



# STATISTIQUES DE TRANSMISSION EN PRÉSENCE DE NUAGES

K. Caillault, M. Petitjean, C. Lavigne  
ONERA, Chemin de la Hunière, Palaiseau

## Contexte

- Le taux d'opérabilité d'un senseur optronique est un facteur primordial pour le dimensionnement et l'évaluation des performances du système. La connaissance de la disponibilité de la mesure est donc essentielle pour la certification des lidars embarqués, l'évaluation des performances des systèmes de veille dans le domaine de la Défense, ou encore le choix des stations de réception pour l'établissement d'une liaison satellite-sol (applications de télécommunication ou d'observation de la Terre).
- Dans le cas des systèmes satellitaires, la disponibilité de la mesure est en particulier compromise par la nébulosité. La connaissance de l'occurrence des nuages sur le globe est donc un élément-clé.
- La plupart des études se basent sur les statistiques de couverture nuageuse afin répondre à ces questions. Elles se limitent en général à estimer les conditions de propagation en ciel clair, tous les nuages étant considérés comme totalement opaques. Une estimation plus réaliste de la disponibilité du lien optique passe par la prise en compte des nuages optiquement fins dans les bilans de liaison.

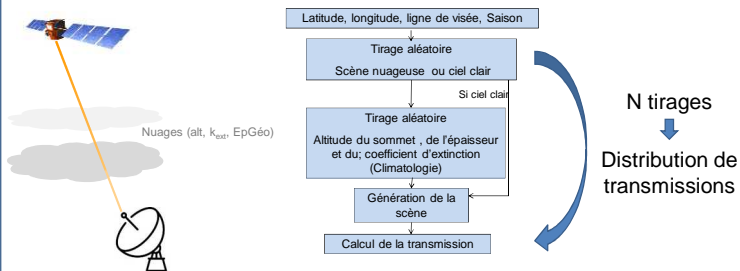
## Besoin

- Disposer des probabilités de transmission supérieure à un seuil préalablement défini, en tout point du globe, pour n'importe quelle configuration de visée

## Outil: générateur statistique de scènes nuageuses

### Méthode Monte Carlo

Permet de considérer n'importe quelle condition de visée

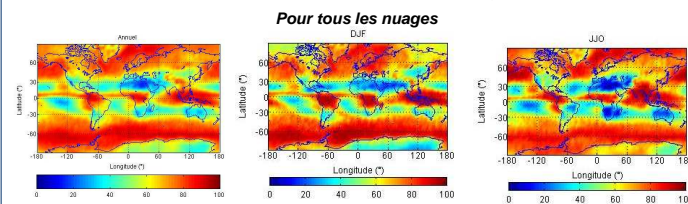


## Outil: Climatologie de paramètres nuageux

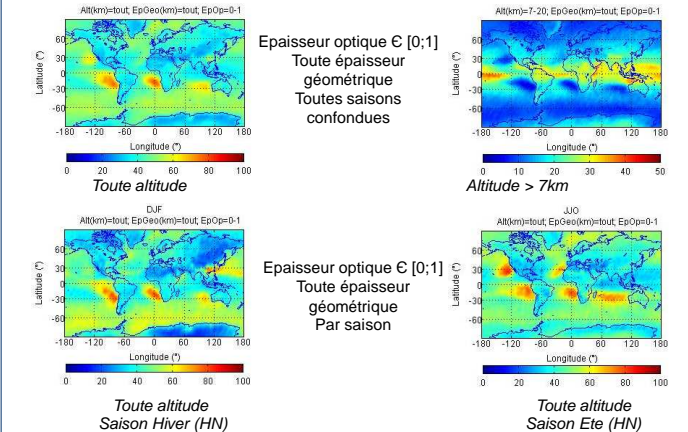
Produits CALIOP-v3, niveau 2 (en couche), collectés entre 2006 et 2014: altitude du sommet et base des couches de nuage, épaisseur optique à 532 nm



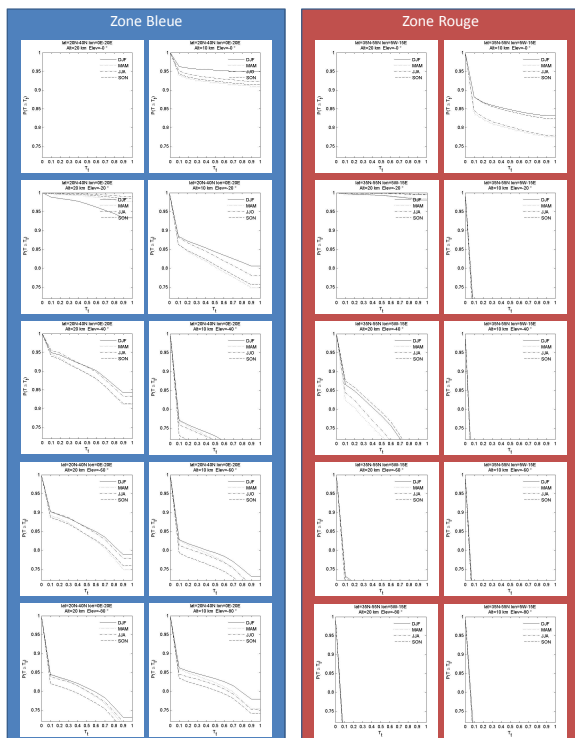
### Fréquence d'occurrence des nuages



### Par classe de paramètres nuageux



## Application : Évaluation de la probabilité de transmission supérieure à la transmission seuil $T_t$



Plus forte probabilité d'avoir des transmissions élevées :  
 - sur la zone bleue: faible occurrence de nuages  
 - avec un porteur à 20 km pour les visées rasantes nuages optiquement fins  
 Impact des saisons

## Perspectives

- Validation expérimentale des statistiques de transmissions
- Exploitation de mesures existantes et/ou mise en œuvre d'une campagne de mesures
- Évolution du générateur de scènes nuageuses
- prise en compte des aérosols
- raffinement du modèles de nuages: introduction de distances inter-nuages et de longueurs des nuages
- transposition à d'autres bandes spectrales

## Références

Bizard, A., K. Caillault, C. Lavigne, A. Roblin, P. Chervet, 2013: *Application of Cloud Occurrence Climatology from CALIOP to Evaluate Performances of Airborne and Satellite Electro-Optical Sensors*. J. Atmos. Oceanic Technol., **30**, 2406–2416. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JTECH-D-12-00276.1>  
 Chervet, P., and A. Roblin, 2006: *High-altitude cloud effects on airborne electro-optical sensor performances*. J. Atmos. Oceanic Technol., **23**, 1530–1538.  
 Petitjean Mouna, C. Lavigne, K. Caillault, 2017: *Cloud climatology Modélisation for statistical performance of Optical infrared Remote Sensing sensor*, A-train symposium, 19-21 avril 2017, Pasadena, California