



# Sécheresse 2003 : Possibilités et Limites de la Télédétection

Michel Deshayes<sup>1</sup>, Dominique Guyon<sup>2</sup>, Hervé Jeanjean<sup>3</sup>,  
Nicolas Stach<sup>4</sup>, Anne Joly<sup>5</sup>, Olivier Hagolle<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Cemagref-CIRAD-ENGREF, <sup>2</sup>INRA, <sup>3</sup>CNES,  
<sup>4</sup>IFN, <sup>5</sup>ONF

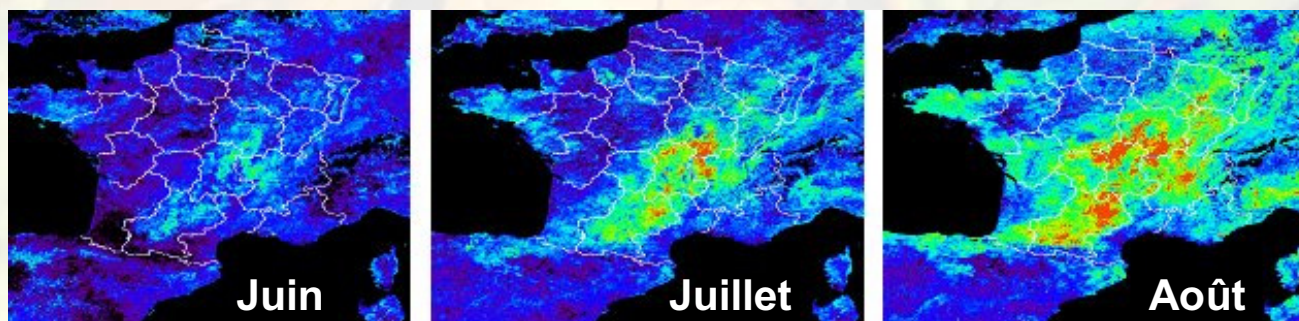




# des images de sécheresse

- Capteur Vegetation, Indice de végétation normalisé

$$\Delta_{\text{NDVI}} = \text{NDVI}_{2003} - \text{NDVI}_{2002}$$



(Hagolle et al, 2003)

- chlorophyllienne



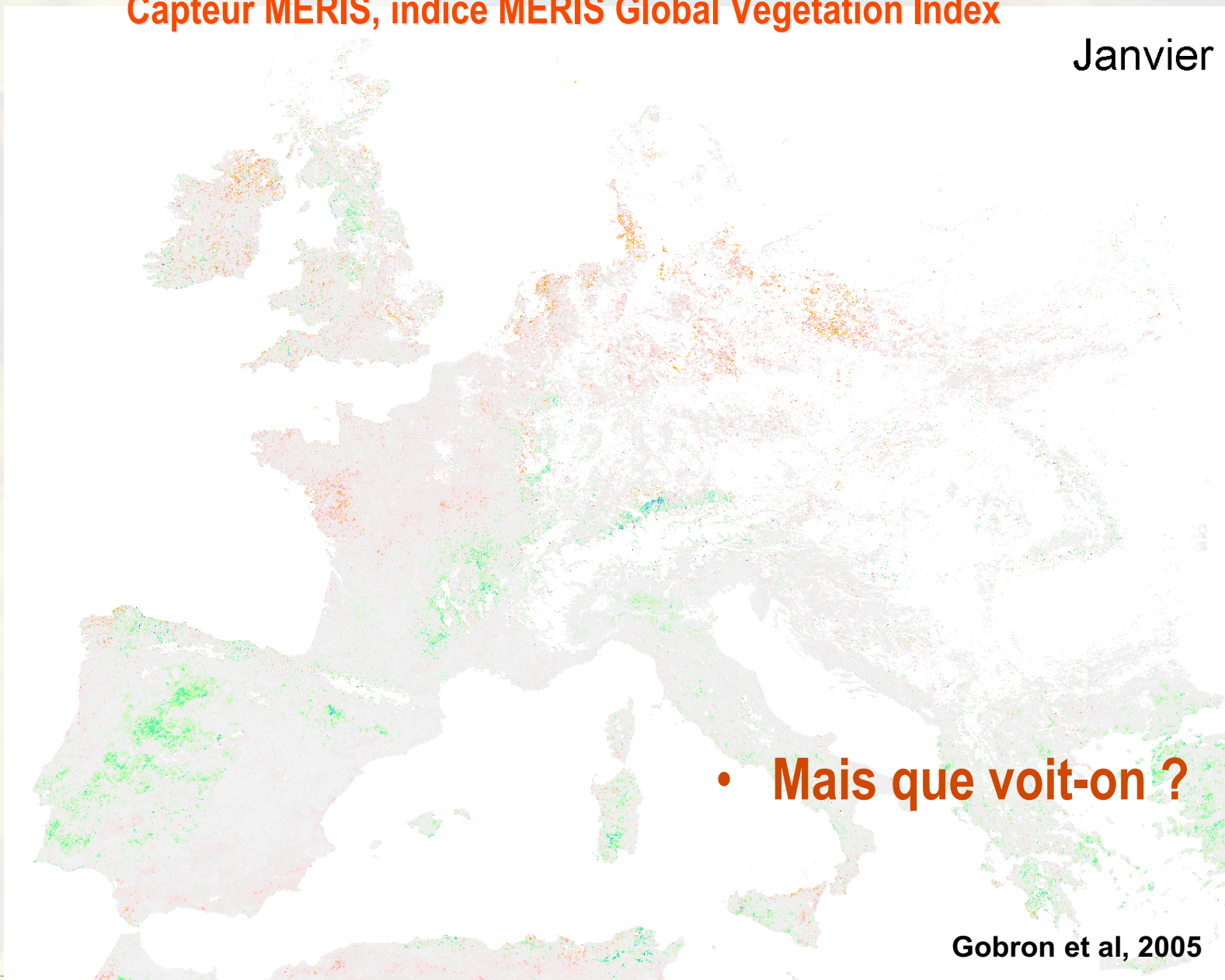
+ chlorophyllienne





## Capteur MERIS, indice MERIS Global Vegetation Index

Janvier

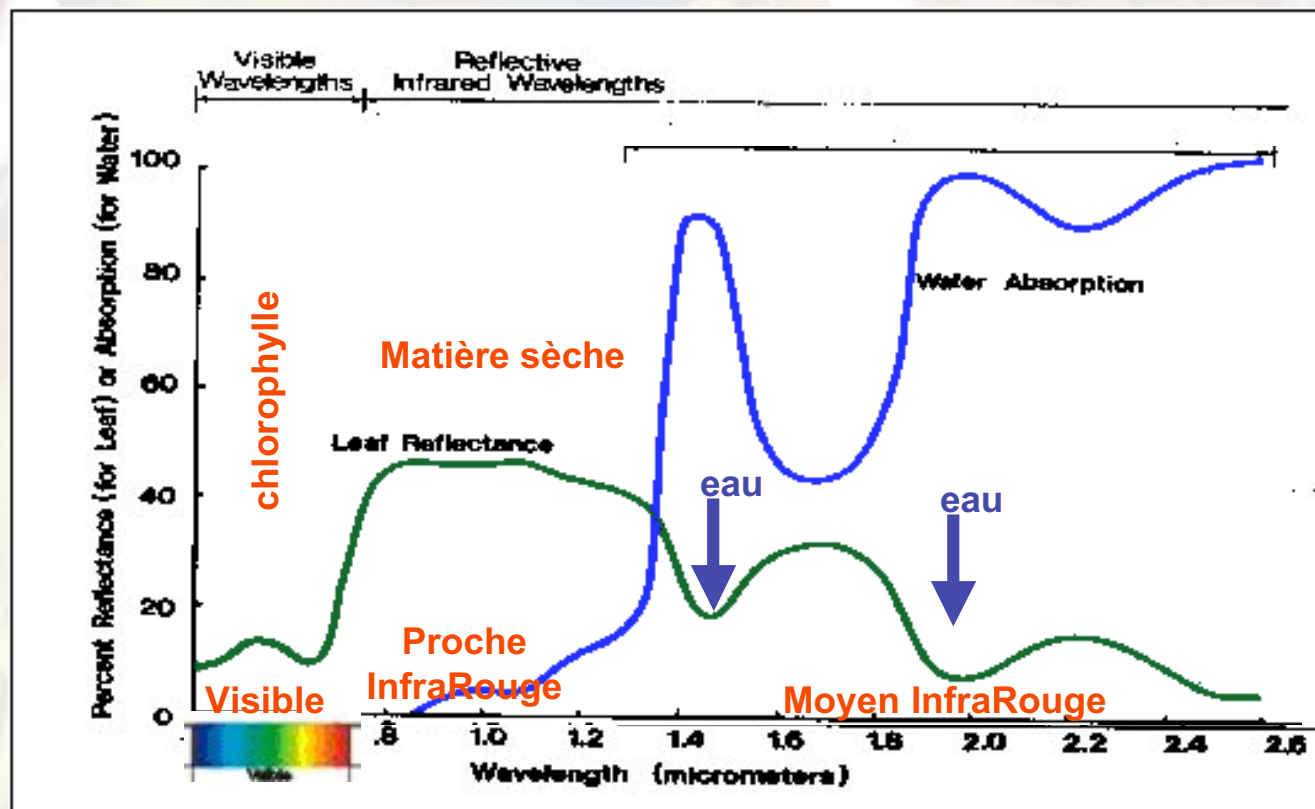


- **Mais que voit-on ?**



# Facteurs de réflectance

- Niveau feuille



Bilan  
énergétique

InfraRouge  
Thermique

8 micromètres 14

+ autres facteurs niveau couvert (taux de couvert...)





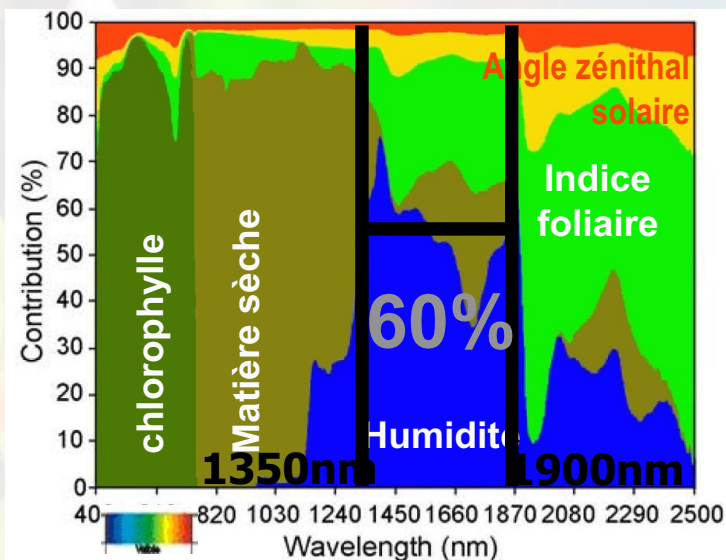
## Une question de sensibilité (1/2)

- Modélisation de la réflectance par transfert radiatif
  - Modèles : Prospect (feuille) + Géosail (couvert)
  - Simulation d'un taillis de chêne vert (Causse d'Aumelas)
  - Domaine spectral : Visible – Proche InfraRouge – Moyen IR
- + Analyse globale de sensibilité, méthode EFAST  
EFAST = Extended Fourier Amplitude Sensitivity Test  
5.000 tirages (Saltelli et al. 1999)

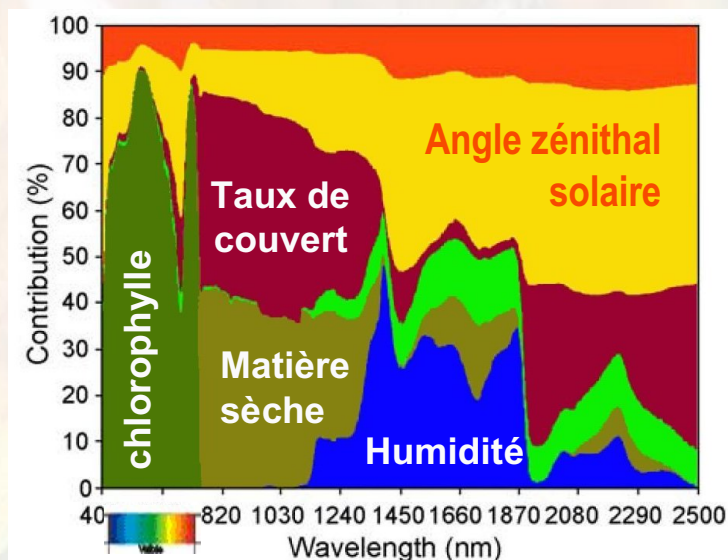


# Une question de sensibilité (2/2)

- Résultat analyse de sensibilité réflectance taillis chêne vert



Parameter	PROSAIL
Leaf chlorophyll content	10 - 90
Equivalent water thickness	0.0078 - 0.02
Leaf dry matter	0.0087 - 0.0177
Leaf structure parameter	Fixed
Leaf area index	1.8 - 4.0
Fraction of vegetation cover	
Solar zenith angle	40 - 70
Interactions	



Parameter	PROGEOSAIL
Leaf chlorophyll content	10 - 90
Equivalent water thickness	0.0078 - 0.02
Leaf dry matter	0.0087 - 0.0177
Leaf structure parameter	Fixed
Leaf area index	1.8 - 4.0
Fraction of vegetation cover	0.6 - 1
Solar zenith angle	40 - 70
Interactions	

(Danson et Bowyer, 2003)



# Que voit-on ? Premier bilan...

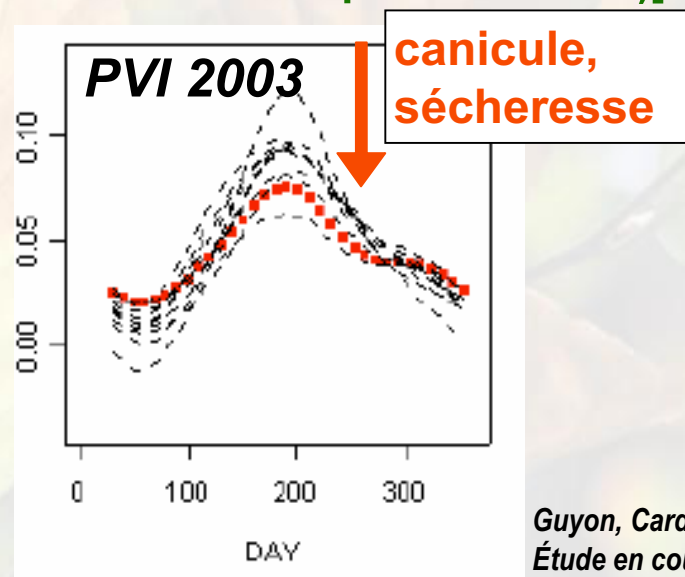
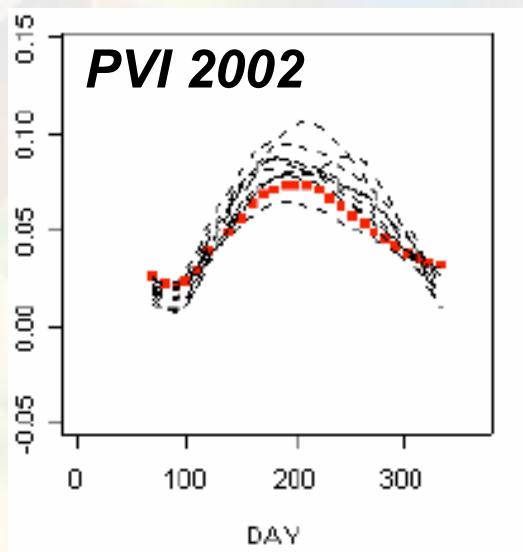
- Des paramètres forestiers observables...
  - Paramètres liés à la biomasse foliaire
    - Biomasse sèche
    - Activité chlorophyllienne + structure couvert (*FAPAR : Fraction of absorbed photosynthetically active radiation*)  $\leftrightarrow$  indice foliaire (LAI)
    - Humidité / teneur en eau
  - Paramètres de fonctionnement
    - Bilan hydrique et bilan d'énergie (infrarouge thermique)
  - Un suivi temporel
    - Phénologie (débourrement, sénescence : longueur cycle végétatif)





## Sécheresse et réflectance du pin maritime landais

- Séries de données VEGETATION 2002 et 2003
- Indice de végétation PVI
- modélisation statistique de la trajectoire saisonnière des peuplements pin (pin + ss-bois) [+ Désagrégation (forêt-autres occupations du sol)]



Guyon, Cardot, Hagolle et al.:  
Étude en cours

.....  $PVI(t)$  estimés sur 10 pixels du voisinage du site atelier du BRAY

■ ■ ■  $PVI(t)$  moyen sur le massif forestier landais

→ Réponse de la végétation en sous-bois et des pins à la sécheresse de 2003





# La télédétection pour le suivi des forêts : un bilan « mitigé » ?

- Depuis 20 ans : profusion de systèmes d'observation depuis l'espace
  - progrès technologiques considérables : miniaturisation, capacités accrues des instruments (richesse spectrale, résolution...)
  - progrès scientifiques indéniables : indices environnementaux, cartographie et détection des changements, modélisation du transfert radiatif, modélisation des échanges avec l'atmosphère...
- Depuis 20 ans, on entend dire : « Vous allez voir : le prochain satellite sera le bon, il répondra à vos besoins !! »
- Depuis 20 ans, on entend dire : « rien ne vaut une bonne photographie aérienne... »



**Malgré des améliorations constantes des caractéristiques et capacités des systèmes spatiaux, sentiment parfois que « ça patine »...**





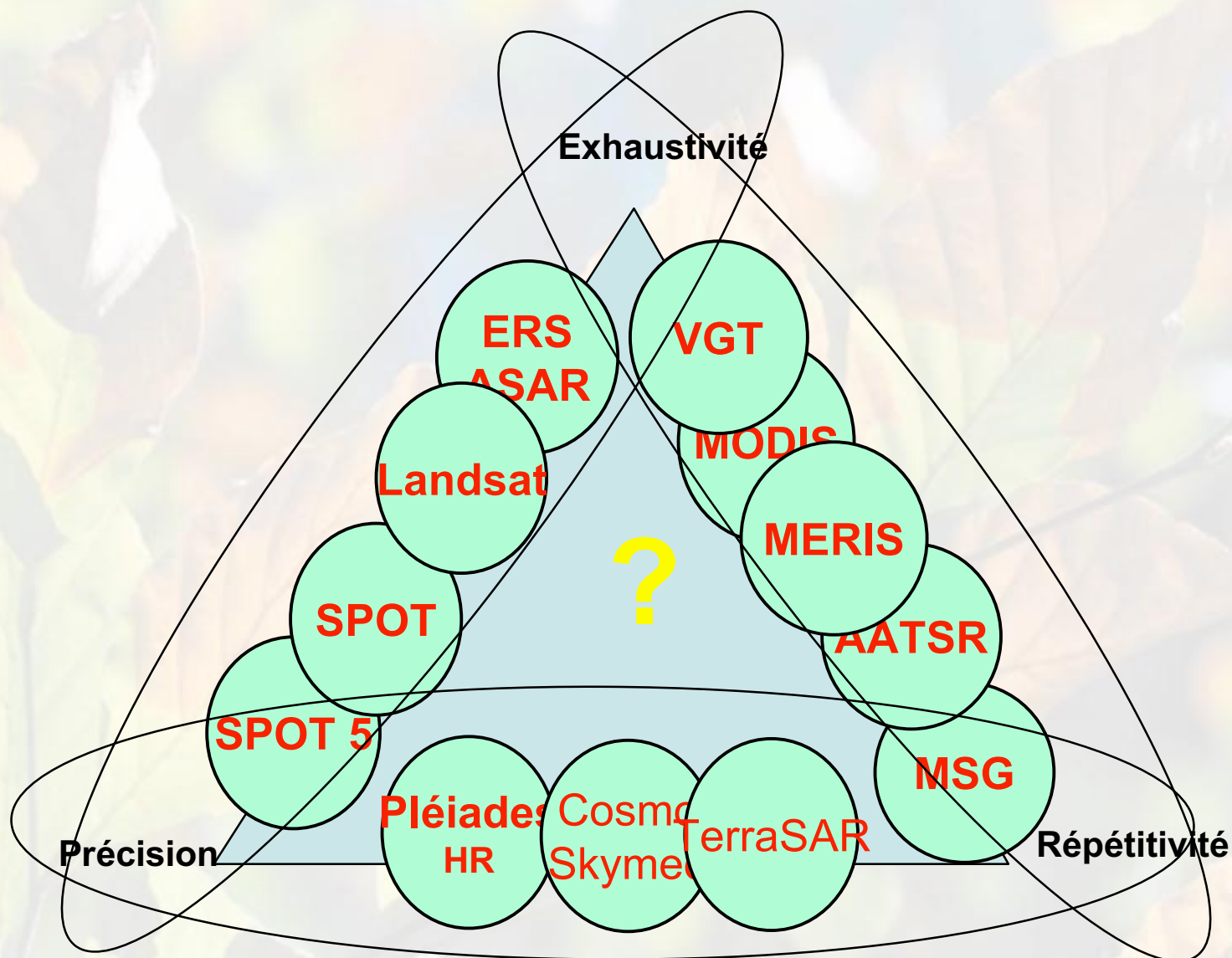
# « ça patine » : deux raisons principales

Expertise

- **Limites techniques, technologiques ou économiques : des « points durs » parfois difficilement contournables**
  - Données pas toujours acquises au bon moment, au bon endroit (tempête 1999 : pas d'archive récente, *vivement PALEOSAT !...*)
  - Politique de données : accessibilité réduite aux produits pour les scientifiques
- **Limites des connaissances scientifiques et des outils pour tirer l'information utile des données de télédétection**
  - Paramètres d'intérêt : le plus souvent accessibles indirectement
  - Continuité / comparabilité des systèmes
  - Limites des chaînes de pré-traitement (corrections géométriques, radiométriques...)
  - Complexité des écosystèmes forestiers !



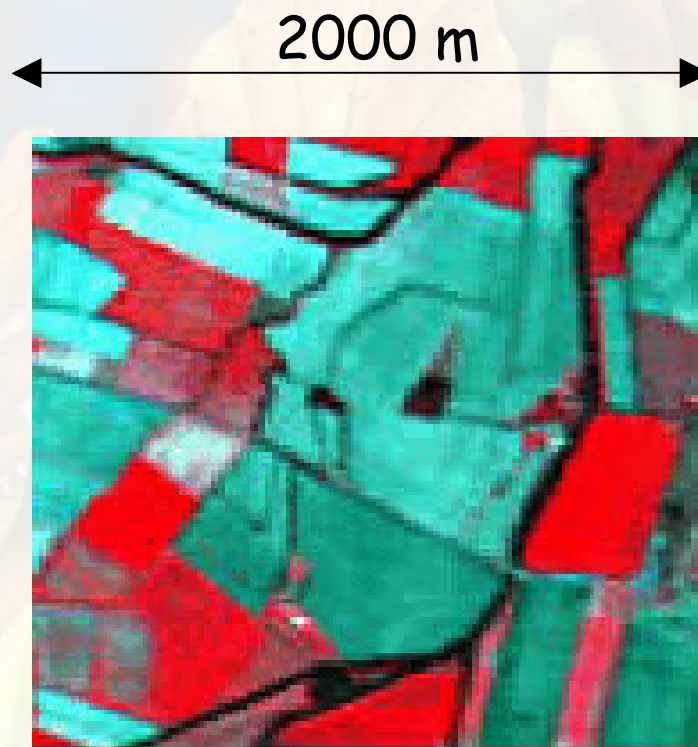
# Observation depuis l'espace : entre mythe et réalité ?







# Une première mondiale : évolution mensuelle de parcelles agricoles grâce à la constellation SPOT





## Le futur...

- **Pléiades HR (2008-2009)**
  - 0,7 m de résolution (panchromatique), 4 bandes spectrales, fréquence de revisite <24 h, champ de 20 km (nadir)
  - Capacité stéréo
- **Cosmo Skymed (2007-2008)**
  - Constellation de 4 satellites avec un SAR en bande X
  - Résolution de 3 à 100 m
- **SMOS : Soil Moisture and Ocean Salinity**
- **VENμS : Vegetation Environment on a New Micro Satellite**
- **MISTIGRI (infrarouge thermique)**





# Un nouveau programme européen : GMES (Global Monitoring for Environment and Security)

## LA solution ?



## GMES = vers des observatoires permanents et opérationnels sur l'environnement

- Programme mis en place par la Commission Européenne et l'Agence Spatiale Européenne
- Objectif : mettre en place des services opérationnels sur l'environnement (*cf. météorologie*)
  - Océanographie
  - Atmosphère : qualité de l'air
  - Gestion des risques et catastrophes naturelles
  - Occupation des sols, eau, agriculture, forêts
- Programme basé sur les infrastructures spatiales, infrastructures sol, et les services



# Conclusions

- Des avancées indéniables, et des freins
- Importance du temps de réponse et de l'accès à l'information en temps quasi réel (gestion des crises)
- Programmes très structurants : GMES (+ GEOSS coordination au niveau international)
- Enjeu de taille : assurer la continuité des observations (pérennité des infrastructures)  
→ *assurer les services dédiés au suivi de l'environnement*
- Importance de l'accès à des produits génériques et élaborés (segments sols, pôles thématiques, politique de données )
- Liaison/coopération forte avec autres outils de suivi (observations terrain, modèles de fonctionnement)