



Institut
Mines-Telecom



TII - Traitement et Interprétation des Images

Isabelle Bloch

Département TSI



Description de l'équipe

Personnes :

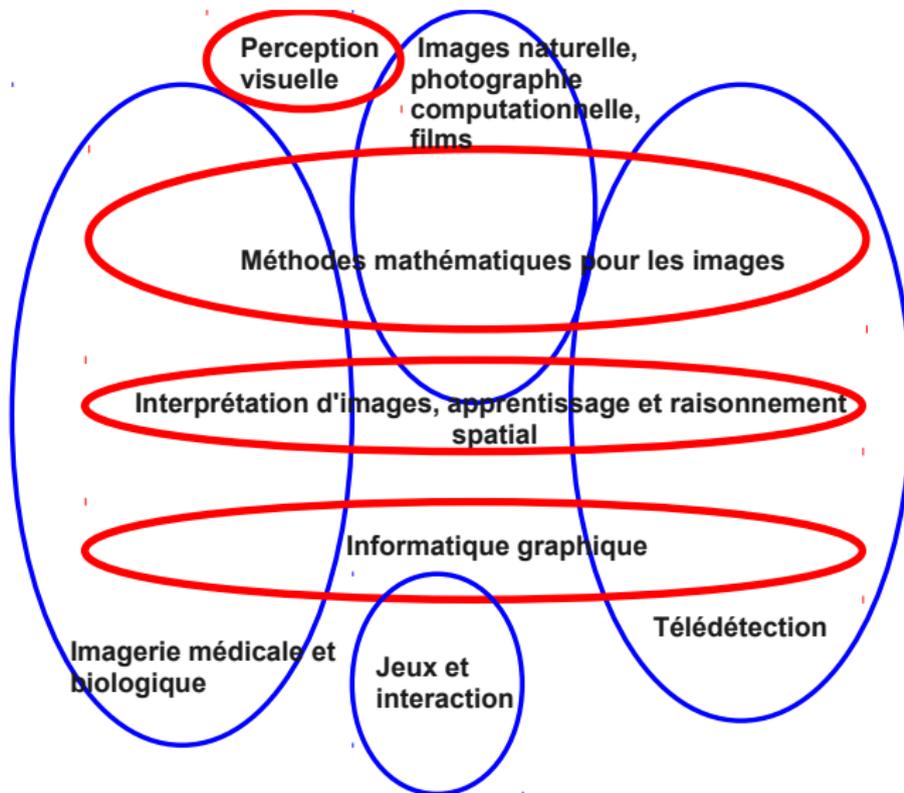
- ▶ 14 chercheurs et enseignants-chercheurs permanents (17 pendant la période) : A. Almansa, E. Angelini, I. Bloch, T. Boubekeur, H. Brettel, M. Campedel, Y. Gousseau, S. Ladjal, P. Memari, J.-M. Nicolas, M. Roux, H. Sahbi, J. Tierny, F. Tupin.
- ▶ 1 professeur émérite (H. Maître), 2 chercheurs associés.
- ▶ 30-35 doctorants.
- ▶ 5-8 chercheurs post-doctorants et ingénieurs sur contrat.
- ▶ 1-2 sabbatiques.

Positionnement :

Modéliser, analyser, transformer, représenter, interpréter, synthétiser des images, volumes et objets numériques.

⇒ modèles, applications (+ apprentissage)

Domaines de recherche



Méthodologie

- ▶ Des images originales à leur interprétation...
- ▶ Liens étroits entre théorie, méthodes, algorithmes et applications.
- ▶ Au carrefour des mathématiques appliquées, de l'informatique et intelligence artificielle, et de l'ingénierie \Rightarrow rôle central dans le domaine de l'interprétation de l'information.
- ▶ Accompagner les évolutions du numérique (photo, environnement, santé...).
- ▶ Nombreuses collaborations nationales et internationales.

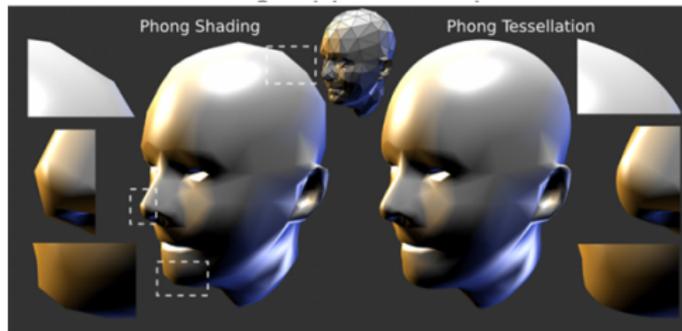
Site web : <http://perso.telecom-paristech.fr/~bloch/tii/>

Quelques résultats et démos : [http:](http://perso.telecom-paristech.fr/~bloch/tii/demos.html)

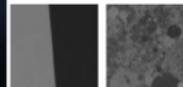
[//perso.telecom-paristech.fr/~bloch/tii/demos.html](http://perso.telecom-paristech.fr/~bloch/tii/demos.html)

Attractivité et reconnaissance

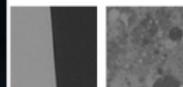
- ▶ Publications : 36 articles dans des revues et 61 articles de conférences (en moyenne par an), deux brevets sur la période.
- ▶ 5 HDR soutenues sur la période, et en moyenne 10 thèses par an.
- ▶ Logiciels : Contributions à ITK/OTB, 3DSlicer, Magnicos, IPOL (+ démos)... Transfert (industriels, hôpitaux). Plateformes : Plato, Knowledge-centered Earth Observation.
- ▶ Distribution de modèles numériques du corps humain.
- ▶ Attractivité : thèses, post-docs, chercheurs invités, CNRS...
- ▶ Distinctions : jeune chercheur Eurographics (E. Eisemann), prix de thèses (C. Deledalle, B. Buchholz, N. Chenouard), médaille Blondel, meilleurs articles (Eurographics, RFIA, ICIP, Visual Computing in Medicine, EUSAR, CVMP...), compétition ImageClef...
- ▶ Organisation de conférences, éditeurs associés, conférences invitées, comité national du CNRS, CE INRIA, AdCom IEEE EMBS, alliances Aviesan et Allistène...



A detail of a target made of a dead leaves pattern, designed to measure Texture Acutance. It is obtained by drawing random shapes that occlude each other in the plane. The dead leaves falling from a tree. The statistics of this model follow the distribution of the same statistics in natural images.



In this example from a DSLR without edge enhancement, sharpness seems equal on edge and on texture. Many details are visible in the texture.



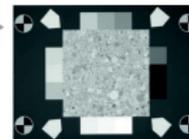
In this second example edges have been digitally enhanced, and the edge looks over-sharp, with visible processing halos ("ringing"). On the texture part, many details have disappeared.

DxO - Fnac

Comment le bruit vient éclaircir une image et diminuer sa netteté.



Nouvelle mire d'analyse des textures.



Nous mesurons le niveau de bruit de fond (en dB) en position « réduction de bruit standard » de 400 Iso à la sensibilité maximale. Plus le chiffre de l'axe en dB est faible (10 dB par exemple) plus le bruit est perceptible. Malheureusement, cette réduction du bruit est souvent associée à la perte de détails dans les textures, nous analysons dorénavant la préservation des textures sur des zones peu contrastées de l'image. Tout défaut de lissage ou de suraccentuation est automatiquement détecté. Ce nouveau test (DxO) associe une mire à faibles contrastes appelée « feuilles mortes » et un logiciel d'analyse spécifique. Un produit idéal propose un niveau de bruit faible

1. Méthodes mathématiques pour l'image



- ▶ Modélisation mathématique des textures et des images naturelles :
 - ▶ modèles stochastiques,
 - ▶ synthèse de texture, *inpainting* d'images et de vidéos,
 - ▶ analyse et reconnaissance de textures.
- ▶ Modélisation mathématique de la capture et de la restauration d'images :
 - ▶ parcimonie & point aberrants,
 - ▶ échantillonnage aléatoire,
 - ▶ méthodes par *patches*,
 - ▶ optimisation convexe & non-différentiable.
- ▶ Applications du transport optimal.
- ▶ Méthodes statistiques pour la comparaison d'images invariantes et robustes.



Inpainting vidéo

Best student paper (google prize) CVMP 2013



Inpainting vidéo

Best student paper (google prize) CVMP 2013

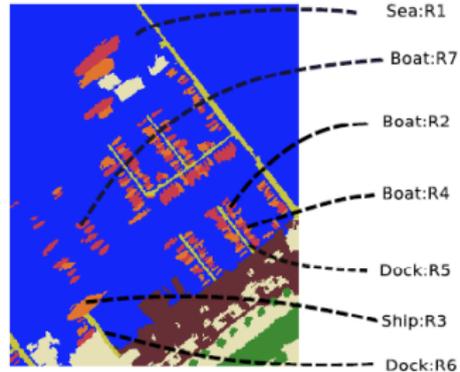
2. Interprétation d'images, apprentissage et raisonnement spatial



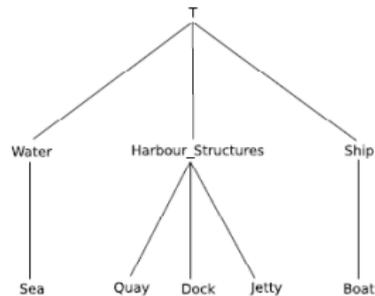
- ▶ Modélisation de relations spatiales (morphologie mathématique et ensembles flous).
- ▶ Ontologies, graphes et graphes conceptuels pour le raisonnement spatial et l'interprétation d'images, morpho-logique.
- ▶ Intégration dans des modèles et des méthodes de segmentation et de reconnaissance de structures.
- ▶ Apprentissage, classification, annotation et recherche dans des grandes bases de données d'images (première place à ImageCLEF 2013 - modèles dépendant du contexte).



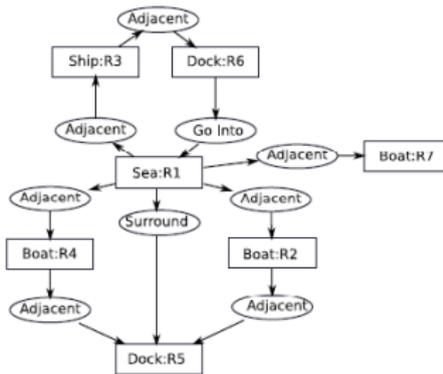
(a) Example image.



(b) Labeled image: The blue regions represent the sea, the red and orange represent ships or boats and the yellow regions represent the docks.



(c) Concept hierarchy T_C in the context of harbors.



(d) Conceptual graph representing the spatial organization of some elements of Figure 5.8(b).

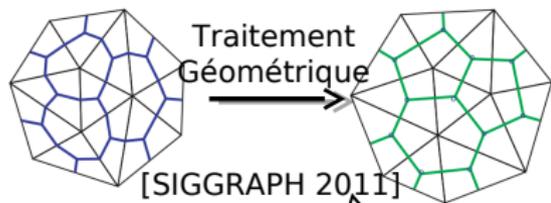
3. Informatique graphique



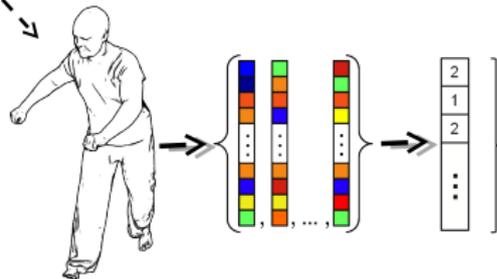
- ▶ Modélisation 3D :
 - ▶ triangulations et espaces duaux,
 - ▶ traitement rapide,
 - ▶ analyse géométrique et topologique.
- ▶ Synthèse d'images et visualisation :
 - ▶ visualisation de grandes simulations,
 - ▶ éclairage global rapide.
- ▶ Vision et imagerie :
 - ▶ moteurs de recherche visuelle,
 - ▶ édition interactive de panoramas.
- ▶ Fortes interactions avec les autres thèmes.

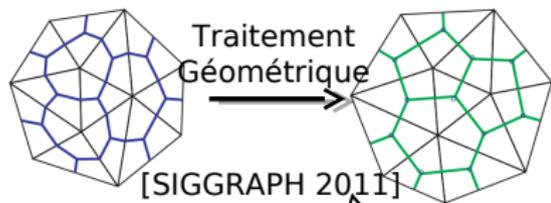
Modélisation en Informatique Graphique



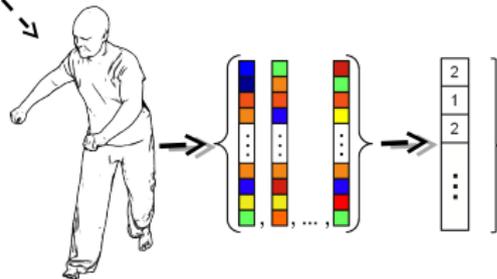
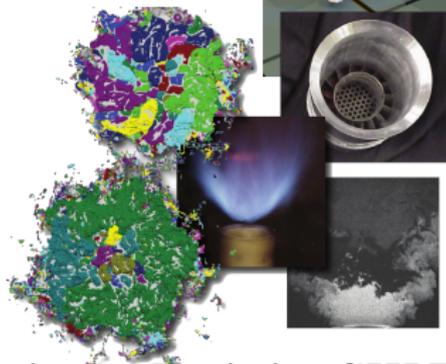


Modélisation en Informatique Graphique





Modélisation en Informatique Graphique

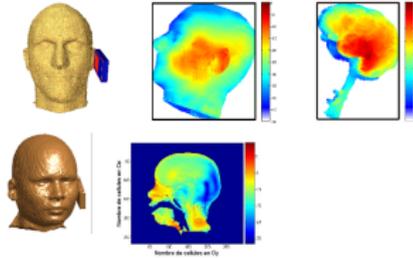
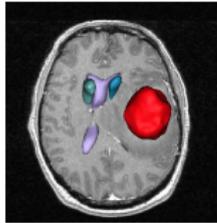


Traitement Topologique [IEEE TVCG 2011] Analyse de Forme [SIGGRAPH 2012]

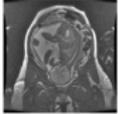
4. Imagerie médicale et biologique



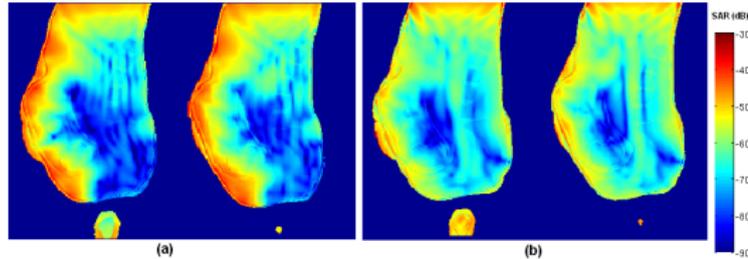
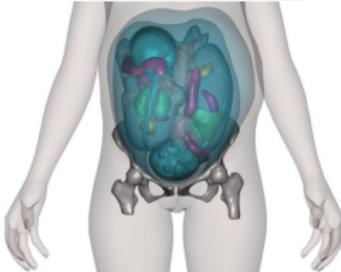
- ▶ Modélisation d'informations anatomiques, en particulier structurelles, génériques + fusion avec des informations individuelles ...
- ▶ ... pour la segmentation, la reconnaissance, le suivi.
- ▶ Modélisation réaliste du corps humain (dosimétrie, aide au diagnostic, accidentologie...).
- ▶ Interactions fortes avec les axes précédents.
- ▶ Chercheur associé : C. Adamsbaum (prof. Kremlin-Bicêtre, Paris Sud).
- ▶ Laboratoire commun avec Orange Labs : WHIST.



13 SA



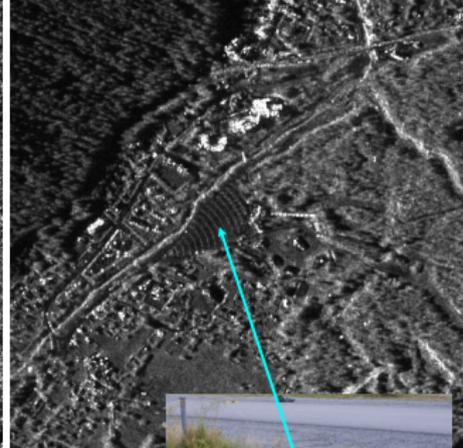
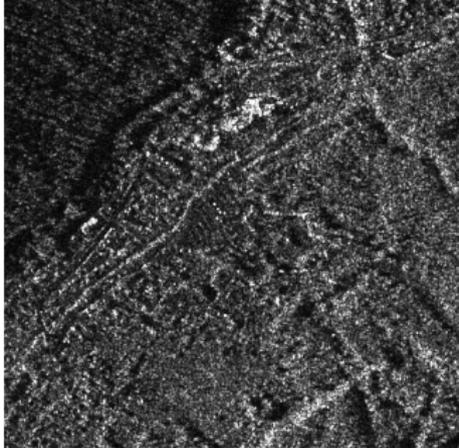
30 SA



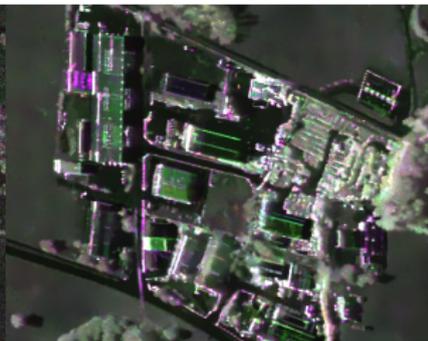
5. Télédétection



- ▶ Modèles théoriques et physique de l'acquisition.
- ▶ Modèles statistiques en imagerie radar (distribution de Meijer), application à la détection de changements.
- ▶ Méthodes par *patches* pour l'estimation de paramètres (toutes modalités).
- ▶ Laboratoire commun LTCI-CNES-DLR : COC (06/05 - 06/10).



Recalage subpixelique + moyenne géométrique :
mise en évidence de détails fins sur parking
Images Terrasar-X



Prix de thèse de Charles Deledalle

Principales collaborations

Nombreux contrats (industriels, ANR, Européen, FUI...) et collaborations :

Académiques

- ▶ MAP5, LIP6, ISIR, LRI, ECP/MAS, CMLA, CEREMADE, Ponts ParisTech, GREYC, ICJ, LJK, IEF, ISEP, Bordeaux, Saint-Etienne, Annecy, UPEMLV, INRIA.
- ▶ Universités au Brésil (USP), en Chine (Wuhan, Shanghai), en Italie (Naples), en Uruguay (Uni. Republica), en Argentine (UBA), au Venezuela (Los Andes), en Allemagne (Dresden, Berlin), en Israël (Technion), en Australie (CSIRO), aux USA (Columbia, Caltech).
- ▶ CNES, CESBIO, ONERA, CEA, IGN, DLR, Institut Pasteur.

CHU

- ▶ Cochin, Saint-Vincent de Paul, Kremlin-Bicêtre, Robert Debré.
- ▶ XV-XX.
- ▶ Lariboisière.

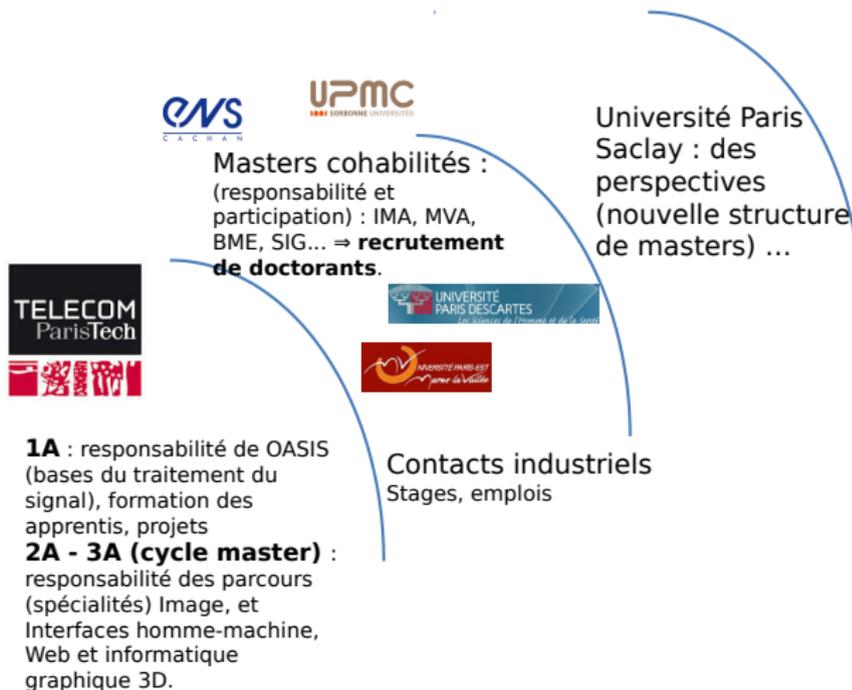
Industrielles

- ▶ DxO, Technicolor, Morpho, Schlumberger.
- ▶ Mondeca.
- ▶ PSA, EDF, Disney.
- ▶ Siemens, Philips, General Electric, EOS Imaging, Dosisoft, Echosens Orange.

Laboratoires communs et chaires

- ▶ COC (DLR, CNES)
- ▶ WHIST (Orange Labs)
- ▶ ISA (Morpho)
- ▶ Chaire des Imaginaires (Ubisoft, Dassault, PSA, Orange)

Enseignement



En moyenne, une charge d'enseignement supérieure à un service standard.

Projet

Trois axes

- Modèles pour les images et la 3D – exploration des champs émergents.
- Large spectre d'applications : biomédical, télédétection, photographie numérique, infographie – et leurs évolutions.
- Indexation, apprentissage et reconnaissance des formes pour les images et les volumes numériques – nouveau positionnement.

Leviers

- ▶ Remplacement par un ou deux recrutements des départs récents.
- ▶ Animation de l'équipe (séminaires, accompagnement des jeunes chercheurs, sabbatiques).

Pistes de recherche (1)

Photographie numérique et computationnelle

- ▶ Restauration multi-images
 - ▶ Applications : débruitage, augmentation de résolution, grande gamme dynamique. ●
 - ▶ Défis : variabilité des conditions d'acquisition, recalage, objets en mouvement, contraintes computationnelles.
 - ▶ Outils : patches, statistiques, approches variationnelles, méthodes parcimonieuses. ●
- ▶ Co-conception et restauration optique-capteurs. ●●

Pistes de recherche (2)

Méthodes par patches et dictionnaires

- ▶ *Mesures de similarité* : modélisation aléatoire et invariances (radiométrique, géométrique). ●
- ▶ *Prise en compte spécifique des capteurs* : point aberrants, bruit non-gaussien, saturation, flou & aliasing, interférométrie, changement de scène. ●
- ▶ *Multi-échelles* : au-delà de la pyramide gaussienne. ●
- ▶ *Apprentissage de dictionnaires multi-échelles et/ou stationnaires*. ●●

Domaines d'application : photographie numérique, télédétection, imagerie médicale. ●

Partenaires industriels (CNES, ONERA, DxO, Technicolor, EOS

Imaging). ●

Pistes de recherche (3)

Informatique graphique

- ▶ Géométrie instantanée, "traiter en 3D 1000 fois plus vite" : reconstruction/simplification/raffinement en $O(n)$ et analyse automatique pour le contrôle de haut niveau. ●●
- ▶ Rendu factorisé, "partager les pixels" : apprentissage de dictionnaires de rendu et caches intelligents. ●●
- ▶ Nouvelles techniques pour l'analyse interactive d'ensembles de simulations. ●●
- ▶ Métriques discrètes et outils de comparaison pour triangulations et complexes duaux, reconstruction en dimensions supérieures. ●●

Pistes de recherche (4)

Raisonnement spatial pour l'interprétation d'images

- ▶ Logiques, ontologies, hypergraphes et treillis de concepts. Cadre algébrique de la morphologie mathématique. ⇒ Modélisation de connaissances et d'informations imparfaites, distances, raisonnement dans ces structures. ●
- ▶ Interprétation d'images comme un processus d'abduction, de révision, de fusion. ●
- ▶ Nouvelles applications en imagerie médicale : modèles imparfaits ou partiels (nouveaux-nés et très petits enfants, avec le CHU Kremlin-Bicêtre), écart au modèle (pathologies, suivi longitudinal). ●

Pistes de recherche (5)

Imagerie radar

- ▶ Modélisation :
 - ▶ approches par dictionnaires, ● ●
 - ▶ spectre complexe des signaux radar. ●
- ▶ Applications : ●
 - ▶ exploitation multi-images (multi-capteurs, multi-dates),
 - ▶ milieu naturel (les rivières, les glaciers),
→ Projet SWOT (NASA / CNES) - *Science Definition Team*.
 - ▶ milieu urbain (caractérisation, évolution).

Une citation...

Ingrid Daubechies, présidente de l'Union Mathématique Internationale, dans Le Monde (" Les multiples inspirations des mathématiciens") :

Si je devais commencer les mathématiques aujourd'hui, je ferais du traitement d'images.