

**Téledétection et forêt**  
**dans le contexte des changements climatiques :**  
**apports, limites et perspectives pour les forêts tempérées.**

## **Session3 : Bilan et perspectives**

### **Quelles utilisations aujourd'hui et demain?**

*Dominique Guyon (Inra Bordeaux – Unité EPHYSE)*

# Expériences présentées emblématiques des travaux actuels en Recherche, en R&D, ou en Opérationnel

→ **Dépérissements, mortalités de grande ampleur  
(étendue, durée)**

## Impacts / Réponse des forêts

**Aléas climatiques** x **Aléas biotiques**

Sécheresse  
Canicule  
Tempêtes

Défoliateurs  
*Processionnaire*  
*Bombyx*  
Ou non  
*Scolytes*

→ **Télédétection: visible, proche et moyen infrarouge**

# Deux types d'applications complémentaires

## 1- BRS: Basse résolution spatiale (250m-1000m)

> peuplement, parcelle

Haute fréquence d'acquisition des images (~1j)

Larges étendues (> région)

### Type d'information

- Effet de facteurs/phénomènes qui opèrent sur de grandes étendues, lissage des effets locaux
- Changements temporels intra, interannuels, long terme: brutaux ou progressifs, rapides ou lents; perturbations de la dynamique foliaire saisonnière

### Applications

- Datation des phénomènes et localisation de leur emprise
- Détection émergence
- Suivi continu, systématique, long terme et rétrospectif

### Intérêt

- Indirect pour le gestionnaire, plus direct pour les instances de décision publique
- Connaissances scientifiques sur les processus associés au CC: adaptation des espèces et des pratiques, bilan eau et C, etc.
- Applications plutôt quantitatives à développement récent (Recherche, R&D)

# Deux types d'applications complémentaires

## 2- HRS: Haute (10-60m) et THRS: Très Haute (<5m) résolution spatiale

≤ peuplement, parcelle, arbre  
Faible fréquence d'acquisition des images  
Etendue: forêt/massif à région

### Type d'information

- Effet facteurs/phénomènes qui opèrent à l'échelle locale: perturbations et conditions environnementales locales, conduite sylvicole, interactions avec phénomènes globaux
- Changements entre 2 dates ou par rapport à une référence; détection des changements forts ou brutaux plus aisée que des lents ou diffus

### Applications

- Détection, Cartographie, Quantification à échelle locale (peuplement, intrapeuplement, arbre) d'un phénomène identifié
- Suivis épisodiques, pas nécessairement exhaustifs sur un territoire

### Intérêt

- Direct pour le gestionnaire, pour les instances de décision publique
- Expérience ancienne, de + en + d'applications opérationnelles

# Pas de méthodes 100% clef en main

*Le capteur ne « reconnaît » pas les causes des perturbations, dépérissements ou dysfonctionnements*

La valeur de la grandeur physique mesurée par le capteur et ses variations spatio-temporelles



Information thématique recherchée

→ **Identifier le type de données de télédétection optimal / information recherchée**

Capteurs? Fréquences/Dates? Résolution spatiale? Prétraitements?

→ **Identifier les indicateurs ou métriques caractéristiques du phénomène d'intérêt**

Radiométriques, temporels, spatiaux

Besoin en: observations *in situ*, information contextuelle, expertise

# L'observation terrain face à la télédétection

**Vain de les mettre en opposition car complémentaires**

**L'observation terrain est indispensable pour:**

- relier signal de télédétection et phénomènes biologiques
- définir et paramétrer les méthodes d'analyse/traitement
- et valider les résultats

**La télédétection**

- ne se substitue pas à l'observation terrain
- la valorise: « interpolation spatiale et temporelle »
- et optimise/minimise l'effort de terrain

# L'importance des prétraitements

## Géométrie

projection cartographique, orthorectification, mosaïquage/fusion, ...

## Radiométrie

Normalisation/correction des effets directionnels et atmosphériques, filtrage/détection nuages, ...

## Produits $\pm$ élaborés suivant les applications

Ex avec BRS:

- Synthèses temporelles:

Une donnée journalière:  
conditions atmosphériques  
et angles de visée variés



Une donnée synthétique sur une période  
(8 à 16j): filtrée des nuages et normalisée  
des effets atmosphériques et directionnels

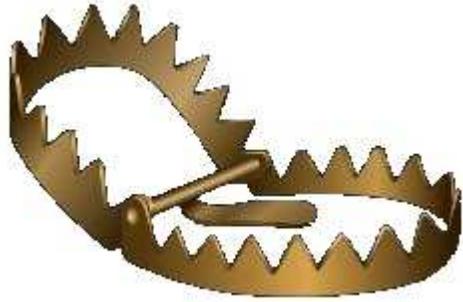
- Indices de végétation  $\pm$  complexes,  $\pm$  appropriés: NDVI, EVI, ....
- Estimations de grandeurs biophysiques: LAI, fraction de couvert, fAPAR  
fraction de PAR absorbé, indicateurs phénologiques

→ **Homogénéité des prétraitements sur séries temporelles**

→ **Précisions géométrique et thématique, reproductibilité**

# « Avantages et inconvénients »

- Couverture spatiale: grands territoires
  - Echantillonnage temporel: observation continue, multitemporelle
  - Intérêt de combiner les informations BRS, HRS et THRS
  - Comparaisons multi lieux et multi dates
  - Accumulation de données Mémoire depuis plusieurs décennies avec divers capteurs/satellites
  - Exploitation quantitative d'une grandeur physique
  - Accès gratuit
  - .....
- Nécessaire compromis entre résolutions spatiale et temporelle
  - dates d'acquisition HRS / THRS: Pas de maîtrise fine (archives ou prog.) Situation de crise: données « avant »?
  - Hétérogénéité des conditions de mesures à prendre en compte: spectrale, spatiale, angulaire, ....
  - Prétraitements nécessaires
  - Besoin de savoir-faire, modèles, moyens de traitement, outils, algorithmes spécifiques
  - Besoin de données terrain synchrones ou contemporaines
  - Données terrain pas toujours disponibles en situation de crise
  - Accès non gratuit
  - .....



## Veiller à

- Une adéquation entre données, objectifs, moyens
- Tirer profit des expériences passées et échanger sur
- Tenir compte de l'information contextuelle
- Utiliser au maximum les données terrain ou autre existantes
- Recueillir des données terrain contemporaines des images
- Éviter de faire des prétraitements qui seront mieux faits par les spécialistes
- Considérer la reproductibilité du travail
- Evaluer quantitativement la qualité/précision des résultats
- Ne pas croire qu'un phénomène complexe peut être réduit à quelques indicateurs simples obtenus par des méthodes très simples



# Les verrous

## Blocages irrémédiables? ou faire avec ?

### → liés au milieu lui-même

Complexité, hétérogénéité: différents étages, sous-bois, irrégularités spatiales, espèces, mélanges d'espèces, topographie, ....

Diversité des sources de variation du couvert forestier: perturbations d'intérêt, gestion (coupes, nettoyage), phénologie, croissance et développement...

### → liés au système de mesure satellitaire

Fréquence, trous spatio-temporels (nuage, neige),

Configurations mesure (angles solaire et visée)

Signal/bruit

Pixel composite

### → liés à l'accès aux données

Politique d'acquisition: à la demande ou systématique

Besoin de données prétraitées / prêtes à l'emploi

Coût

# Les acteurs de la télédétection

Nombreux avec de fortes interactions:



# Les acteurs de la télédétection

- **Agences spatiales:**

→ **CNES**

- Développement de missions spatiales:

En cours: Spot HR, VEGETATION, SMOS

Bientôt: Pléiades, Sentinel2 (programme ESA)

futur

- Développement de produits images + ou – élaborés (ex: correction atmosphérique, détection nuages sur futures images Sentinel2), d'outils de traitement (OTB, Orfeo Tool Box / Monteverdi)
- Incitation/accompagnement/optimisation → utilisation des produits  
Ex: programmes Orfeo (Pleiades), Kalideos (BD sur territoires de démonstration)

→ **ESA**, agence spatiale européenne

# Les acteurs de la télédétection

- **Recherche:**

Méthodologie et applications → Environnement/Forêt(agriculture)

INRA: Bordeaux, Avignon, Toulouse (EIP), Orléans, Nancy...

Maison Télédétection Montpellier: Cemagref, AgroParisTech, Cirad, IRD

Cesbio Toulouse (Cnes, Cnrs, IRD, université...)

Universités

CCR Union Européenne Ispra

...

+ technologie aérospatiale: Onera, ....

+ traitement image: INRIA, ...

+ interactions climat: CNRM-MétéoFrance, LSCE/CEA

# Les acteurs de la télédétection

- **Recherche & Développement**

Veille → Applications opérationnelles

IFN, (IGN),

ONF

....

*Par les institutions elles-mêmes*

*Collaborations avec la recherche*

*Transfert savoir-faire*

- **« gros bureaux d'études » (± institutionnels)**

Ex: Sertit, Geosys.

# Les acteurs de la télédétection

- **Fournisseurs de données**

- Opérateurs satellites

Ex NASA -> produits Modis

Spot-image -> produits Spot HR

- Distributeurs

- Pôles de compétence

# Les acteurs de la télédétection

- **Développement de pôles de compétence / national**

- Constitution et mutualisation de bases de données
- Séries homogènes de données prétraitées
- Produits de différents niveaux
- Développement d'outils,
- Formation

*Non inféodés aux capteurs/satellites*

*Interaction avec utilisateurs*

Ex: pôle GEOSUD

Projet de future fédération (CNES)

- **Pôle applications satellitaires du MEDDTL (PlanSat): plus médiateur qu'acteur**
- **Initiative européenne GMES**

# Perspectives d'évolution

## **Evolutions technologiques**

- Nouveaux capteurs (début des années 2010)

HRS à haute fréquence: ex Sentinel2 (5 jours, 10m) → suivi temporel fin à échelle du peuplement

THRS: constellations de capteurs → surveillance fine sur des territoires et phénomènes identifiés, ex PLEIADES

## **Montée en puissance des actions de Recherche et R&D**

- Applications thématiques impliquant télédéTECTEURS et spécialistes de la thématique
- Vers plus d'applications quantitatives: non seulement voir où ça dysfonctionne ou change mais de combien
- Transfert Recherche vers R&D

## **Utilisation croissante par les institutionnels de la forêt**

- De plus en plus d'applications opérationnelles
- Banalisation de la donnée télédéTECTION / autres sources

# Perspectives d'évolution

## Pôles de compétence au niveau national

- mutualisation des données
- acquisitions systématiques; anticipation sur les besoins en données (sinon on a des données après mais pas avant la catastrophe, ou en trop fort décalage)
- produits adaptés au besoin des utilisateurs (plus de temps perdu à prétraiter),
- outils évolutifs,
- réduction des coûts

## Accumulation de séries de données de plus en plus longues?

- Études rétrospectives: étudier le passé pour comprendre le présent, prédire le futur)
- Intégration spatio-temporelle de l'histoire des peuplements (sylviculture, environnement et ses perturbations) sur plusieurs décennies

## Synergie avec d'autres données de télédétection à explorer?

- Mieux renseigner la structure du couvert:

Séparer altérations appareil foliaire des coupes et chablis: Lidar aérien ?

- Mieux renseigner le fonctionnement/dysfonctionnement du couvert

Microondes passives (ex SMOS) qui donne accès à l'humidité de surface à très basse résolution (50km)?

Infrarouge thermique, qui renseigne sur le bilan hydrique?

# Conclusion

- Il y a des applications opérationnelles (phénomènes massifs en particulier) dont le gestionnaire/décideur tire bénéfice  
→ *Utiliser/valoriser au maximum ce savoir faire*
- Pour le reste  
→ *Poursuivre le développement de la R&D*
- Rôle du transfert Recherche → R&D

**La technologie (capteurs, outils) évolue vite**  
**La demande en terme d'application n'est pas figée**