



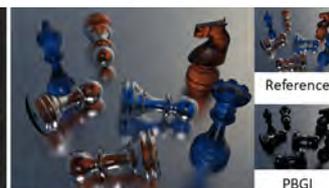
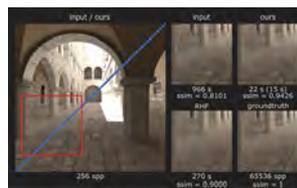
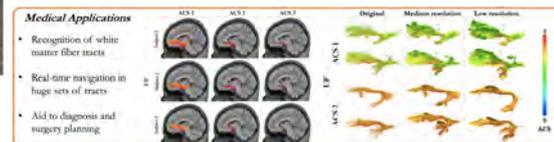
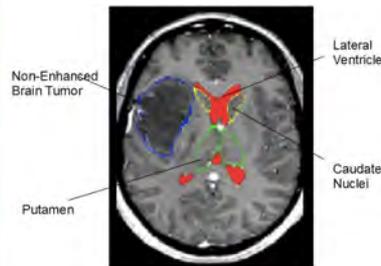
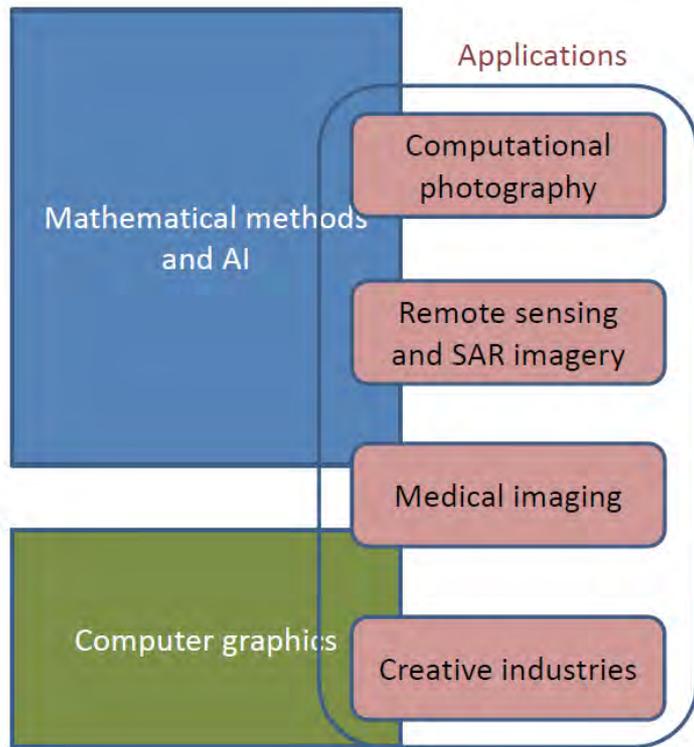
Méthodes de traitement d'images satellitaires pour des applications environnementales

F. Tupin, équipe IMAGES



Equipe IMAGES (Image, Modélisation, Analyse, Géométrie, Synthèse)

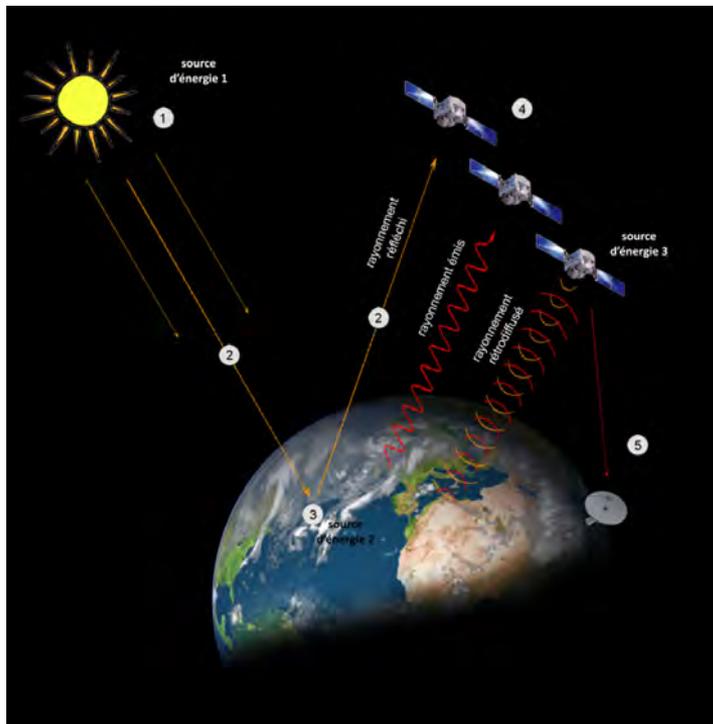
Modéliser, analyser, interpréter, synthétiser, éditer des images, volumes et objets



Denoising Monte Carlo rendering with the **Bayesian Collaborative Denoiser** [CFG 17][SIGGRAPH 18]

Simulating non-diffuse light transport with **Wavelet PBGI**

L'imagerie satellitaire



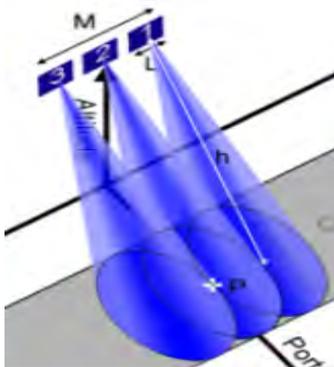
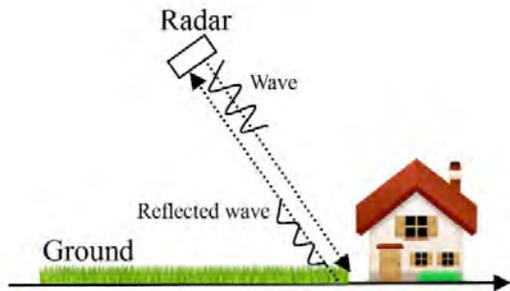
■ Spécificités :

- Physique d'acquisition spécifique (imagerie SAR, imagerie hyperspectrale, correction des mesures, ...)
- Type des données et données auxiliaires (coordonnées géographiques, élévation, mouvement de terrain, ...)

■ Evolution :

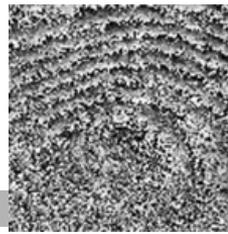
- Amélioration des résolutions spatiales, temporelles, spectrales
- Politique de diffusion inédite
- « big data » (échelle de la Terre)
- Acteurs en pleine évolution :
Agences : CNES, ESA, DLR, ASI,
grands groupes, start-up

L'imagerie SAR – spécificités



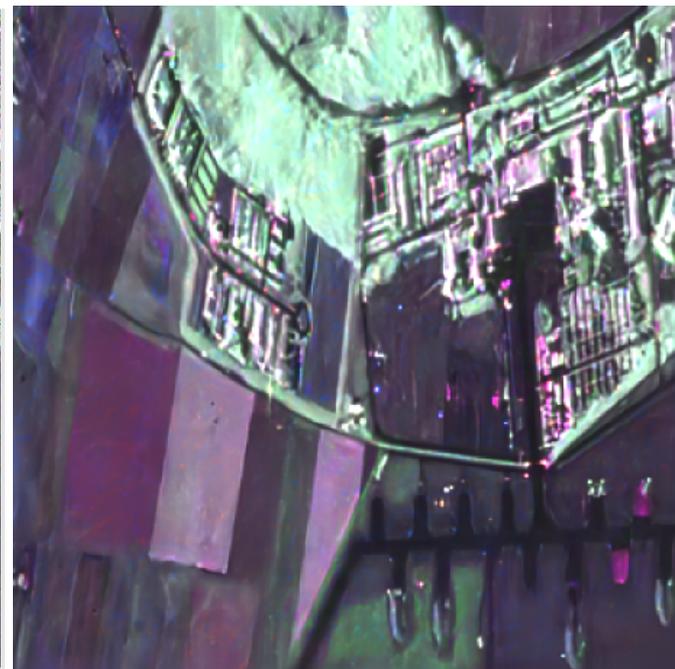
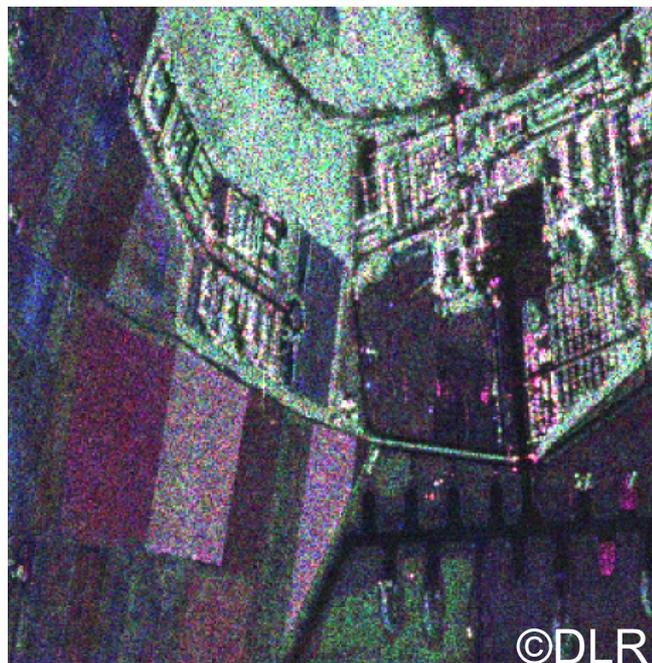
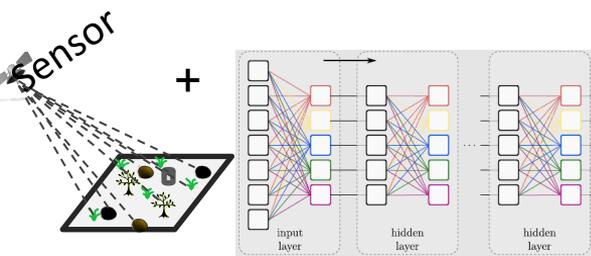
■ Spécificités :

- Capteur *tout temps* (de jour comme de nuit, quelque soit la couverture nuageuse)
- Information de *phase* (distance – élévation, mouvement)
- Information *polarimétrique* (mécanismes de rétro-diffusion à l'intérieur d'une cellule de résolution)
- Forte variabilité des mesures: *speckle* ...



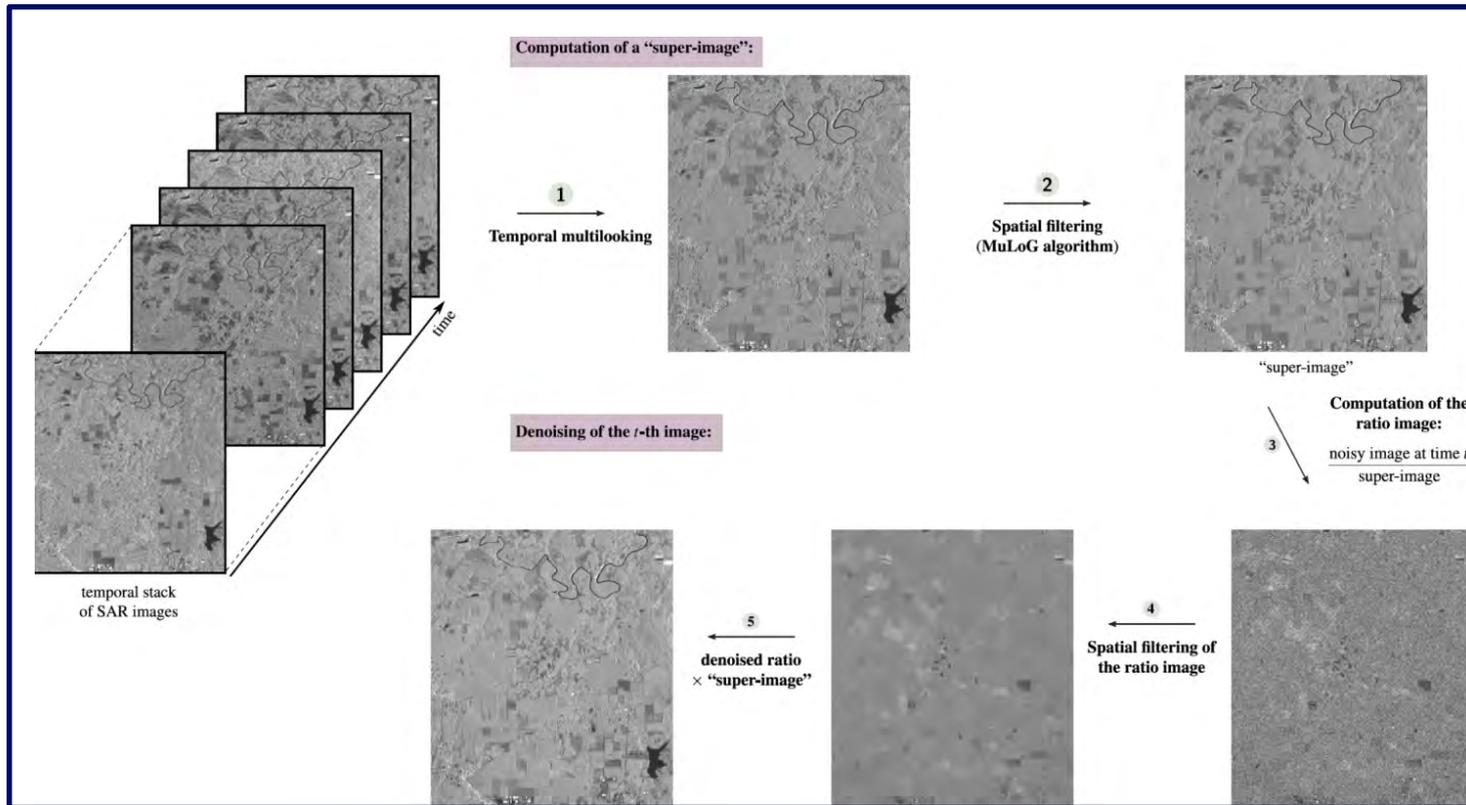
Méthodes de réduction de speckle génériques

- Modélisation physique
(modélisation statistique)
+ modélisation a priori de la scène
ou apprentissage

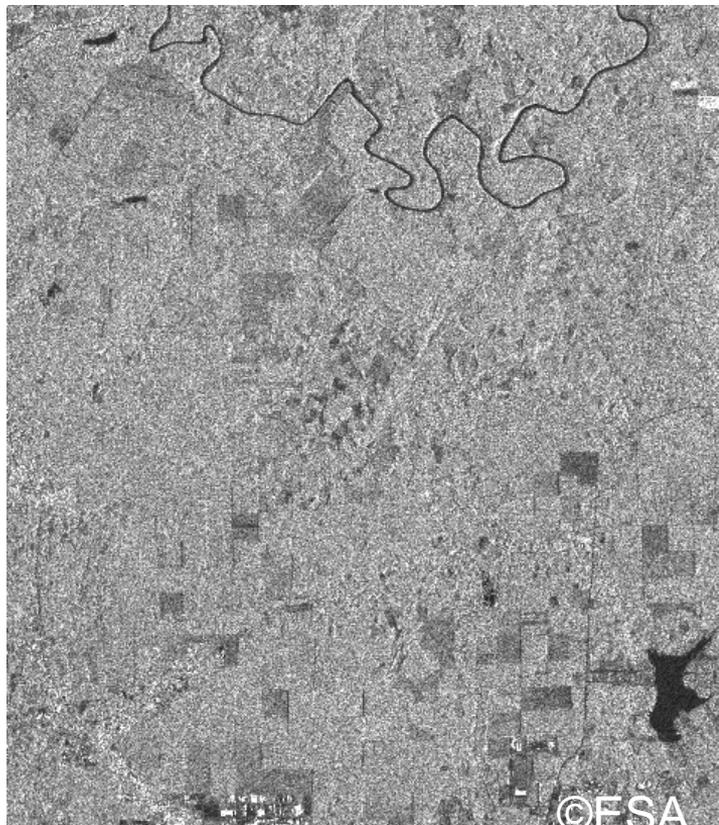


Deledalle et al., 2017 [1]

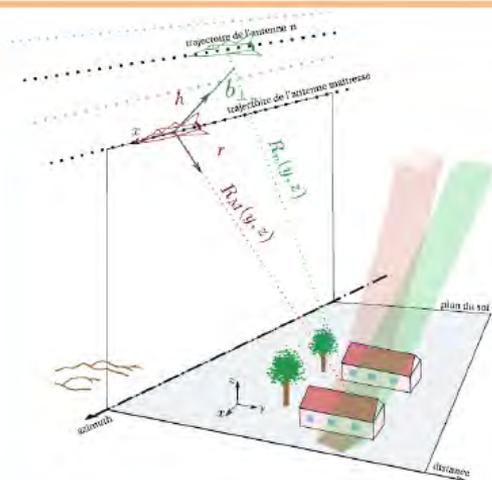
Exploitation de l'information multi-temporelle



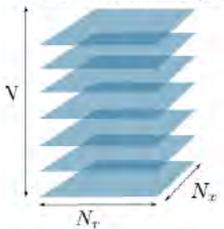
RABASAR



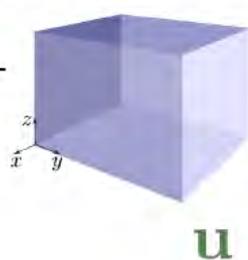
Extraction d'information



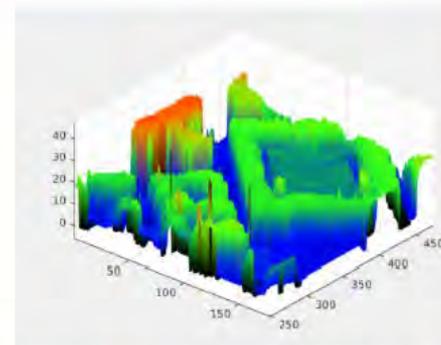
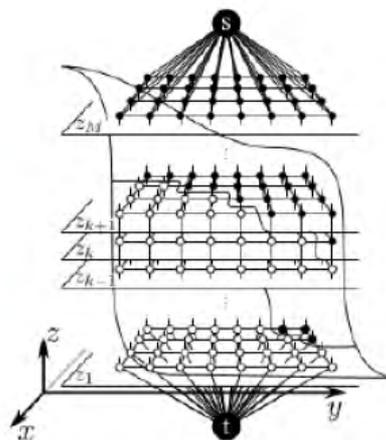
Pile d'images SAR en condition interférométriques



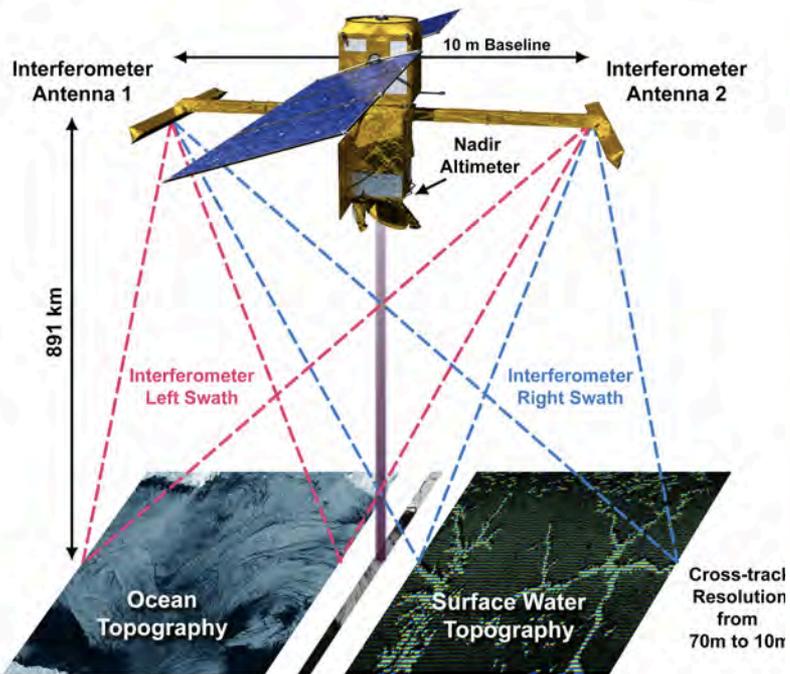
Cube de réflectivité 3D



$$\hat{u} = \underset{u}{\operatorname{argmin}} \|\Phi u - v\|_2^2 + \mathcal{R}(u)$$



Application environnementale: mission SWOT

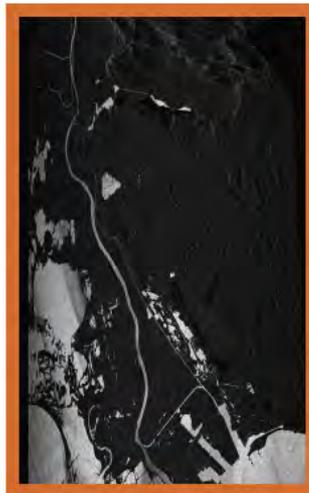


Pol Interferometer Swath
10 - 60 km

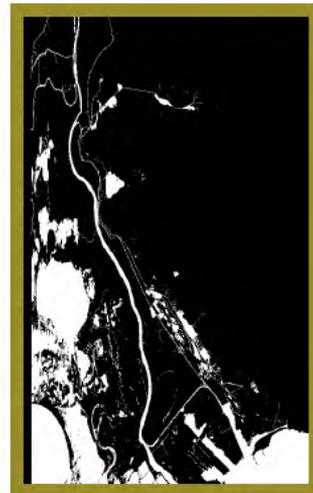
Nadir Altimeter Path

V-Pol Interferometer Swath
10 - 60 km

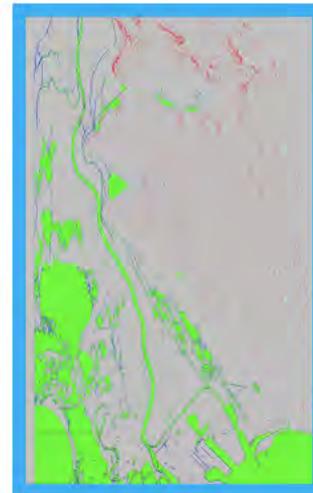
Camargue Po Kaw



v



Ground truth



u

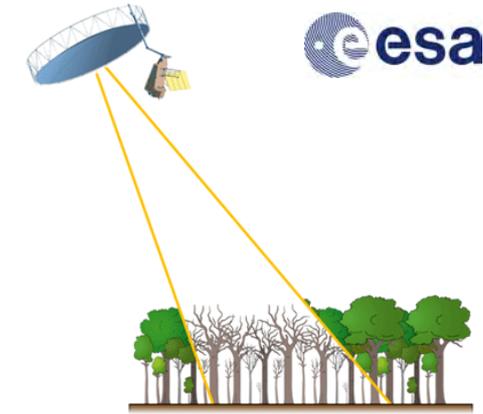
True positive

True negative

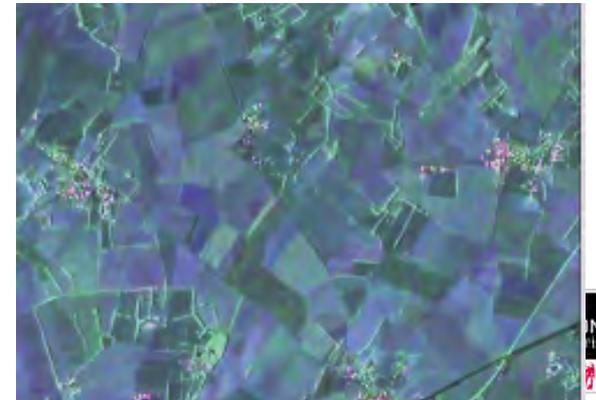
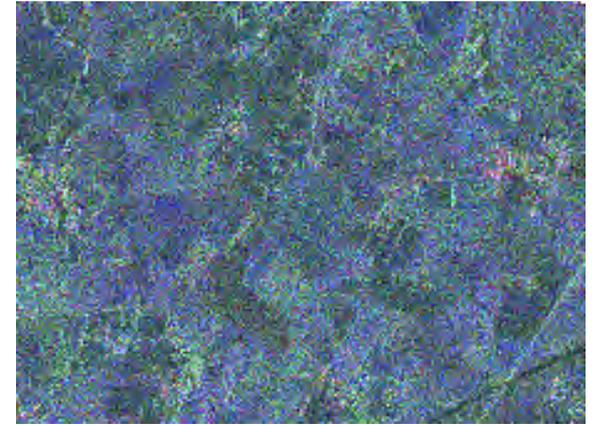
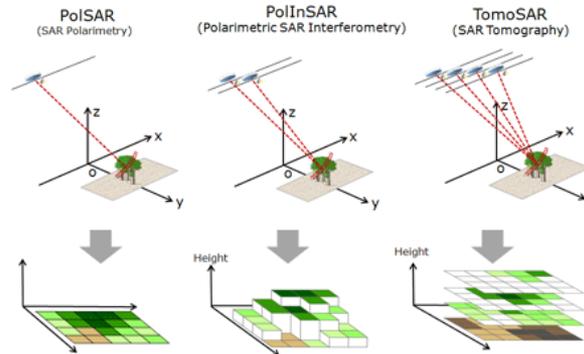
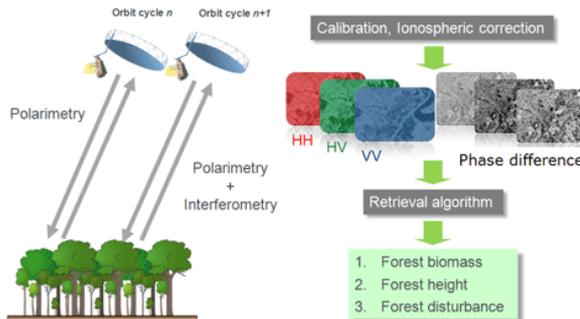
False positive

False negative

Application environnementale: mission BIOMASS



Un seul satellite en bande P peut fournir 3 types d'information sur la biomasse



Conclusion

- **Traitement d'images en imagerie satellitaire pour les enjeux environnementaux**
 - Améliorer les mesures physiques et les estimations qui leur sont liées
 - Automatiser l'extraction d'information (objets d'intérêt, changements,...)
 - Fusionner les informations (multi-temporelles, ascendant / descendant, capteurs/sources hétérogènes,...)
- **Nombreuses applications environnementales de l'imagerie SAR**
 - La surveillance de la forêt (déforestation, biomasse, etc.)
 - La surveillance de l'eau (réservoirs, inondations, etc.)
 - La surveillance de certaines pollutions (dégazages sauvages, forages, etc.)
 - La surveillance du milieu urbain (expansion, types d'habitat, etc.)

Références

- [1] Charles-Alban Deledalle, Loïc Denis, Sonia Tabti, Florence Tupin. MuLoG, or How to apply Gaussian denoisers to multi-channel SAR speckle reduction?. *IEEE Transactions on Image Processing*, 2017
- [2] Weiyang Zhao, Charles-Alban Deledalle, Loïc Denis, Henri Maître, Jean-Marie Nicolas, et al.. Ratio-Based Multitemporal SAR Images Denoising: RABASAR. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019
- [3] Clément Rambour, Loïc Denis, Florence Tupin, Hélène Oriot. Introducing spatial regularization in SAR tomography reconstruction. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2020
- [4] Sylvain Lobry, Loïc Denis, Brent Williams, Roger Fjørtoft, Florence Tupin. Water Detection in SWOT HR Images Based on Multiple Markov Random Fields. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, IEEE, 2019, 12 (11), pp.4315-4326.
- [5] Charles-Alban Deledalle, Loïc Denis, Laurent Ferro-Famil, Jean Marie Nicolas, Florence Tupin. Multi-temporal speckle reduction of polarimetric SAR images : a ratio-based approach. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Jul 2019