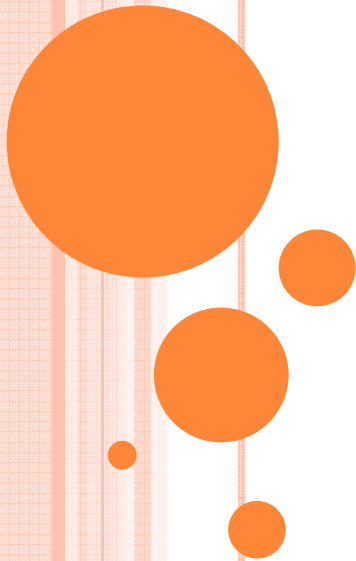


**L2: Gestion des villes, Institut de Gestion et Techniques
Urbaines, Université de M'Sila.**

COURS: TÉLÉDÉTECTION SPATIALE

**Présenté par:
Dr. MEDJADJ Tarek**



Plan de cours

1. Télédétection: les avantages et les limites
2. Source d'énergie
3. Le rayonnement électromagnétique
4. Interactions avec la cible
5. Capteurs

TÉLÉDÉTECTION: LES AVANTAGES ET LES LIMITES...

- L'avantage de la télédétection se manifeste dans le **coût moins cher** des techniques utilisées pour la restitution des informations **précises** sur les milieux naturels ou urbanisés.
- Ainsi que la **rapidité** et la **flexibilité** de l'actualisation de l'information géoréférenciée. Les informations peuvent être, aussi, **intégrées** avec d'autres types de données dans des SIG. Ces systèmes constituent des outils particulièrement intéressants pour la gestion des villes.



- Les limites et les contraintes d'appliquer la télédétection sur les espaces urbains est la **résolution spatiale**.
- Les images des satellites, généralement, sont **confidentielles** où sujette à une utilisation **restreinte** pour les organismes publics (sous autorisation).
- Les **moyens humains qualifiés en double compétence**; en télédétection et en sciences de la ville (aménagement urbain, gestion de la ville, urbanisme, architecture...)



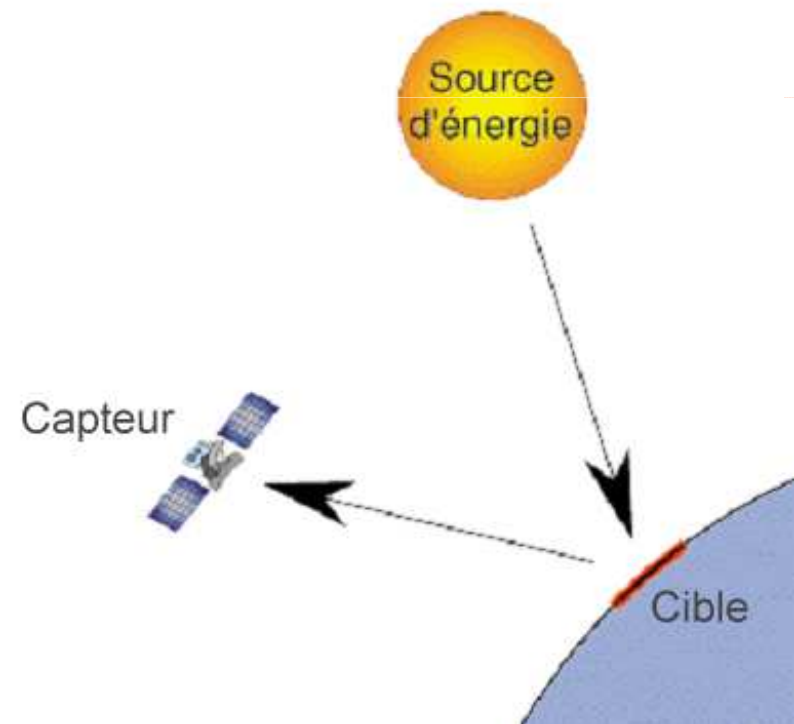
SOURCE D'ÉNERGIE

- Le rayonnement électromagnétique
 - Une source d'énergie sous forme de *rayonnement électromagnétique* est nécessaire pour illuminer la cible, à moins que la cible ne produise elle-même cette énergie.
 - Le soleil est très souvent cette source
 - Capteurs actif vs passif



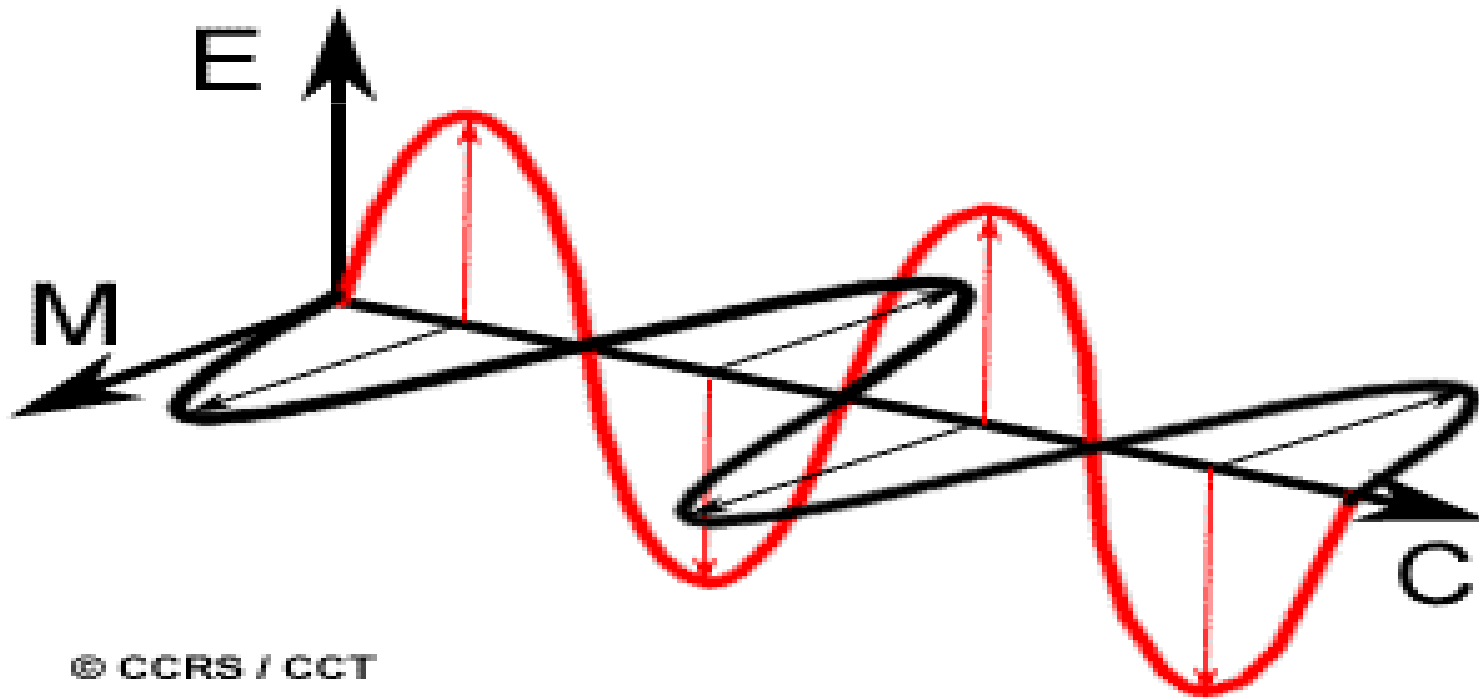
- L'acquisition d'images est l'interaction entre trois éléments fondamentaux

- une source d'énergie
- une cible
- une plate-forme d'acquisition
 - Capteur



- Le rayonnement électromagnétique

- énergie transportée dans l'espace sous forme d'ondes ou de particules
- composé d'un champ électrique (E) et d'un champ magnétique (M)



- Le rayonnement électromagnétique

- Longueur d'onde (λ en m)

- longueur d'un cycle d'une onde, distance entre deux crêtes successives d'une onde

- mesurée en mètres ou sous-multiples

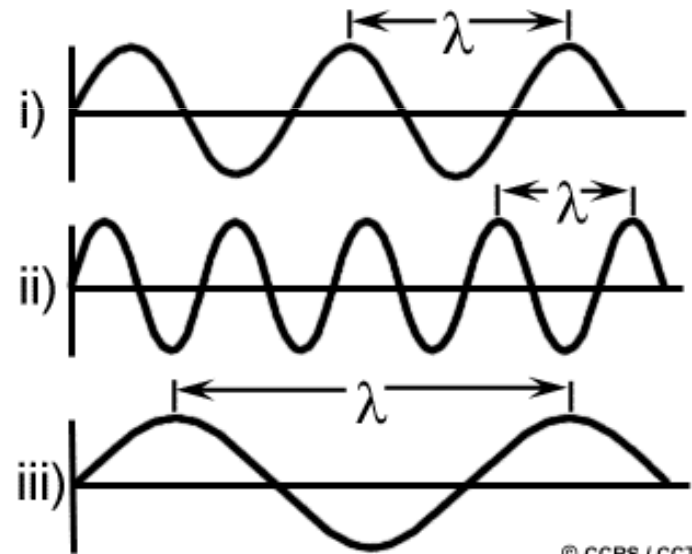
- Fréquence (ν en Hz)

- nombre d'oscillations par unité de temps

- Inversement proportionnelles

- $C = \lambda \nu$

- $C = \text{vitesse de la lumière}$



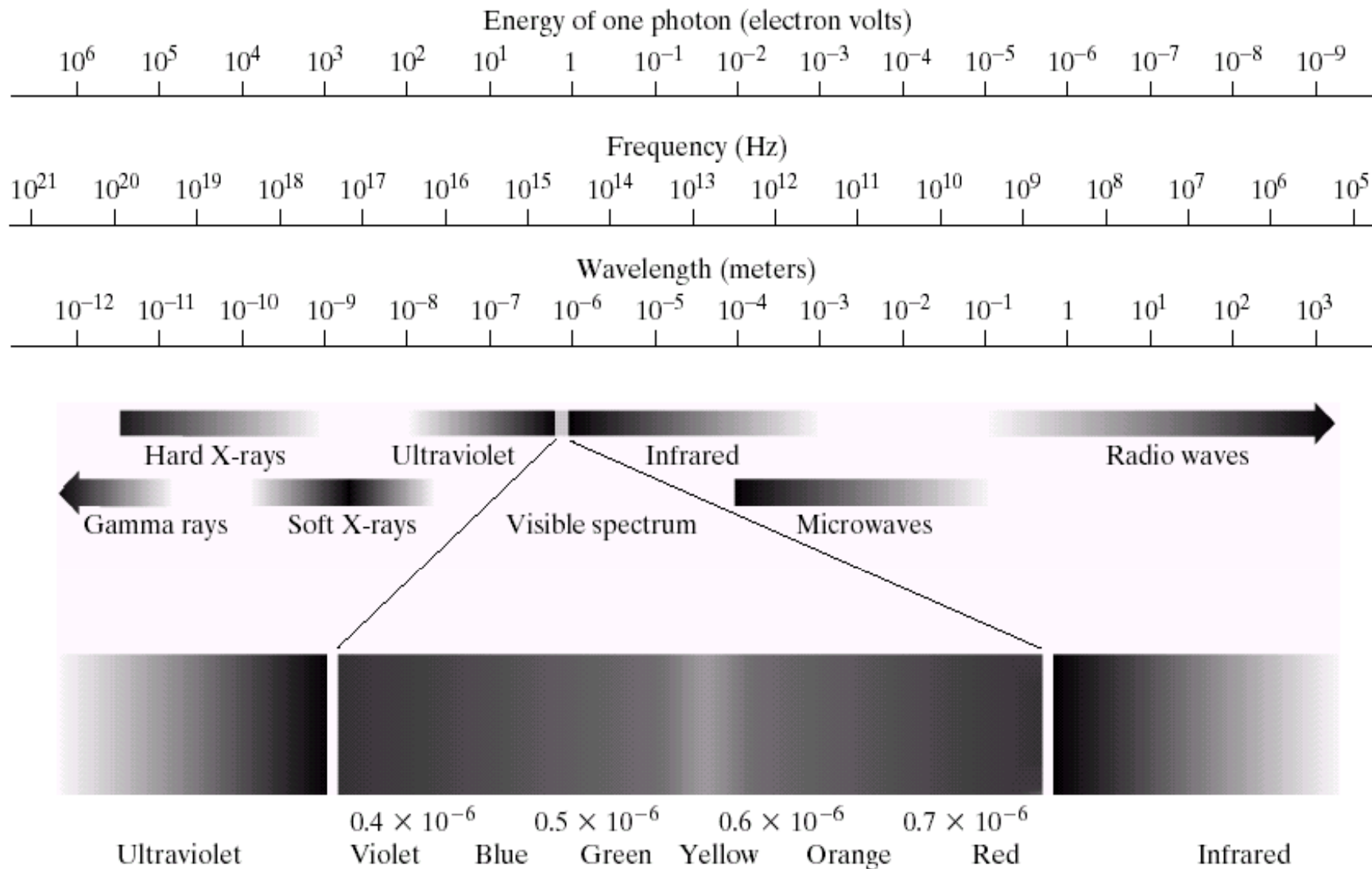


FIGURE 2.10 The electromagnetic spectrum. The visible spectrum is shown zoomed to facilitate explanation, but note that the visible spectrum is a rather narrow portion of the EM spectrum.

Source : Gonzales et Woods 2002

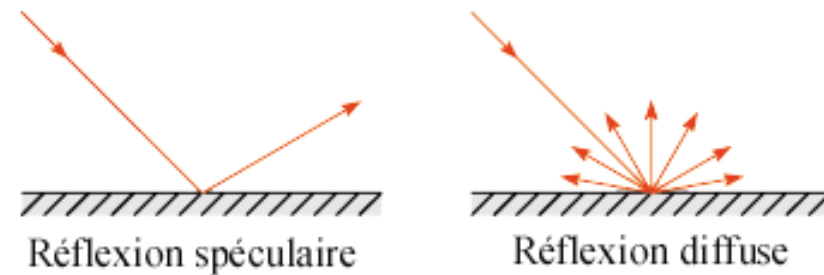
- Propriétés des ondes électromagnétiques
 - fondamentales en télédétection
 - la réflexion
 - l'absorption
 - la transmission
 - la diffusion
 - l'émission
 - autres propriétés
 - la diffraction
 - La réfraction
 - la polarisation
 - l'effet Doppler
 - important en télédétection RADAR notamment



○ Propriétés des ondes électromagnétiques

• la réflexion

- un corps qui reçoit un REM peut en réfléchir une partie
- *albédo* : énergie *solaire* réfléchi par une portion d'espace terrestre (% réfléchi)
- spéculaire ou diffuse



Source : tpouchin.club.fr

• l'absorption

- un corps qui reçoit un REM peut en absorber une partie
- cette énergie absorbée est transformée et modifie l'énergie interne du corps
- peut augmenter la température interne du corps
- les grosses molécules de l'atmosphère (ozone, bioxyde de carbone et vapeur d'eau) absorbent l'énergie de diverses longueurs d'onde



○ Propriétés des ondes électromagnétiques

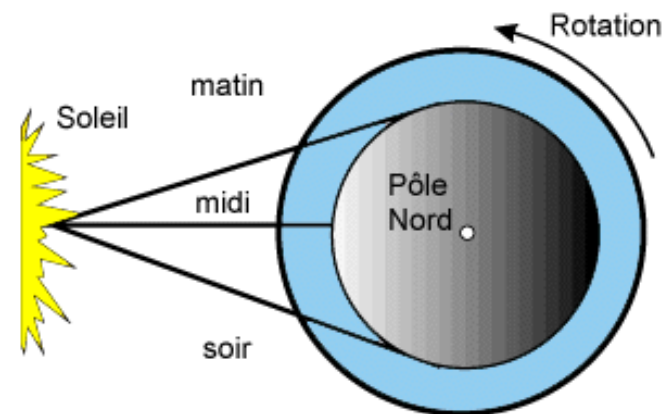
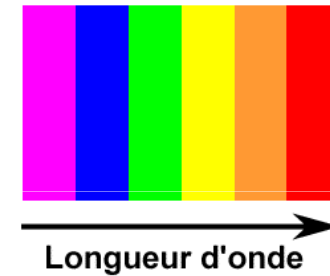
- la transmission
 - un corps qui reçoit un REM peut en transmettre une partie
 - un objet transparent à une transmittance élevée dans les longueurs d'ondes visibles
 - une surface d'eau pure ou le feuillage d'arbres sont des exemples de surfaces susceptibles de transmettre une partie du REM
- la diffusion
 - très grande importance en télédétection
 - des particules microscopiques dans l'atmosphère amènent la diffusion dans toutes les directions d'une partie du REM
 - le REM traversant ce milieu peut alors être considérablement transformé.
 - environ 25% du rayonnement solaire qui traverse l'atmosphère est diffusé
 - peut être beaucoup plus important lorsque l'atmosphère est chargé en aérosols et vapeur d'eau



○ Propriétés des ondes électromagnétiques

- diffusion de Rayleigh

- lorsque la taille des particules est inférieure à la longueur d'onde du rayonnement
 - particules de poussière ou molécules d'azote ou d'oxygène
- disperse et dévie de façon plus importante les courtes longueurs d'onde
- c'est pourquoi le ciel est bleu
- forme de diffusion prédominante dans les couches supérieures de l'atmosphère.



Source : CCT



- diffusion de Mie
 - les particules sont presque aussi grandes que la longueur d'onde du rayonnement
 - poussière, pollen, fumée et eau
 - affecte les plus grandes longueurs d'onde
 - surtout dans les couches inférieures de l'atmosphère où les grosses particules sont plus abondantes
- diffusion non-sélective
 - lorsque les particules sont beaucoup plus grosses que la longueur d'onde
 - gouttes d'eau et grosses particules de poussière
 - "non-sélective" car toutes les longueurs d'onde sont dispersées
 - les gouttes d'eau de l'atmosphère dispersent le bleu, le vert, et le rouge de façon presque égale, ce qui produit un rayonnement blanc
 - c'est pourquoi le brouillard et les nuages nous paraissent blancs.



○ Propriétés des ondes électromagnétiques

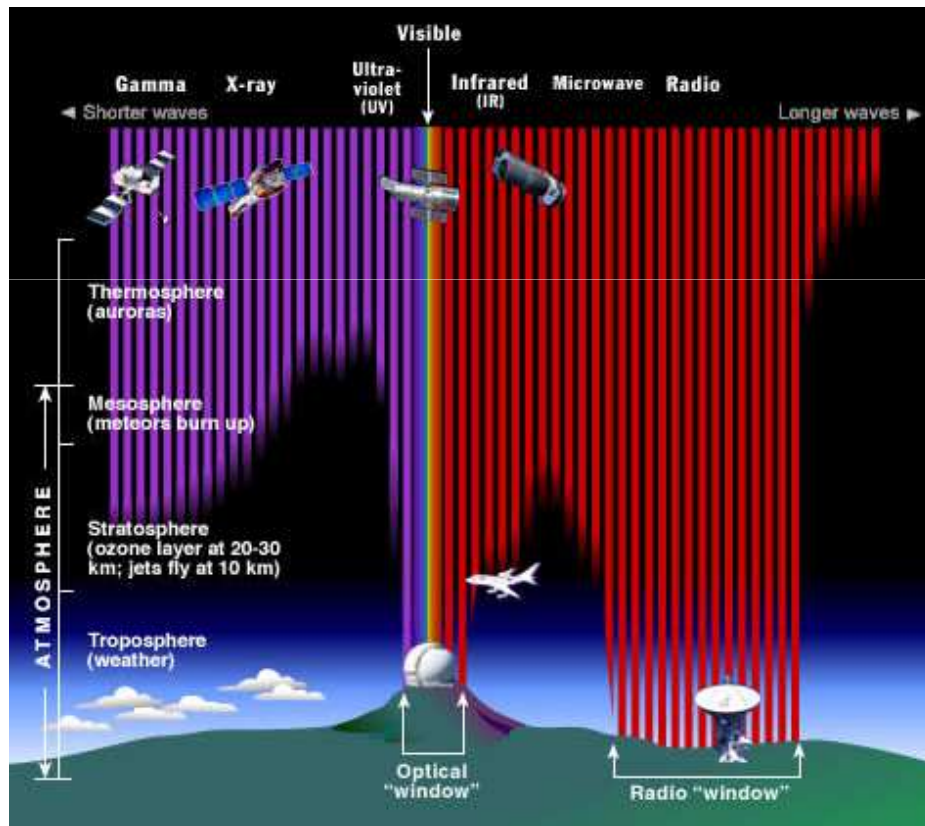
- l'émission

- tout corps dont la température thermodynamique est supérieure au zéro absolu (-273 °C) émet un rayonnement électromagnétique
- l'émetteur, appelé aussi source, peut être le soleil, le capteur (RADAR, LIDAR) ou encore la cible (infrarouge thermique).



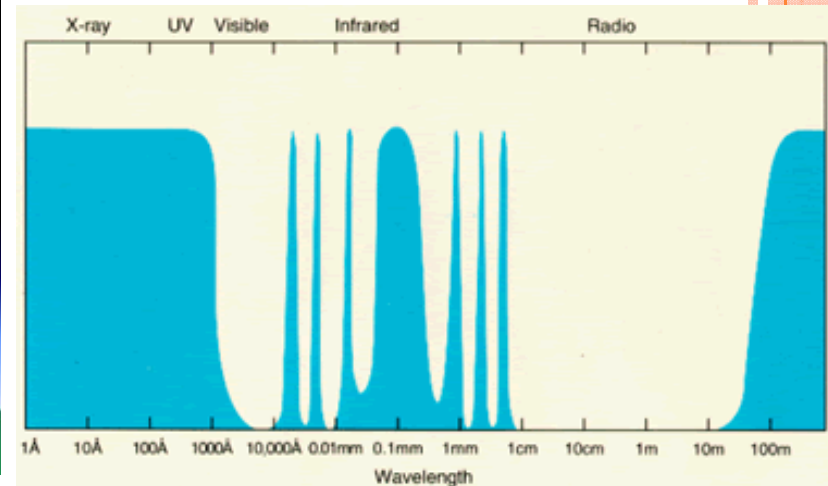
INTERACTIONS AVEC L'ATMOSPHÈRE

- Transmission/Absorption atmosphérique



Source : Space Telescope Science Institute

Absorption atmosphérique

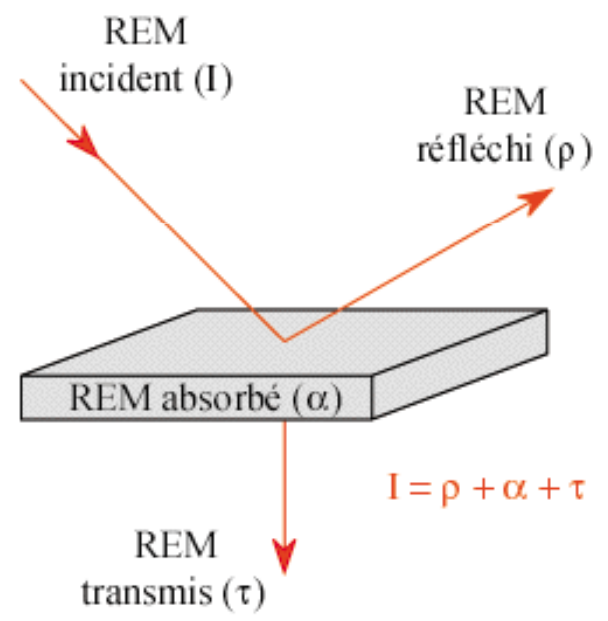
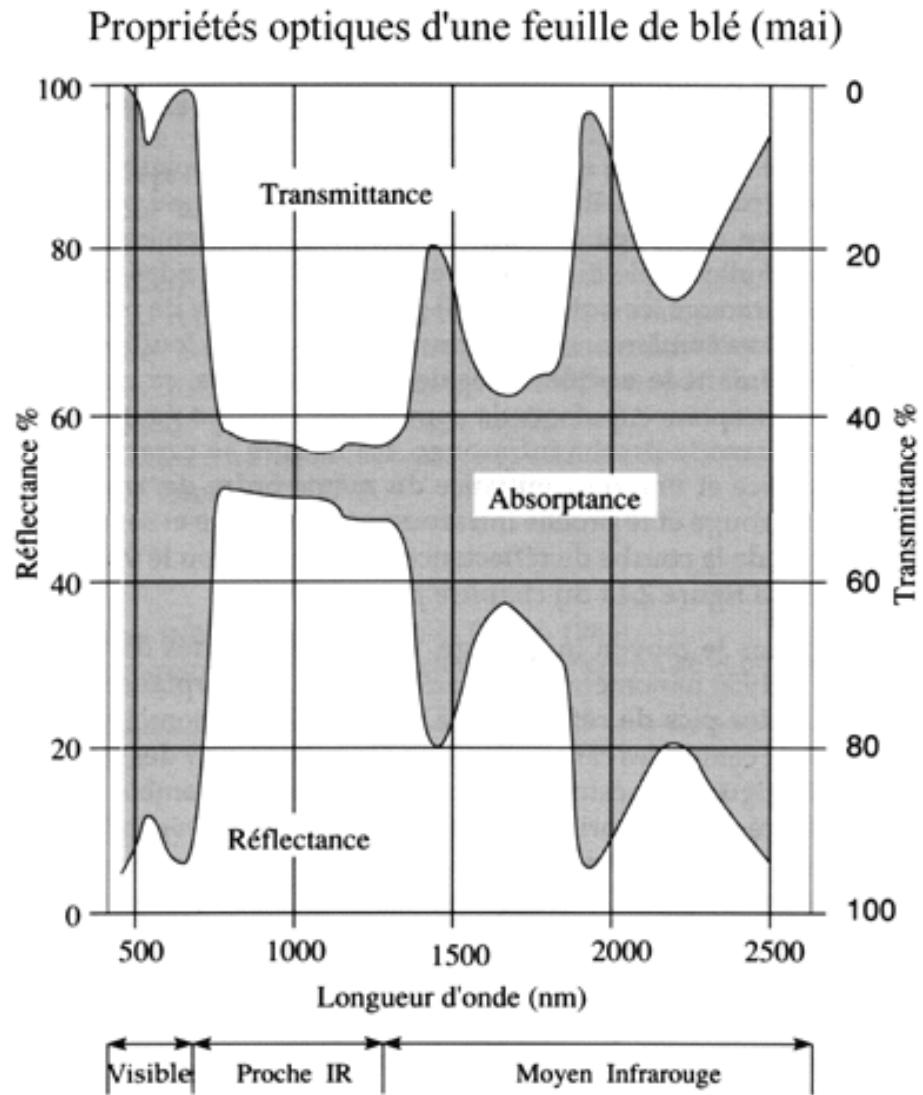


Source : www.everythingweather.com

- En télédétection, l'interaction du REM avec les objets se résume donc à trois phénomènes :
 - Absorptance
 - Transmittance
 - Réflectance



INTERACTIONS AVEC LA CIBLE



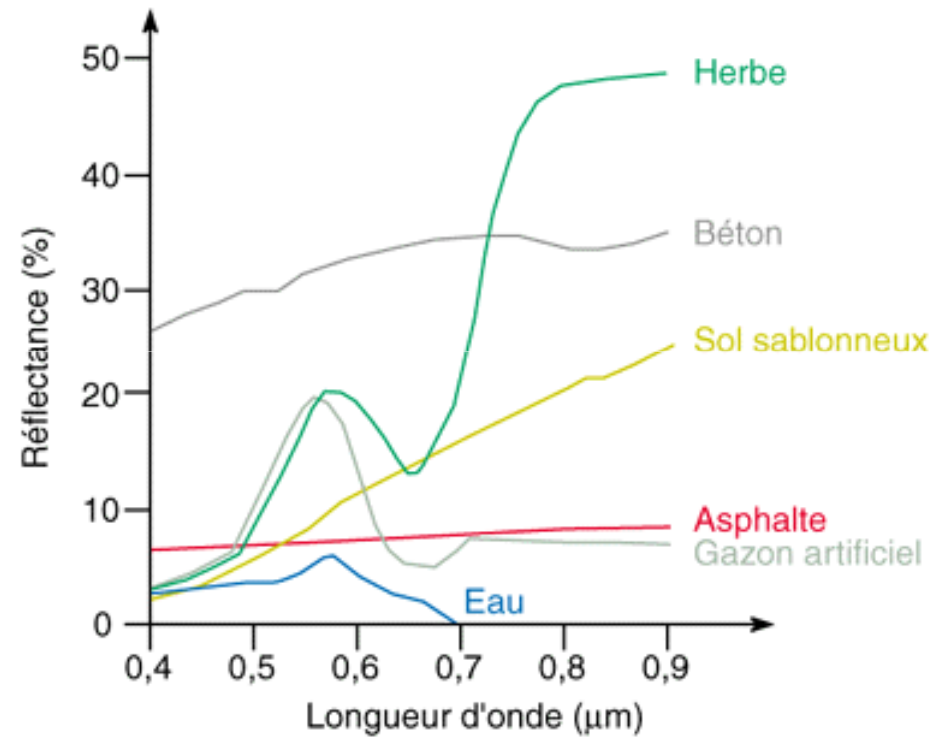
Source : tpouchin.club.fr

- Chaque objet possède des propriétés spécifiques
 - Identification



Source : CCT

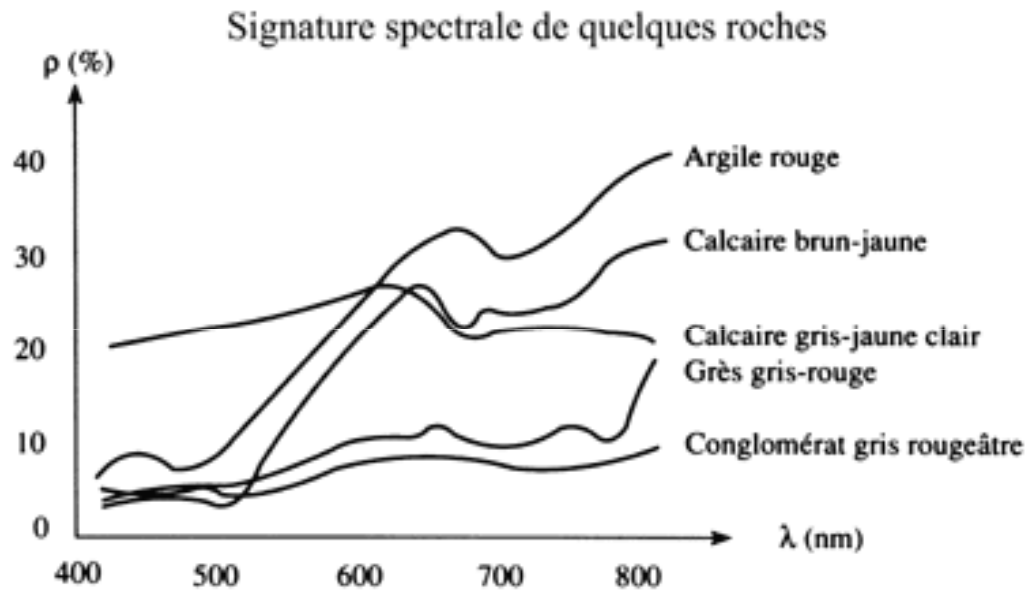
Signatures spectrales comparées



Source : tpouchin.club.fr



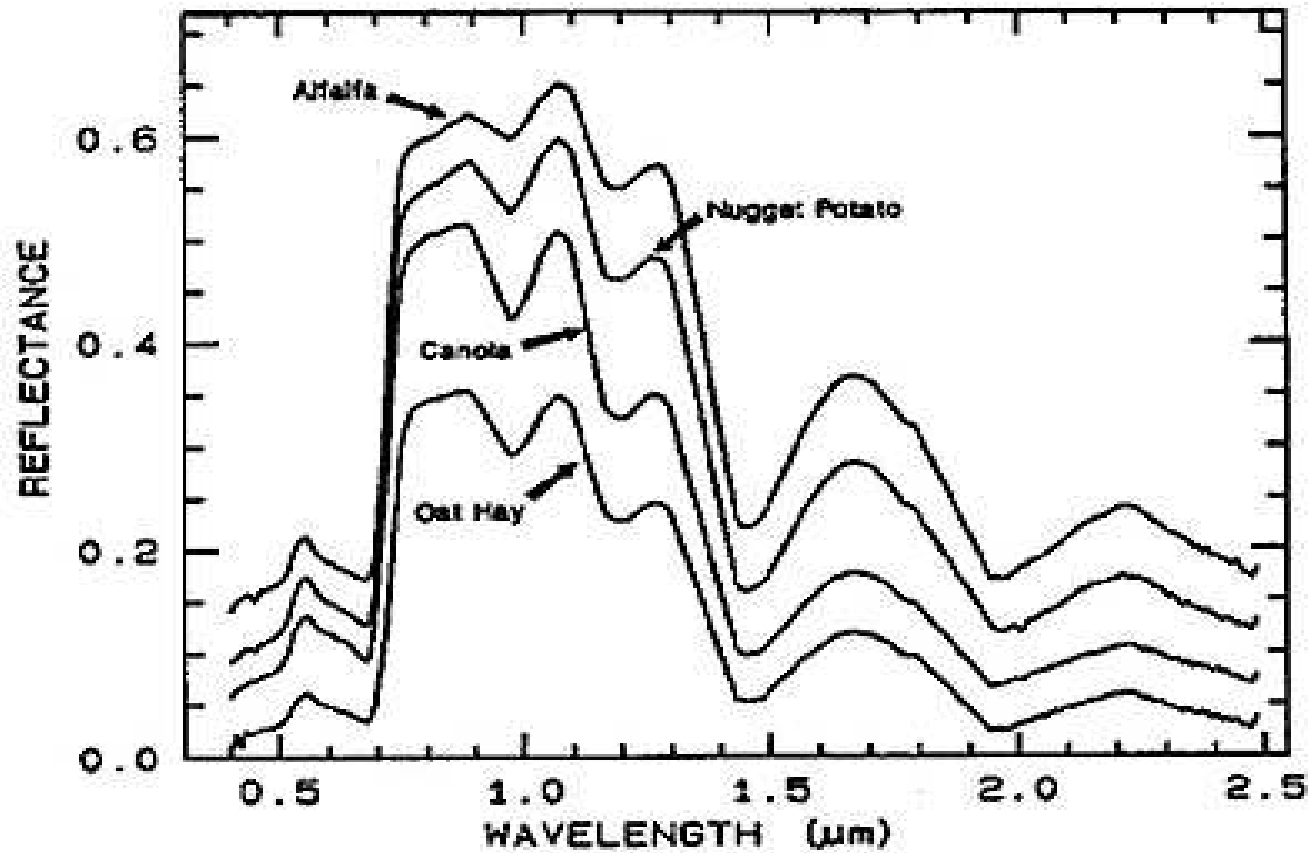
- Chaque objet possède des propriétés spécifiques
 - Identification



Source : tpouchin.club.fr



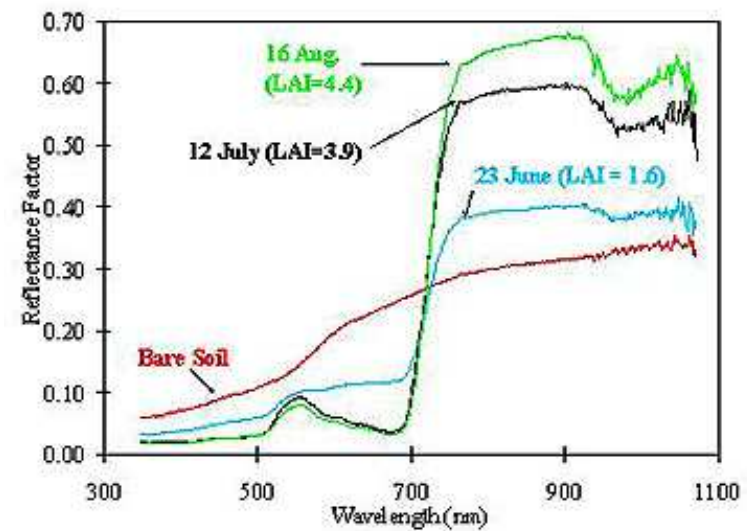
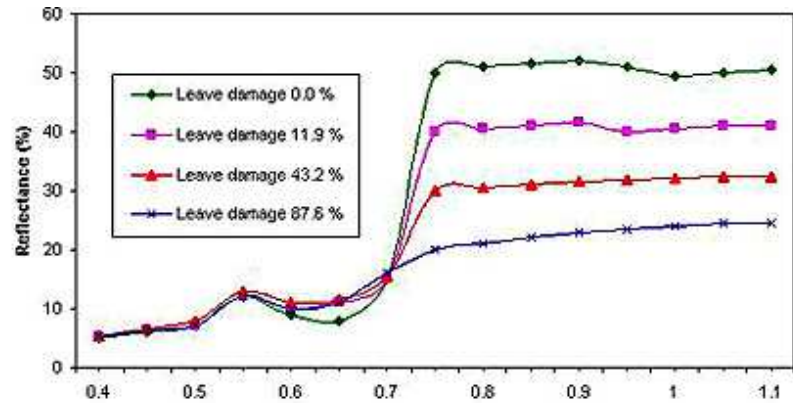
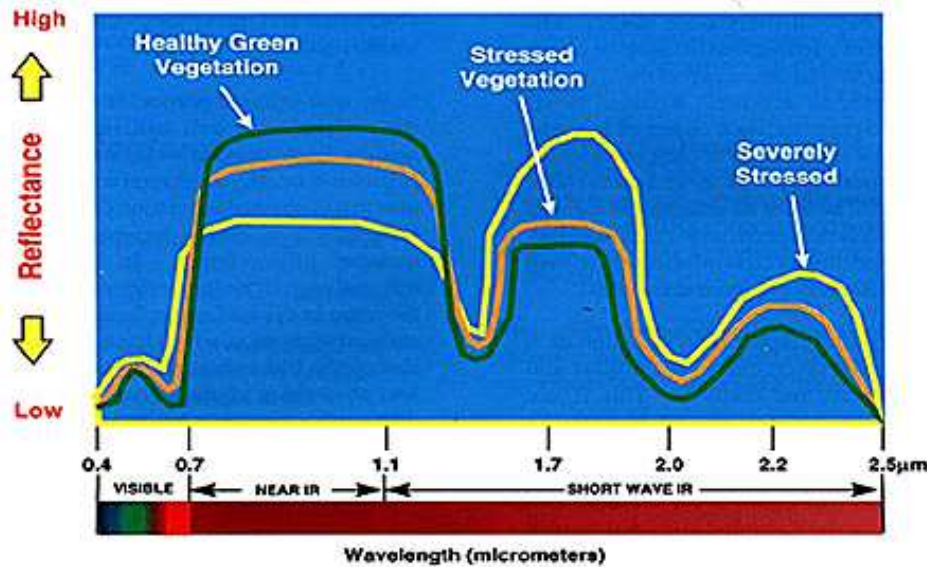
- Chaque objet possède des propriétés spécifiques
 - Identification



source : rst.gsfc.nasa.gov



- Un même objet possède des propriétés variables !
 - État des cultures



Source : rst.gsfc.nasa.gov



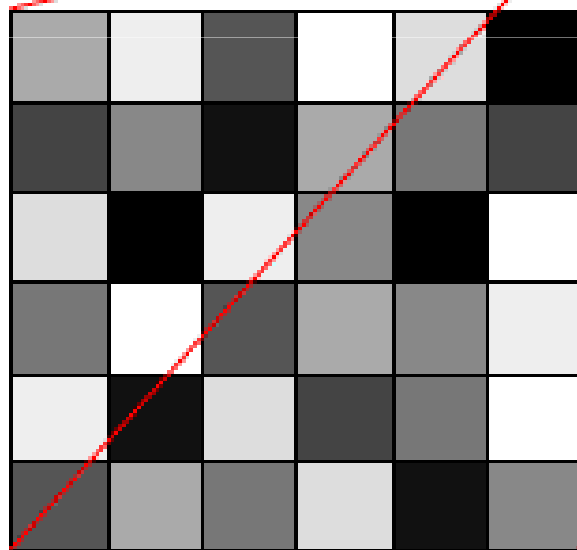
LES CAPTEURS

- les systèmes photographiques
 - systèmes optiques "classiques" dont le fonctionnement de base est similaire aux appareils photographiques communs
- les radiomètres imageurs
 - transformation du rayonnement électromagnétique en un signal électrique stocké sur un support numérique
- les capteurs actifs
 - éclairent artificiellement la cible avant de mesurer l'énergie qu'elle renvoie



- Photographie vs image

© CCRS / CCT



170	238	85	255	221	0
68	136	17	170	119	68
221	0	238	136	0	255
119	255	85	170	136	238
238	17	221	68	119	255
85	170	119	221	17	136



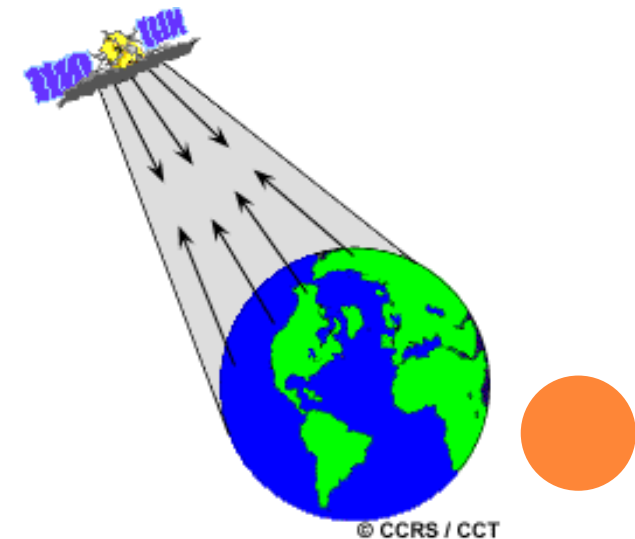
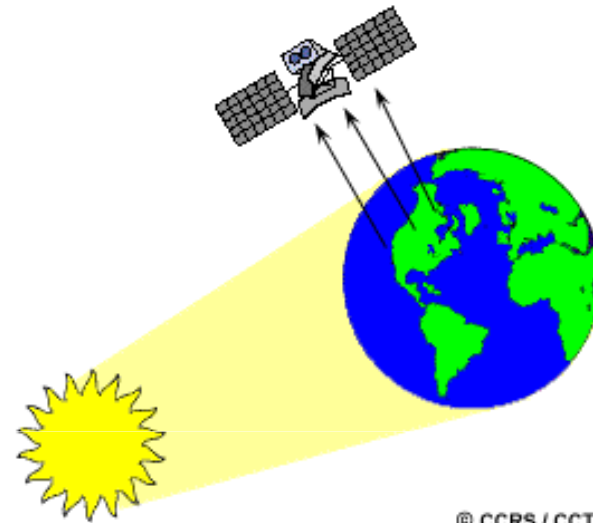
- Capteurs actif vs passif

- Passif

- Utilise l'énergie solaire réfléchié par la scène ou l'énergie émise par l'objet (ex:IR)

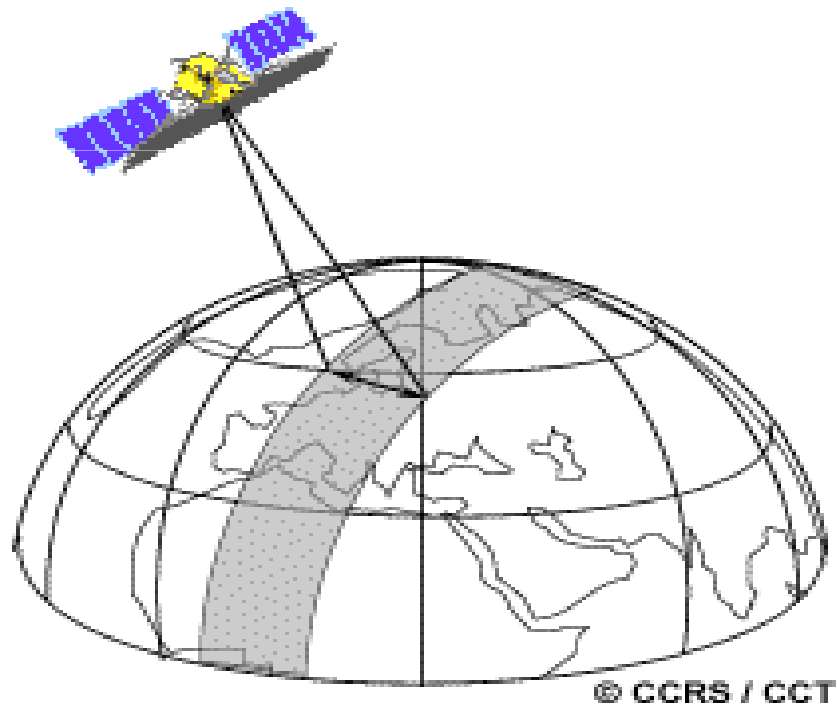
- Actif

- Le capteur émet une source d'énergie et mesure ce qui est réfléchi (ex:radar,lidar)



○ Couverture

- le capteur "observe" une certaine partie de la surface
- cette surface porte le nom de *couloir-couvert* ou *fauchée*
- la largeur varie entre une dizaine et une centaine de kilomètres



Source : CCT



○ Résolution spatiale

- Satellites commerciaux
 - du mètre à plusieurs kilomètres
- Échelle
 - 1:100,000
 - un objet au sol de 100,000 cm (1 km) représenté par un objet de 1 cm sur l'image

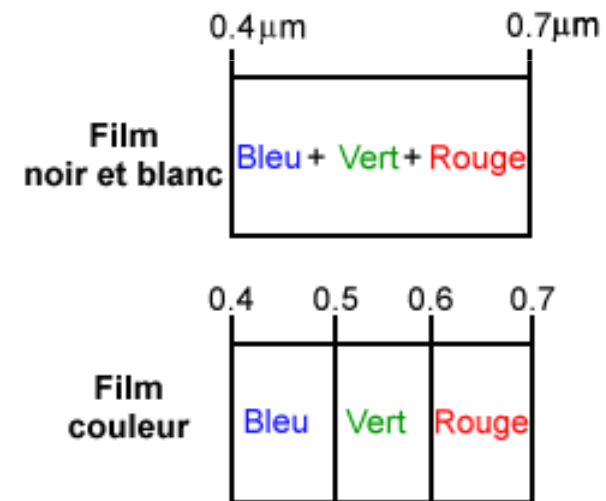


Source : CCT



- Résolution spectrale

- capacité d'un capteur à différencier la réflectance à divers longueurs d'onde
- Plus la résolution spectrale est fine, plus les différents canaux du capteur sont étroits
- Plusieurs instruments peuvent enregistrer l'énergie à différentes résolutions spectrales
 - Multispectraux
 - Hyperspectraux



Source : CCT



○ Résolution radiométrique

- sensibilité à l'intensité de l'énergie électromagnétique
- capacité du capteur à reconnaître de petites différences dans l'énergie électromagnétique
- la gamme de longueurs d'onde à l'intérieur de laquelle un capteur est sensible se nomme *plage dynamique*.

En numérique = Nombre de bit
nombre maximum de niveaux d'intensité

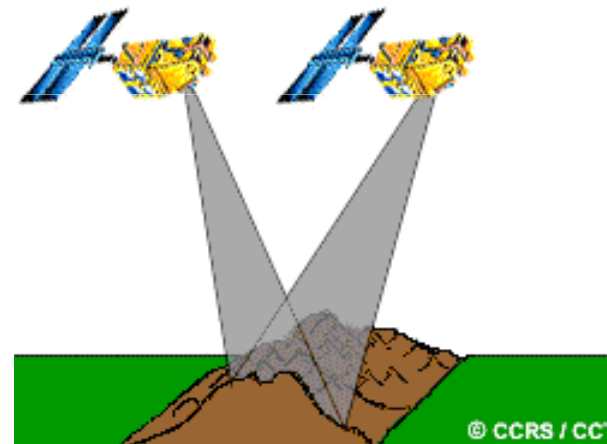
2 bits (4 tons)
versus
8 bits (256 tons)



Source : CCT

○ Résolution temporelle

- généralement le temps que prend un satellite pour effectuer un cycle orbital complet (retour au Nadir initial)
 - normalement quelques jours
- certains satellites peuvent pointer leurs capteurs en direction du même point pour différents passages du satellite !
 - Résolution effective plus fine



Source : CCT



APPLICATION DE LA TÉLÉDÉTECTION URBAINE

Lecture et interprétation des images satellitaires en milieu urbain



OUTILS DE LECTURE: L'IMAGE SATELLITAIRE

De grandes emprises en cœur de ville : des « villes dans la ville »

Quartier Lorge



Bon Sauveur



le Campus 1



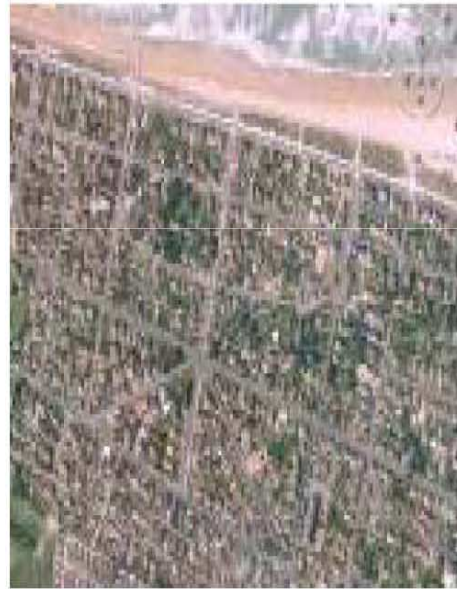
Le Château



le C.H.R. Clémenceau



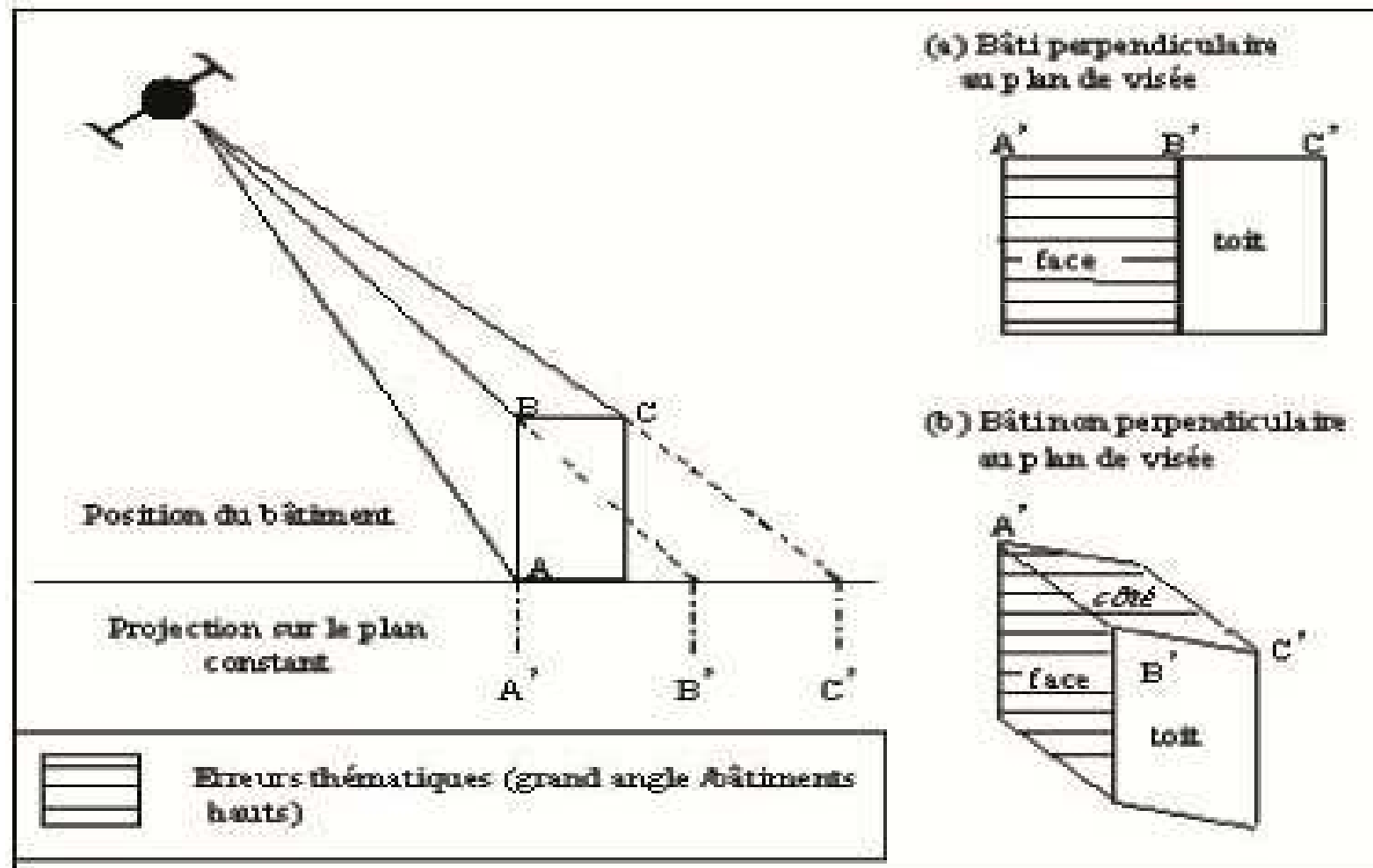
LA STRUCTURE URBAINE PAR SATELLITE



EXTRACTION DE RÉSEAU ROUTIER EN *DOUBLE SNACKS* À PARTIR D'UNE IMAGE HRS



LA DÉFORMATION GÉOMÉTRIQUE DES BÂTIMENTS DUES À LEURS HAUTEURS (D'APRÈS LHOMME.2005).



L'EXTRACTION DE L'ESPACE BÂTI D'UNE PARTIE
DE LA VILLE D'ALGER À PARTIR DE L'IMAGE
IKONOS.



UN EXTRAIT DE L'IMAGE D'ALGER PRISE PAR IKONOS (2004).

L'ombre des bâtiments générée
par une prise de vue oblique.



BON COURAGE!

POUR PLUS DE DÉTAILS, VOUS POUVEZ NOUS
JOINDRE SUR LA PLATEFORME MOODLE
Si vous avez des question n'hésitez pas à me
les communiquer par Mail:
tarek.madjedj@univ-msila.dz

