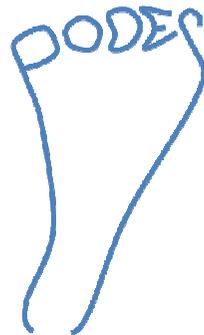


# Utilisation d'une série d'images multi-annuelle pour évaluer la réponse des sapins à la sécheresse sur le massif du Ventoux.

F. Baret, M. Nourtier, M. Weiss, D. Lavorini & A. Chanzy  
INRA-EMMAH/PODES



# Objectifs

- ❑ Changements climatiques
  - Augmentation des températures
  - Plus forte variabilité de la pluviométrie
- ❑ Dépérissements constatés sur le massif du Ventoux après 2003

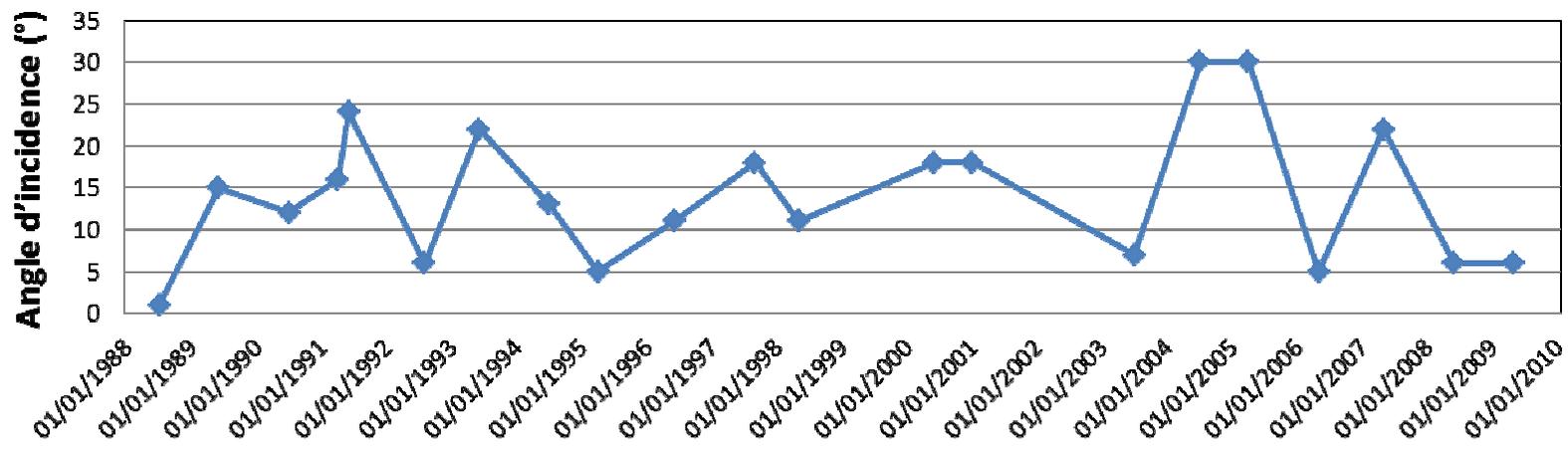
- ❑ Projet ANR DRYADES



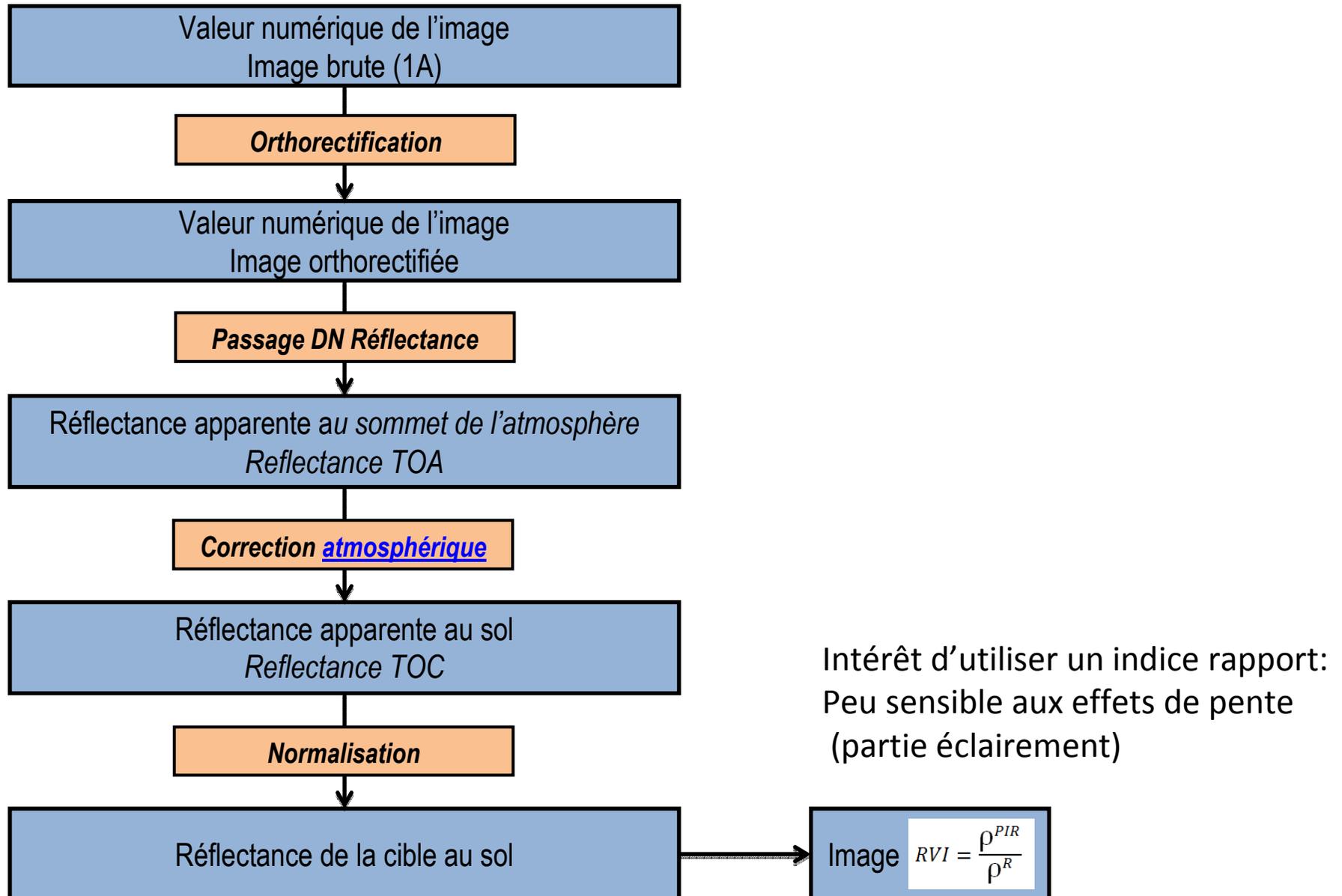
- Compréhension des mécanismes du dépérissement
- Suivi et cartographie des dépérissements sur le Ventoux

# La série d'images SPOT

- ❑ Images d'été
- ❑ Longues série temporelle (1988-2009)
- ❑ Niveau 1A (correction radiométrique) ESA
- ❑ Corrections nécessaires car:
  - Relief important
  - Variabilité de l'atmosphère entre dates
  - Angles de visée variables

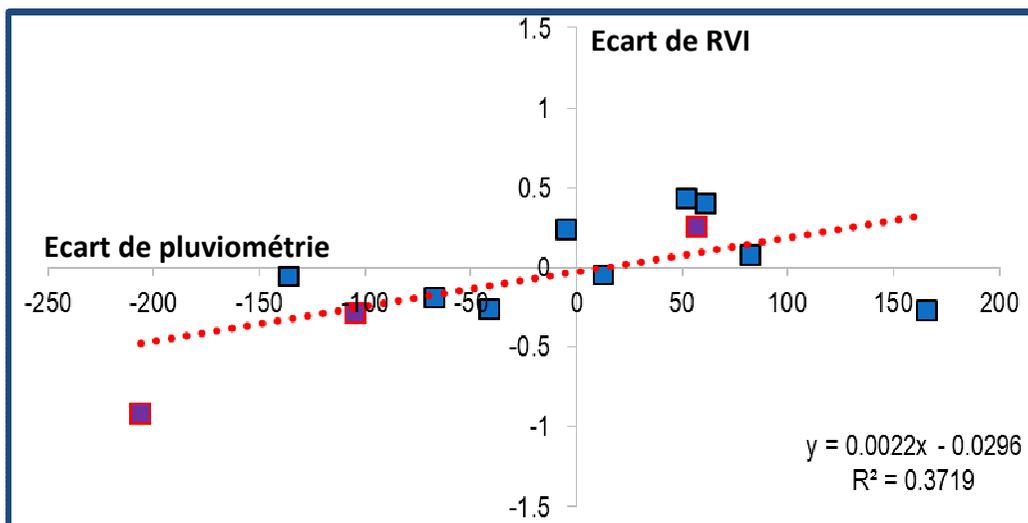
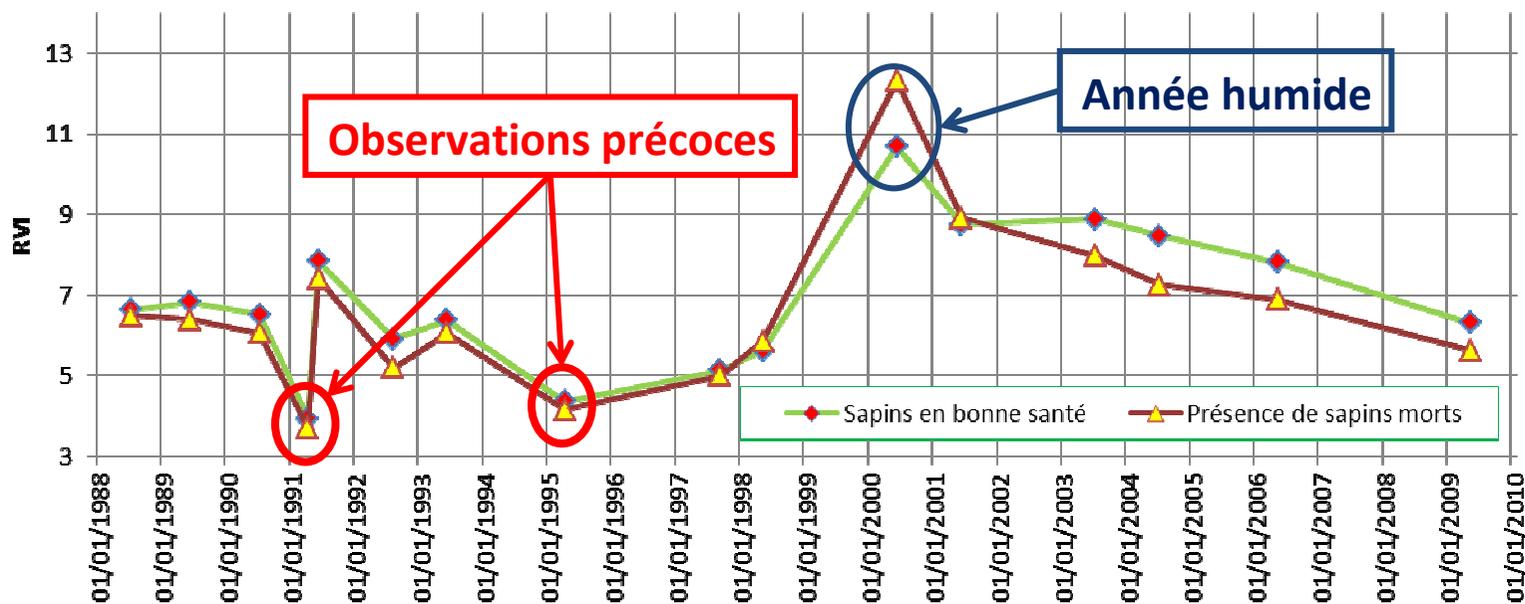


# Le traitement de la série d'images



# Résultats: variation temporelle

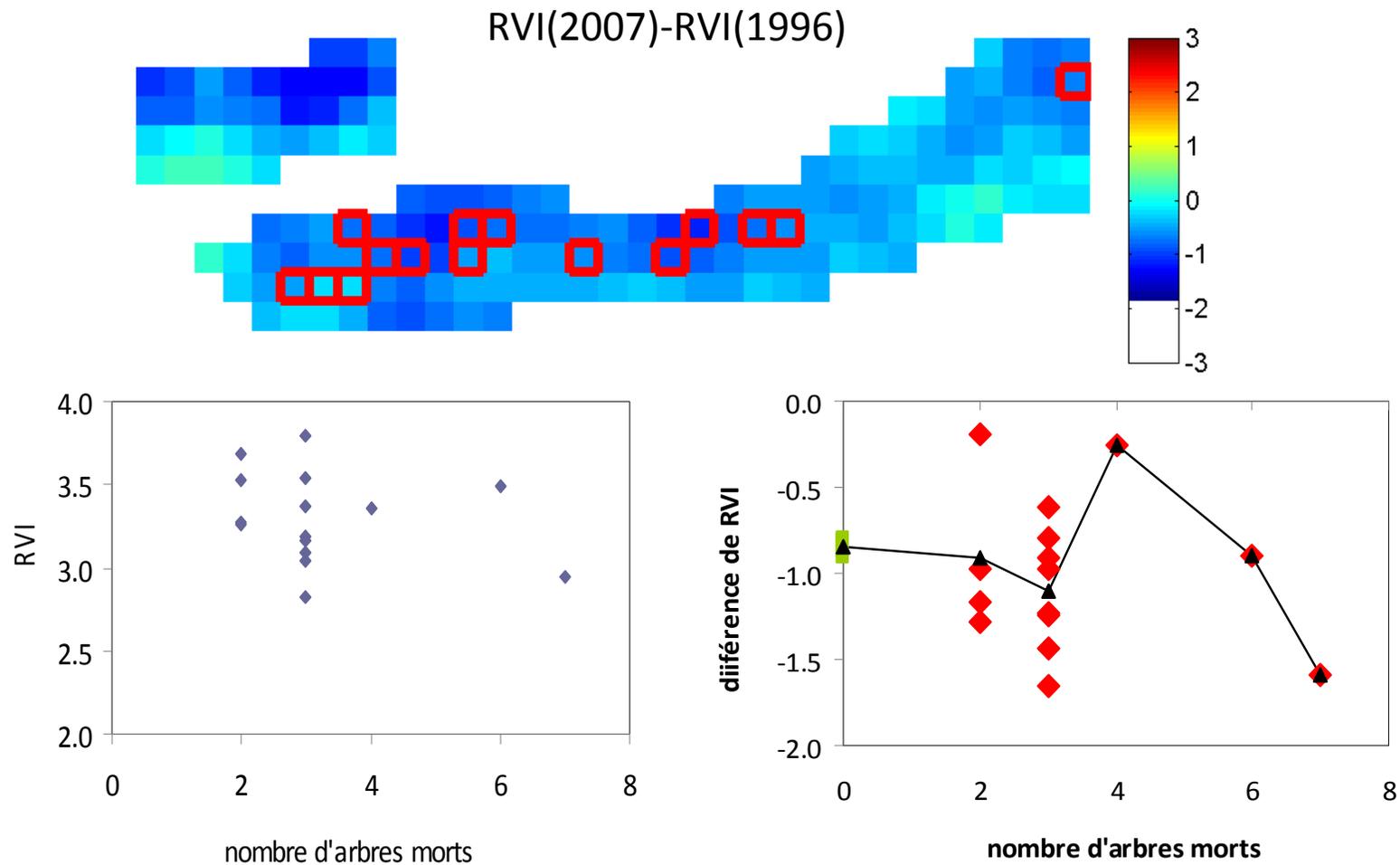
## Comparaison des zones saines et zones dépérissantes



**Effets perturbateurs:**  
-Date d'acquisition  
-Sous-bois (pluviométrie)

**Ecarts peu importants entre zones saines et dépérissantes**

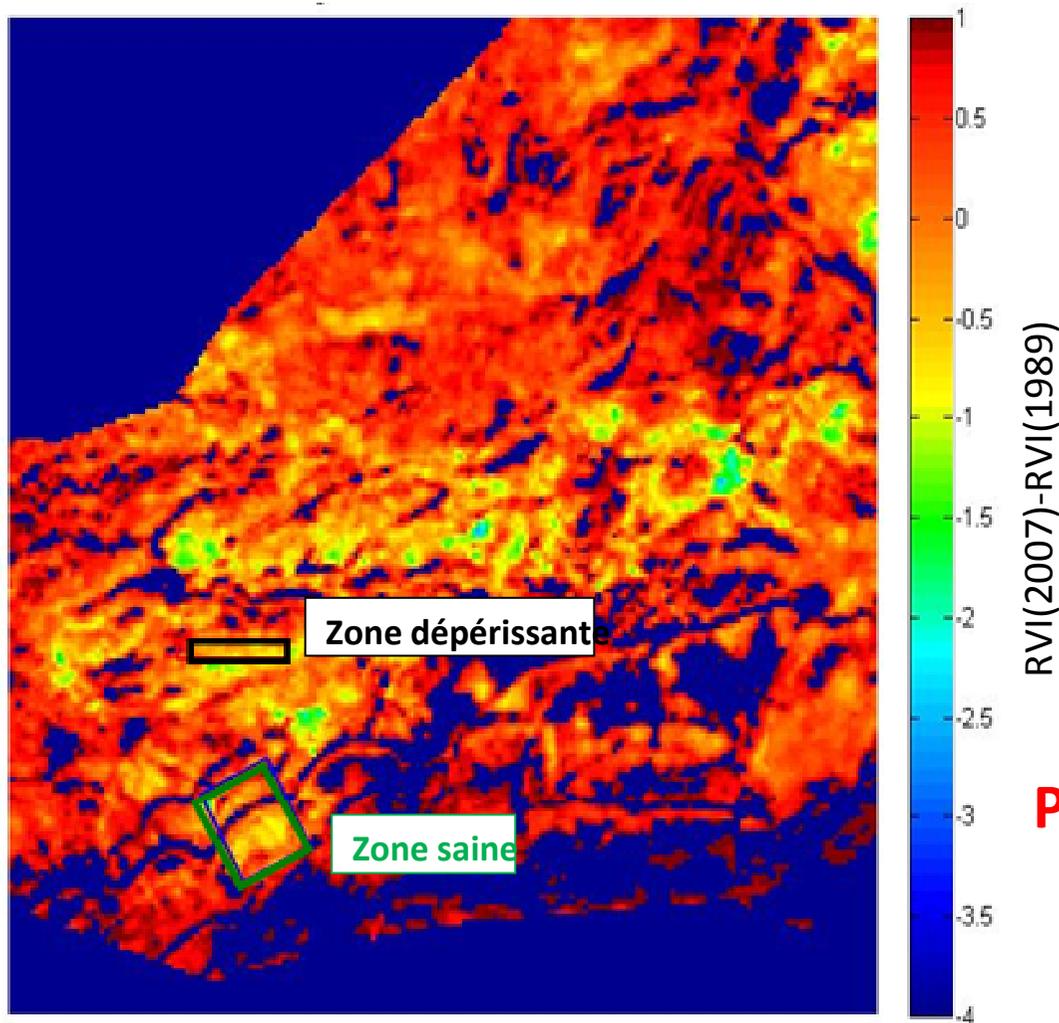
# Résultats: Analyse spatio-temporelle échelle de la placette



**Pas de relation évidente avec le taux de mortalité du pixel!**

# Résultats: analyse spatio-temporelle échelle du massif

Calcul de la différence de RVI  
entre 2 années avec pluviométrie  
semblable:  $RVI(2007) - RVI(1989)$



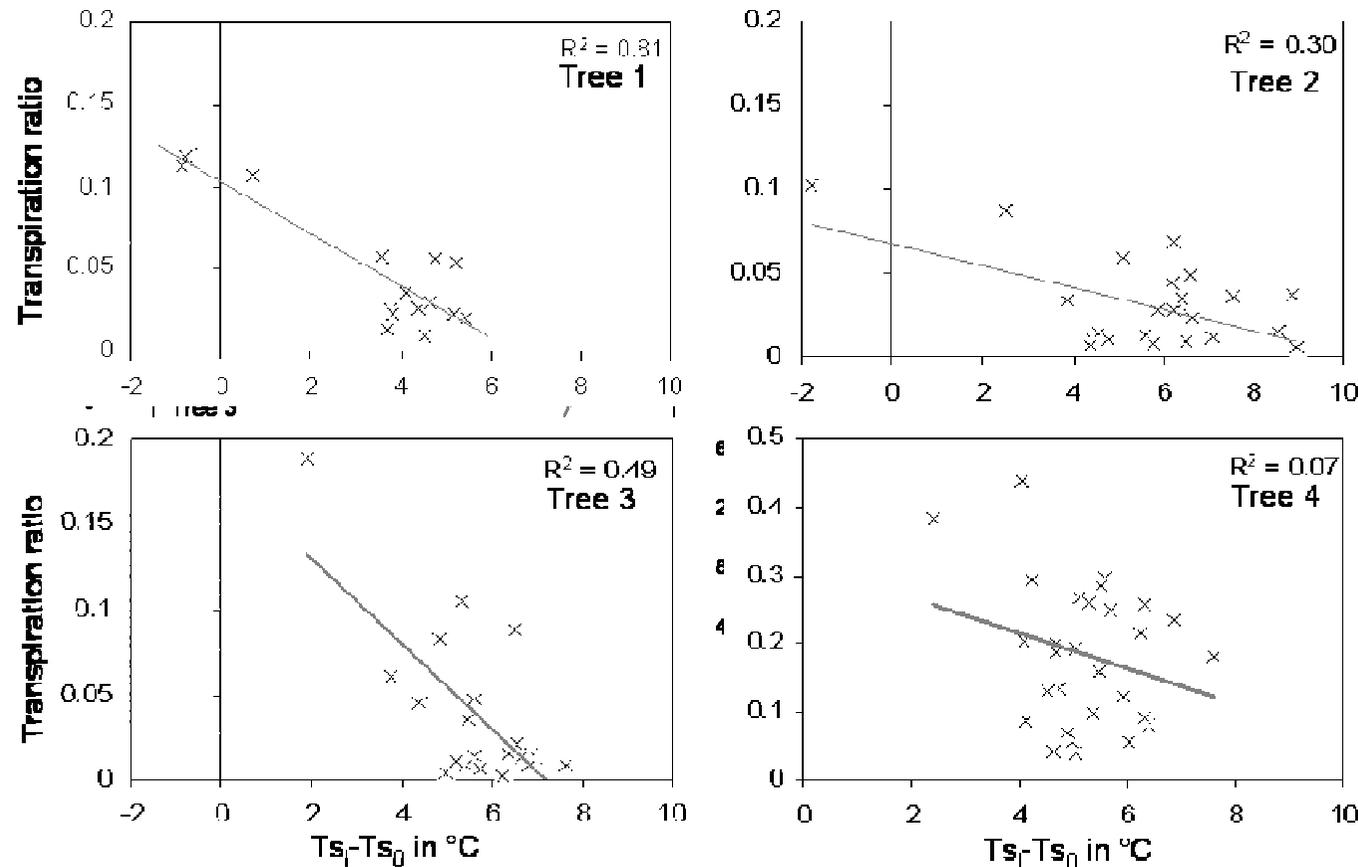
**Pas de relation évidente entre  
la différence de RVI et l'état  
sanitaire**

# CONCLUSION

- ❑ Nombreux traitements nécessaires pour rendre la série temporelle homogène
- ❑ Comparaison à des références saines (spatiales et temporelles)
- ❑ Difficulté d'identifier et quantifier la mortalité aux échelles de la placette et du massif
  - Mortalité 'diffuse' plus difficile à détecter
  - Artefacts liés à
    - la contribution du sous-bois
    - la date d'acquisition
    - Effets directionnels
- ❑ Intérêt potentiel d'exploiter des données acquises à plusieurs dates sur la saison (lissage de certains effets perturbateurs)

# Perspectives: Infra-rouge thermique

## Échelle de l'arbre



Mesure de  $T^{\circ}$  des feuilles (radiothermomètre)

-> Calcul de  $T_{s_0}$ :  $T^{\circ}$  si parfaite alimentation en eau

Mesures de flux de seve

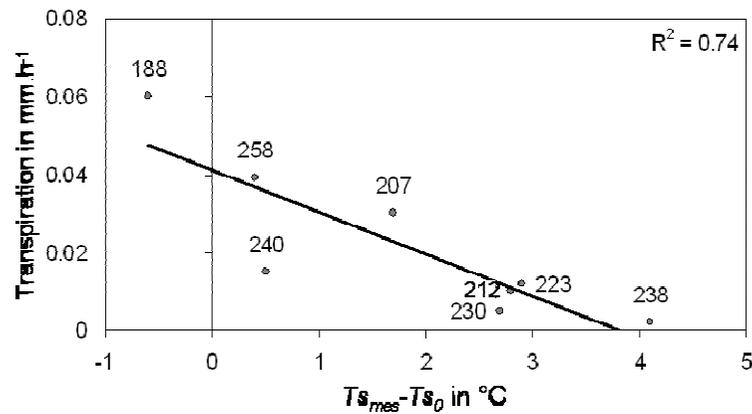
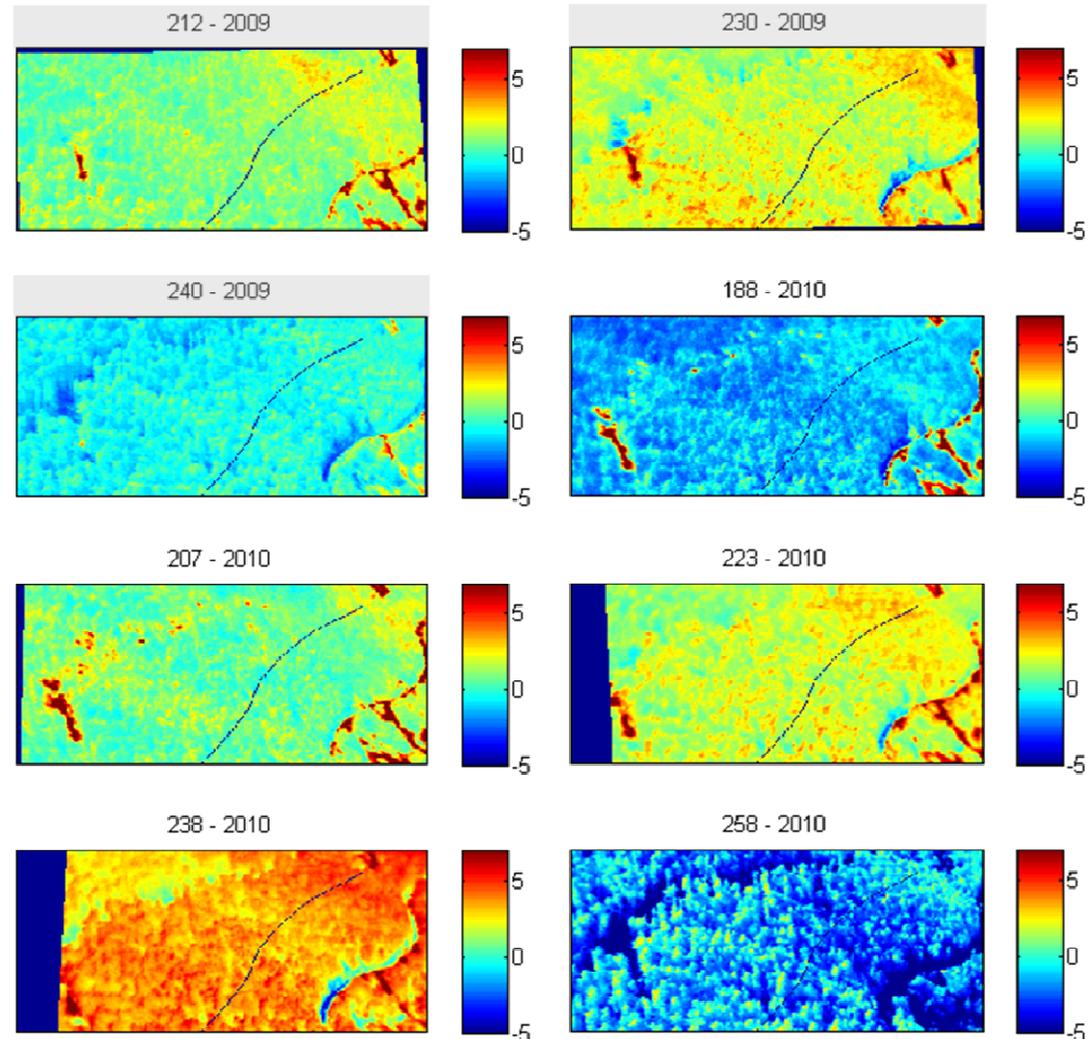
-> transpiration ratio (référence parfaitement alimenté en eau)

# Perspectives: Infra-rouge thermique échelle de la placette

Image Visible



Image IRT

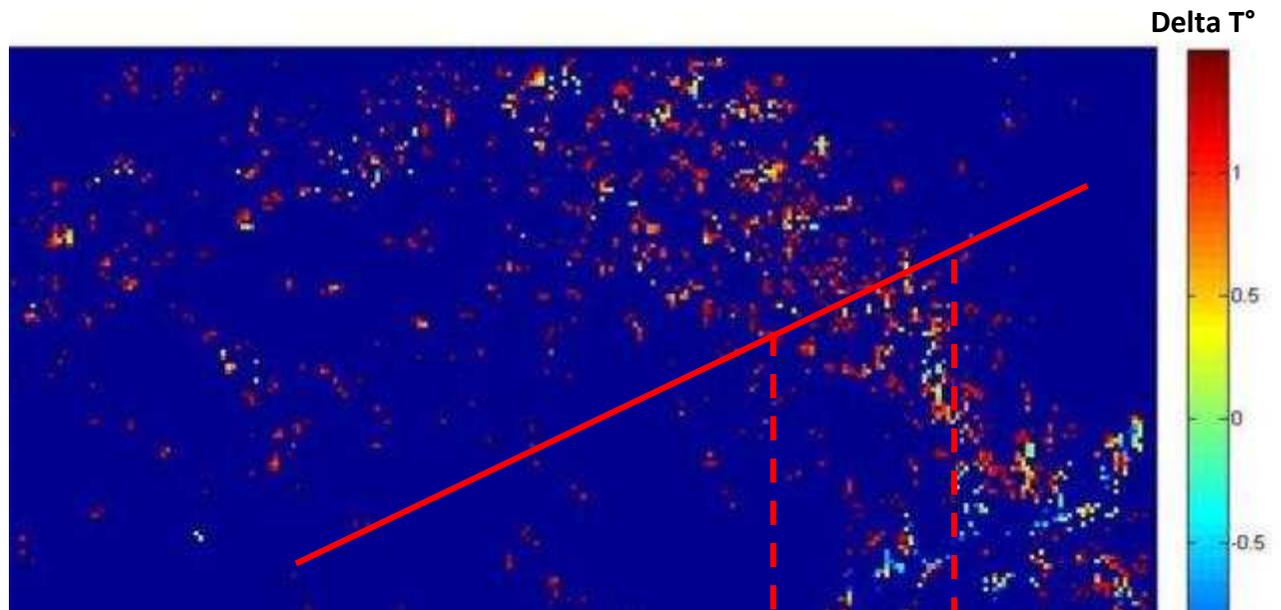


Un peu d'espoir...

**Merci de votre attention**

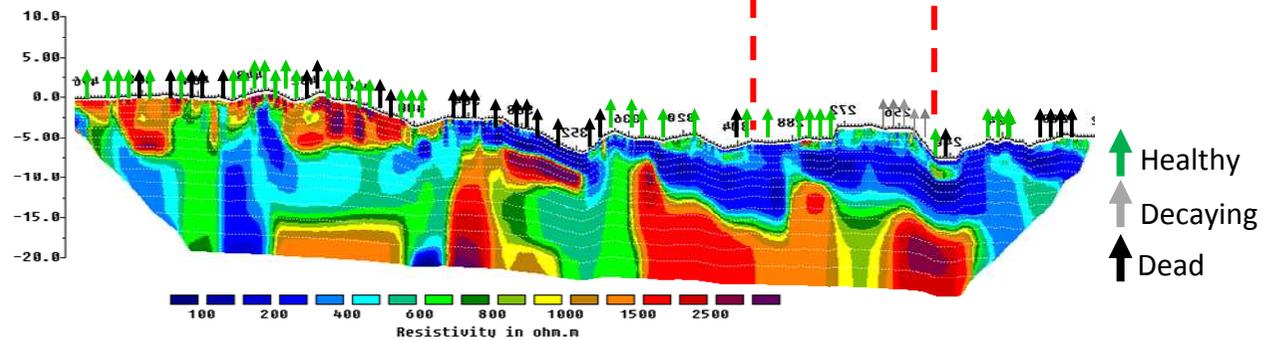
# Perspectives: Infra-rouge thermique échelle du massif

Carte de Différence de  $T^{\circ}$  entre 2 dates. Les zones correspondant aux non sapins sont masquées (bleu foncé)



**Géophysique** (Resist. Elect.):

Compréhension des phénomènes à l'échelle hectométrique



**A suivre ... (MISTIGRI)**

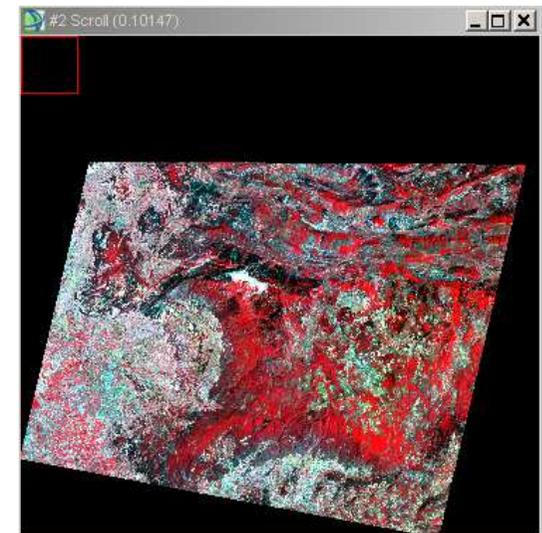
# Ortho-rectification

Projection: Lambert 93

- Correction par MNT (Modèle Numérique de Terrain)
- Correction par GCP (Ground Control Points)

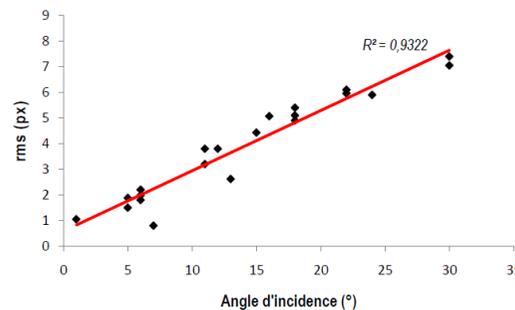
Validation

- écart avec GCP
- écart entre images
- comparaison avec images SPOT-view (4 années)



Date image	31/07/1988	23/06/1989	13/07/1990	17/04/1991	26/06/1991	11/08/1992	28/06/1993	01/07/1994	18/04/1995	05/06/1996	24/09/1997	11/05/1998	03/06/2000	04/01/2001	14/07/2003	25/07/2004	11/04/2005	19/05/2006	19/05/2007	18/06/2008	06/05/2009
RMS (m)	1	4	4	5	6	2	6	3	2	4	5	3	5	5	1	7	7	2	6	2	2
Angle d'incidence (°)	1	15	12	16	24	6	22	13	5	11	18	11	18	18	7	30	30	5	22	6	6
Écarts avec reference (px)	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1

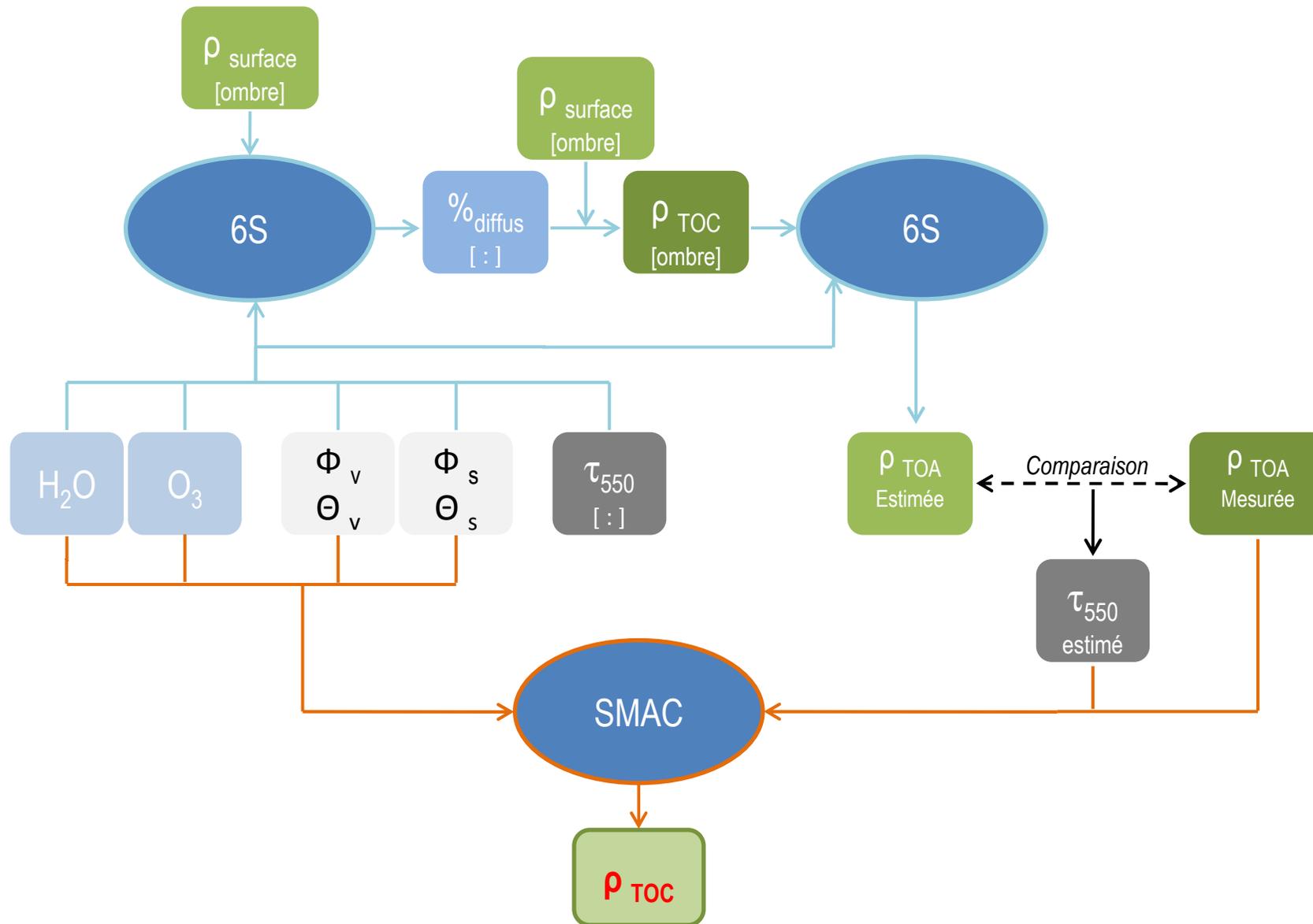
Relation entre RMS et angle d'incidence



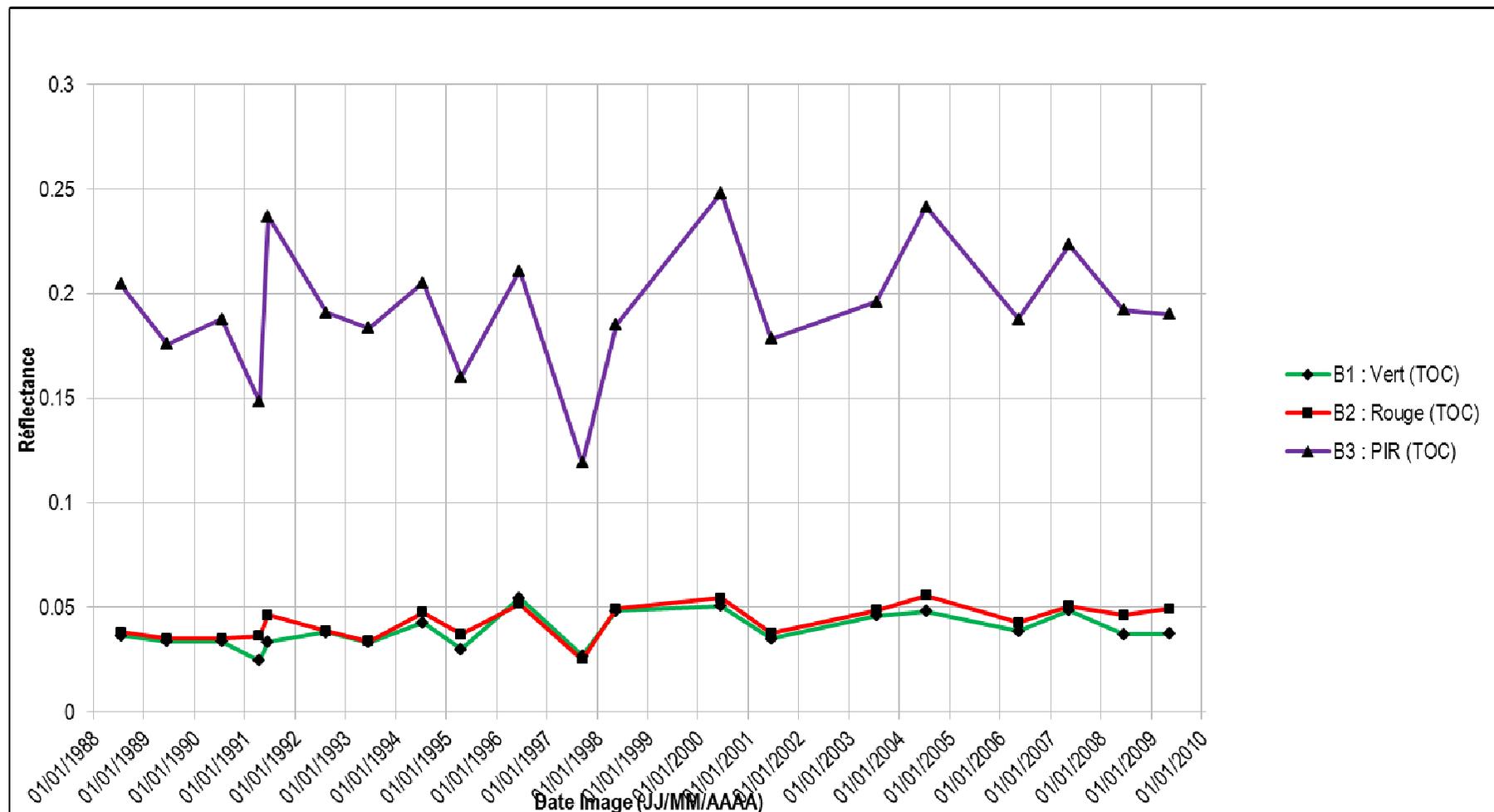
**Bonne précision obtenue (<1px multitemporelle)**



# Correction Atmosphérique



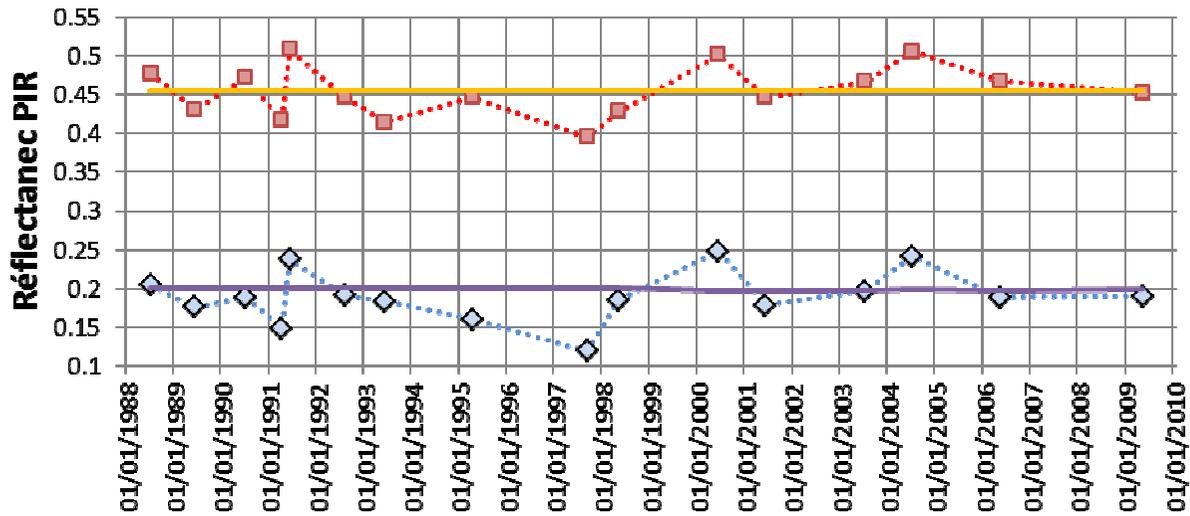
# Correction Atmosphérique



**Amélioration dans le visible. Pas d'amélioration dans le PIR**



# Normalisation



Sommet

Variation liée  
à l'observation:

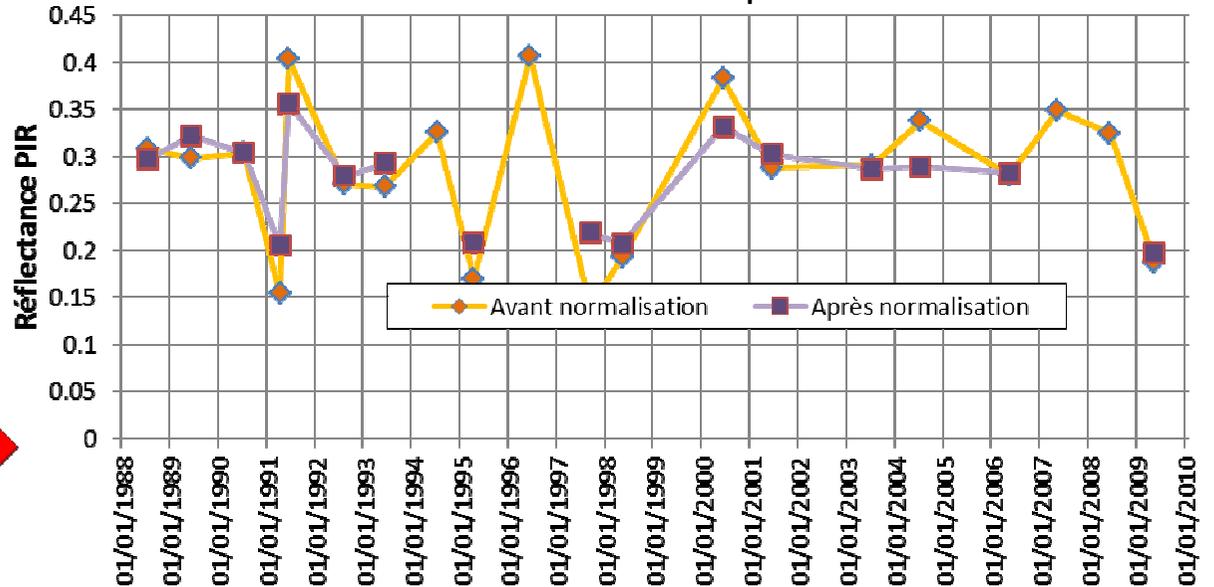
-Capteur  
-visée

Ombre

$$R_{i, \text{norm}} = \frac{(R_{i, \text{TOC}} - R_{i, \text{TOC, Sommet}}) \cdot (R_{\text{Sommet, Moy}} - R_{\text{Ombre, Moy}})}{(R_{\text{Sommet, Moy}} - R_{\text{Ombre, Moy}})} + R_{\text{Ombre, Moy}}$$

- $R_{i, \text{norm}}$  réflectance TOC normalisée de l'image i ;
- $R_{i, \text{TOC}}$  réflectance TOC avant normalisation de l'image i ;
- $R_{i, \text{TOC, Sommet}}$  réflectance TOC du sommet pour l'image i ;
- $R_{\text{Sommet, Moy}}$  réflectance TOC des zones d'ombre pour l'image i ;
- $R_{\text{Ombre, Moy}}$  réflectance moyenne du sommet;
- $R_{\text{Ombre, Moy}}$  réflectance moyenne des zones d'ombre ;

Sapins en bonne santé



**Amélioration de la  
stabilité, mais pertes  
d'années (avec nuages  
au sommet)**

