

Apport des données Sentinel-1 pour le suivi des variations saisonnnières de la végétation

P.-L. Frison, S. Kmiha, B. Fruneau, K. Soudani, E. Dufrêne, T. Koleck,
L. Villard, M. Lepage, J.-F. Dejoux, J.-P. Rudant, Th. Le Toan

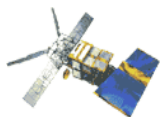
Champs sur Marne, le 31 mai 2017

Capteurs satellitaires radar

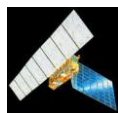
COPERNICUS



RADARSAT
RSO
Bande C



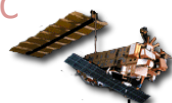
ERS2
RSO
Diffusiomètre
Bande C



JERS
RSO
Bande L



Quikscat
Diffusiomètre
Bande Ku



ENVISAT
RSO
Bande C

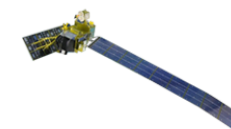


METOP
Diffusiomètre
Bande C

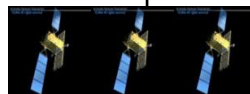
RADARSAT2
RSO
Bande C



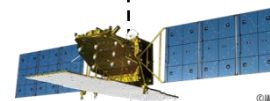
TerraSAR X
RSO
Bande X



ALOS
RSO
Bande L



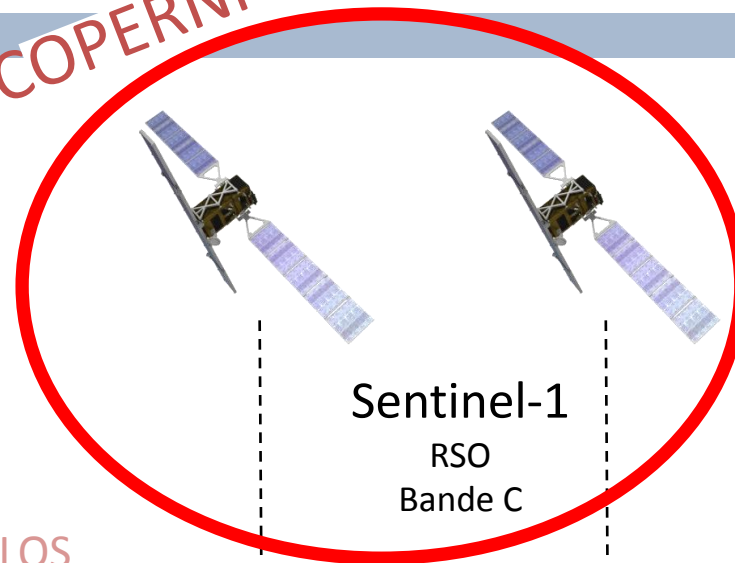
COSMO-SkyMed
RSO
Bande X



ALOS 2
RSO
Bande L



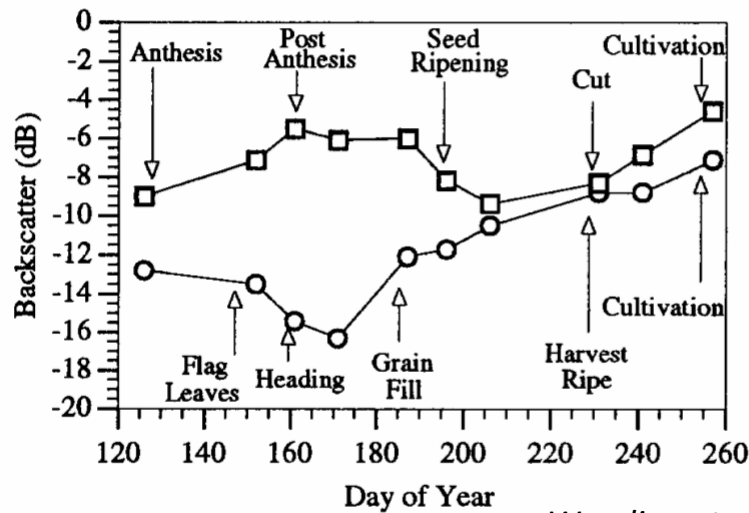
Tandem X
RSO
Bande X



1991 1992 1995 1999 2002 2006 2007 2010 2014 2016

SAR ERS (rés. spat. 20 m - rés. temp. 35 jours)

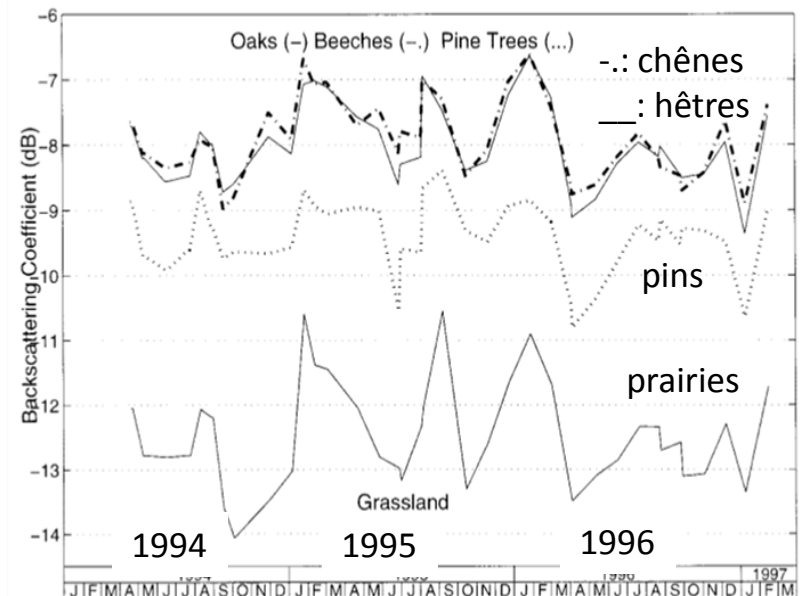
Suivi des cultures



o: Blé d'hiver
□: Colza

Wooding et al., 1993

Suivi des forêts tempérées



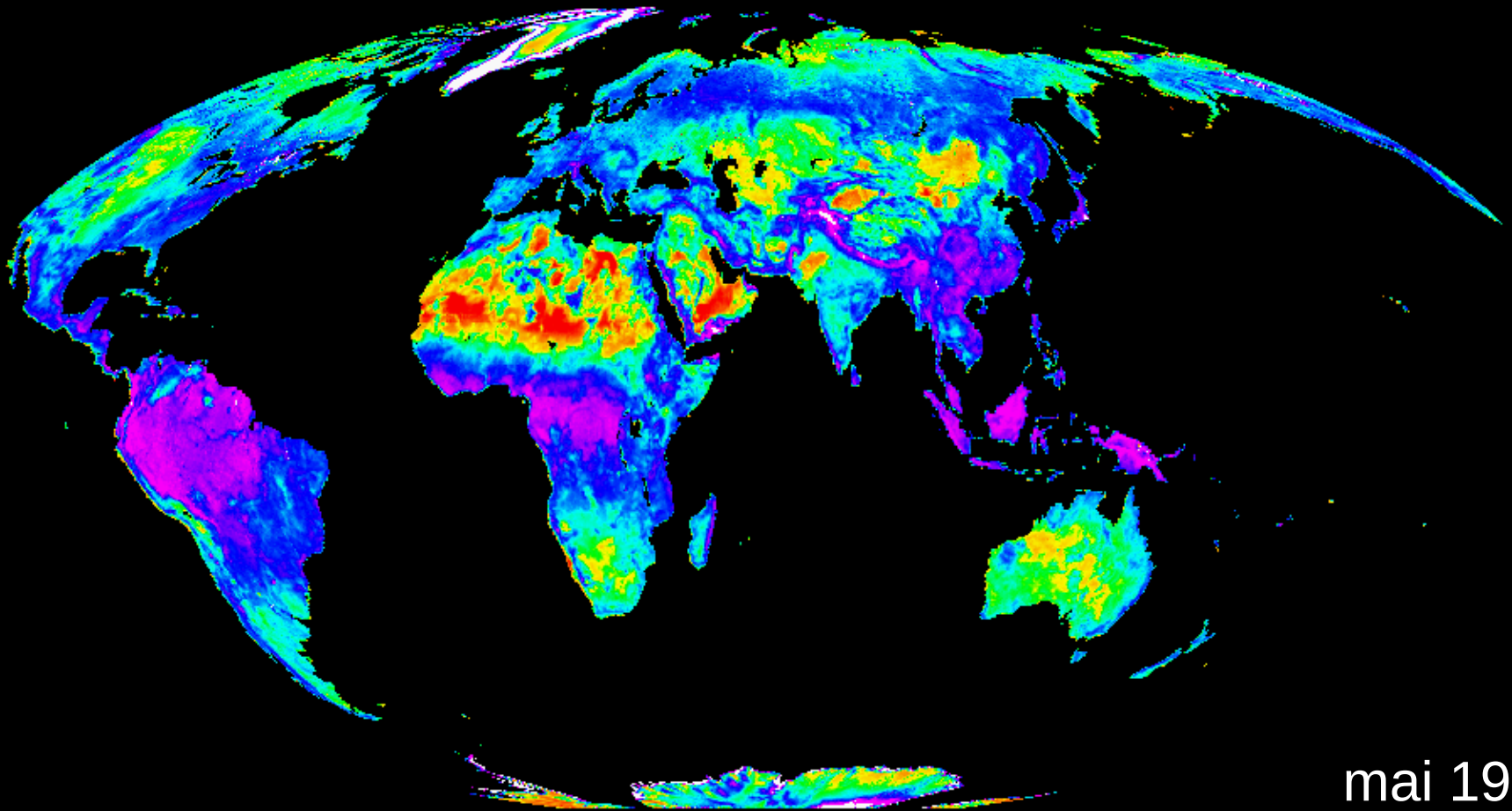
Jour de l'année

Proisy et al., 1999

Diffusiomètre ERS

(rés. spat. 50 km - rés. temp. 5 jours)

image globale du coefficient de rétrodiffusion incidence: 40°



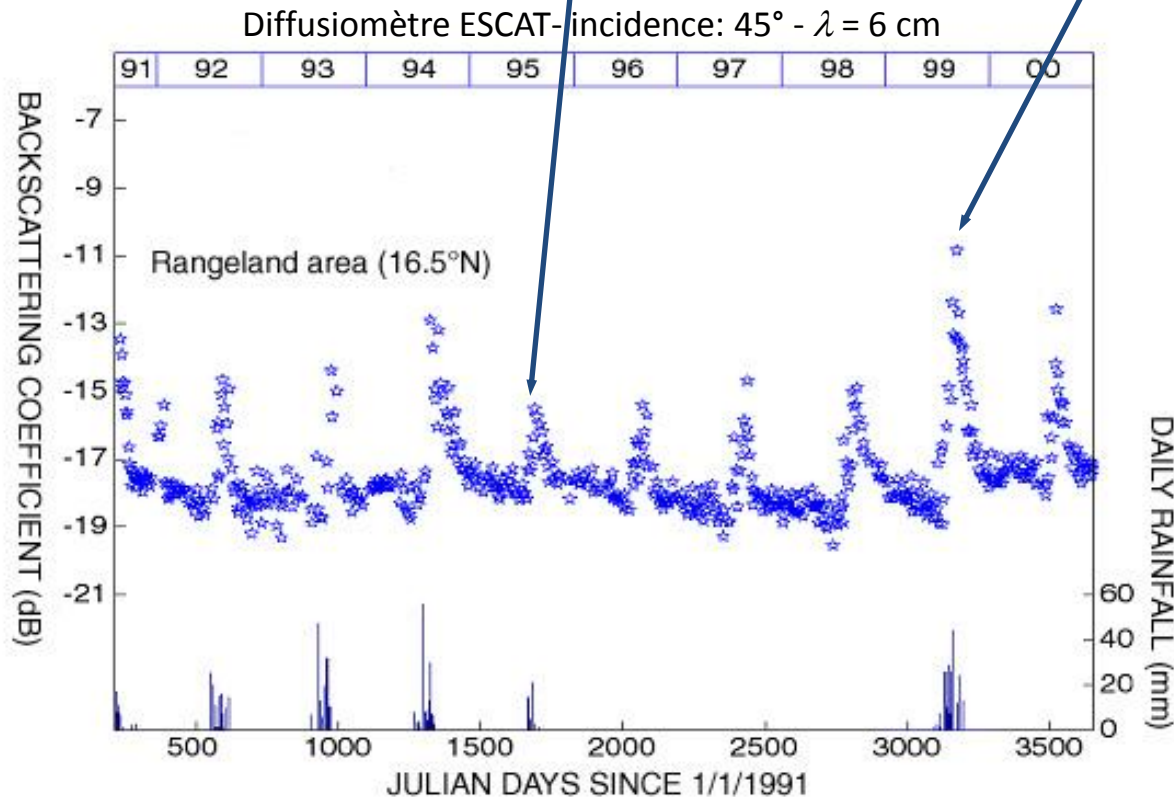
Diffusiomètre ERS (rés. spat. 50 km - rés. temp. 5 jours)

Suivi temporel sur grandes régions homogènes (steppes sahéliennes)

Année sèche



Année humide



*Forte variabilité interannuelle
de l'amplitude du signal
==> liée à production biomasse
(herbacées annuelles)*

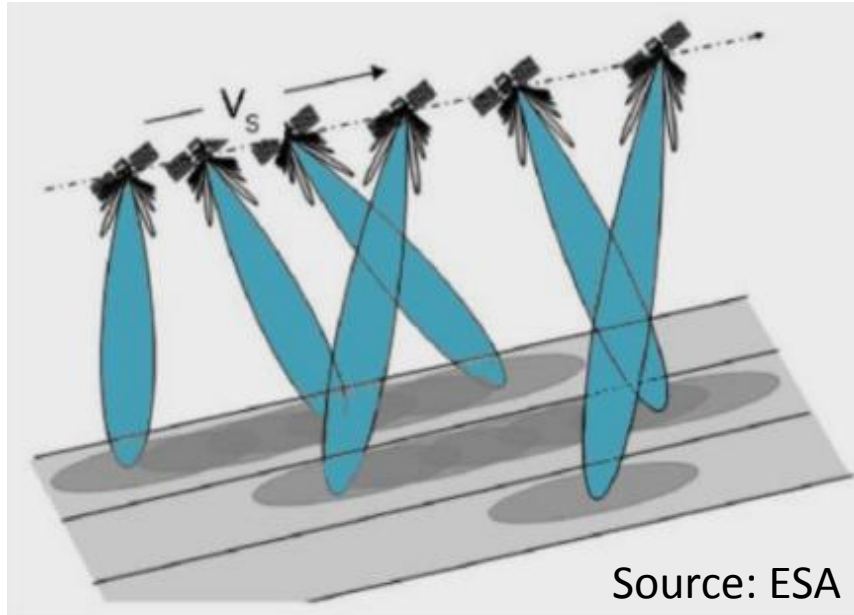
SAR

SENTINEL-1

Diffusiomètres

Période d'acquisitions: **12 jours** (S1-A) – **6 jours** (S1-A+B)

Mode générique sur les terres émergées: **Interferometric Wide (IW)**



2 Polarisations: **VV–VH**

Fauchée: 250 km (3 sous-fauchée)

Produits GRD:

Résolution spatiale: **20 m**

Pixel: 10 m

Produits SLC

Résolution spatiale: 3 x 20 m

Pixel: 2 x 14 m (rge x az.)

Suivi temporel variations saisonnières des surfaces terrestres

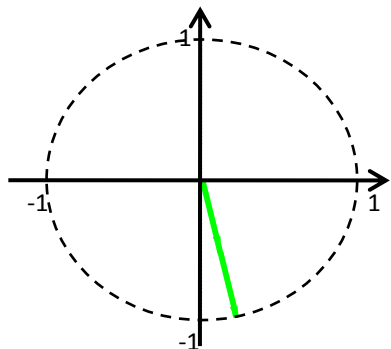
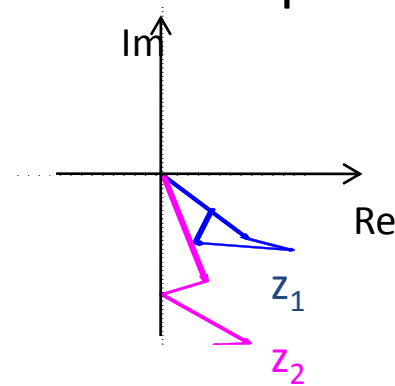
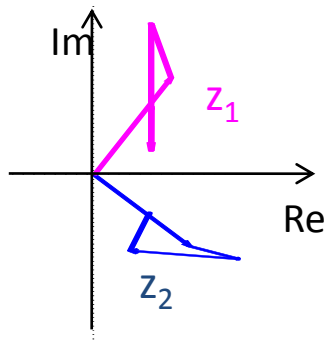
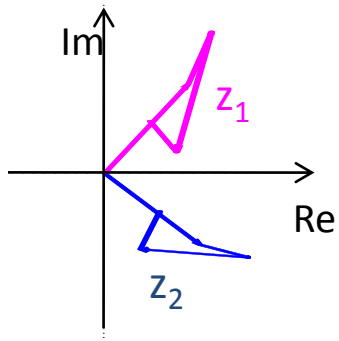
Coefficient radar de rétrodiffusion σ^0

Cohérence interférométrique $|\rho|$

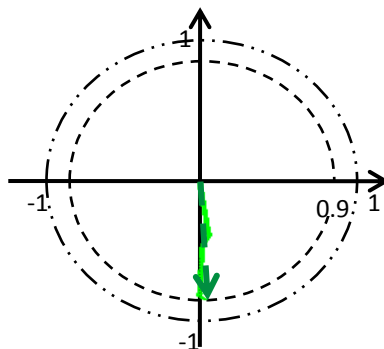
Cohérence

$$|\rho| = \frac{|\langle z_1 z_2^* \rangle|}{\sqrt{\langle |z_1|^2 \rangle \langle |z_2|^2 \rangle}}$$

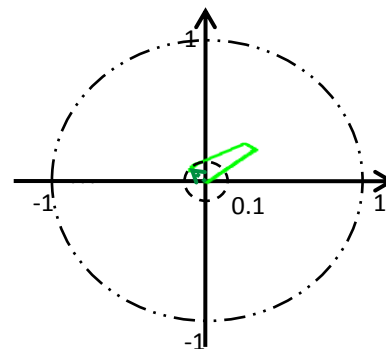
Données radar complexes: ==> stabilité géométrique des pixels entre
2 acquisitions (6 ou 12 jours)



$$|\rho| = 1$$



$$|\rho| = 0.9$$

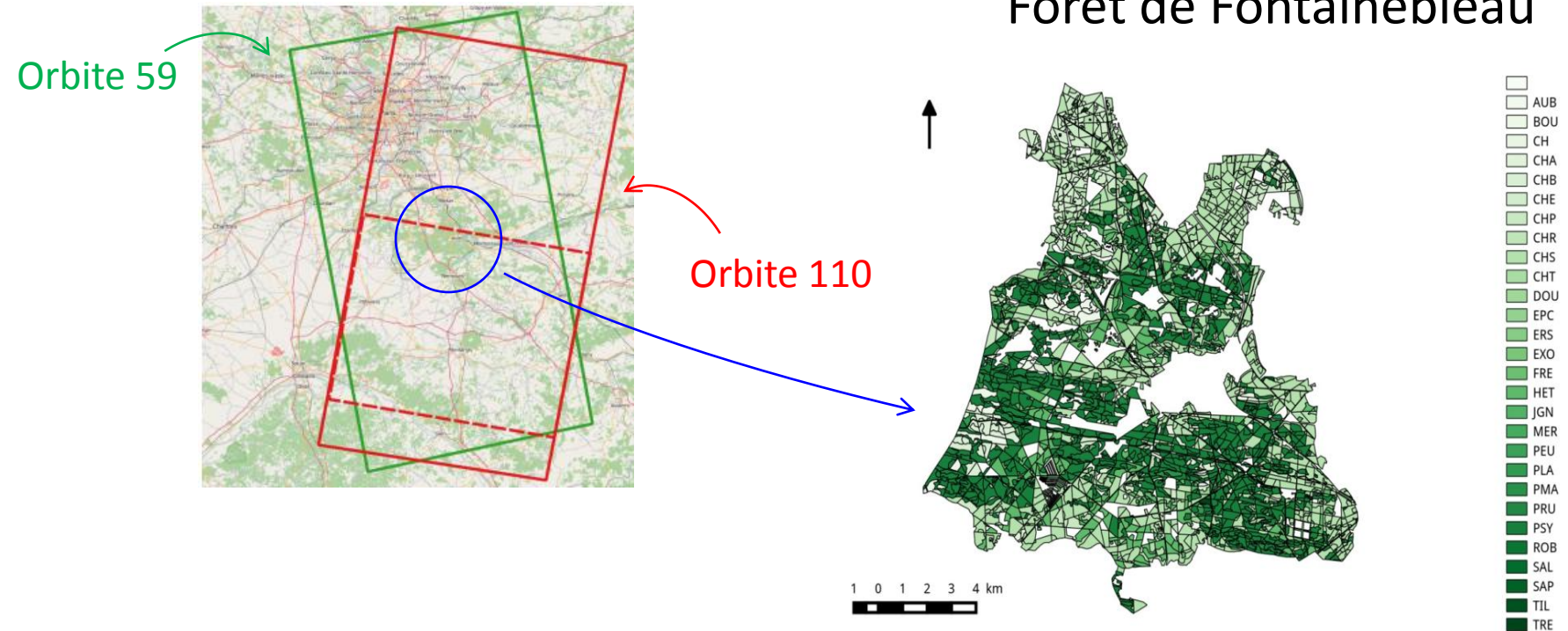


$$|\rho| = 0.1$$

stades phénologiques végétation?

Acquisitions en Ile de France

Forêt de Fontainebleau

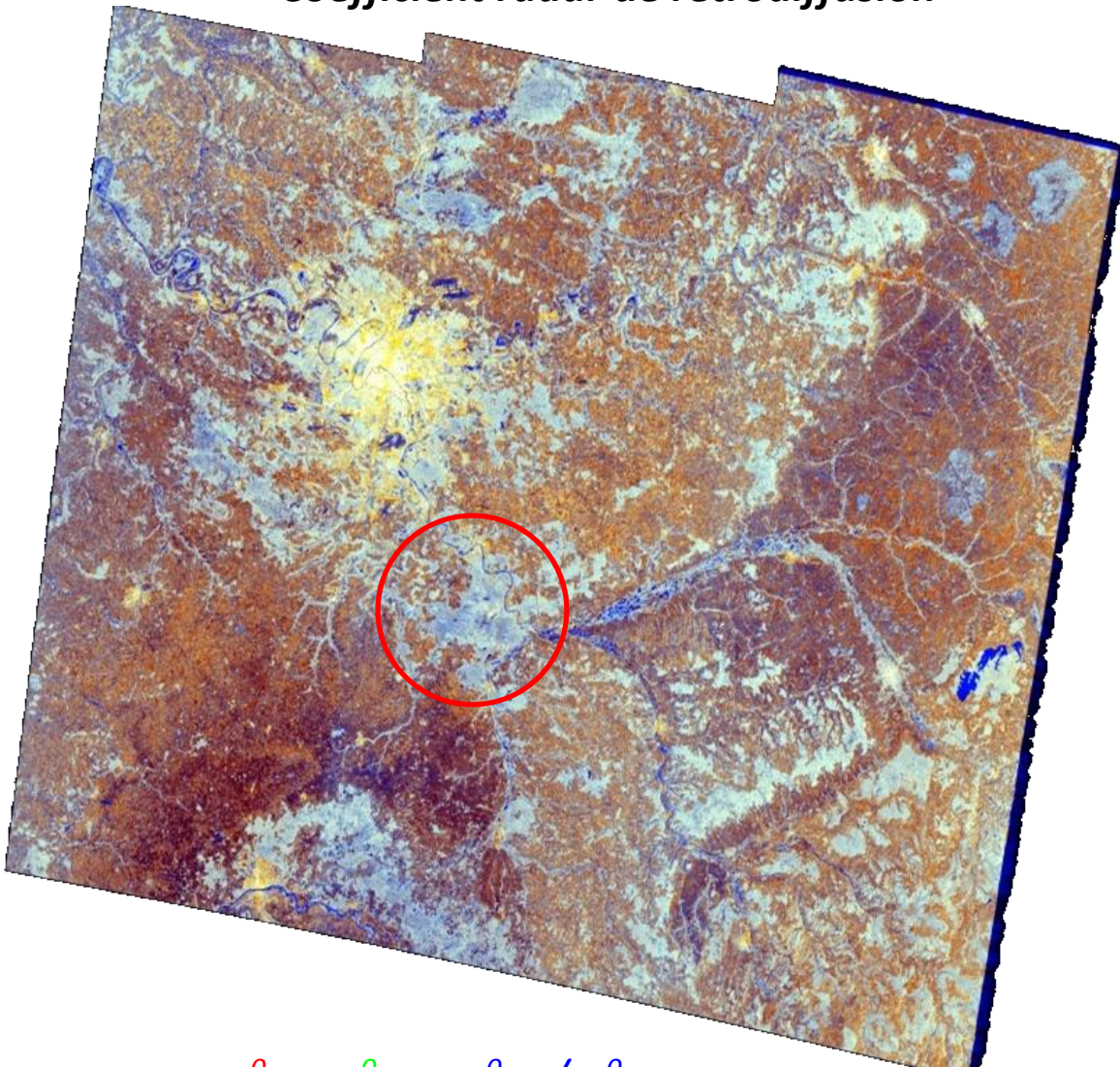


Gérée par l'ONF, Parcelles chênes, hêtres, pins
Coll. ESE / Paris Sud

*Télédétection + modèles fonctionnement:
==> mieux comprendre fonctionnement + interaction avec climat et aléas*

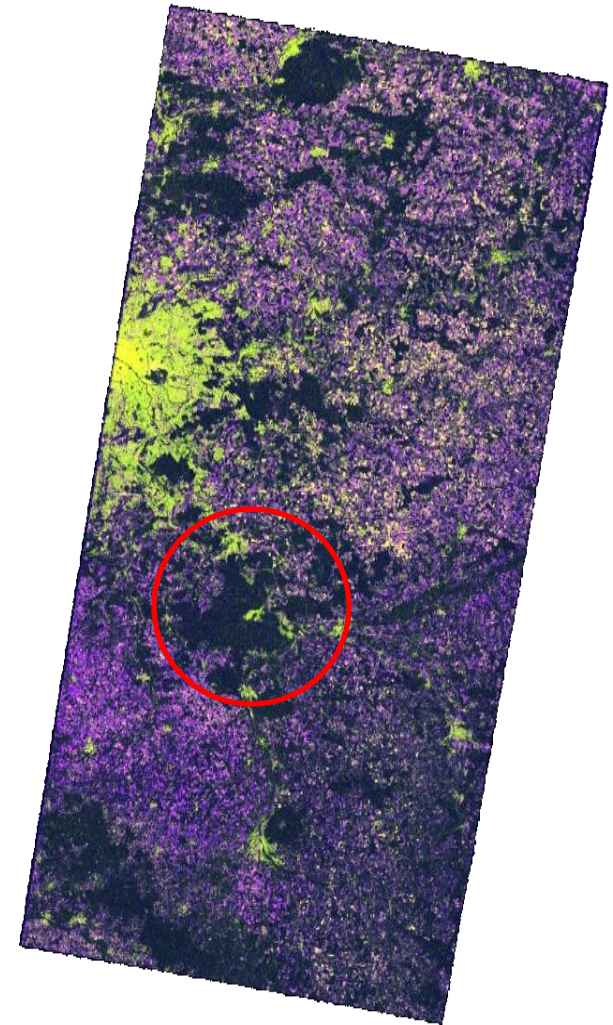
Acquisition IW du 18 mars 2015

Coefficient radar de rétrodiffusion



$$\sigma_{VV}^0 - \sigma_{VH}^0 - \sigma_{VH}^0 / \sigma_{VV}^0$$

cohérence

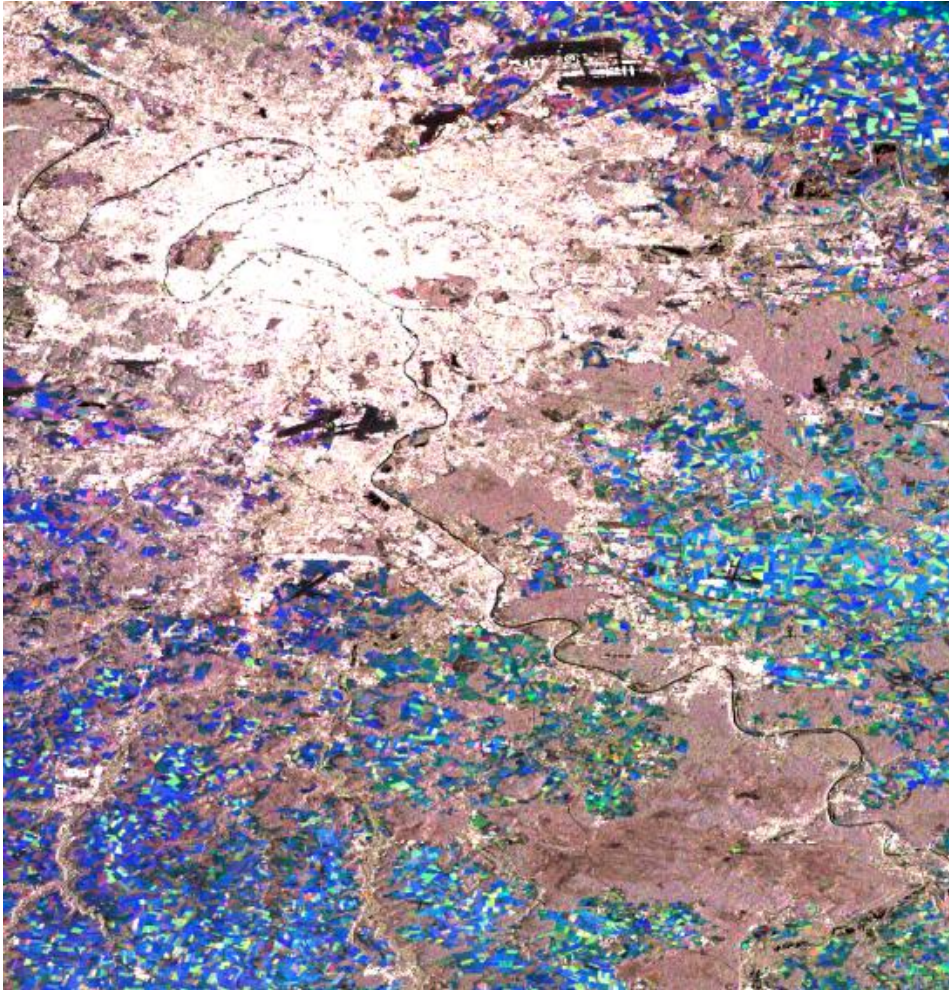


$$|\rho_{VV}| - |\rho_{VH}| - |\rho_{VV}| / |\rho_{VH}|$$

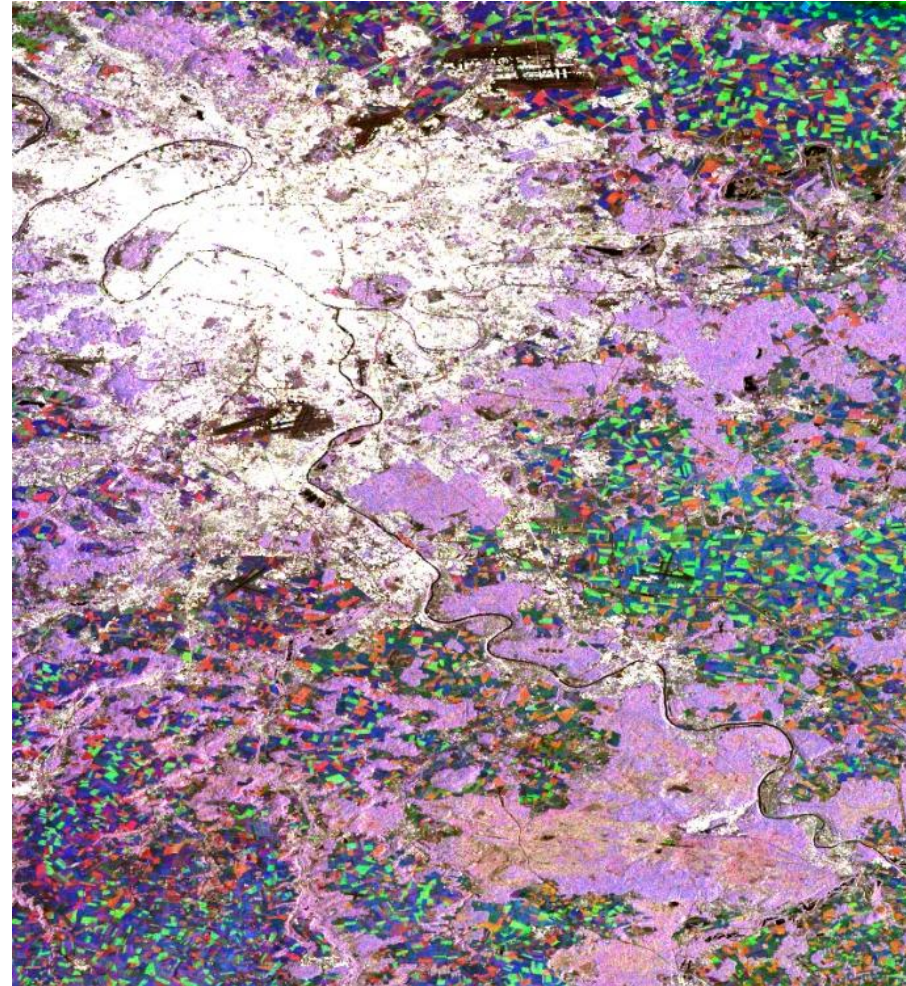
Composition colorée de σ^0

5 mai - 2 septembre - 19 décembre 2015

*Polarisation **VV***



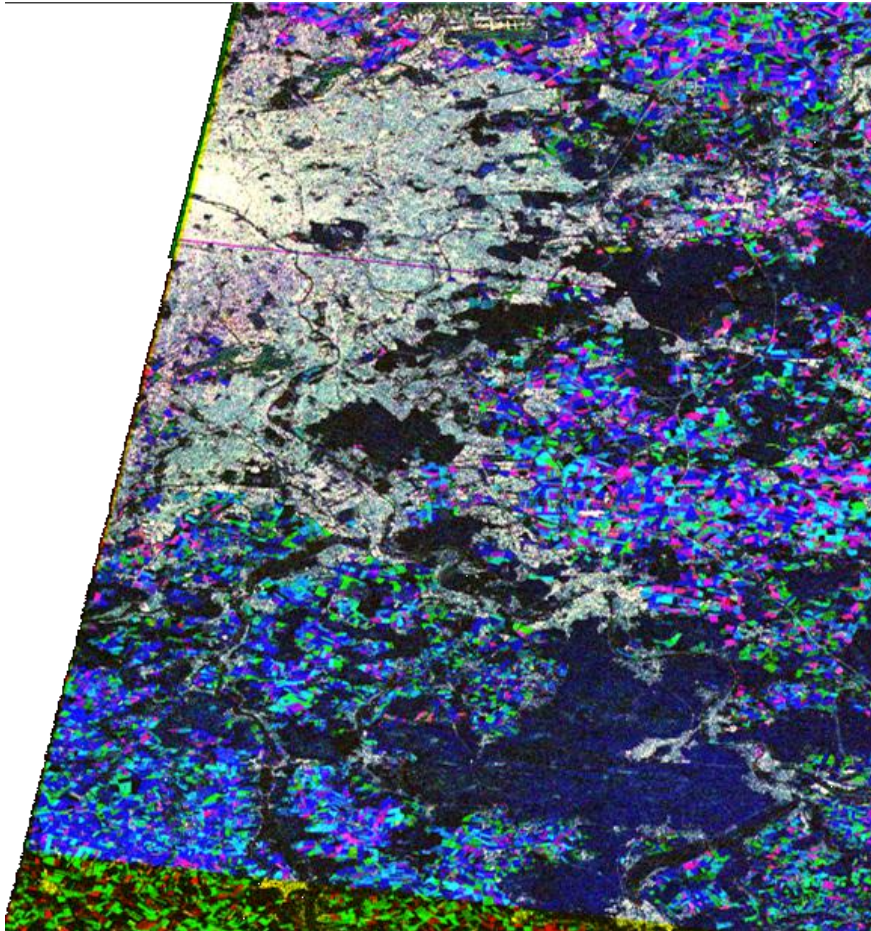
*Polarisation **VH***



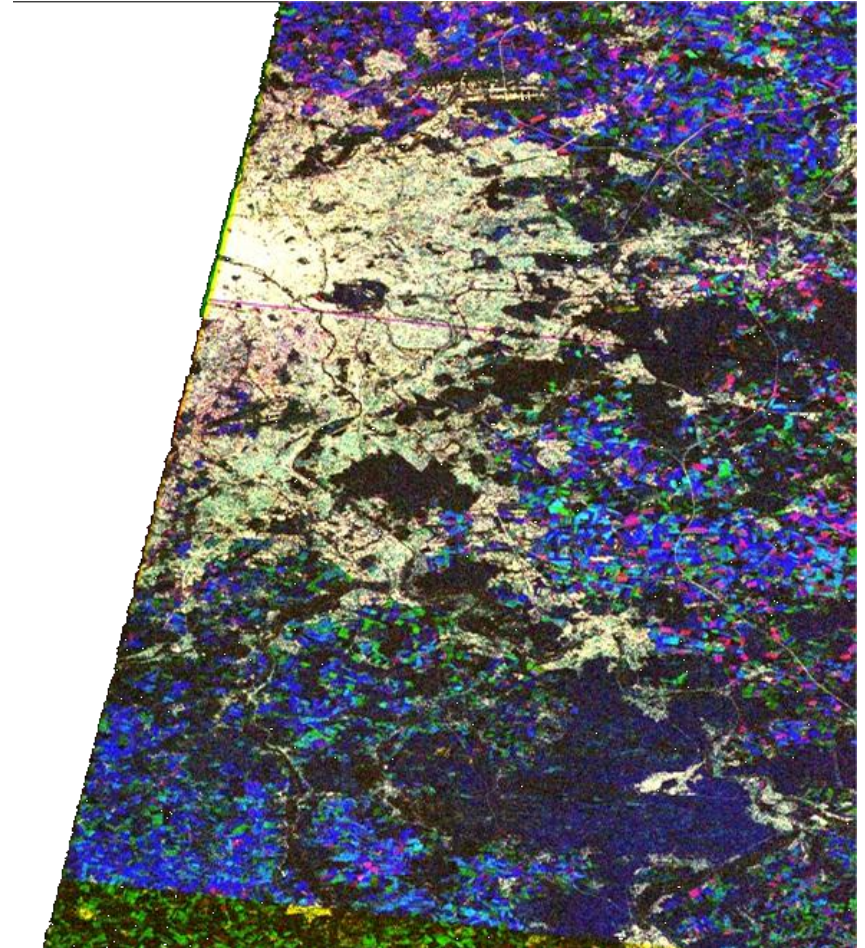
Composition colorée de $|\rho|$

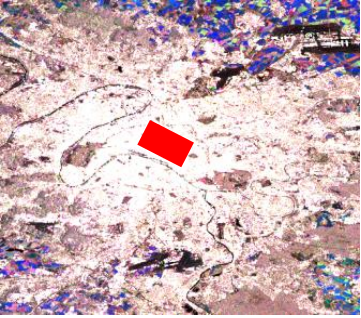
5 - 17 mai - 2 - 14 septembre – 19 - 31 décembre 2015

*Polarisation **VV***



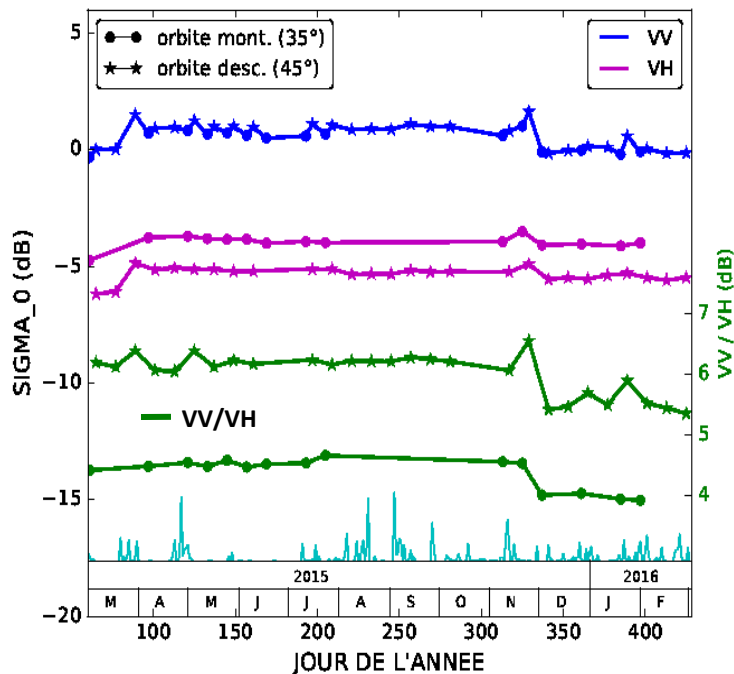
*Polarisation **VH***





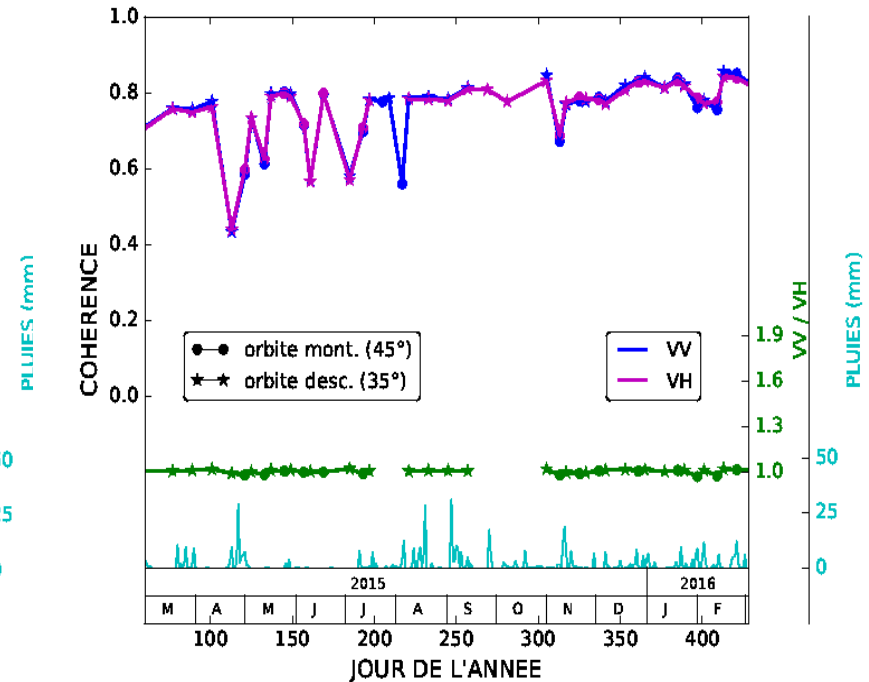
Zone urbaine (Paris)

Coeff. radar



- Élevé et constant (avril – novembre)
- $\sigma_{VV}^0 \neq \sigma_{VH}^0$
- Variations liées incidence

cohérence

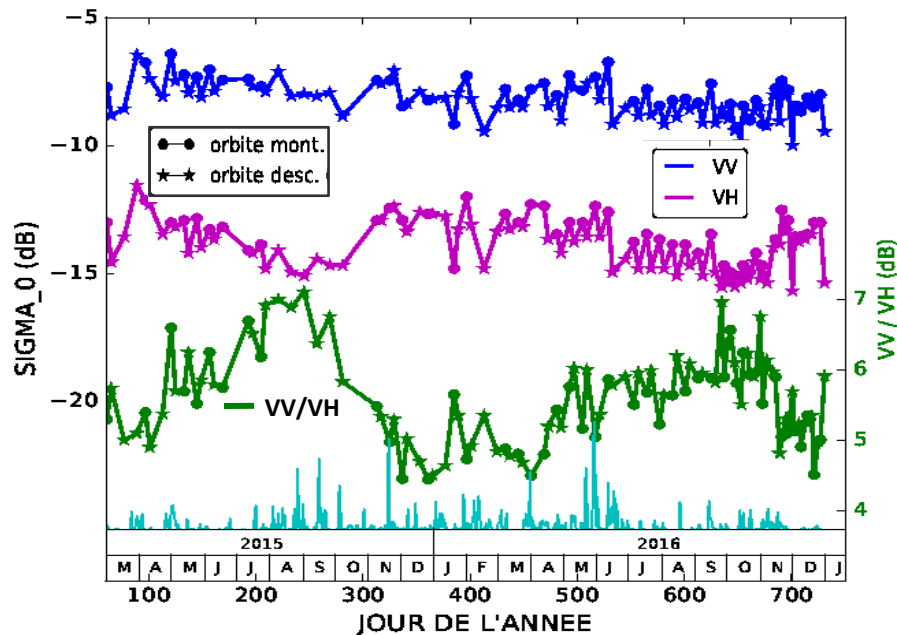


- Fortes valeurs et chutes occasionnelles
- $|\rho_{VV}|$ et $|\rho_{VH}|$ identiques
- Insensible $\neq$ incidence

Faible corrélation avec précipitations

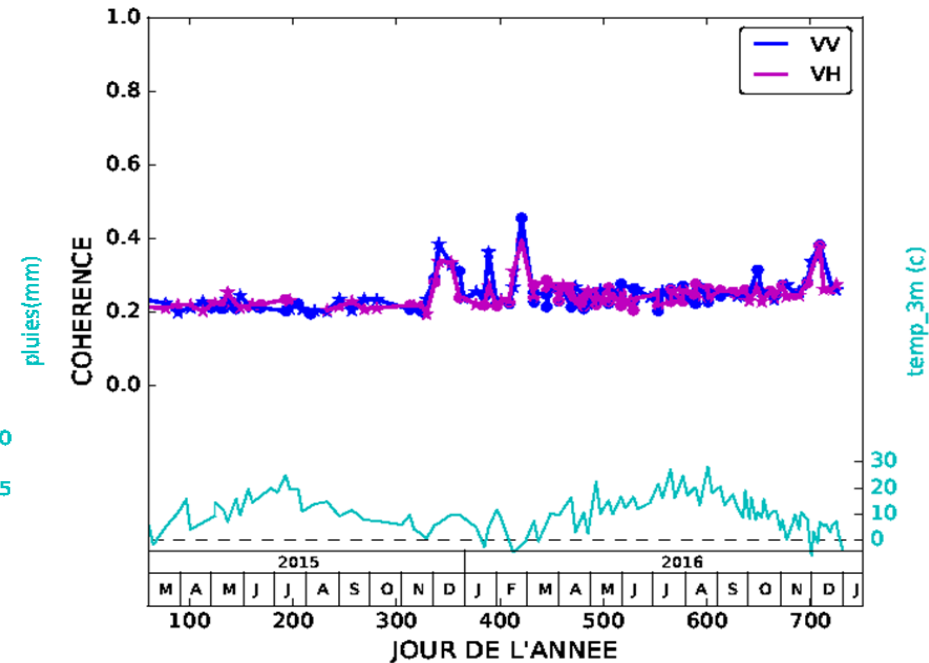
Forêt de Fontainebleau

Coeff. radar



- pas de cycle saisonnier σ_{VV}^0
- cycle saisonnier $\sigma_{VH}^0 \Rightarrow \sigma_{VV}^0 / \sigma_{VH}^0$

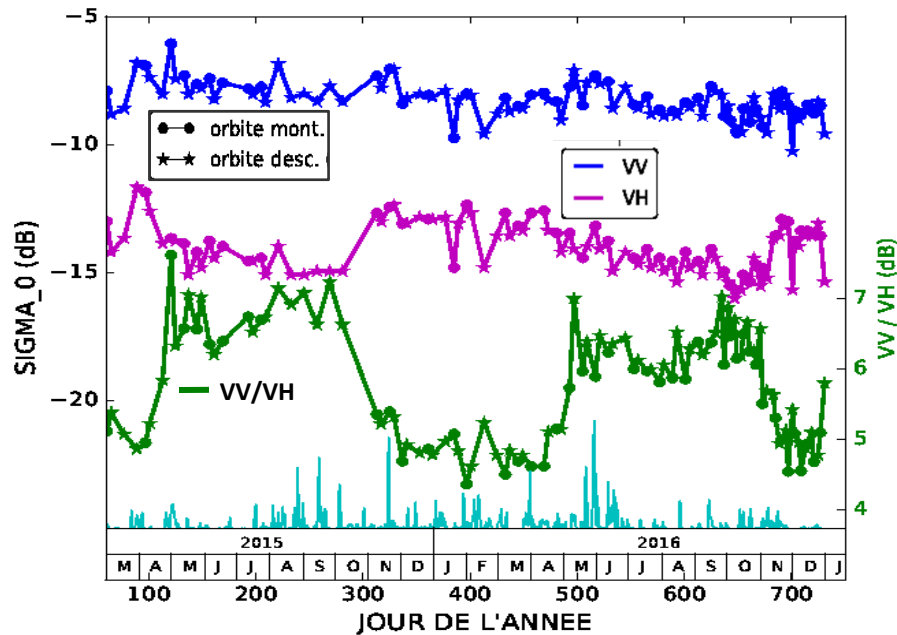
cohérence



- signal faible et constant (mars-nov.)
- $|\rho_{VV}|$ et $|\rho_{VH}|$ identiques
- plus forte pour températures faibles (?)

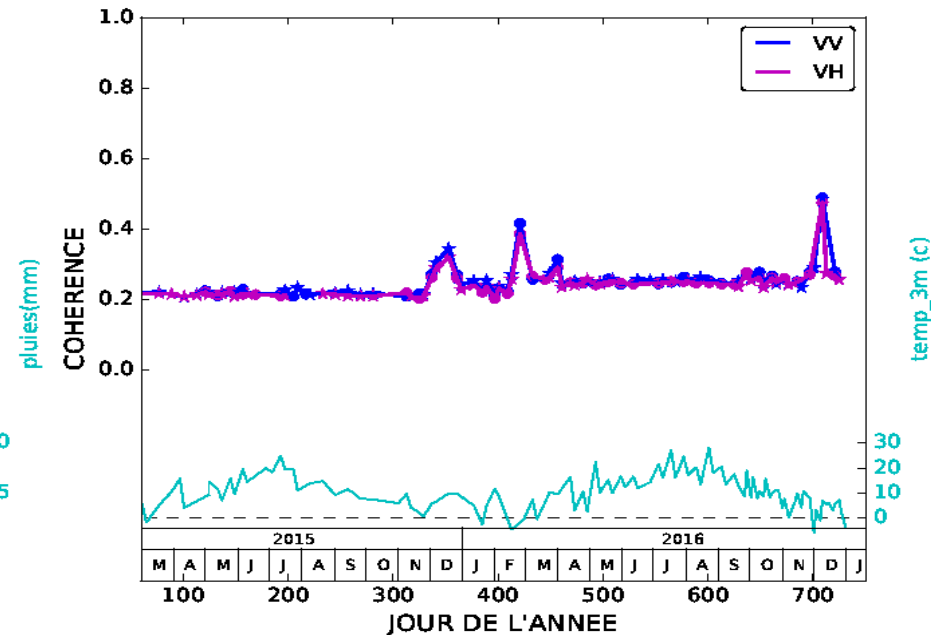
Parcelle de chênes

Coeff. radar



- pas de cycle saisonnier σ_{VV}^0
- cycle saisonnier $\sigma_{VH}^0 \Rightarrow \sigma_{VV}^0 / \sigma_{VH}^0$

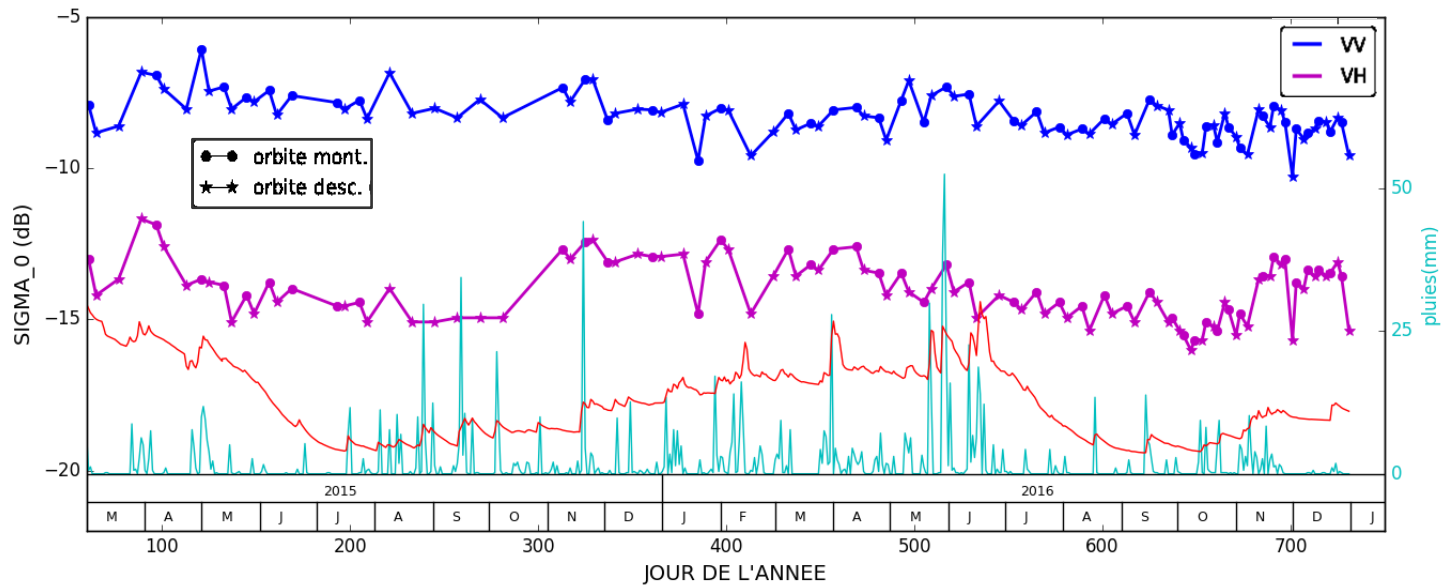
cohérence



- signal faible et constant (mars-nov.)
- $|\rho_{VV}|$ et $|\rho_{VH}|$ identiques
- plus forte pour températures faibles (?)

Parcelle de chênes

Coeff. radar



- pas de cycle saisonnier σ_{VV}^0

- cycle saisonnier $\sigma_{VH}^0 \Rightarrow \sigma_{VV}^0 / \sigma_{VH}^0$

👉 *Peu de corrélation avec pluies*

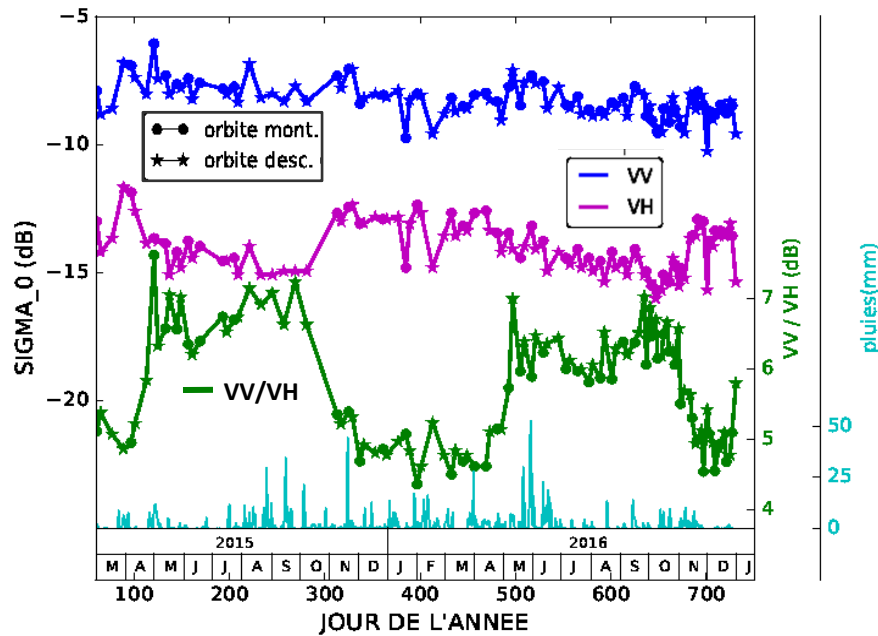
- signal faible et constant (mars-nov.)

- $|\rho_{VV}|$ et $|\rho_{VH}|$ identiques

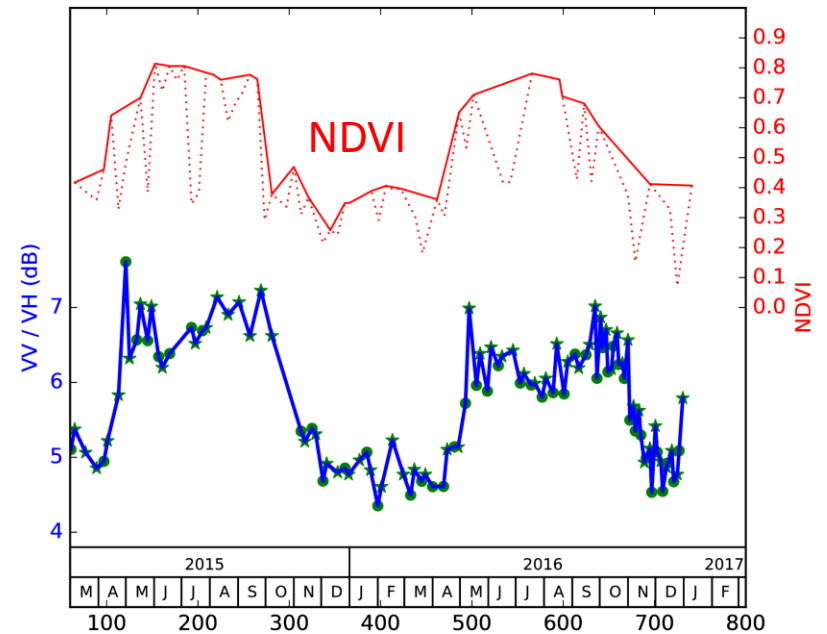
- plus forte pour températures faibles (?)

Parcelle de chênes

Coeff. radar



$\sigma_{VV}^0 / \sigma_{VH}^0$

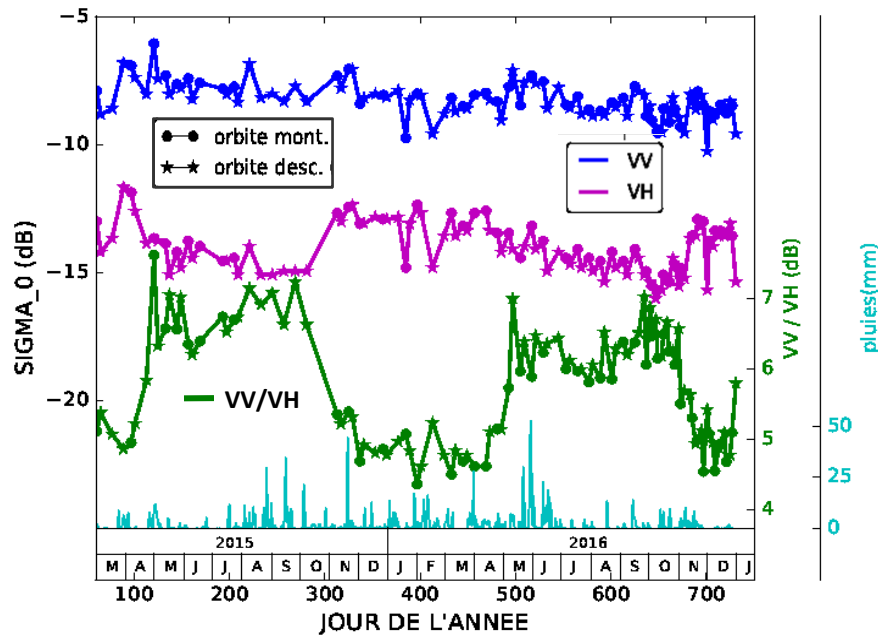


$\sigma_{VV}^0 / \sigma_{VH}^0$ et **NDVI** en phases

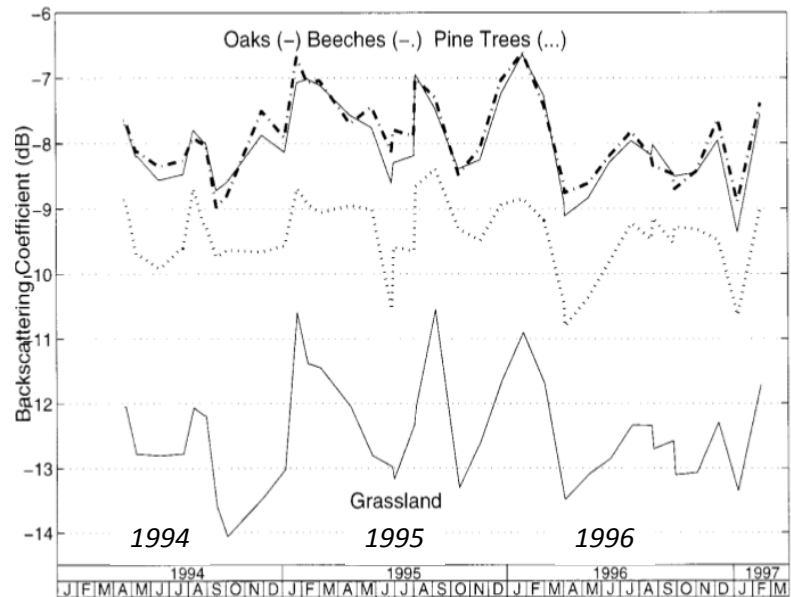
☞ bande C sensible à **activité foliaire**

Parcelle de chênes

Coeff. radar



Profils ERS (VV)

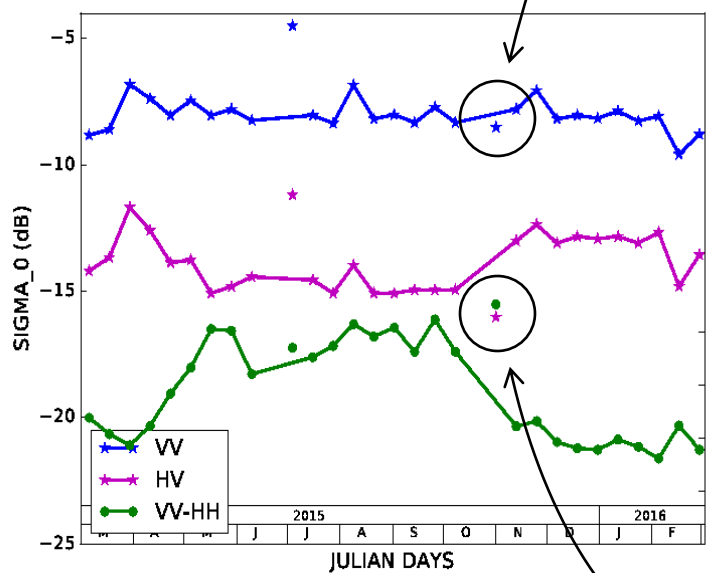
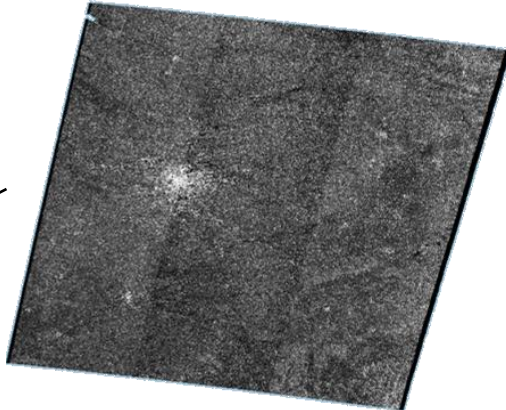


Proisy et al., 1999

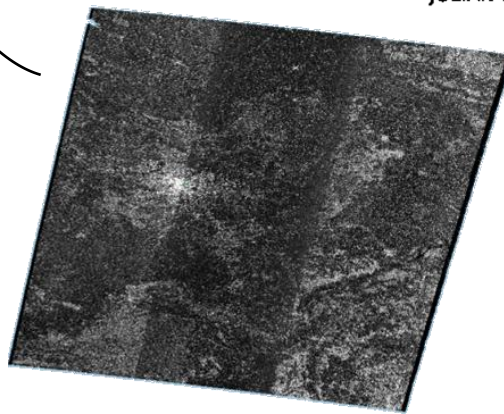
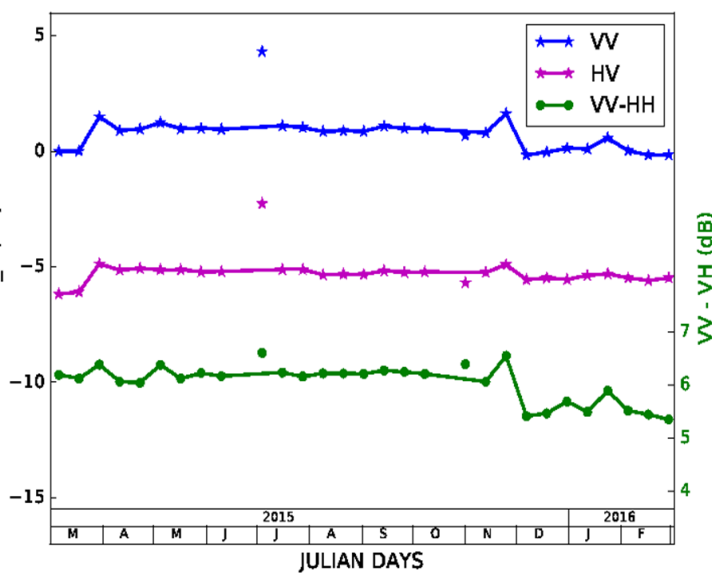
- ☞ pas de cycle saisonnier σ_{VV}^0
- ☞ cycle saisonnier $\sigma_{VH}^0 \Rightarrow \sigma_{VV}^0 / \sigma_{VH}^0$
- ☞ Peu de corrélation avec pluies

*De l'importance de la haute
fréquence temporelle*

*... pour détecter les
valeurs erronées*

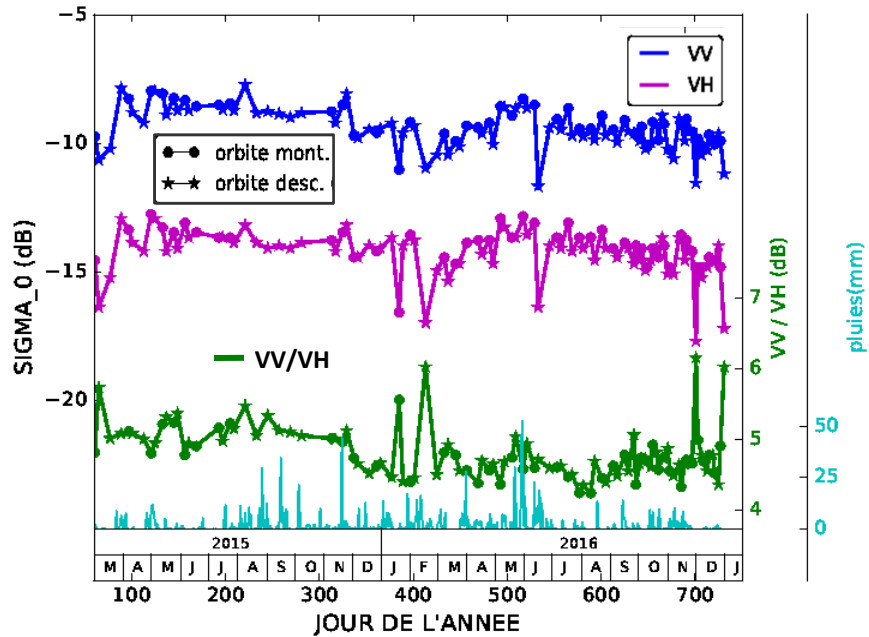


VV - VH (dB)
SIGMA_0 (dB)

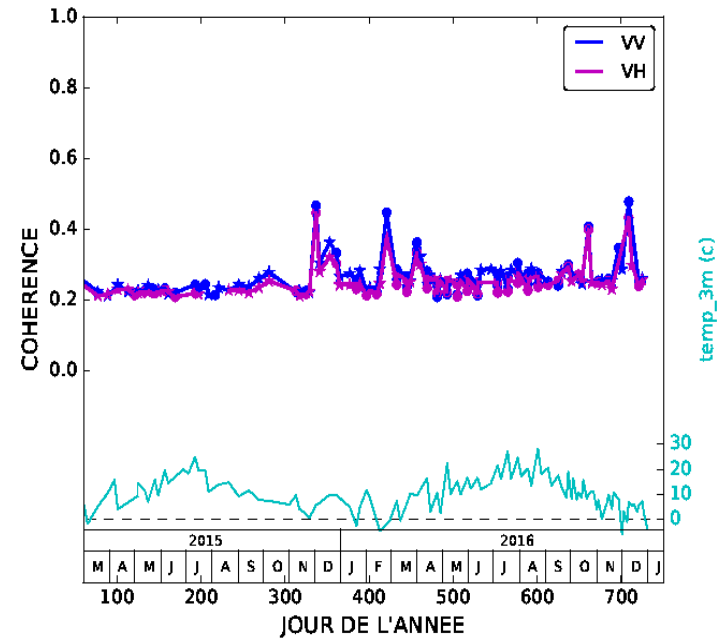


Parcelle de pins

Coeff. radar

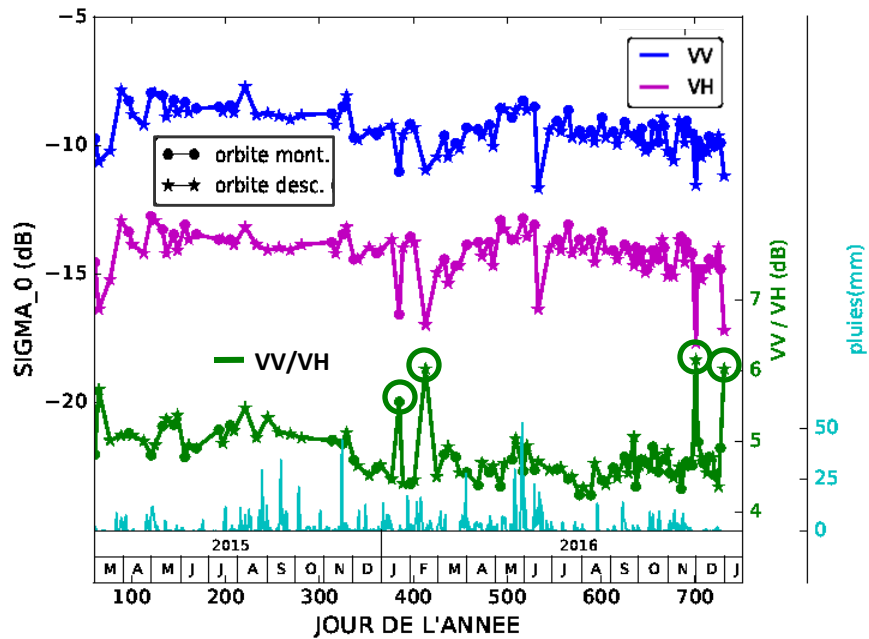


cohérence

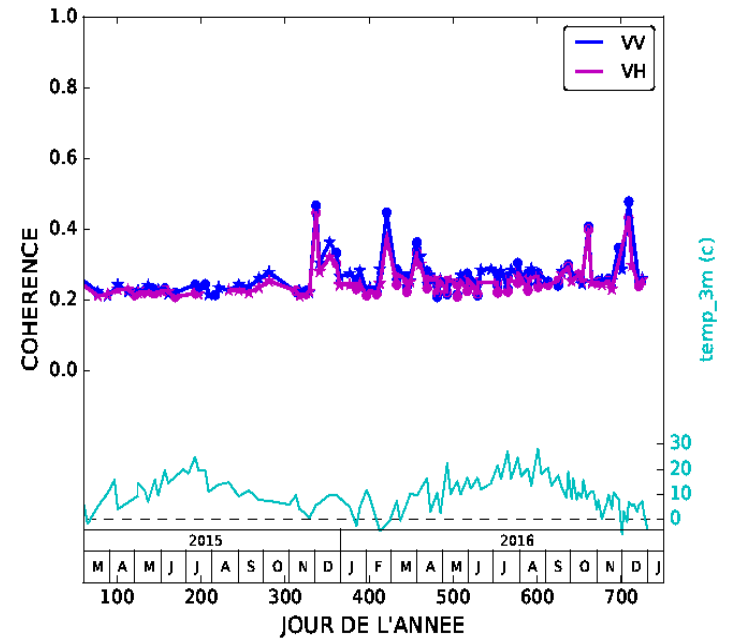


Parcelle de pins

Coeff. radar

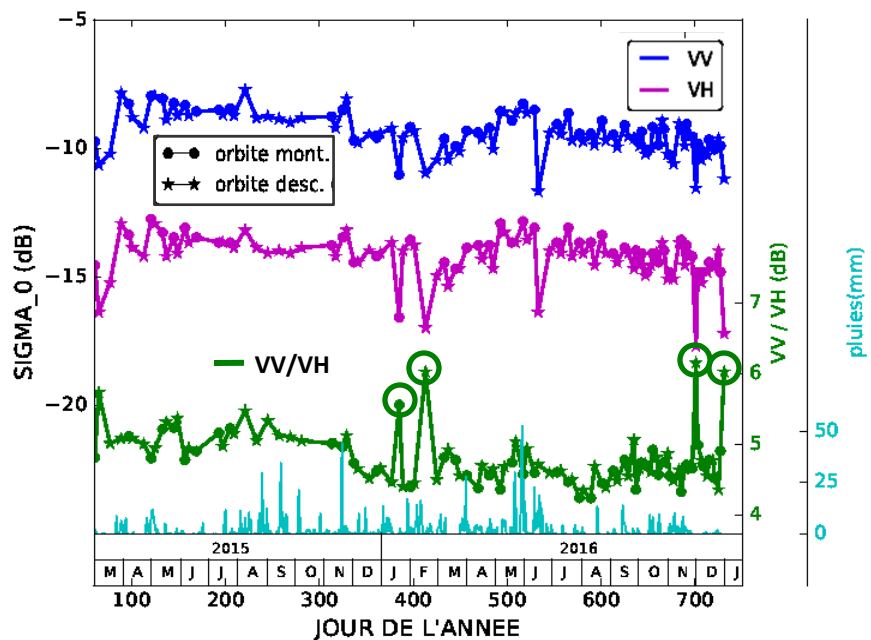


cohérence

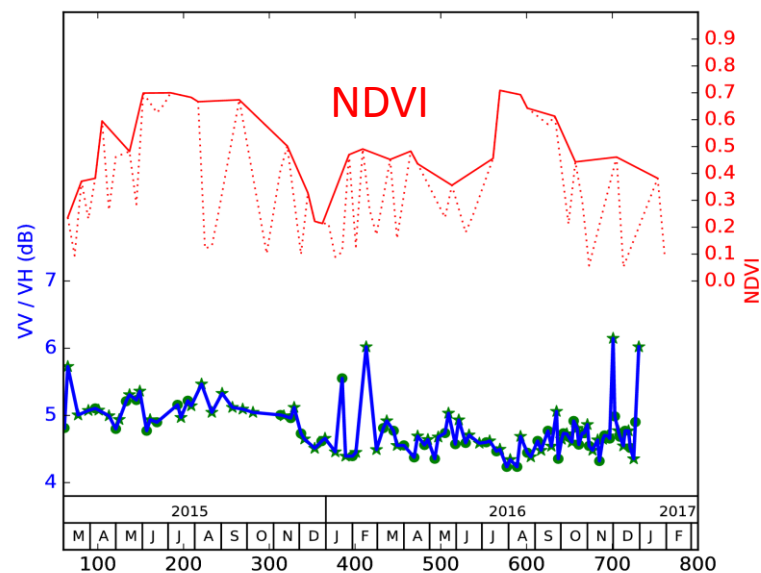


Parcelle de pins

Coeff. radar



$\sigma^0_{VV} / \sigma^0_{VH}$



Forêts tempérées

$\Delta t = 12$ jours: bien adapté pour le suivi des variations saisonnières

Coefficient radar:

Cycle saisonnier:

Non visible σ_{VV}^0

Existant pour σ_{VH}^0

Marqué $\sigma_{VV}^0 / \sigma_{VH}^0$

☞ en phase avec l'activité foliaire

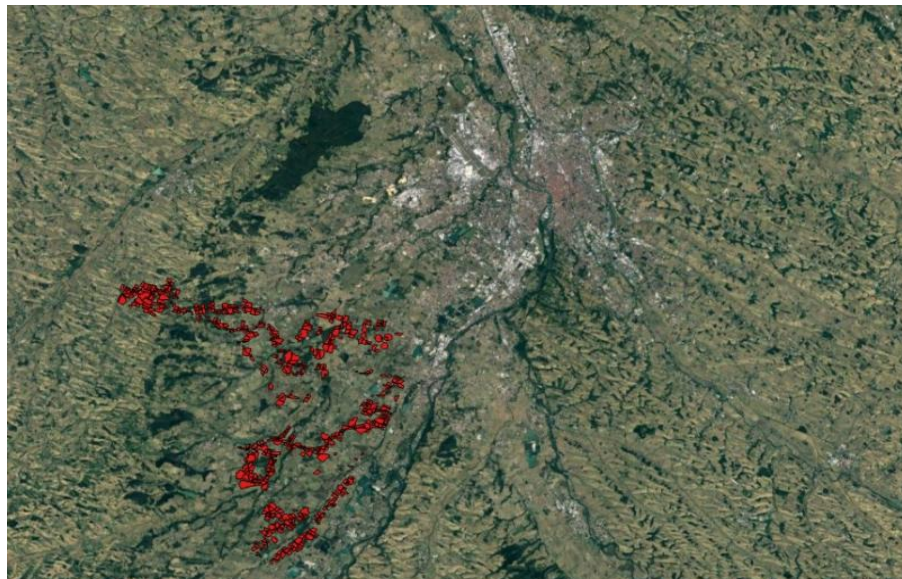
☞ Peu de corrélation avec précipitations

Cohérence:

$|\rho_{VV}|$ et $|\rho_{VH}|$ identiques

*Faible ($|\rho| = 0.2$) et constante de mars à novembre
pics à interpréter de décembre à février.*

Région de Lamasquère



Relevés in situ (CEBIO)

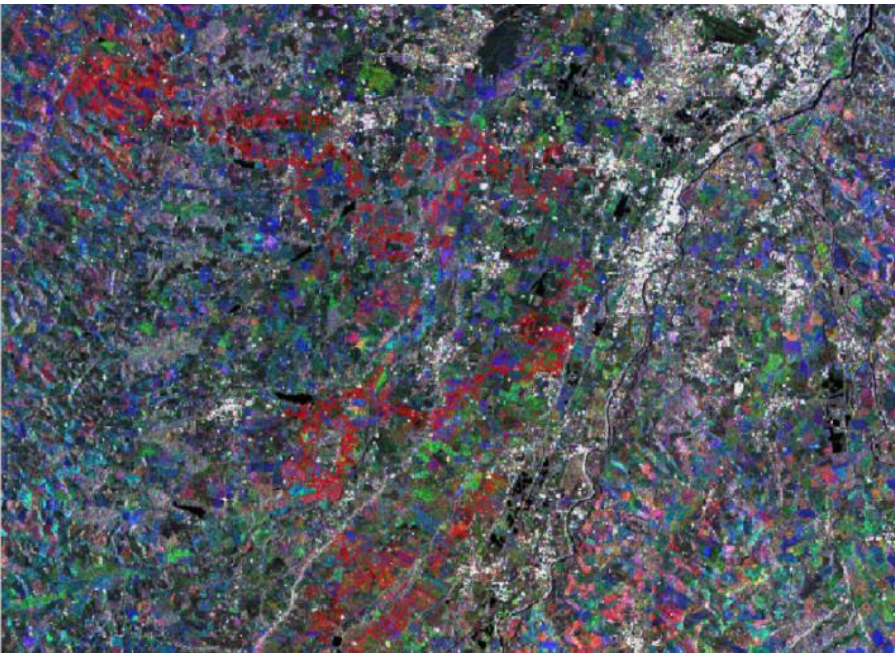
Cultures d'hiver: blé , orge, colza

Cultures d'été: soja, sorgho, maïs, tournesol

Région de Lamasquère

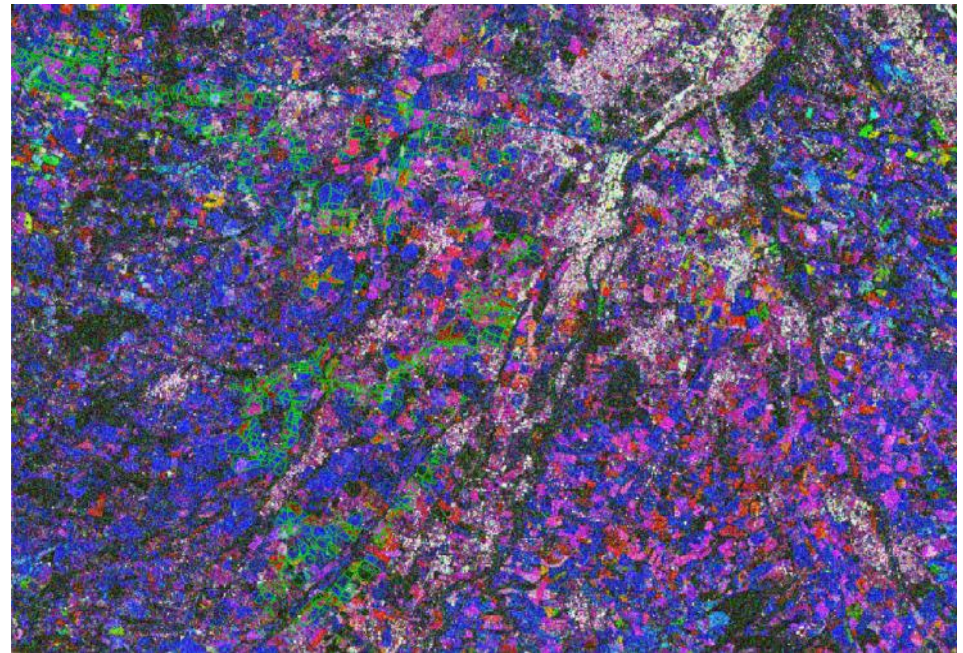
Compositions colorées multi-temporelles

Coeff. radar



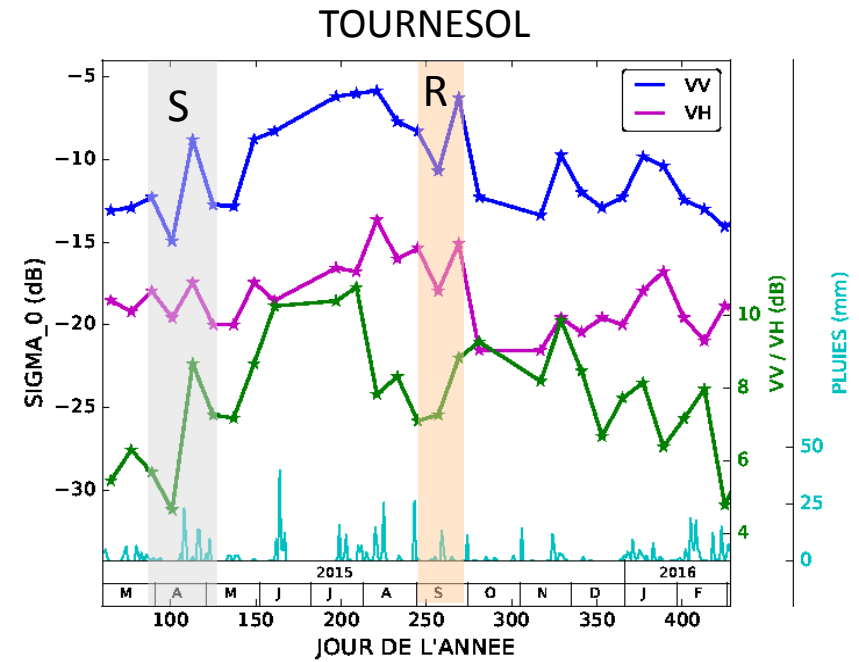
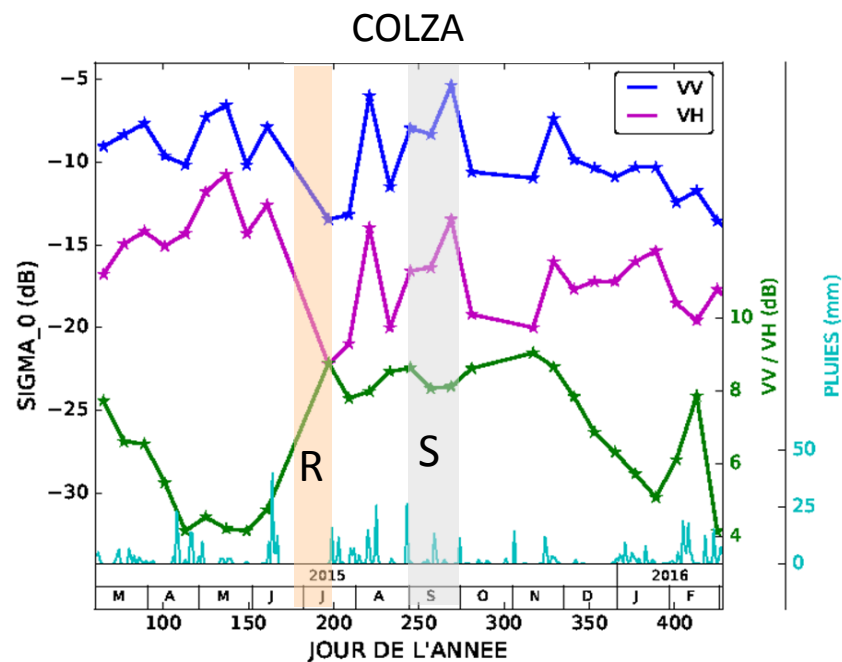
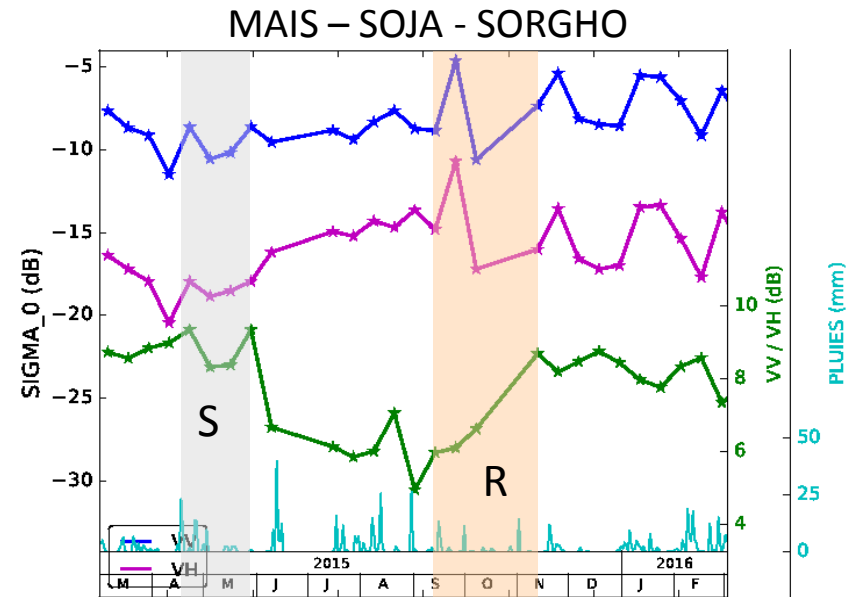
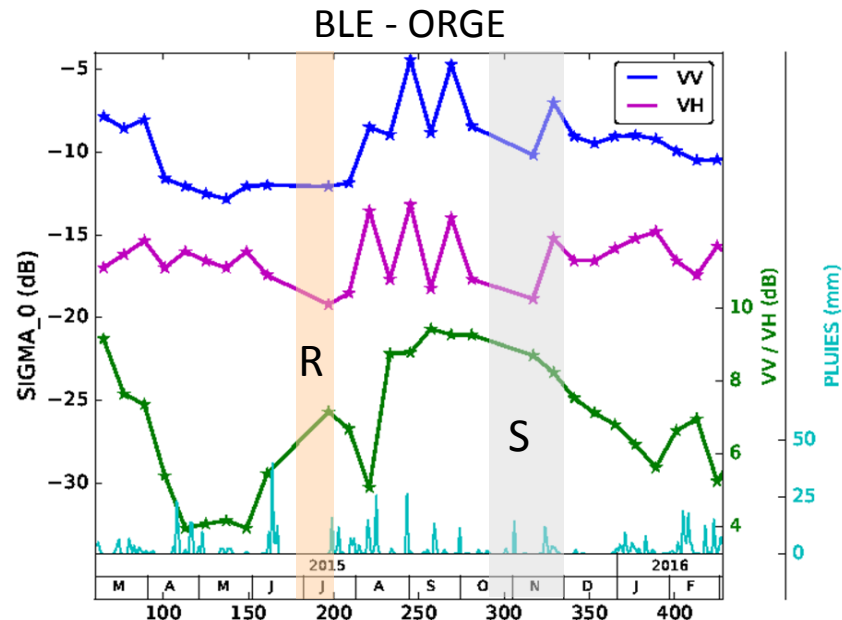
10 juin - 14 sept. – 7 déc.

Cohérence

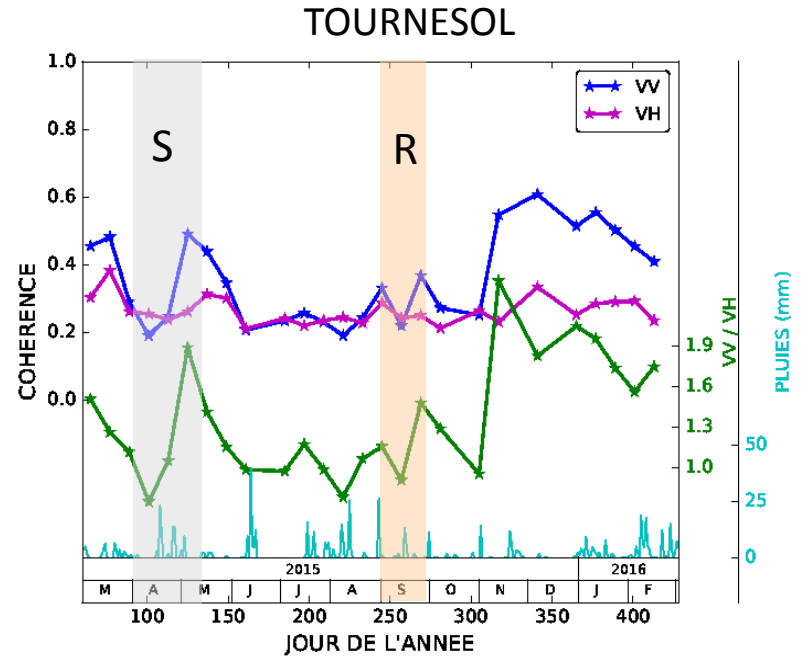
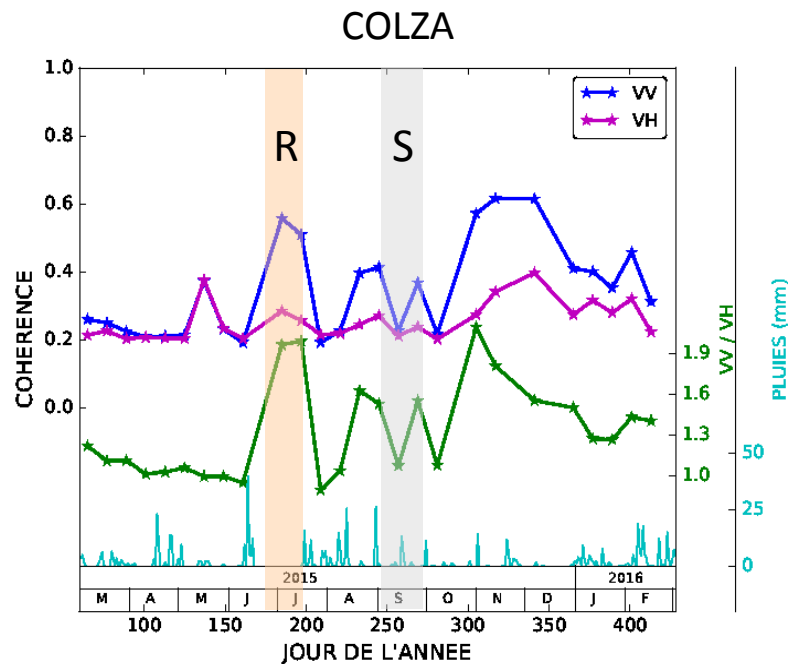
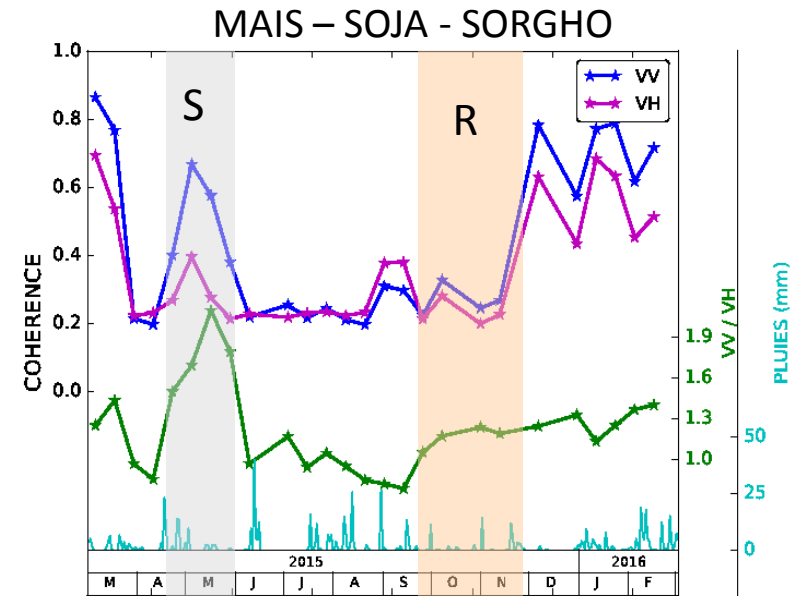
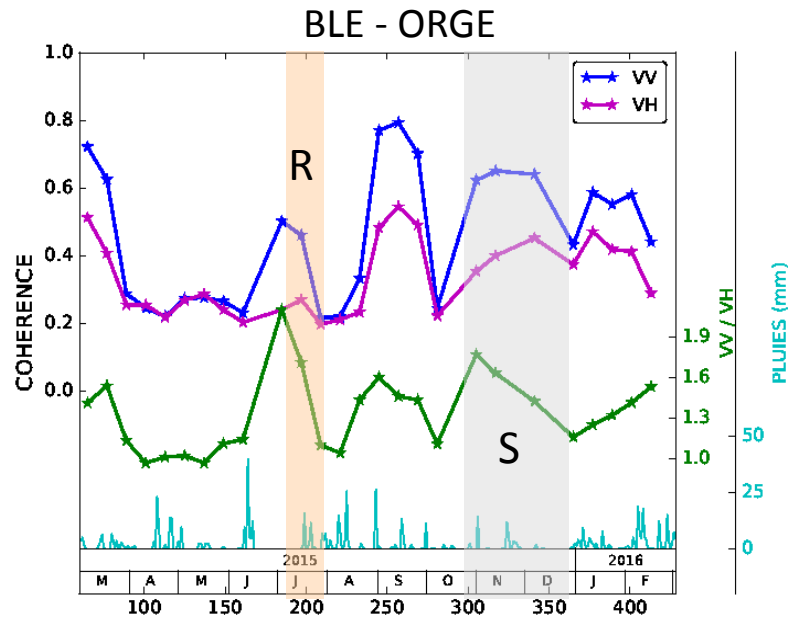


4-16 juil. - 9-16 août. – 7-19 déc.

CULTURES: PROFILS TEMPORELS σ^0



CULTURES: PROFILS TEMPORELS $|\rho|$



Zones de culture

Variations saisonnières importantes.

Nécessité de mesures *in situ* (*travail du sol*) pour interprétation

Coefficient radar:

Cycle saisonnier:

Non visible σ_{VV}^0

Existant pour σ_{VH}^0

Marqué $\sigma_{VV}^0 / \sigma_{VH}^0$

Cohérence:

$|\rho_{VV}|$ et $|\rho_{VH}|$ différents

Faible ($|\rho| = 0.2$) lorsque végétation maturation

fort contrastes dans les autres phases végétation

$\sigma_{VV}^0 / \sigma_{VH}^0$ et $|\rho|$ apportent informations complémentaires

$\Delta t = 12$ jours limite pour interprétation fiable ==> Sentinel-1A+B

CONCLUSION

Suivi des variations saisonnières des surfaces terrestres:

Gros apport Sentinel-1A: $\Delta T = 12$ jours

$$\sigma^0_{VH} / \sigma^0_{VV}$$

☞ Fort potentiel sur ***forêts caducifoliées*** (*activité foliaire*)

$|\rho|$ trop faible pour apporter information

Peu de corrélation avec précipitations

Zones agricoles

$$\sigma^0_{VH} / \sigma^0_{VV} \text{ et } |\rho|$$

Plus fortes variations saisonnières

Informations complémentaires

$\Delta T = 12$ jours bien, $\Delta T = 6$ jours mieux

*Résultats à consolider avec observations sur de plus longues périodes
et sur d'autres sites*

+ Modélisation!!!