

Utilisation d'images à basse résolution pour observer les dépérissements des résineux

ATELIER RMT du 18 Octobre 2011

Téledétection et forêt dans le contexte du changement climatique : apports, limites et perspectives

V. Chéret - J. Lambert



INTRODUCTION

Exemple d'utilisation d'images satellitaires basse résolution

- Application dans le cadre spécifique du dépérissement des résineux du sud-massif central

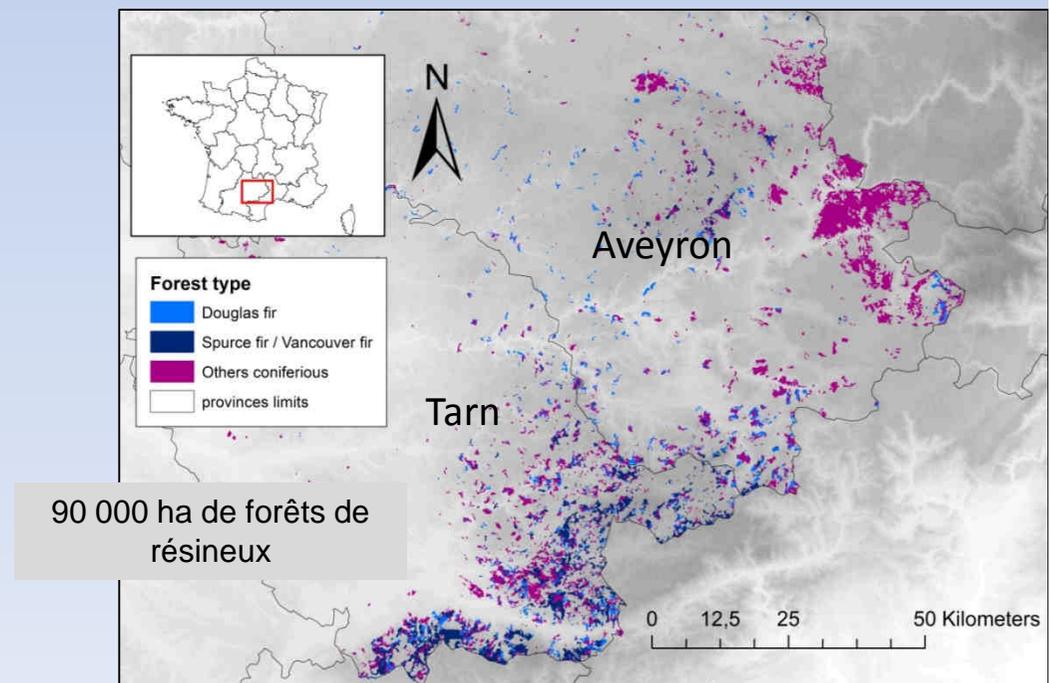
Phénomène de type « brutal » post sécheresse de 2003.

Qui touche plusieurs essences (Epicéa, Sapin, Douglas)

Sur deux départements

- Besoin des acteurs : CRPF et ONF, cartographie du dépérissement sur les deux départements réalisée en 2007-2008

- Conditions de réalisation :
temps et coût limité



Rappels caractéristiques

Image HR : Spot5

Résolution spatiale : 10 m

Taille : 60 km

Répétitivité au nadir 26 j

Image BR : Modis

Résolution spatiale : 250 m

Taille : 2000 km

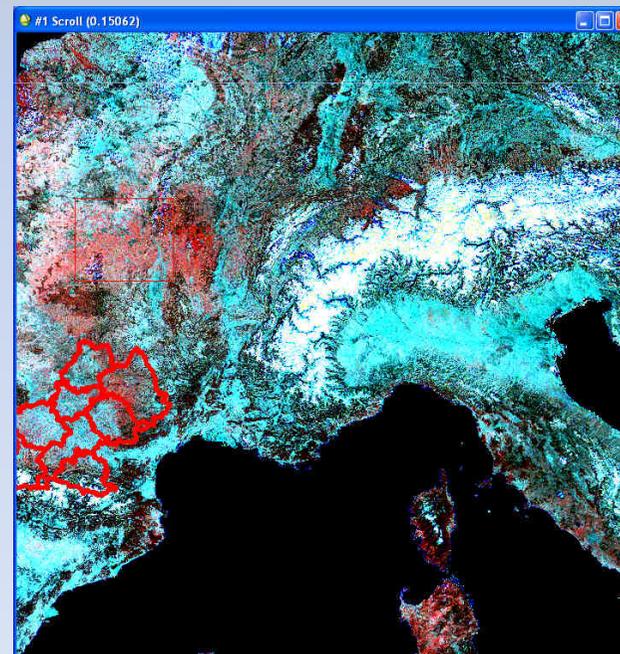
Répétitivité au nadir 1j

Images utilisées : Capteur MODIS (satellite TERRA)

Choix des images en tenant compte :

- de la dimension du territoire
- du caractère évolutif du phénomène
- des développements méthodologiques en cours
- du budget

- Série temporelle d'images 2000-2007
- Images de synthèse 16j d'indice de végétation
- Téléchargeable depuis un site de la NASA
- Nécessité de certains prétraitements relativement complexes

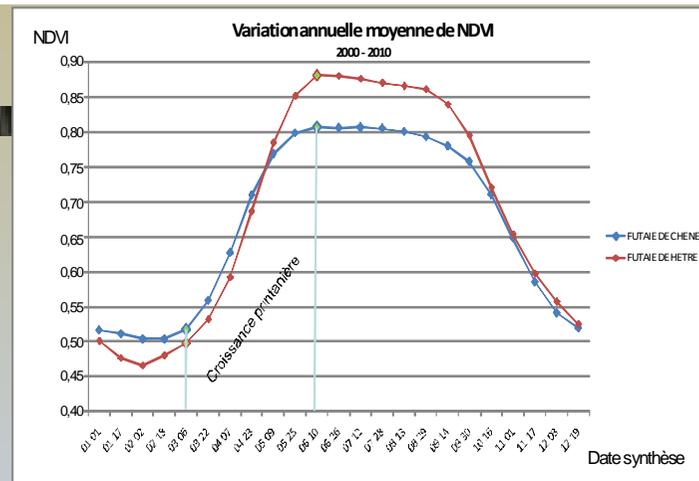


PRINCIPE

Série temporelle de plan-images d'Indice de végétation NDVI lié à l'activité photosynthétique ($NIR-R/NIR+R$)

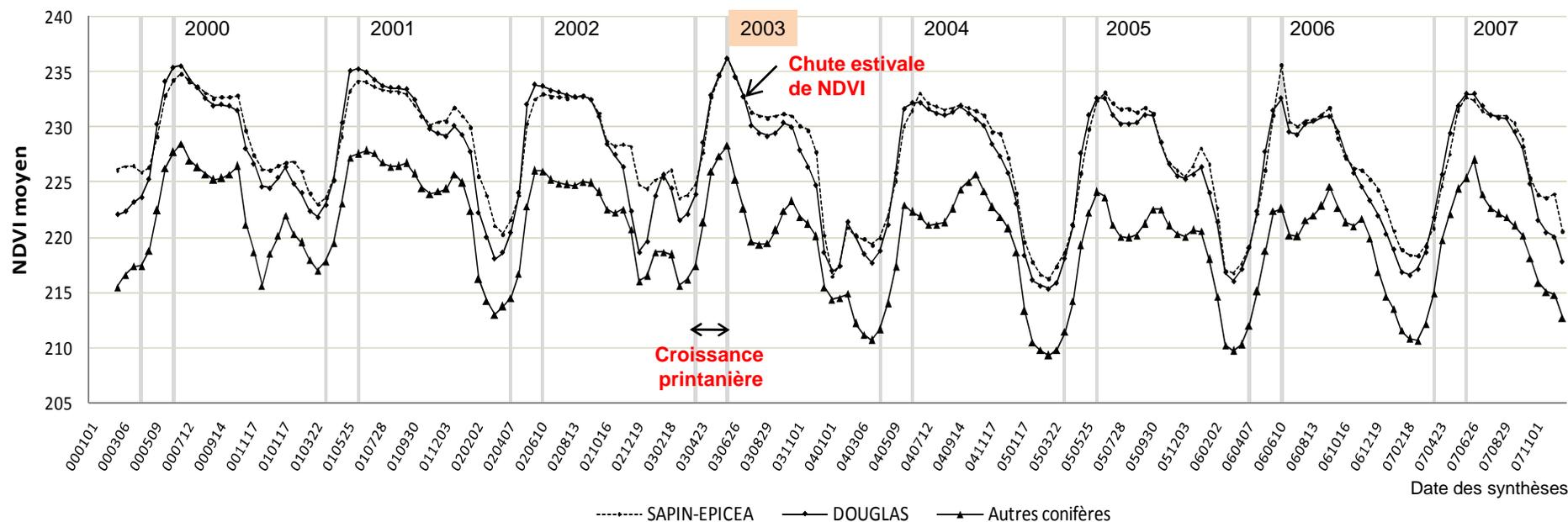
Données continue de l'activité végétale

- **Saisonnalité** : phénologie (saison de croissance, sénescence...)
- **Intensité** : vigueur, stress
- **Cycle caractéristiques** des types de végétation



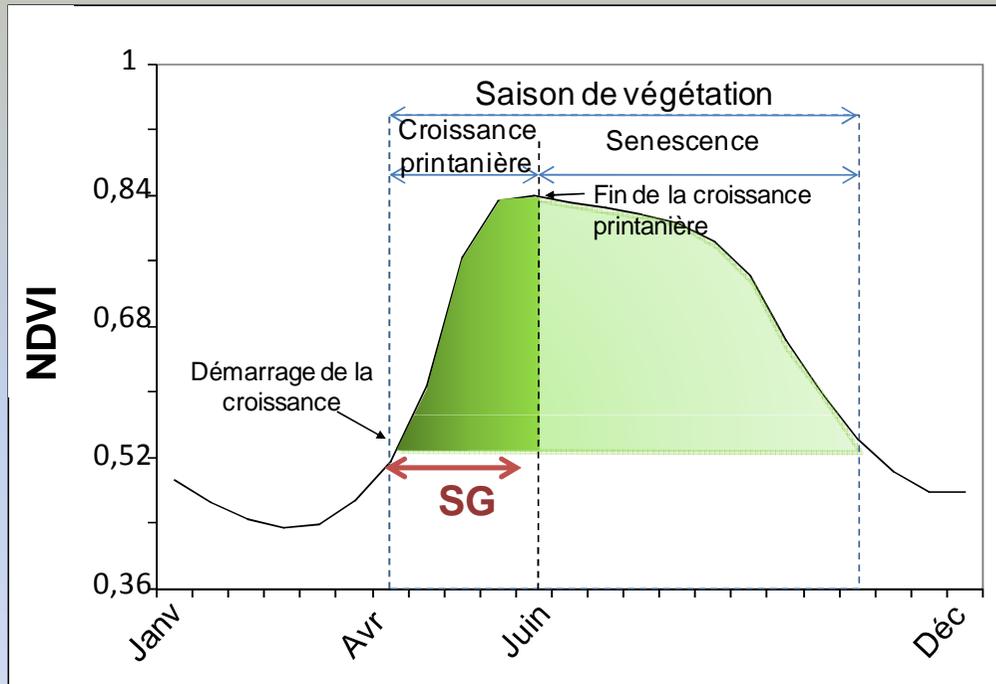
Courbes de NDVI du hêtre et du chêne

Courbes de NDVI des résineux : variabilité intra et inter-annuelles



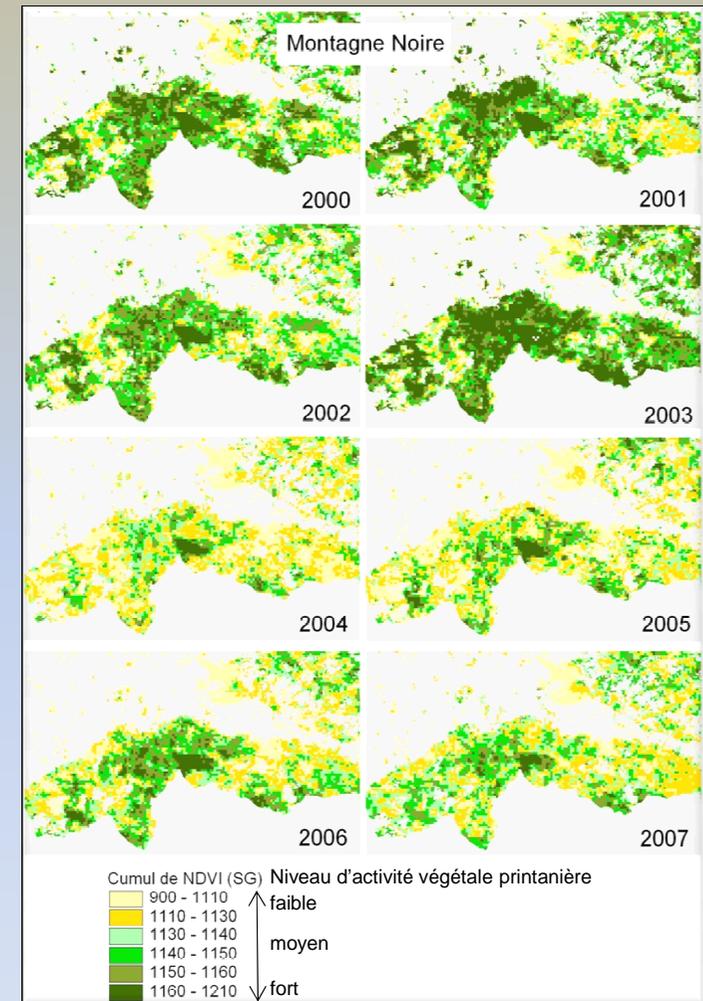
METHODE

Indicateur phénologique de vigueur, calculé annuellement



Profil annuel de NDVI et « phenologic metrics »
figure adaptée de B.C. Reed (1994)

SG (Spring Greenness) : cumul de NDVI sur la durée d'accroissement végétal pendant le printemps
(soit 5 images d'Avril à Juin)



Série de SG (2000 à 2007)

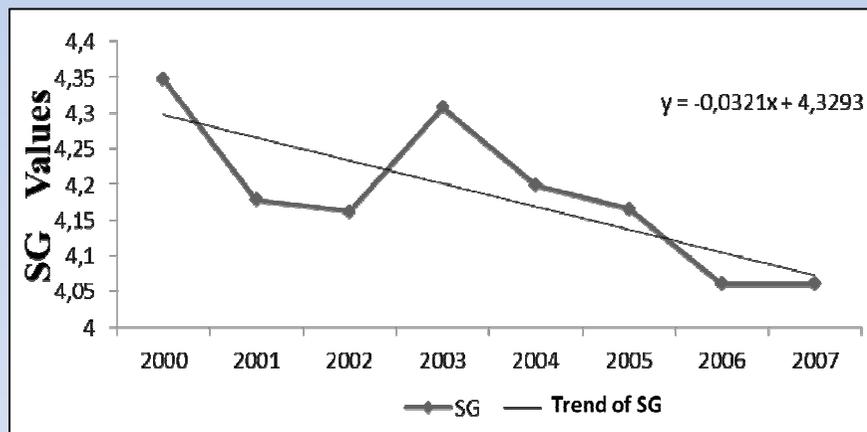
METHODE

La **série de SG annuels** peut être caractérisée par **une tendance** qui rend compte de la variation de l'activité printanière.

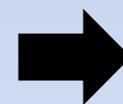
On considère qu'une forte chute d'activité végétale, sur la période d'observation, est à mettre en relation avec des perturbations importantes (déperissement et/ou coupe sanitaire).

Série de SG (2000 à 2007) :

calcul de la tendance par régression linéaire



*Série de valeurs de SG pour un pixel (P1);
la pente (a) de la ligne de tendance est de -7,885*



La pente (a) de la ligne de tendance, calculée pour chaque pixel, constitue notre **indicateur de « changement » ou de perturbation**

METHODE

Cartographie des tendances (pente)

Tendance négative = baisse d'activité végétale

Localisation des tendances significativement négatives

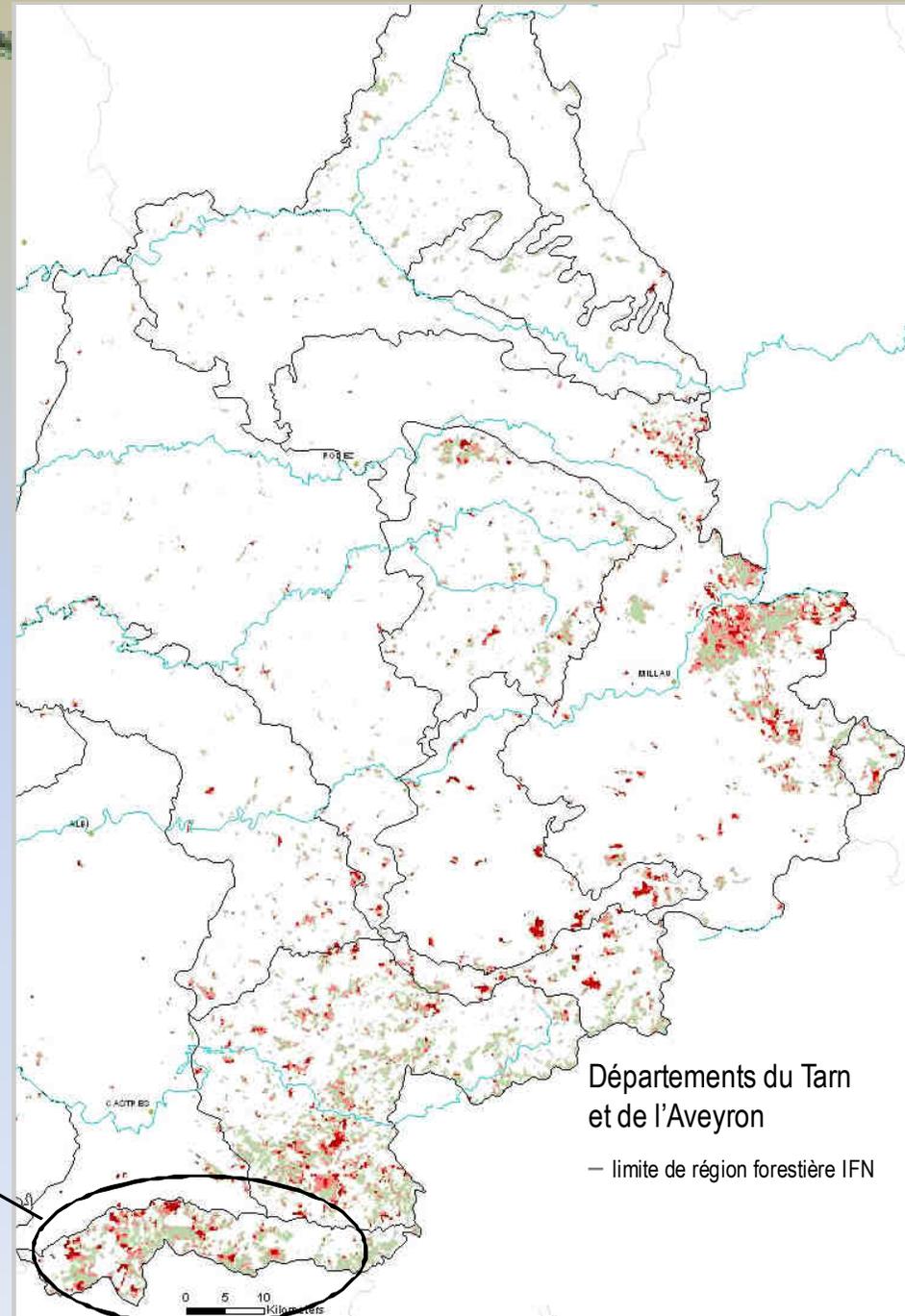
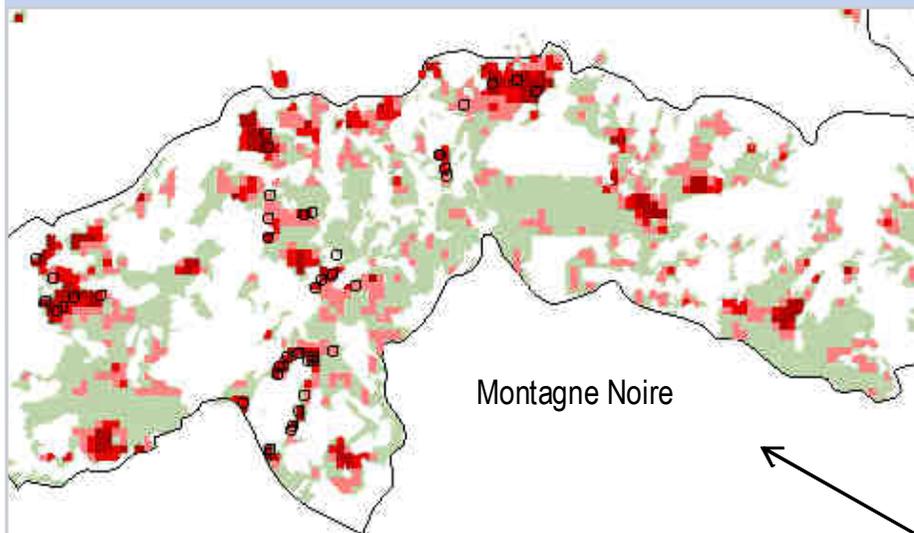
Tendance négative



○ Coupe déclarée

25 - 1
1 - 5
5 - 3

Tendance non significativement différente de 0 ou positive



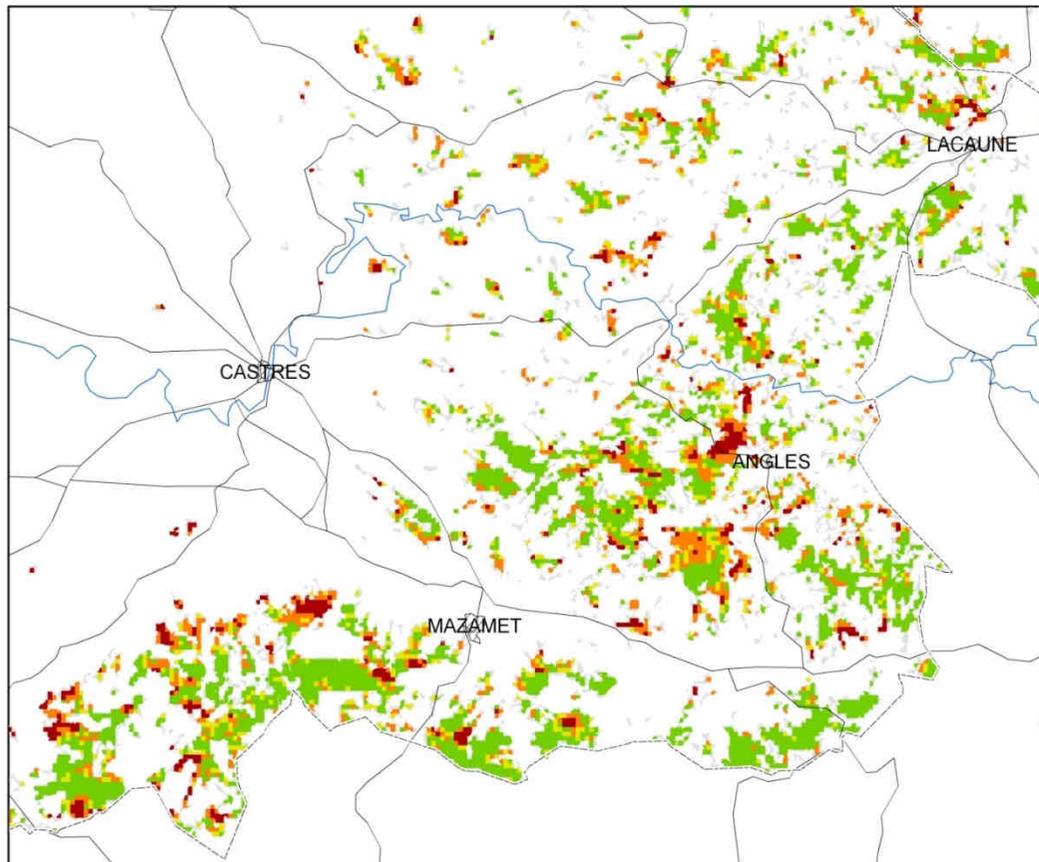
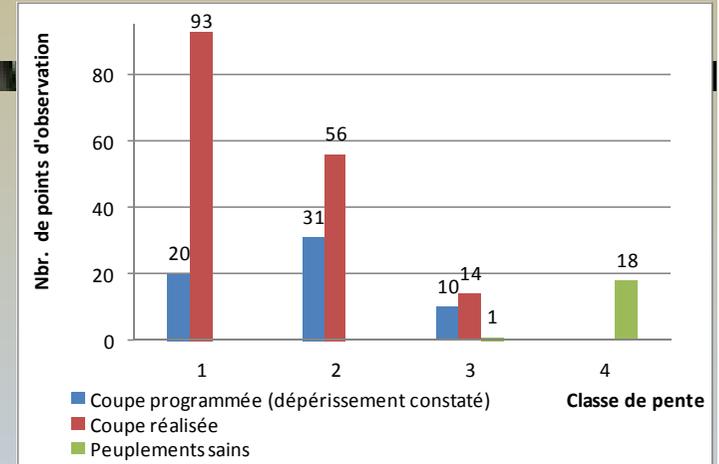
RESULTATS

Cartographie des classes de pente (variation de l'activité végétale)

Interprétation avec données de coupes – seuillage des valeurs de pente

nombreuses coupes anticipées (plus de 4000 ha)

Coupes programmées = dépérissement constaté / coupe réalisées / peuplements sains

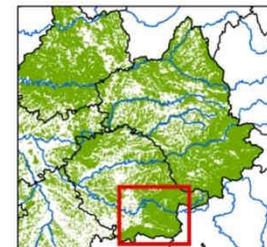


Classe de variation de l'activité végétale

- 1 très forte diminution
- 2 forte diminution
- 3 diminution
- 4 stabilité ou augmentation
- Surface non analysée
- Ville
- Réseau routier
- Réseau hydrographique
- Limite de département

0 2,5 5 10 Kilomètres

Projection Lambert II étendu
Ellipsoïde Clark 1880



**Classes 1 et 2 :
peuplements
dépérissants et
coupes rases**

RESULTATS- appropriation par les gestionnaires

Premier niveau de résultats :

- Cartographie et quantification des surfaces atteintes par essence et par région IFN
- Réalisation en temps et coût limité, observation rapide et complète par une **méthode adaptée et reproductible**



- Complémentarité avec observations forestières-Intégration des résultats dans l'étude faite par l'ONF-CRPF **pendant la gestion de la crise**



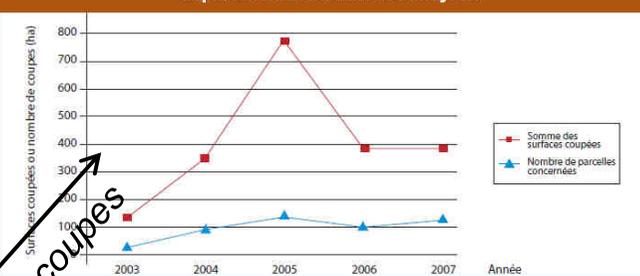
- Analyse spatiale complémentaire a montré que **l'altitude est un facteur explicatif significatif**

Dans le Tarn, on observe qu'au-delà de 750 m pour le douglas et de 800 m pour le sapin-épicéa, le risque semble réduit.

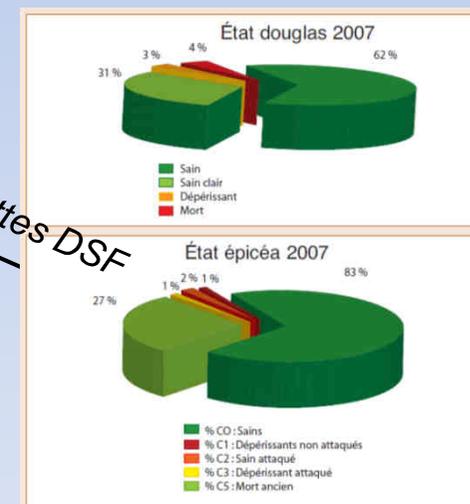
Pour l'Aveyron, seul le cas du douglas est significatif : les dépérissements ne diminuent fortement qu'au-delà de 900m.

Résultats utilisés dans les **nouvelles orientations de choix d'essences** dans les directives et schémas régionaux

Figure 1 : Évolution des coupes « urgentes » de dépérissement dans les départements du Tarn et l'Aveyron



Indicateurs de crise sanitaire



analyse des coupes

analyse des placettes DSF

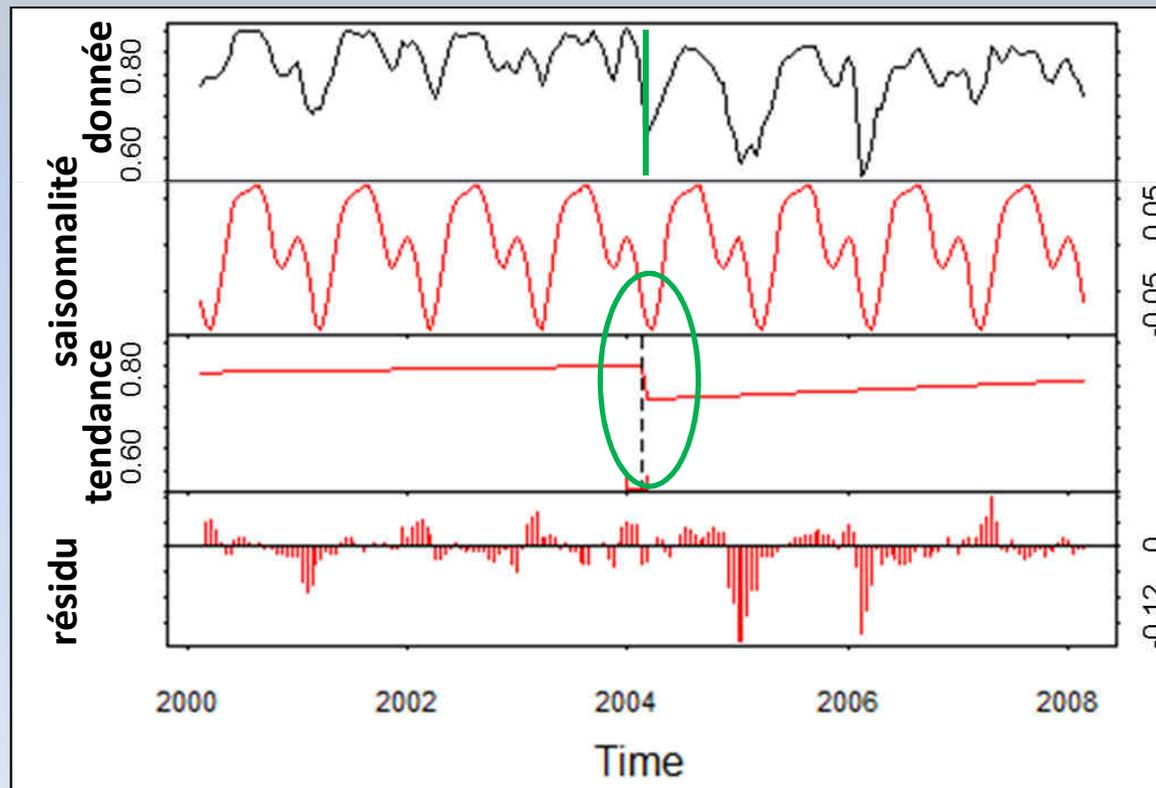
RESULTATS

Deuxième niveau de résultats :

Analyses complémentaires pour exploiter le potentiel de la série d'images temporelle

Détection des ruptures dans la tendance :

utilisation d'un outil d'analyse de série temporelle basé sur la décomposition de la série temporelle : BFAST (Break For Additive and Trends, Verbesselt *et al.*, 2010)



Détection de la rupture la plus importante (positive ou négative)



Extraction de la date correspondante et de son amplitude

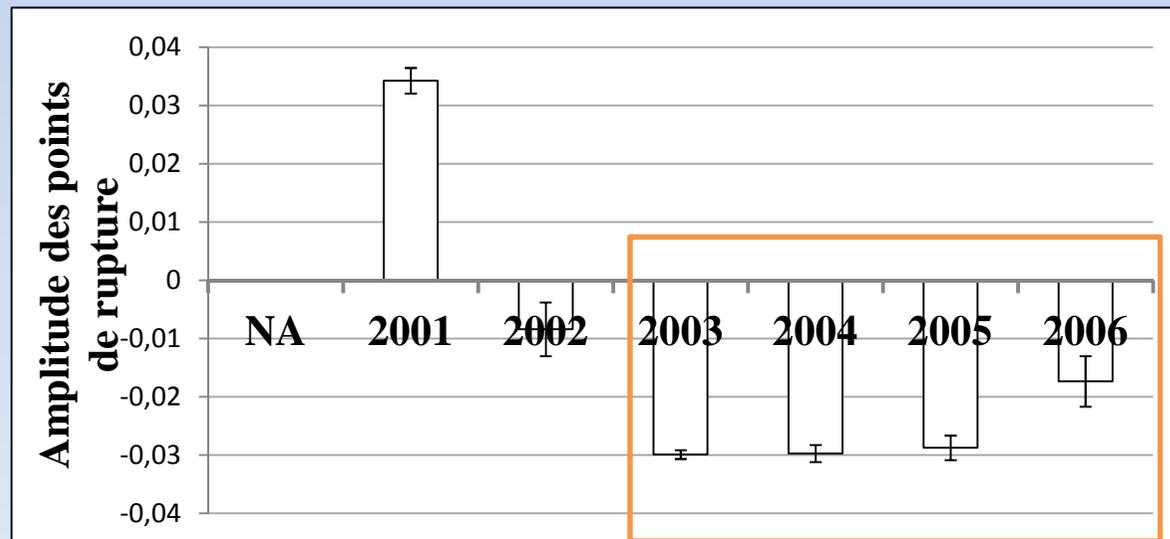
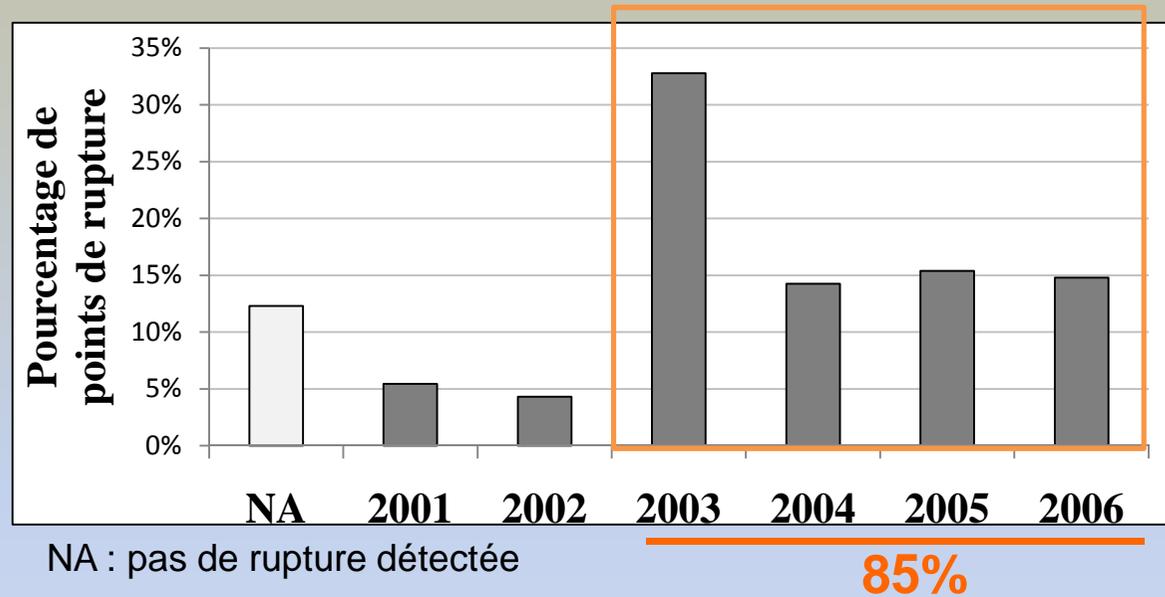
BFAST : décomposition de la série de NDVI (2000-2007) pour 1 pixel .
La date de la rupture la plus importante est indiquée (- - -).

RESULTATS

Détection des points de rupture

Environ **85 %** des ruptures sont observées durant ou après 2003 et sont **majoritairement et fortement négatives**

Impact de la sécheresse de 2003



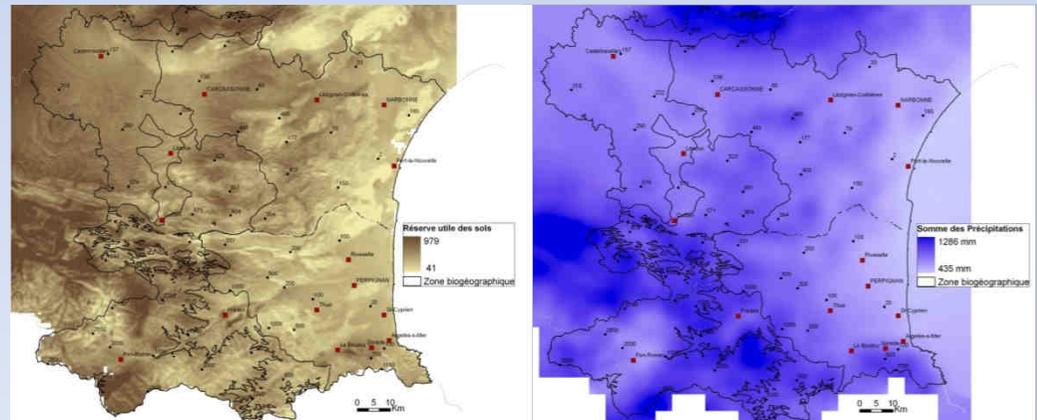
1- Analyse de la « tendance » à moyen et long terme :

Quelques années après 2003 peut-on constater des effets de reprise ou au contraire d'accentuation du phénomène ?

2- Analyse de facteurs de vulnérabilité :

Etude des corrélations avec des indices de contraintes hydriques climatiques et édaphiques spatialisés (LERFob) pour interpréter les phénomènes observés par télédétection

(données 1999 – 2008)



Séries temporelles basse résolution

Points +

- **Dimension temporelle et spatiale**
 - traitement de manière homogène de grande surface
 - donnée continue dans le temps adaptée au suivi de la phénologie – analyse de phénomènes « brutaux » et de « tendance »
 - indicateurs d'état de la végétation (pour différentes applications)
- **Gratuité de la donnée**
- Développements méthodologiques en prévision données Sentinel2

Points -

- **Résolution spatiale**
 - Pas d'utilisation à échelle détaillée
 - Difficulté de détecter des phénomènes diffus et peu adaptées aux formations très fragmentées
- **Compétences techniques** nécessaires pour le traitement
- Difficulté de **validation** (HR, PA, terrain...)

Intérêts pour les forestiers

1- Donnée et méthode bien adaptées pour répondre à des besoins rapides d'évaluation de surfaces atteintes sur de grands territoires

2- Développements méthodologiques sur la détection de la vulnérabilité des forêts

Perspectives :

- dans le cadre d'une thèse (J. Lambert)
- et du projet OPCC-Observatoire Pyrénéen Changement Climatique (collaboration IDF-CRPF / CESBIO)
 - Poursuite exploitation de la série temporelle d'images MODIS sur le Tarn et l'Aveyron
 - Mise en œuvre sur deux autres sites (Auvergne et Pyrénées) : dépérissement de la sapinière
 - Analyse de tendance et de la variabilité spatiale de l'état des peuplements
 - Procédures de validation et d'interprétation en lien avec le réseau d'observation IDF/CRPF - analyse des facteurs de vulnérabilité (topographiques et climatiques)

Merci pour votre attention

Références:

- Chéret V., J.P. Denux, C. Gacherieu, and J.P. Ortisset, 2011, "Utilisation de séries temporelles d'images satellitales pour cartographier le dépérissement des boisements résineux du Sud Massif Central", *RDV techniques - ONF*, 31: 55-62.
- Lambert J., A. Jacquin, J.-P. Denux, and V. Chéret, 2011, *Comparaison of two remote sensing time series analysis methods for monitoring forest decline*, 6th International Workshop on the analysis of Multi-temporal Remote Sensing Images, University of Trento Italy, july 2011.
- Ortisset J.P., P. Thévenet, C. Gacherieu, V. Chéret, and J.P. Denux, 2009, "Des résineux dépérissent en Midi-Pyrénées !" *Forêt-entreprise, édité par le CNPPF et l'IDF*, 188: 32-36.



V. Chéret - J. Lambert

Veronique.cheret@purpan.fr