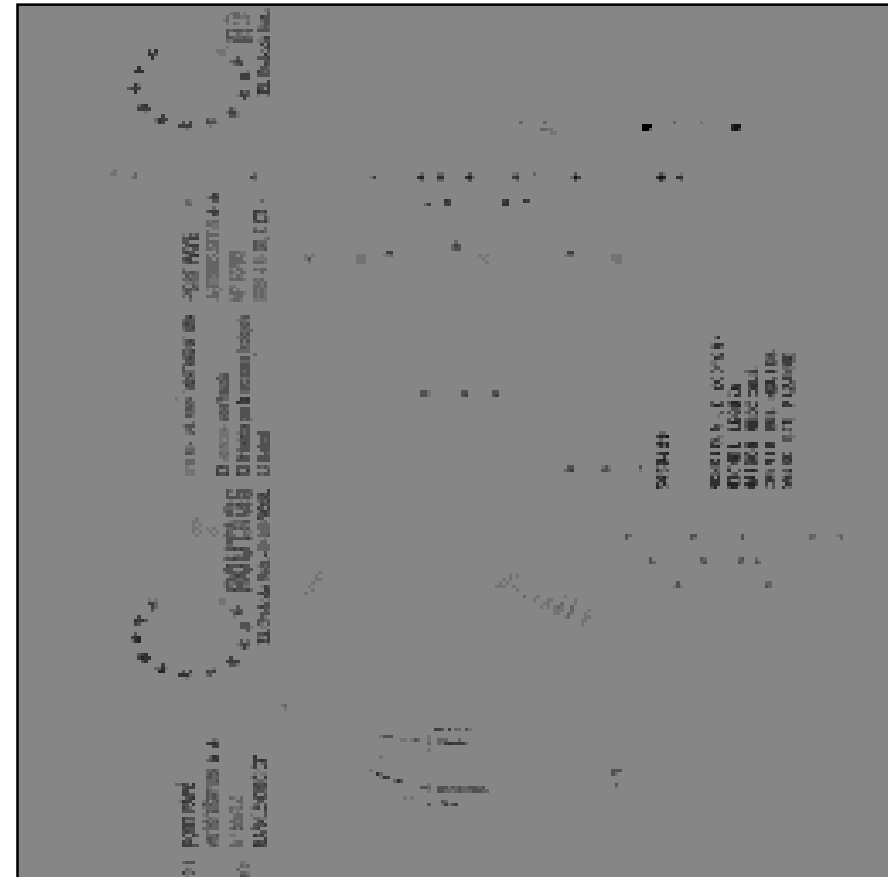


Image Initiale



*Parties détectées
(Filtrage géodésique directionnel)*



Mouvement et Contrôle

- Le contrôle de qualité par Vision concerne aussi les **séquences d'images**. Les domaines d'application sont multiples.
 - **Suivi de scènes**, avec camera fixe ou embarquée
 - contrôle de **présence**,
 - contrôle de qualité de films (ou video), et **restauration**
 - **physico-chimie** (fluidisation, bulles, cinétique de déformation...)
- La difficulté, ici, est d'extraire les caractéristiques du mouvement. Par exemple, faut-il considérer le produit **Espace ⊗ temps** comme un tout, ou bien faire glisser des fenêtres le long de l'axe temporel?



Exemple n° 7: La gare de Sydney, par L. Lumière



*Extrait de la séquence
d'origine*

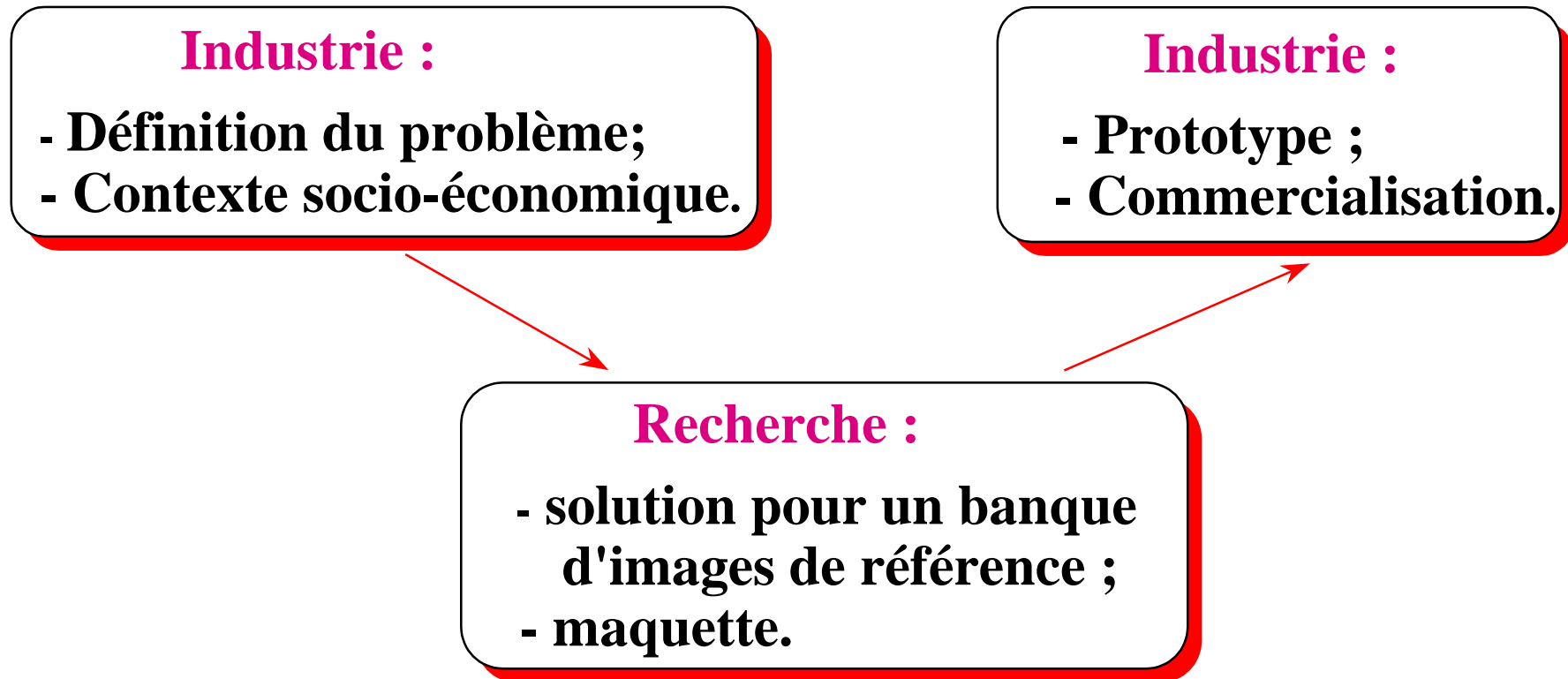


*Filtrage par connexité
temporelle*



Relations Industrie -Recherche

Pour conclure, revenons sur la dialectique Industrie-Recherche :



Conclusions

Comment animer cette dialectique ?

- *Première flèche* : une situation est bien définie uniquement quand
 - et l' industriel,
 - et l' ingénieur en Visionagrément sur **un jeu d'images représentatives** du phénomène à étudier.
- *Seconde flèche* : Le retour vers l'industrie n'opère que si l' industriel parvient à modifier
 - ses comportements **humains** (faire admettre une organisation nouvelle du travail),
 - et aussi **techniques** (autre représentations des objets).

