

Module TUE 402:

Cartographie et Télédétection

Responsable: *Peter van der Beek*

Enseignants: *Peter van der Beek,
Alain Hérique,
Jean-Louis Mugnier*

Cartographie et Télédétection

- Cartographier et Imager la Terre;
- Obtenir et Classifier de l'Information Spatiale.

Pour quoi faire ?

Pour quoi faire ?

- Gestion de l'eau *
- Nourriture / agriculture (agronomes, biologistes)
- Risques naturels *
- Infrastructure * (ingénieurs civils)
- Ressources naturelles *
- Environnement *
- Sécurité (militaires)

* Intervention de géologues

Dans ce cours:

- Images (raster vs vecteur)
- Images télédétectées: spectre électromagnétique
- Capteurs, plateformes, produits
- Echelle, couverture, résolution
- Gérer l'information: SIG et logiciels d'imagerie

Entre-acte (TD)

- Quelques applications

Information spatiale $\longrightarrow$ images

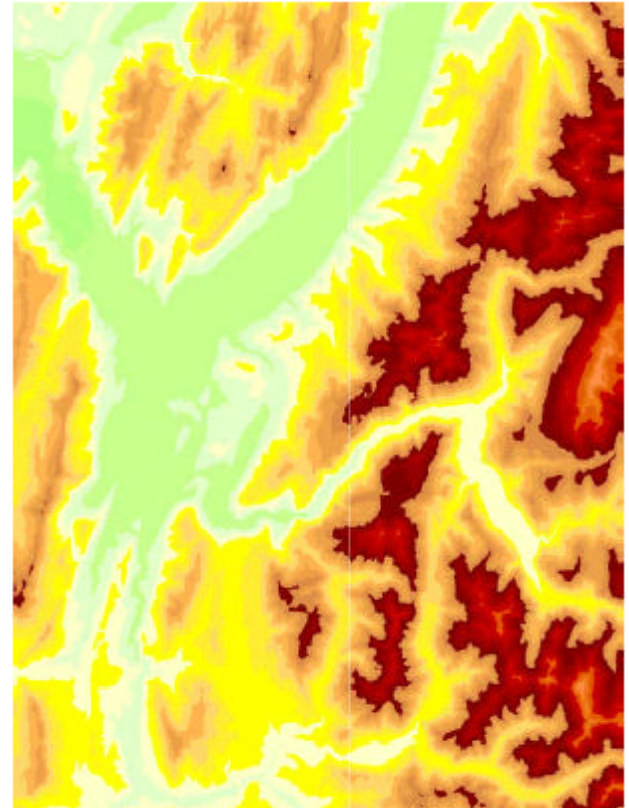
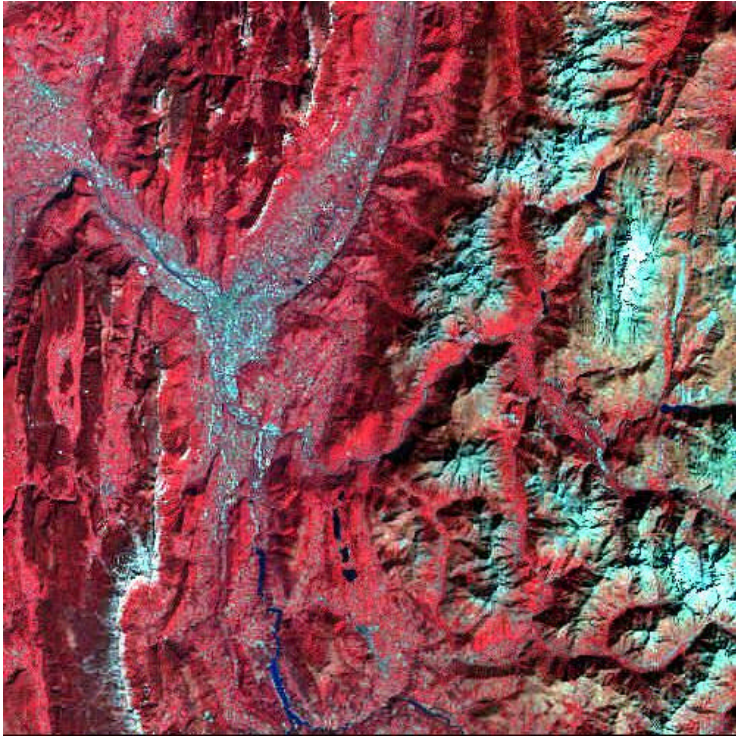


Image SPOT et MNT de la région grenobloise

Information spatiale → images

- Quelle information ?

Topographie : modèle numérique de Terrain (MNT)

Réflexion électromagnétique : image télédétectée

Informations de terrain variées : cartes géologiques, hydrologiques, pédologiques, politiques, etc...

- Géométrie, Projection ?
- Résolution ?
- Images **raster** vs images **vectérielles**

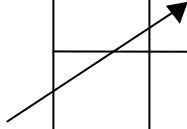
Colonnes

Colonnes



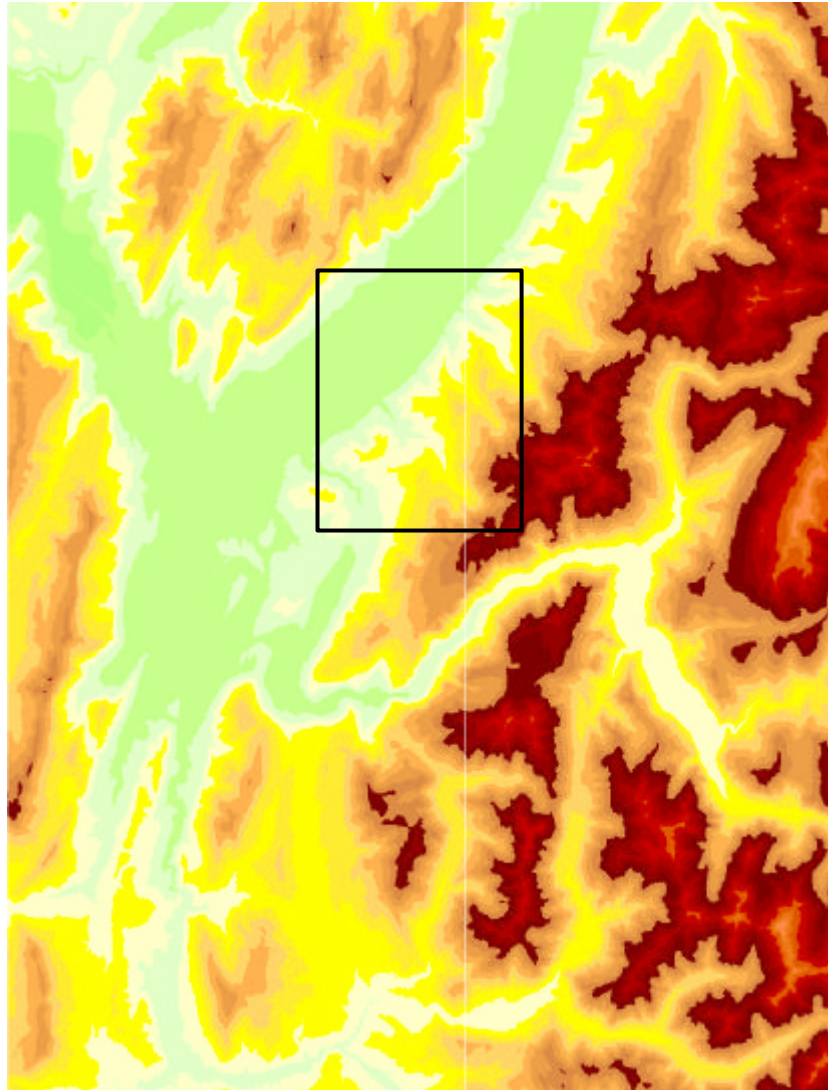
Lignes →

Pixel



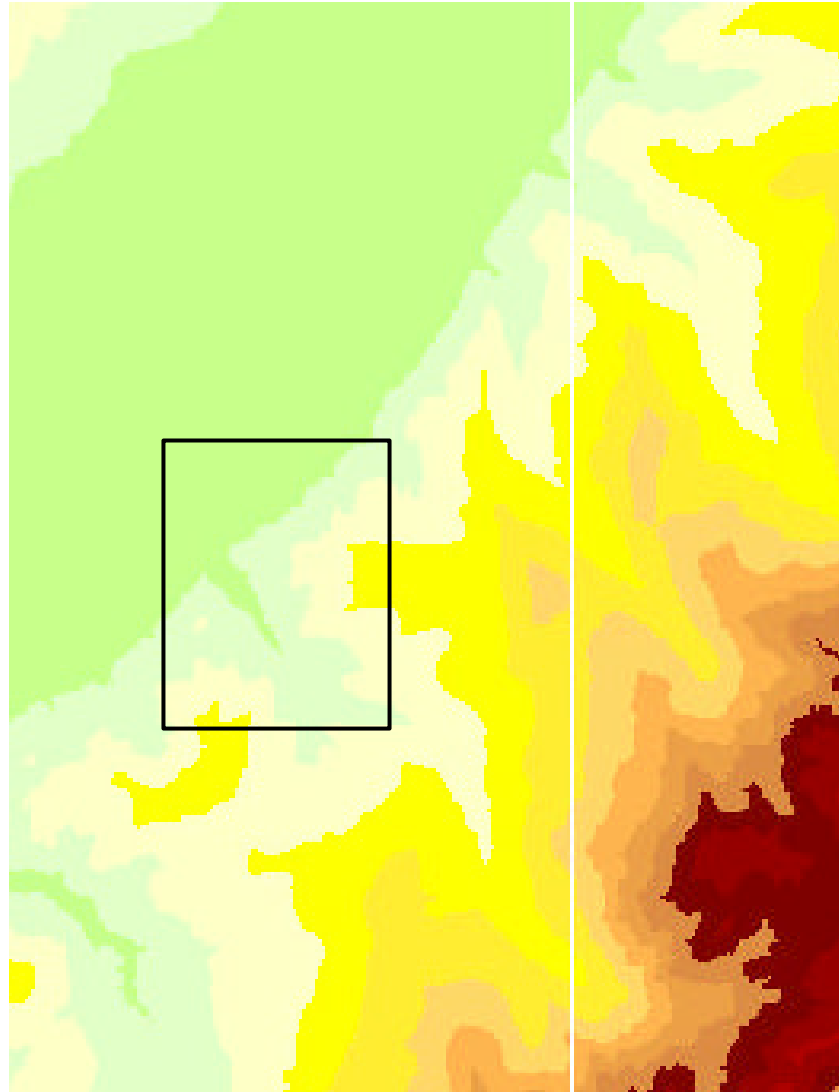
Images Raster : Résolution

(MNT à pas de 50 m)



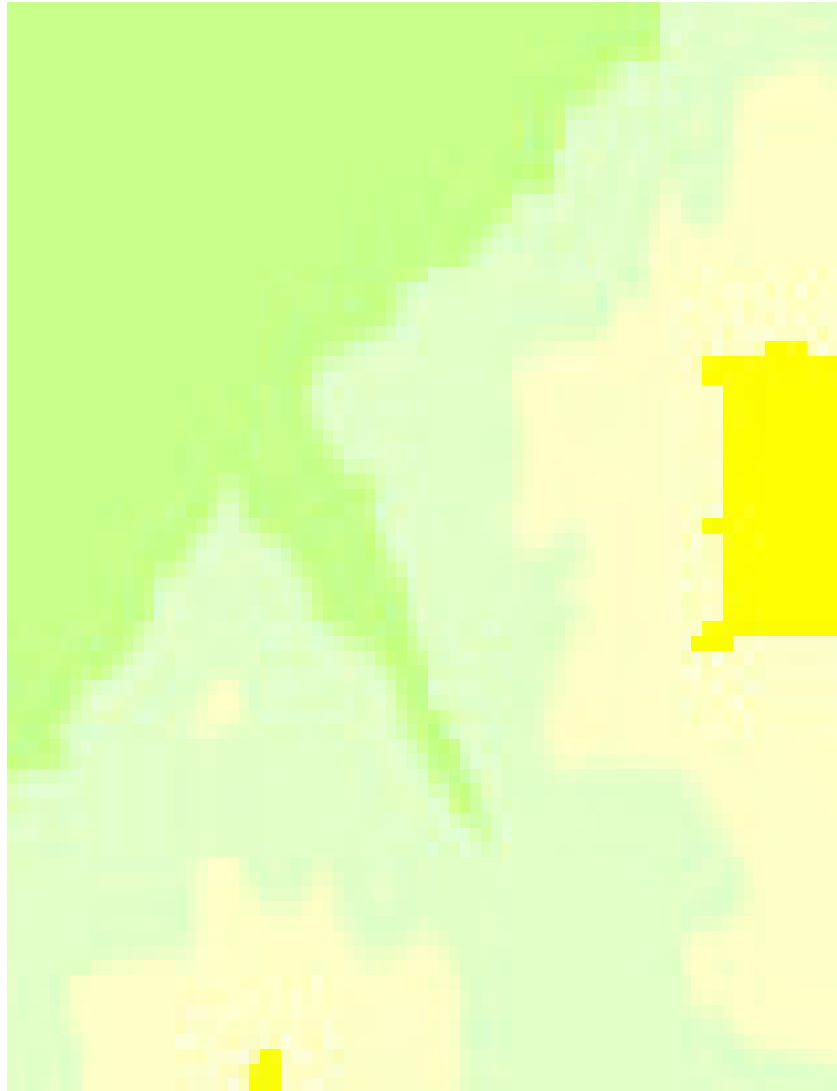
Images Raster : Résolution

(MNT à pas de 50 m)



Images Raster : Résolution

(MNT à pas de 50 m)



Images vectorielles

- Composés de points, lignes, polygones



Images vectorielles

- Résolution seulement limité par le pas de digitalisation ...

Images raster vs images vectorielles

Mode	raster	vecteur
Entités de base	Cellule	Point, ligne, polygone
Relations spatiales entre les objets	Implicite (no de pixel)	Topologiques
Attributs	Valeur numérique	Attribut numérique ou thématique
Couche	Grille = thème	Ensemble d'objets associés
Avantages	• Analyse spatiale aisée • Combinaison de couches aisée	• Représentation précise de position / forme • Excellente qualité d'affichage
Désavantages	• Faible qualité d'affichage • Résolution (position / forme d'objet peu précises)	• Croisement de couches complexes • Peu adapté à la représentation de réalités continues

Imagerie - télédétection

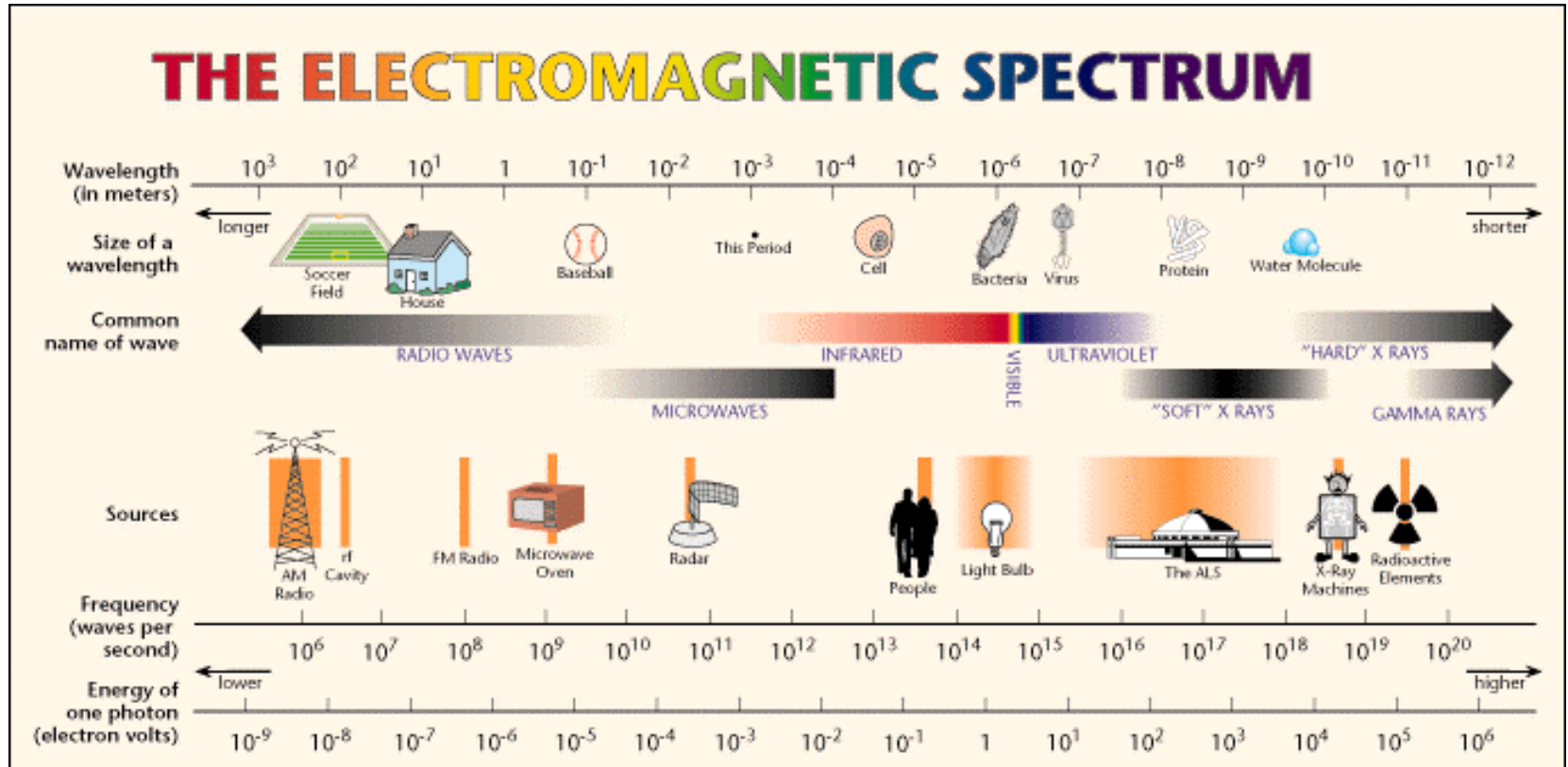
Détection de la radiation électromagnétique (optique) de la Terre (ou d'autres astres)

Interaction radiation électromagnétique / matière:
reflexion, absorption, transmission, émission

NB image télédétectée $\neq$ photo

- Spectre électromagnétique $\gg$ spectre visible
- Géométrie d'une image satellite $\neq$ géométrie d'une photo aérienne

Spectre électromagnétique

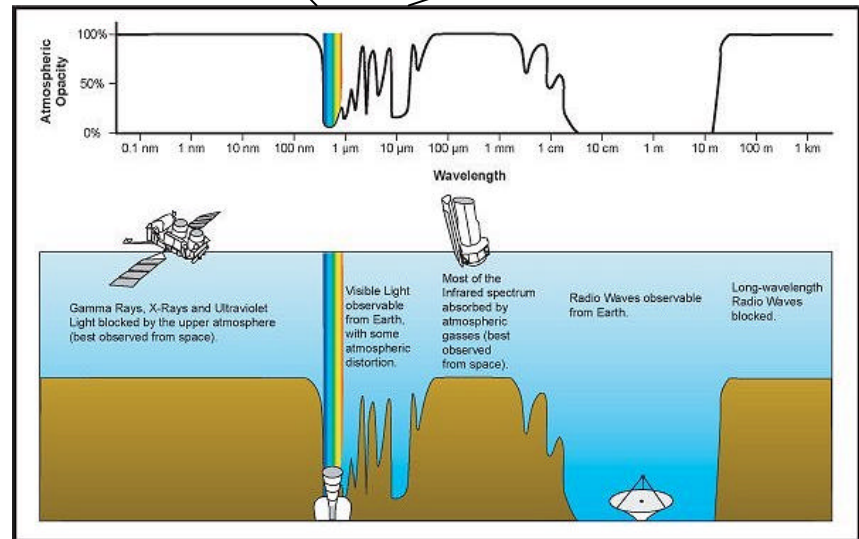
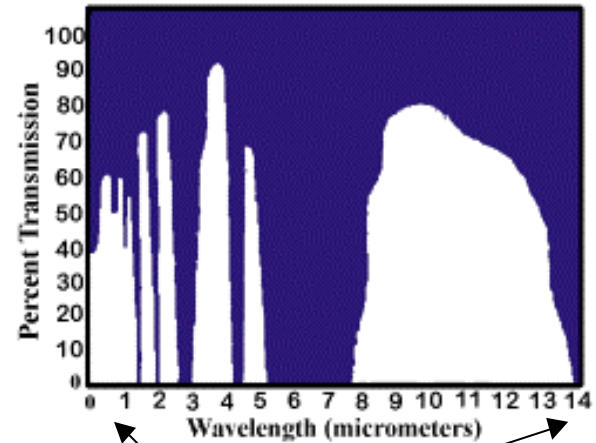
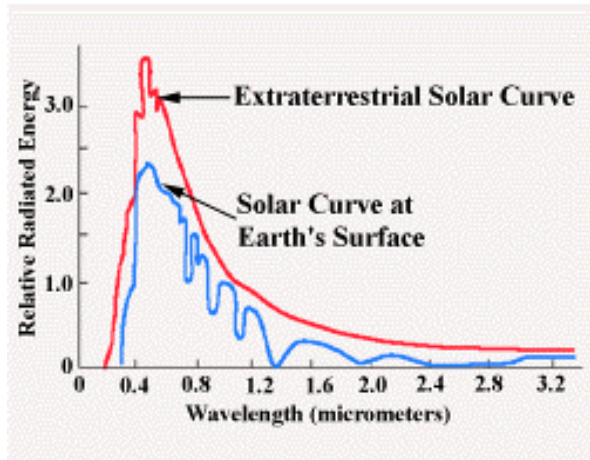


$$f = \frac{v_{\text{lumière}}}{l}$$

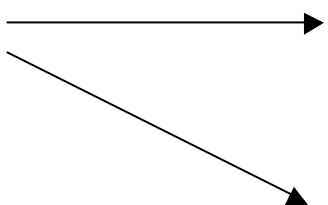
Fenêtres atmosphériques

- Tout le spectre électromagnétique n'est pas utilisable pour la télédétection
- L'atmosphère (O_2 , CO_2 , H_2O) absorbe partiellement ou complètement différentes longueurs d'ondes
- Nuages réfléchissent tout le spectre $<$ micro-ondes

Fenêtres atmosphériques

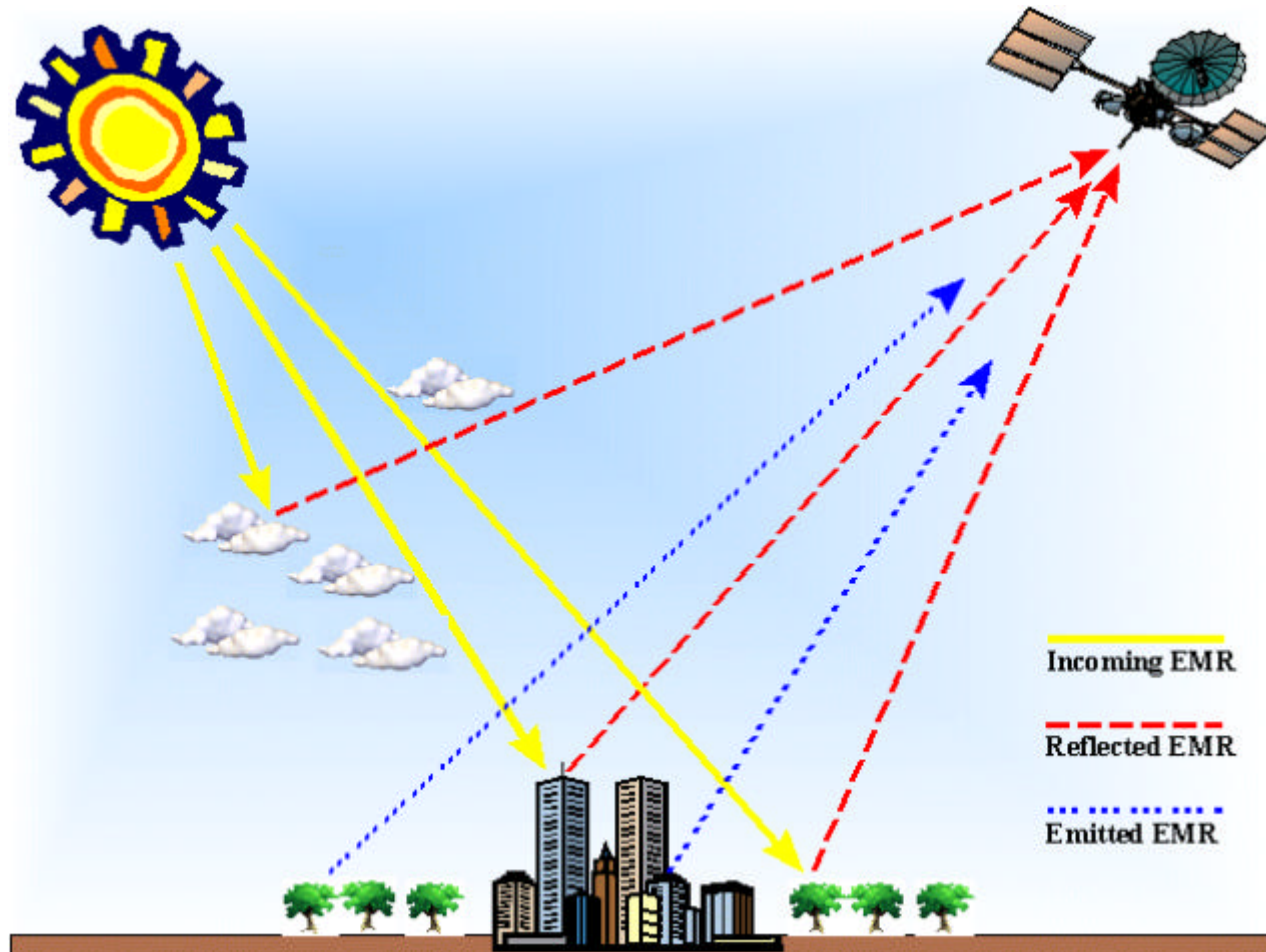


Qu'est-ce qu'on détecte?

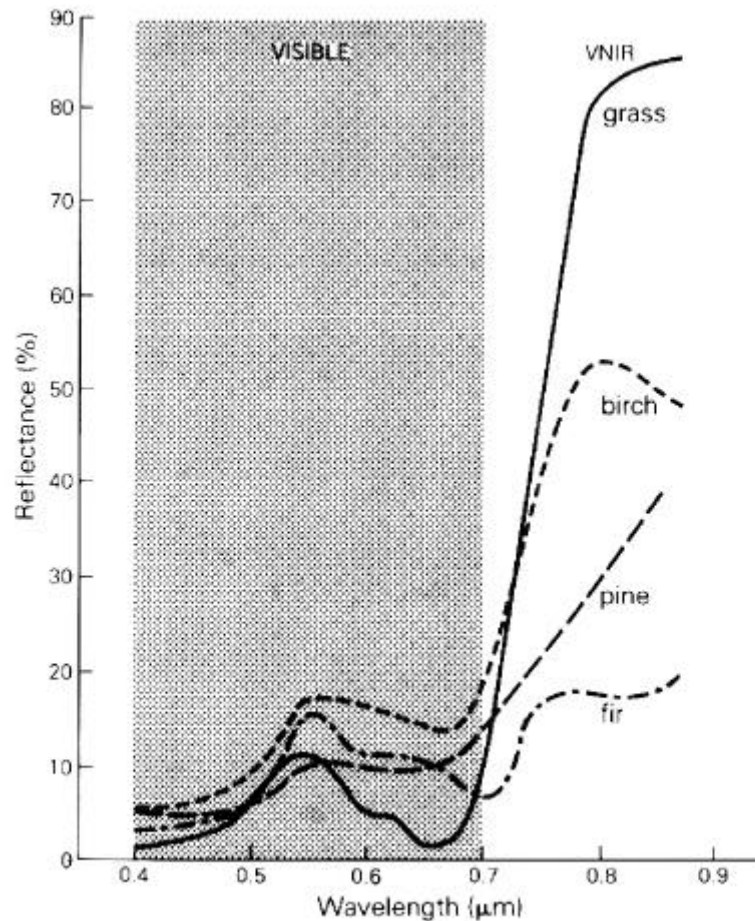
- **Réflexion** 
 - passif (radiation émis par soleil) Ex. visible, IR
 - Actif (radiation émis par capteur) Ex. radar
- **Emission** (IR Thermique, micro-ondes)

Discrimination par caractéristiques de réflexion / absorption des différents longueurs d'ondes

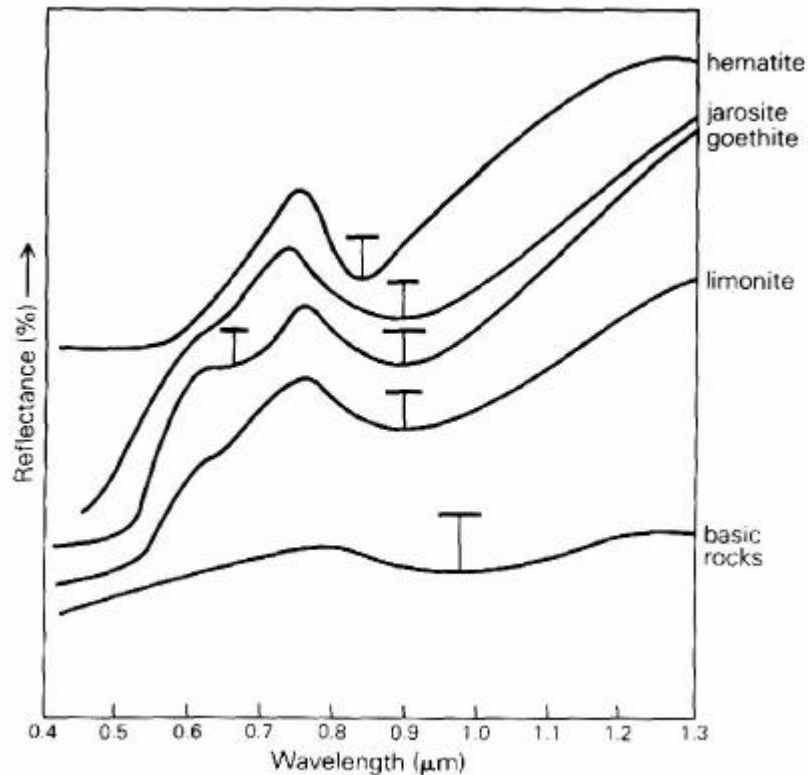
Qu'est-ce qu'on détecte?



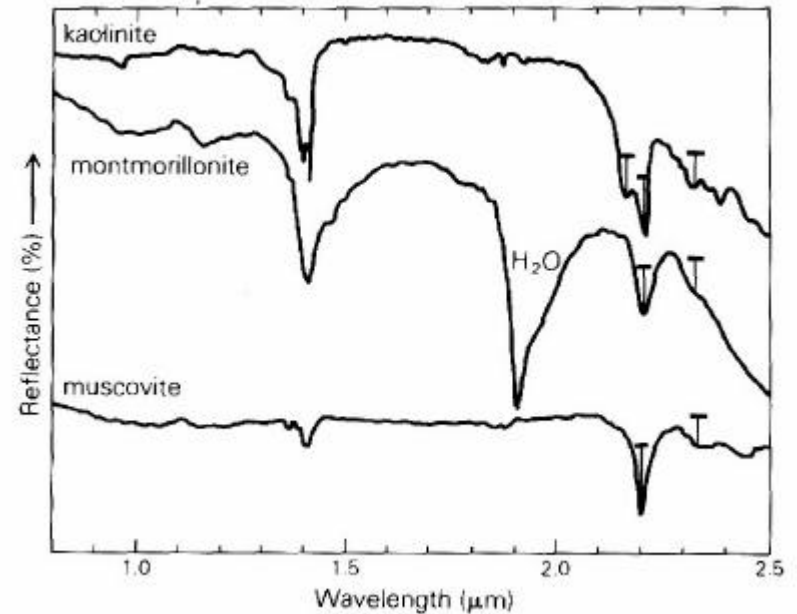
Propriétés spectrales (végétation)



Propriétés spectrales (minéraux)



oxydes



argiles

Capteurs

- Appareils photographiques
- Scanneurs électromagnétiques
- Capteurs de micro-ondes (actifs / passifs)

Photos aériennes



Photos aériennes

- (Jusqu'à quelques années) enregistrement *analogique*, sur film. Maintenant de plus en plus caméras numériques.
- Noir/blanc (panchromatique)
- Couleur
- Infrarouge (fausse couleur)
- Généralement: grande échelle (bonne résolution, petite couverture)

Photo aérienne en N/B



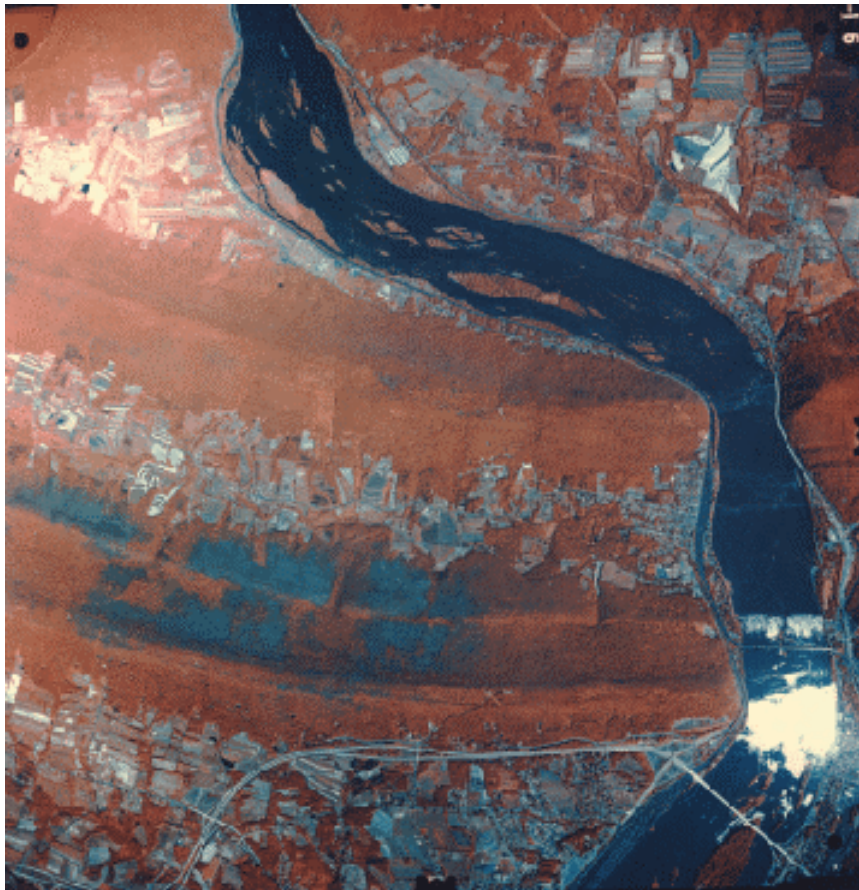
Échelle 1 : 100.000

Photo aérienne en couleur



Échelle 1 : 24.000

Photo aérienne IR



Échelle 1 : 8.000

Capteurs électromagnétiques

- Capteurs numériques, stockent les données ou les transmettent directement
- Sensible à une plus grande partie du spectre e.m.
- Plusieurs capteurs peuvent être inclus sur un même plateforme
- Le spectre peut être découpé en *bandes*, information multi spectrale

Plateformes

- **Avions**

(avantages: flexibilité; désavantages: perturbations, sensibilité aux conditions atmosphériques)

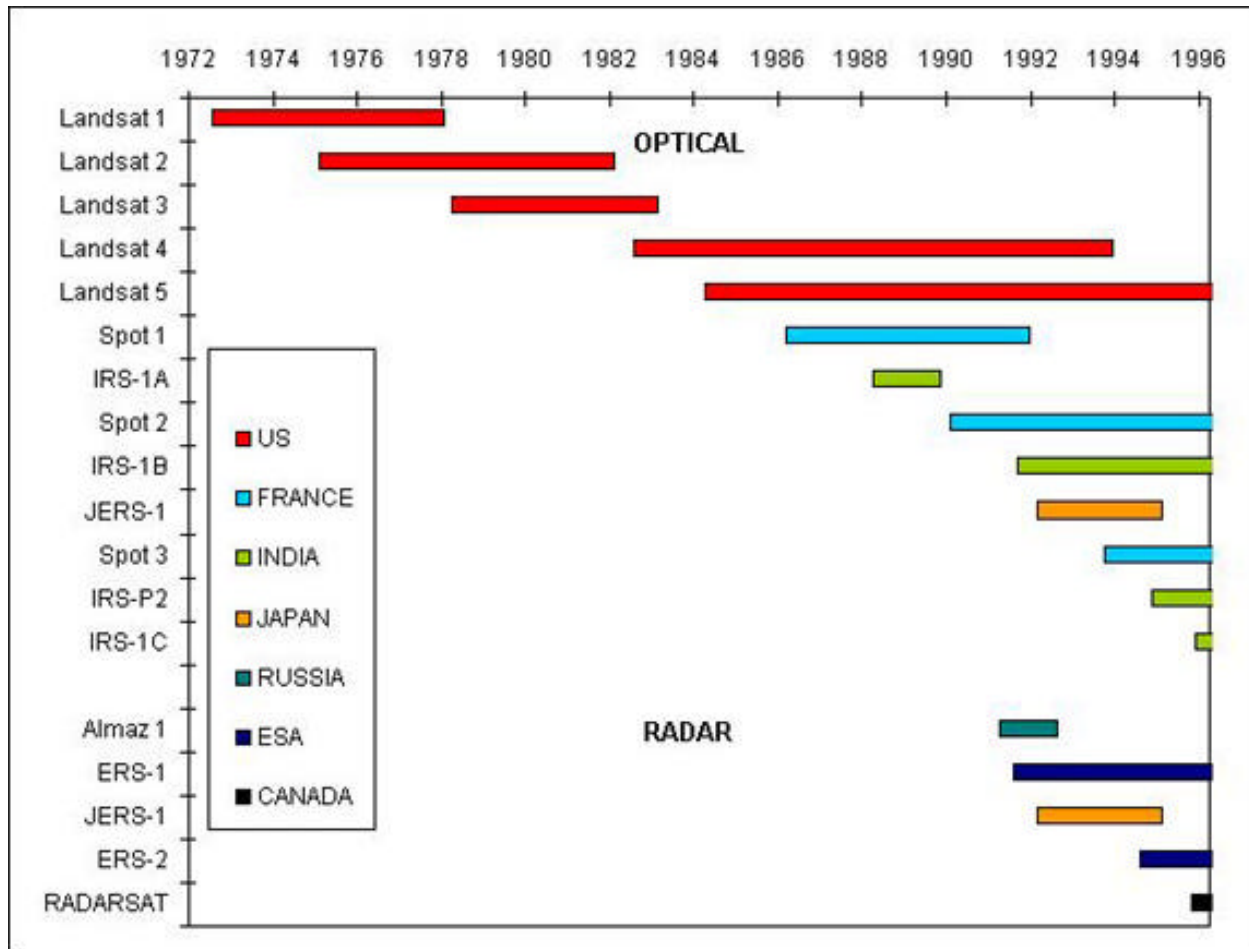
- **Avions Haute Altitude (espionnage)**

beaucoup d'images déclassées récemment

- **Satellites**

géostationnaires / héliosynchrones

Les instruments d'observation de la Terre couramment utilisés



Landsat7 1999 -

SPOT5 15/07/2000

Terra 18/12/1999
(ASTER +
4 autres instruments)

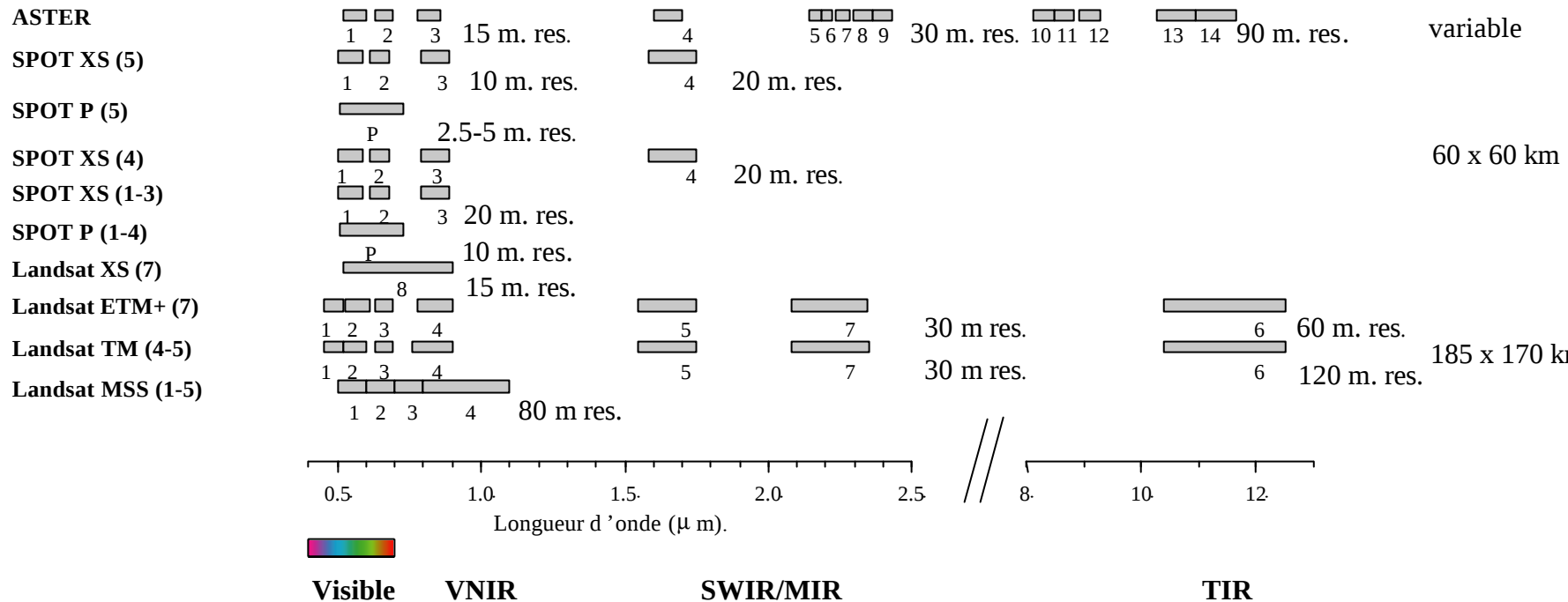
Date de lancement et durée de vie de quelques plateformes

Les instruments d'observation de la Terre couramment utilisés

Satellite/capteur

Bandes + resolution

Taille de la scene



Construction d'une image satellite

- Image mono-spectrale : valeur 0 – 255 (1 octet) pour la réflexion enregistrée
- Image multi-spectrale : combinaison de bandes en couleurs RGB

Construction d'une image satellite

Image Landsat TM



Bande 2 (vert)



Bande 3 (rouge)



Bande 4 (IR)

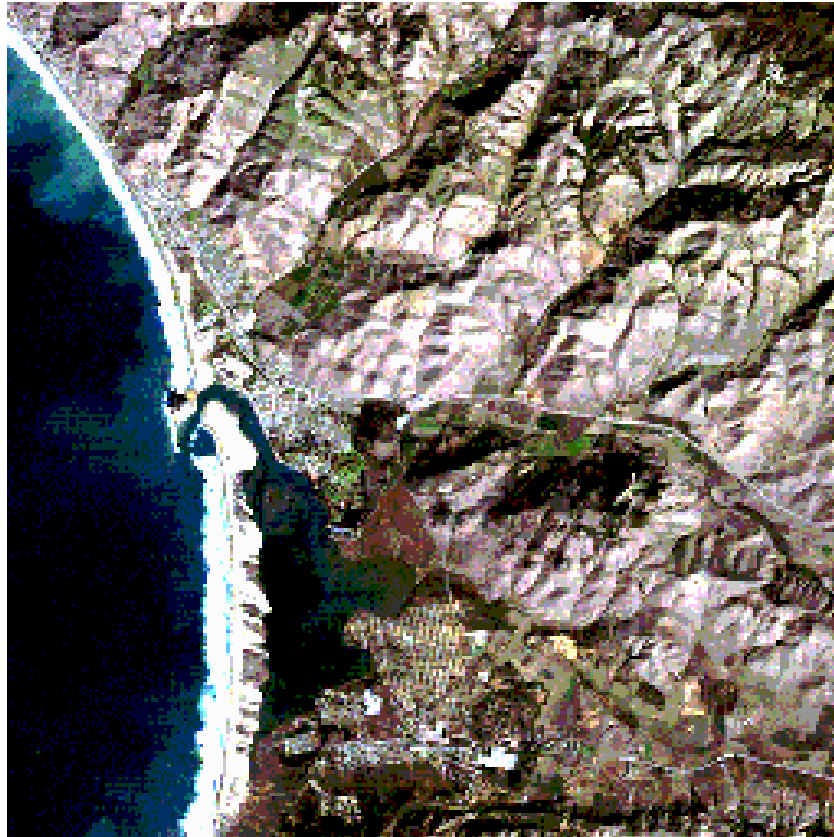
Construction d'une image satellite



Composition colorée :
(Image « Fausse couleur »)

Bande 2 → bleu
Bande 3 → vert
Bande 4 → rouge

Construction d'une image satellite



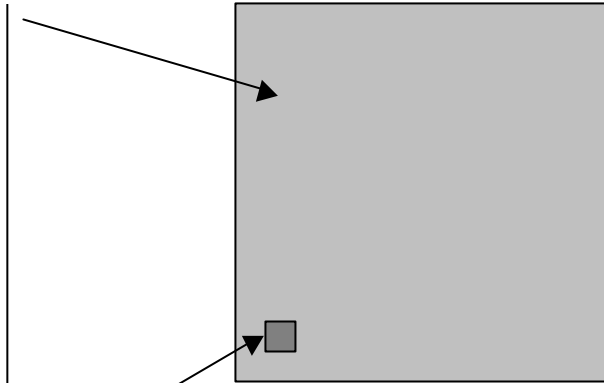
Composition colorée :
(Image «couleur réelle »)

Bande 1 → bleu
Bande 2 → vert
Bande 3 → rouge

Echelle: couverture et résolution

Couverture d'une image SPOT:

60 x 60 km



Couverture d'une photo aérienne 1: 20.000

4,8 x 4,8 km

Couverture d'une image Landsat:

185 x 170 km

Echelle: couverture et résolution

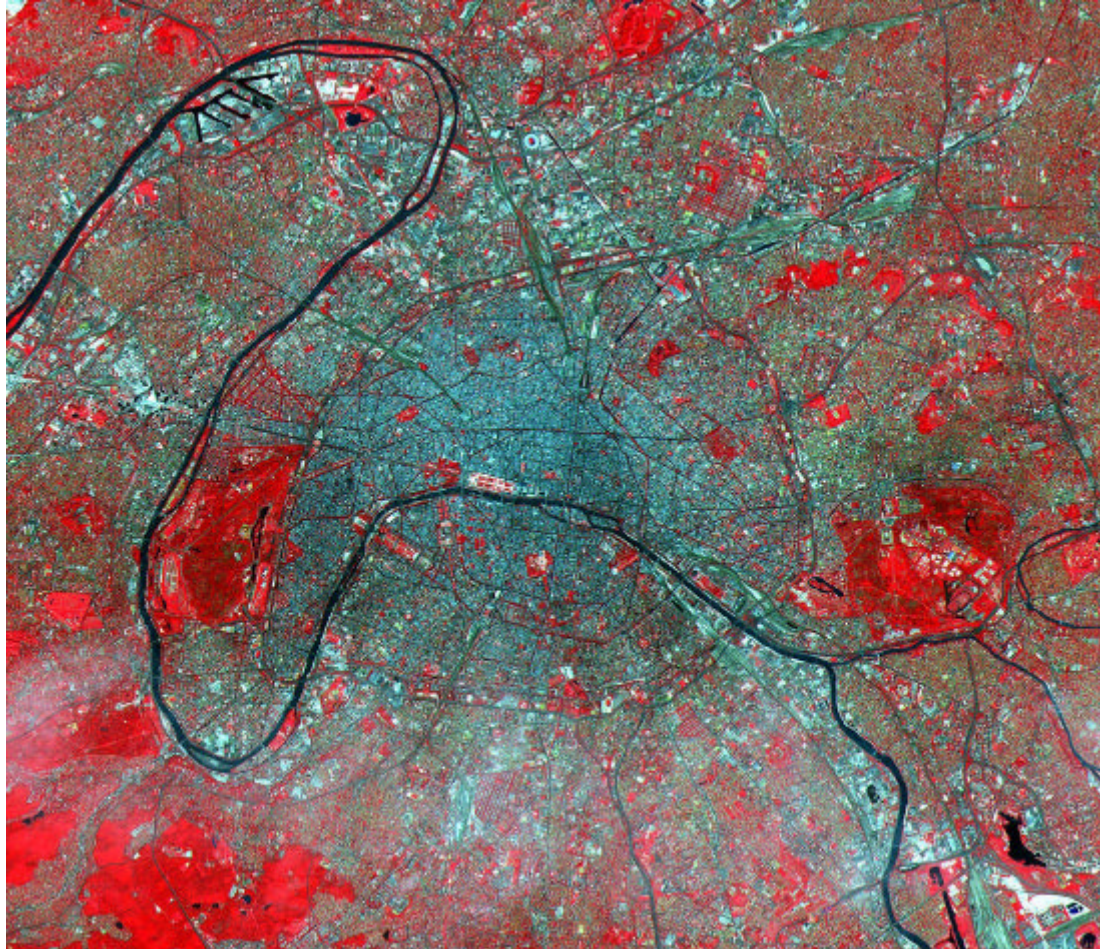


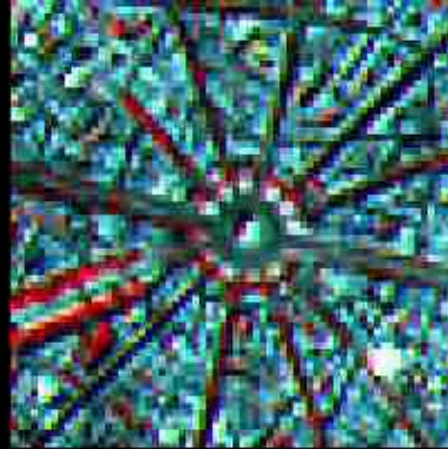
Image ASTER de Paris, 23 juillet 2000 (23x20 km)

Echelle: couverture et résolution

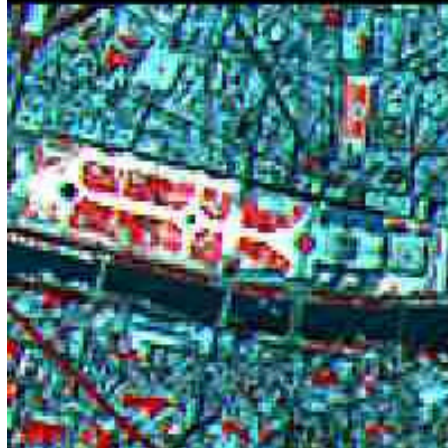
Tour Eiffel



Arc de Triomphe



Tuileries+Louvre



Invalides



Image ASTER de Paris, détails de bâtiments; résolution 15 m

Echelle: couverture et résolution

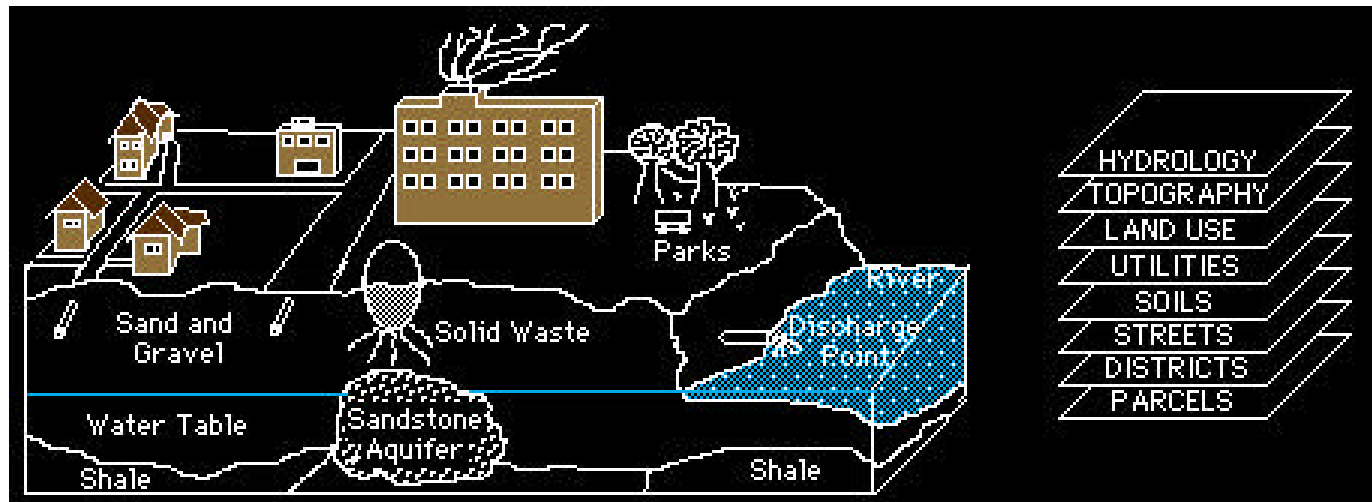
Tuileries+Louvre

Invalides



Image SPOT5 du centre de Paris; résolution 2,5 m

Gérer l'information : systèmes d'information géographique (SIG)



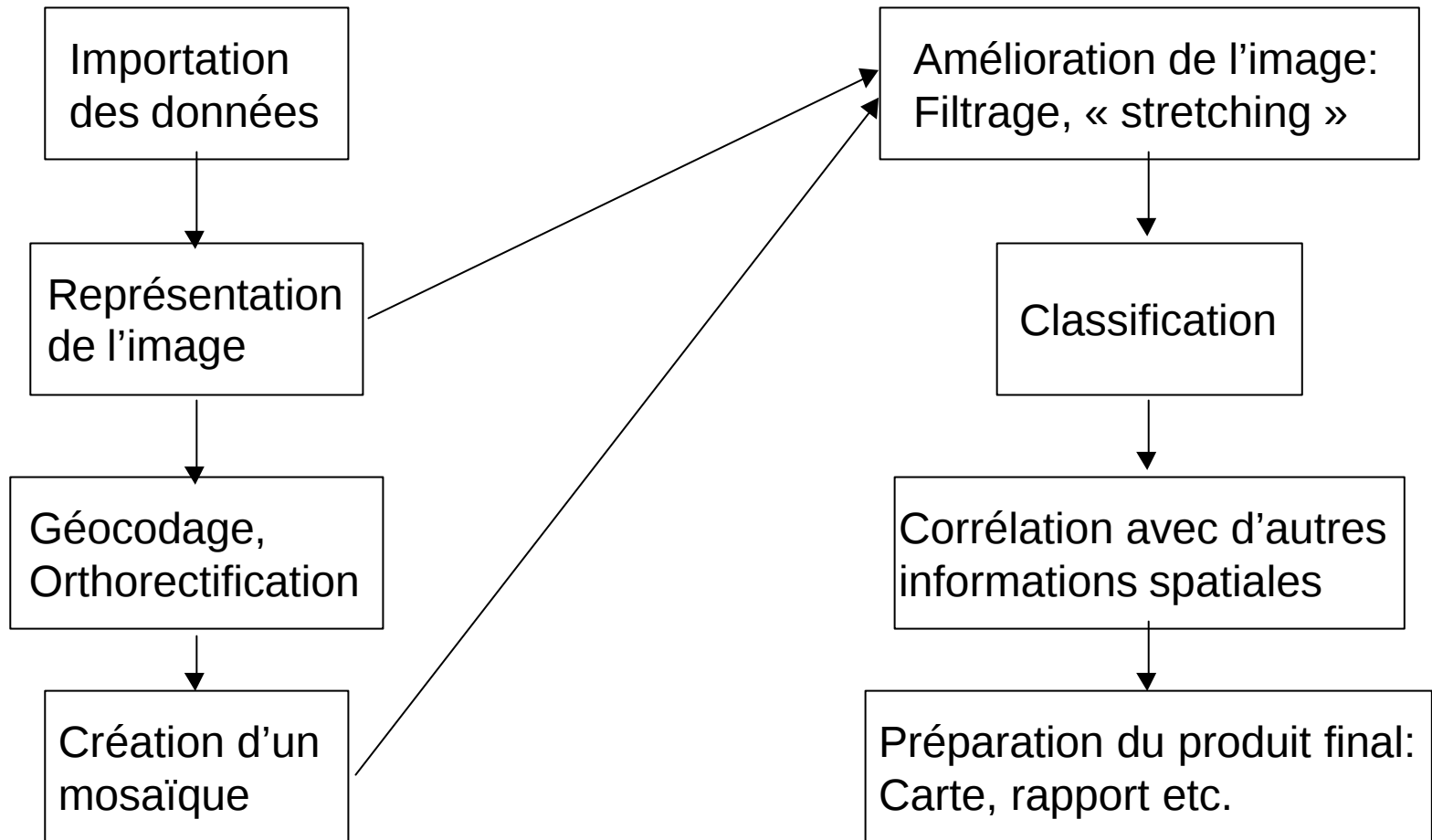
Visualiser, localiser, analyser, combiner des données spatiales

Quels types / sources d'informations ?

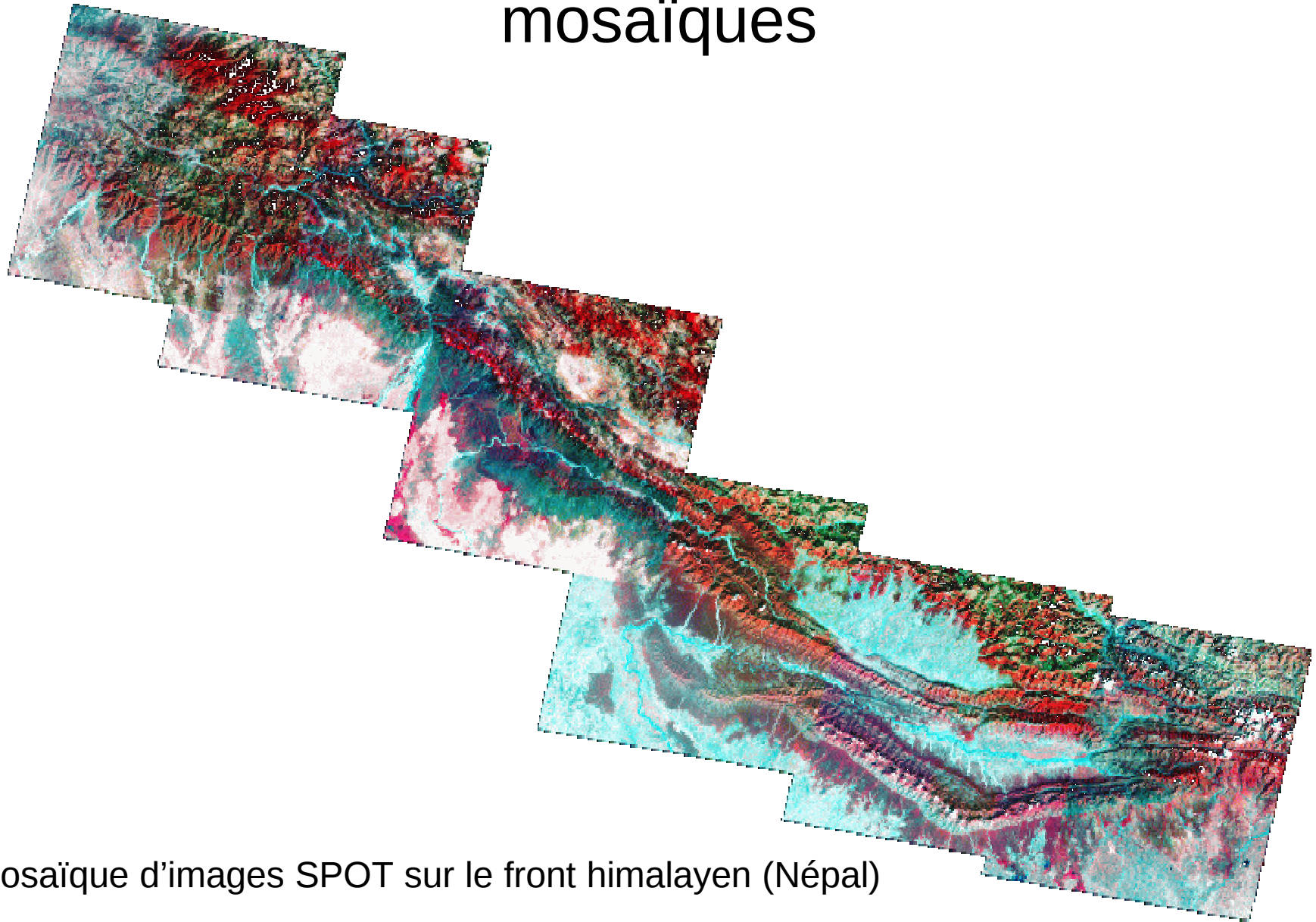
—> Localisation, attributs

- Cartes digitalisées, scannées
- Données de terrain
- Cartes numériques
- Images satellites
- Bases de données (MNT, forages pétrolières, population, végétation, localisation de distributeurs de billets ...)

Traitement d'images satellites: logiciels d'imagerie, SIG



Traitement d'images satellites : mosaïques



Mosaïque d'images SPOT sur le front himalayen (Népal)

Traitement d'images satellites : « stretching »

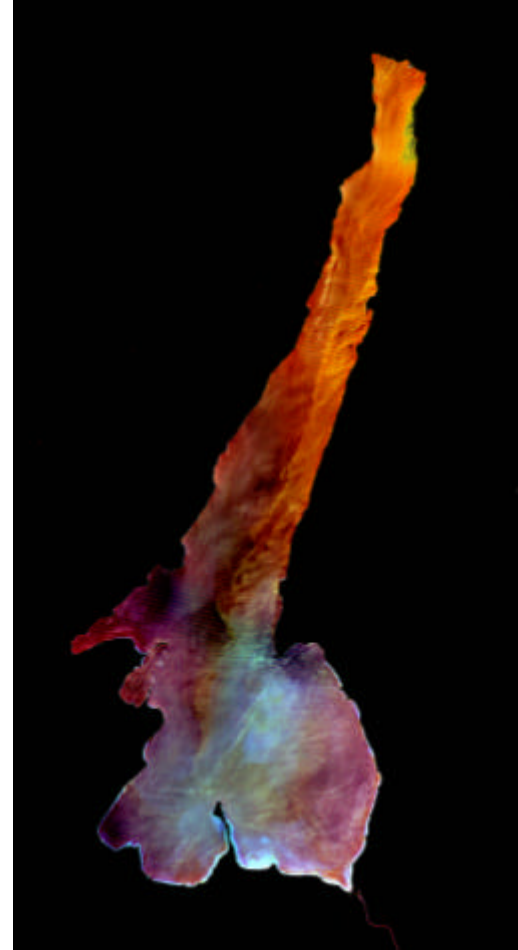
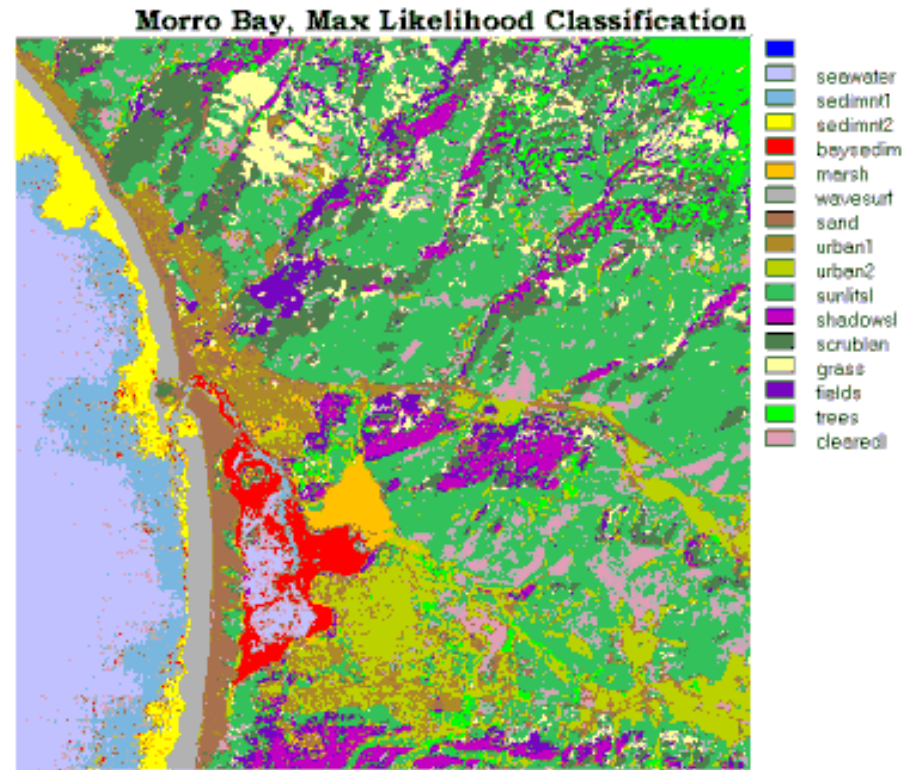
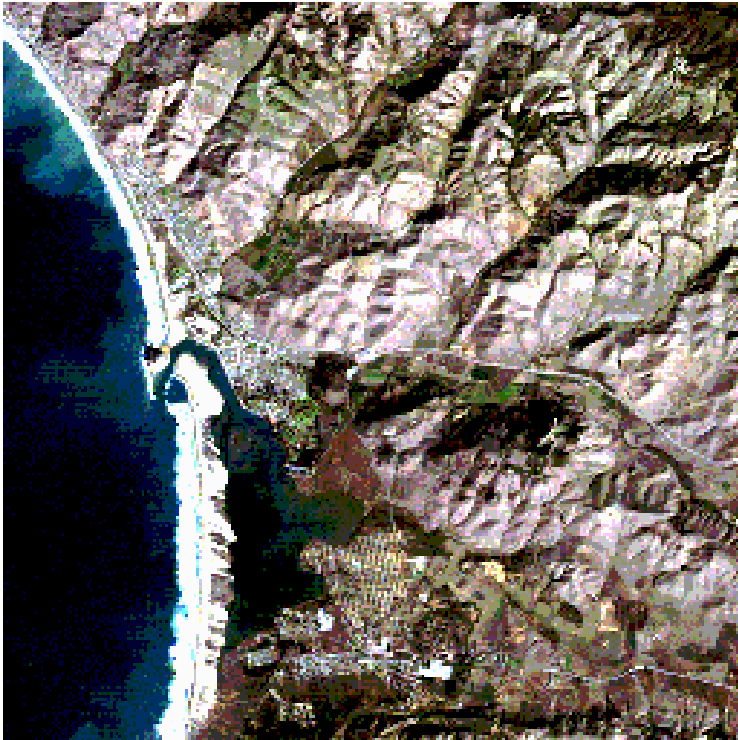


Image ASTER du Lac de Garde ; stretch sur l'eau montrant les sédiments suspendus

Traitement d'images satellites : classification



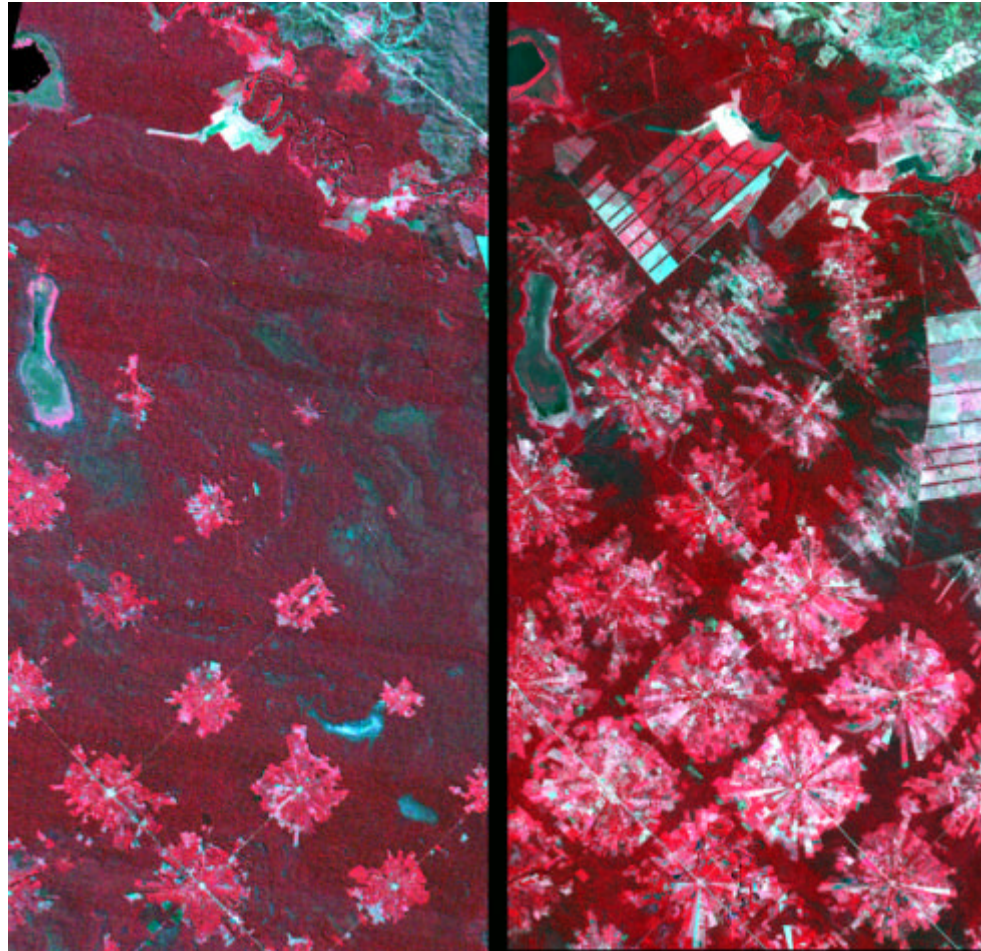
SIG's

	Données vectorielles	Données raster	Analyse d'image	Analyse spatiale
GRASS	✓	✓	✓	✓
Mapinfo	✓			✓
Arcinfo/ Arcview	✓	✓		✓✓
ER Mapper	✓	✓	✓✓	✓
ILWIS	✓	✓	✓✓	✓
GMT	✓	✓		

Cartographie et Télédétection: pour quoi faire?

- Végétation; agriculture; écologie
- Aménagement du territoire; urbanisme
- Glaciologie
- Risques naturels
- Cartographie géologique: ressources, tectonique active

Végétation; agriculture; écologie



Fôret amazonienne en Bolivie: image Landsat (1986) et ASTER (2001)

Aménagement du territoire; agriculture



Image ASTER de la frontière EU – Mexique; 19/05/2000; V + VNIR; 24x30 km

Glaciologie

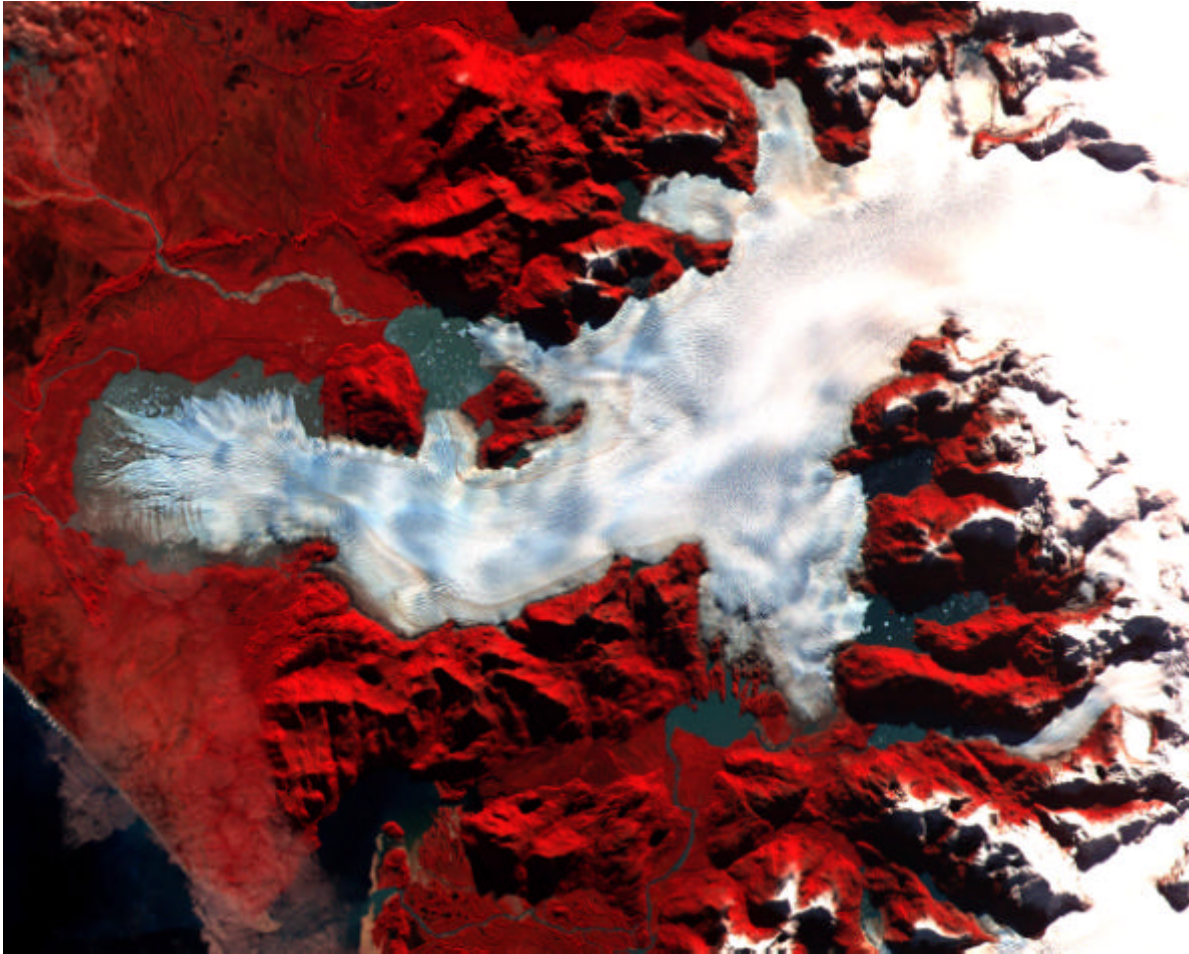
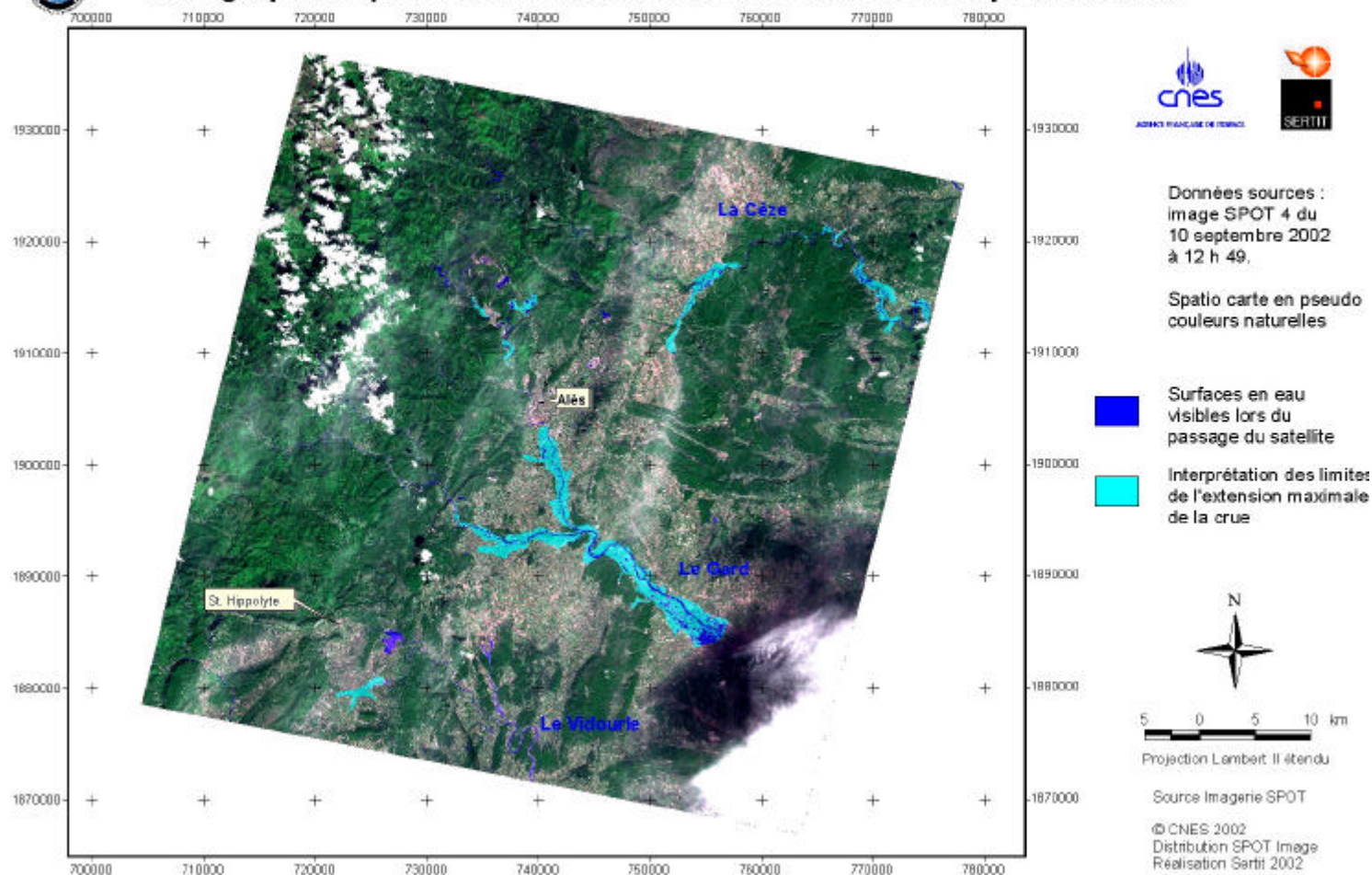


Image ASTER de la Patagonie; 02/05/2000; 36x20 km

Risques hydrologiques



Cartographie rapide des inondations dans le Gard le 10 septembre 2002



Risques volcaniques

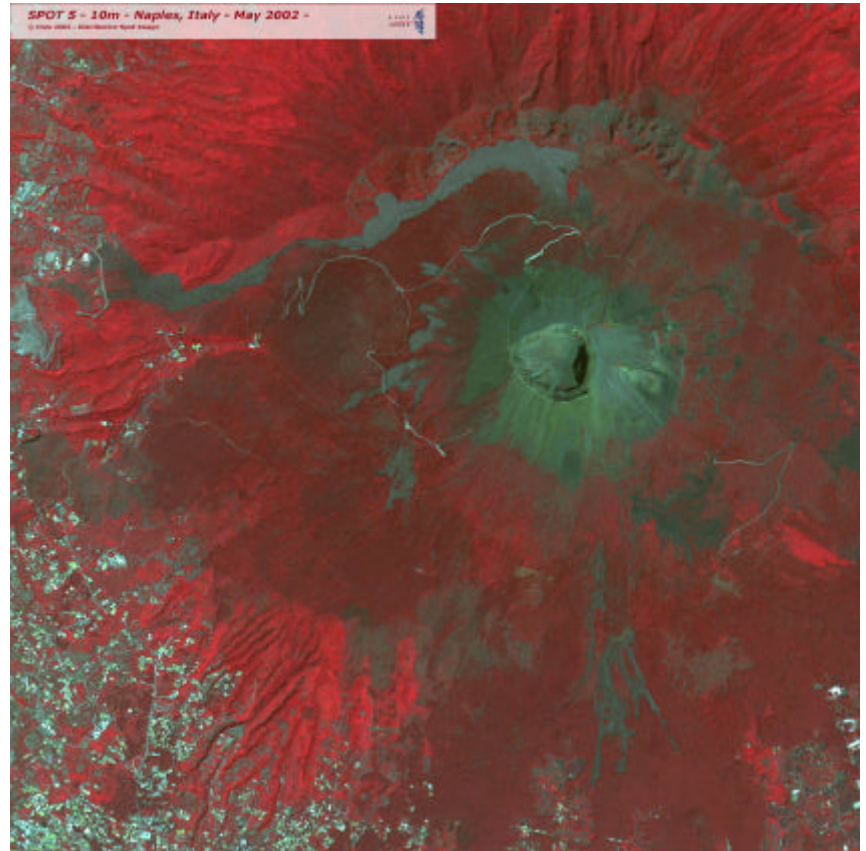
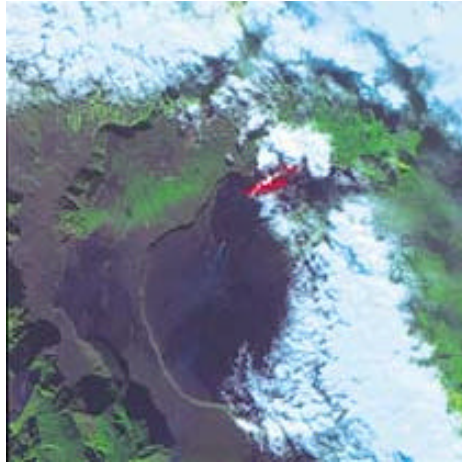


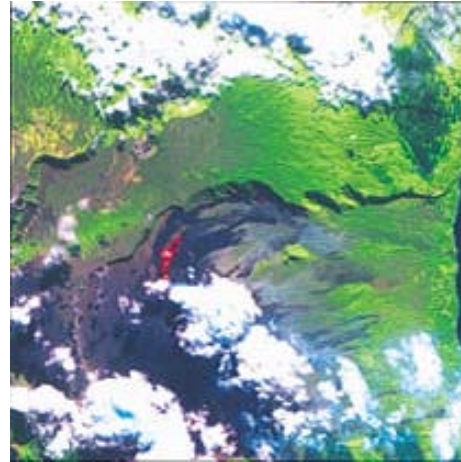
Image SPOT5 des environs de Naples (60 x 60 km) et détail du Vésuve; 05/2002

Risques volcaniques

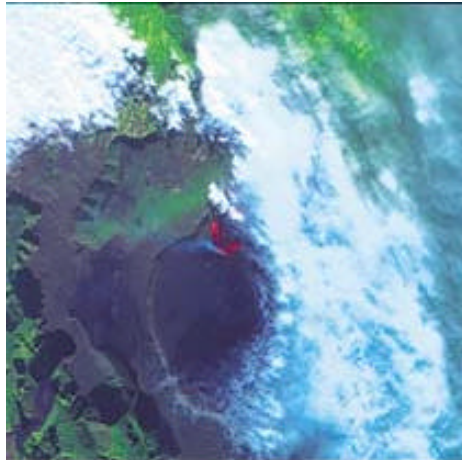
07/06/1998



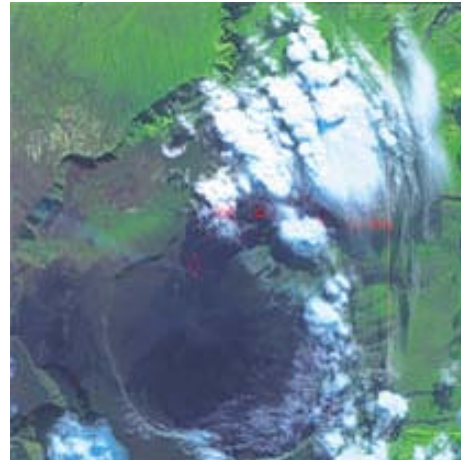
23/06/1998



28/06/1998



08/07/1998



Images SPOT4 du Piton de la Fournaise en éruption

Cartographie géologique



Image Landsat7 de l'anticlinal du Mand, Zagros, Iran

Cartographie géologique; ressources

Bandes 3-2-1 RGB (VNIR)



Bandes 4-6-8 RGB (SWIR)

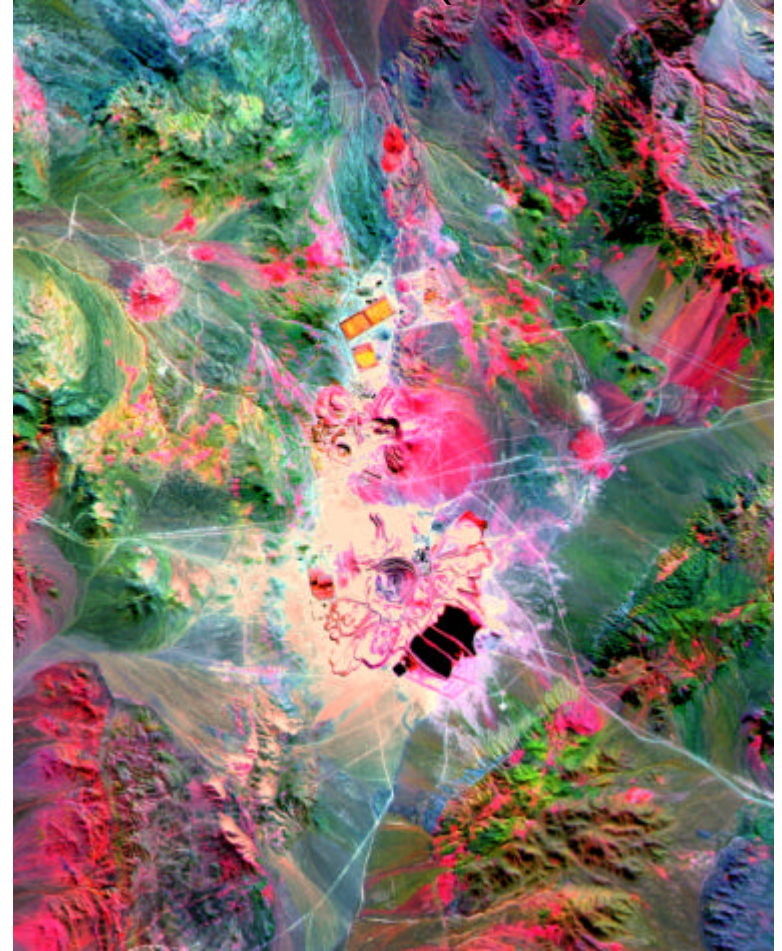


Image ASTER de la mine Cu-Au-Ag d'Escondida, désert d'Atacame, Chile; 30x37 km

Cartographie géologique; géomorphologie et tectonique active

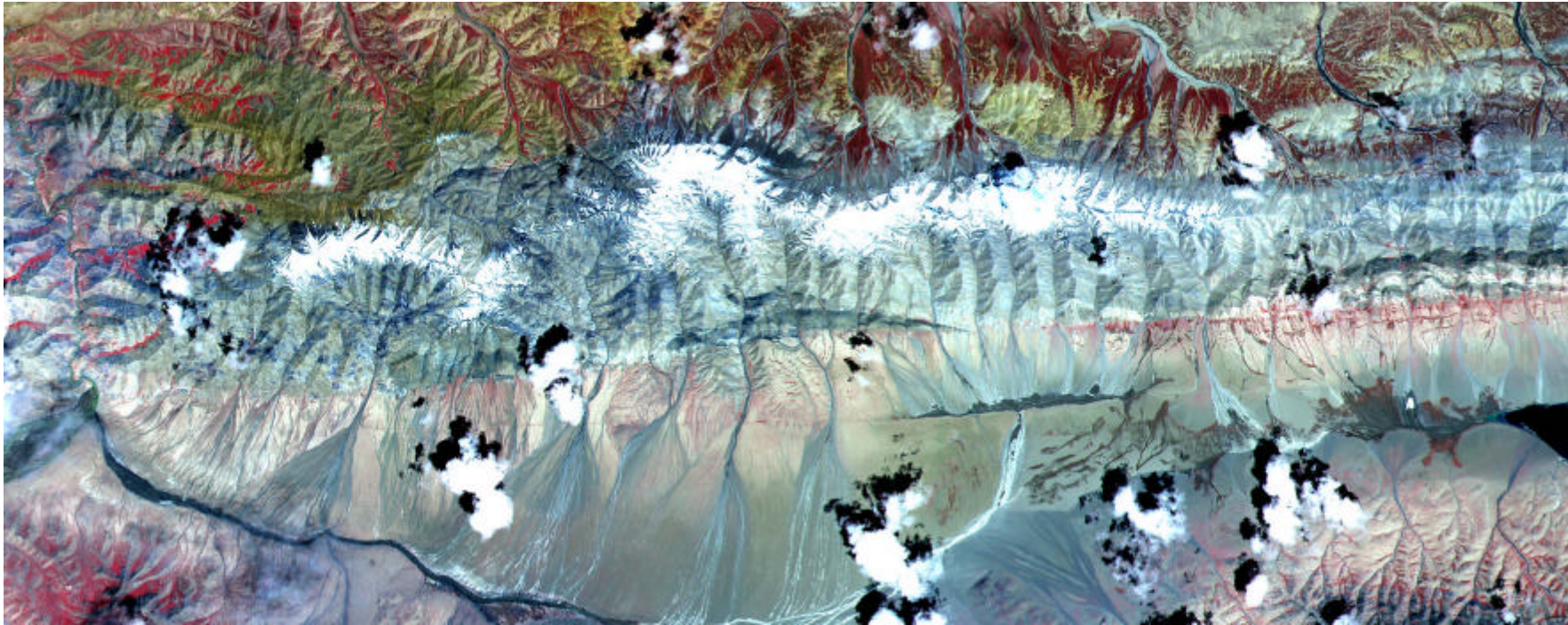


Image ASTER de la Faille de Kunlun, Tibet; 20/07/2000; 15x40 km

Bibliographie et sites web consultés

- S.A. Drury, 1998, *Images of the Earth, A guide to Remote Sensing* (2nd ed.) Oxford Science Publishers, 203 pp.
- <http://rst.gsfc.nasa.gov/start.html>, Remote Sensing Tutorial. Cours de télédétection en ligne de la NASA
- <http://www.research.umbc.edu/~tbenja1/>, Remote Sensing Core Curriculum, Cours en ligne sur les photos aériennes, la télédétection, le traitement d'images et des Applications. Par l'université de Maryland et l'Université de Californie (sous construction).

Sites web des fournisseurs de données :

- Landsat : <http://landsat7.usgs.gov/gallery/index.php>
- SPOT: <http://www.spotimage.fr/accueil/>
- Terra / ASTER: <http://terra.nasa.gov/>,
<http://asterweb.jpl.nasa.gov/default.htm>