

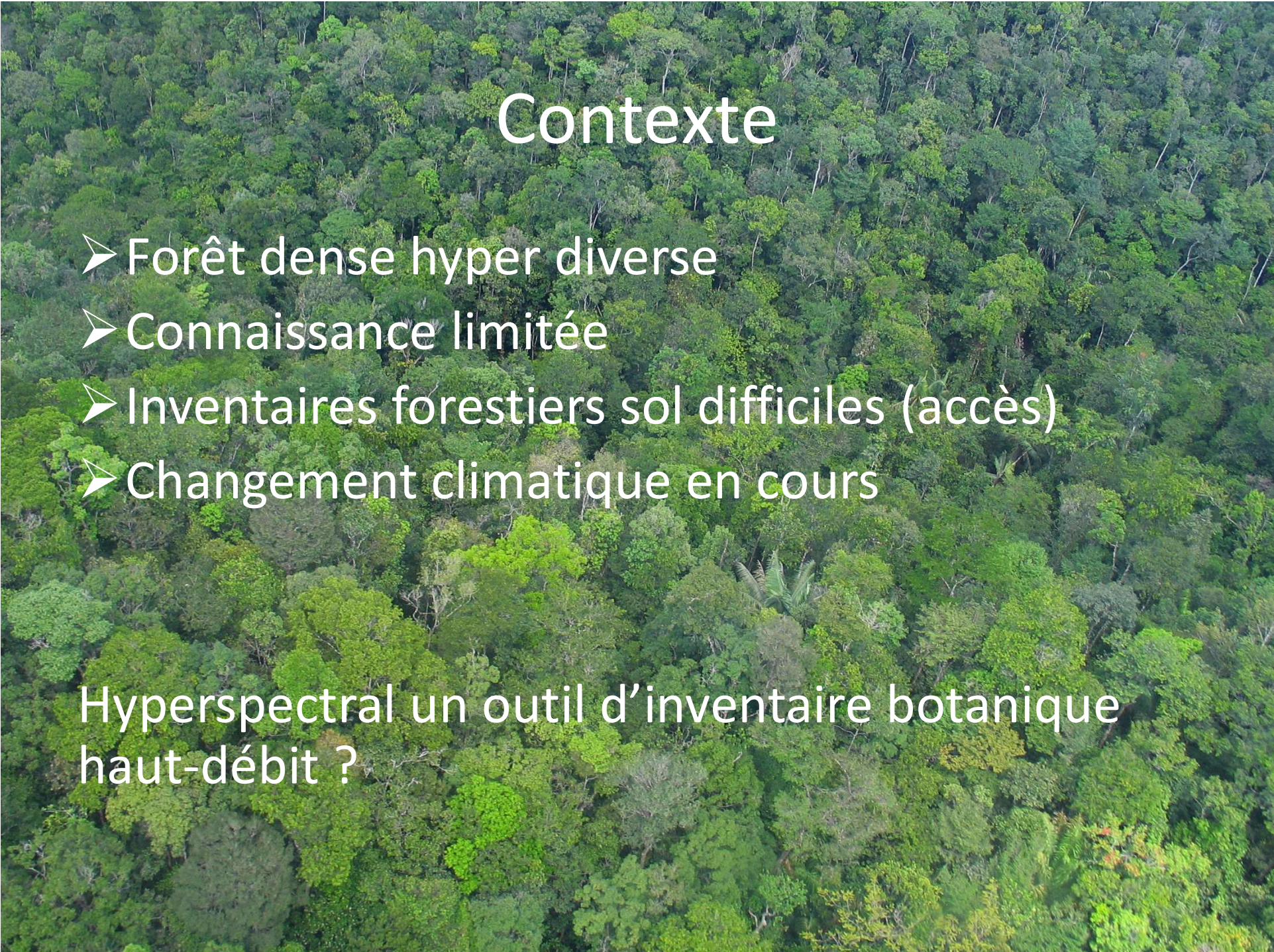


Standardisation des données hyperspectrales pour la classification des espèces de canopée en forêt tropicale humide

Présenté par **Anthony Laybros**, Carla Baltzer, Raphael Dutrieux, Jean-Baptiste Feret,
Marie-Jose Lefèvre, Grégoire Vincent

Doctorant ONF - AMAP





Contexte

- Forêt dense hyper diverse
- Connaissance limitée
- Inventaires forestiers sol difficiles (accès)
- Changement climatique en cours

Hyperspectral un outil d'inventaire botanique
haut-débit ?

Plan

1. Les différentes corrections considérées
 1. Corrections atmosphériques standard (colonne de vapeur d'eau)
 2. Corrections atmosphérique supplémentaires (Ep. Optique aérosol)
 3. Corrections des effets de BRDF
2. Matériel et méthode
 1. Site d'étude
 2. Données hyperspectrales
 3. Données sol
 4. Méthode d'évaluation de la séparabilité des espèces
3. Résultats
 1. Effets des corrections sur la variance spectrale
 2. Effets des corrections sur la reconnaissance des espèces

1 - Corrections atmosphériques

- Calibrage des données : de CN vers la luminance ($\text{W/m}^2/\text{sr}/\text{nm}$)
- Luminance dépendante de :
 - Propriétés optiques de la cible
 - L'éclairement solaire
 - La constitution de l'atmosphère (transmission atmosphérique)

1 - Corrections atmosphériques

ATCOR-4

$$L = L_{path} + L_{reflected}$$
$$L = L_{path} + \frac{\tau \rho E_g}{\pi} = c_0 + c_1 * DN$$
$$\rho = \frac{\pi \{ (c_0 + c_1 * DN) - L_{path} \}}{\tau E_g}$$

L_{path} : radiance atmosphérique

τ : transmittance atmosphérique sol-capteur

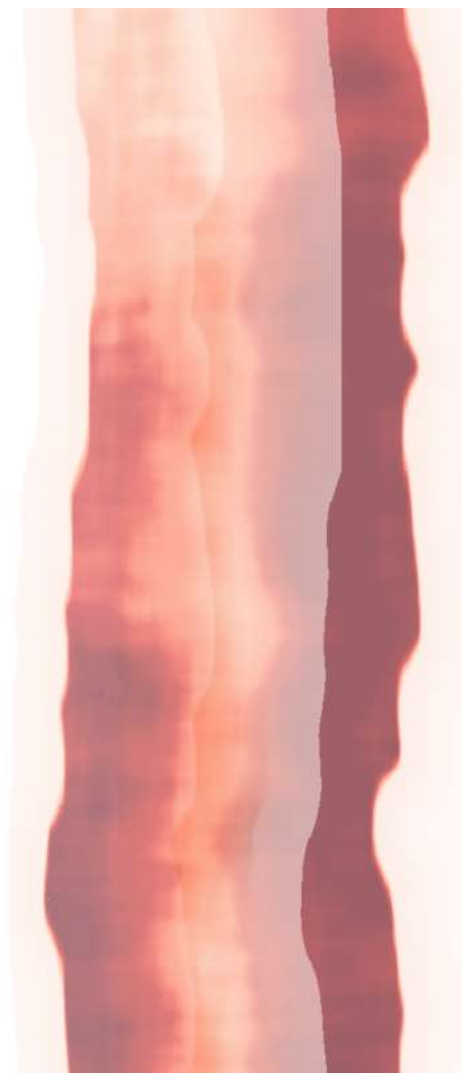
ρ : réflectance de surface

E_g : flux solaire vers le sol

Caractérisation de l'atmosphère essentielle pour évaluer ρ car les caractéristiques atmosphériques déterminent la transmittance atmosphérique τ , le flux d'énergie solaire E_g incident et la radiance atmosphérique

1.1 – Caractérisation de la colonne de vapeur d'eau

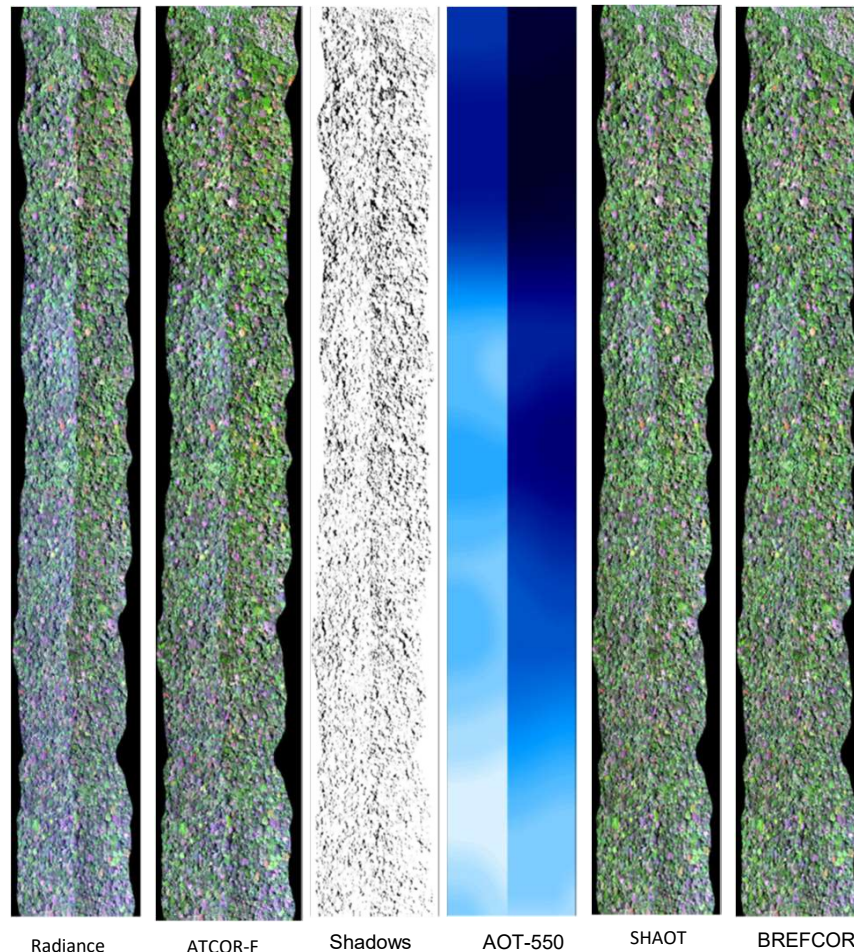
La vapeur d'eau est le constituant dans l'atmosphère le plus absorbant dans le spectre du visible au SWIR (Green et al 1991) → estimée par l'inversion du modèle MODTRAN



Variation de la vapeur d'eau entre lignes de vol de 1,5 cm à 2,9 cm

1.2 - Correction de l'épaisseur optique : module SHAOT (Schlapfer 2017)

Paracou Guyane française, lignes de vol 9 & 10 du 19/09/16



A gauche: image en radiance et reflectance post correction atmosphérique standard (AOT constant).
Au centre : détection des ombres et cartes dérivées d'AOT @ 550 nm.

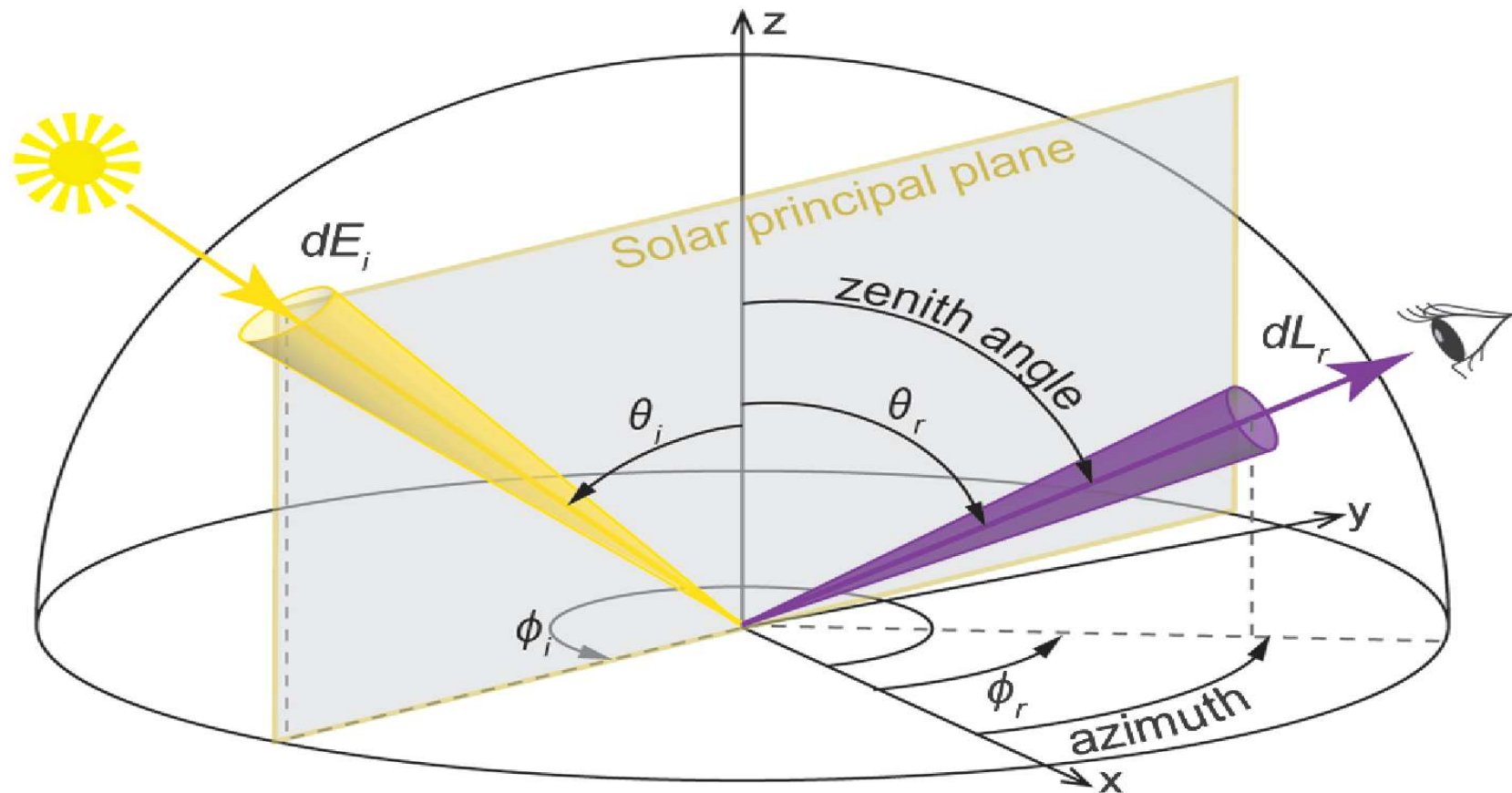
A droite : correction atmosphérique utilisant la carte d'AOT et rendu final après correction de BRDF.

Source: Schlöpfler and Richter (2017) ATMOSPHERIC CORRECTION OF IMAGING SPECTROSCOPY DATA USING SHADOW-BASED QUANTIFICATION OF AEROSOL SCATTERING EFFECTS

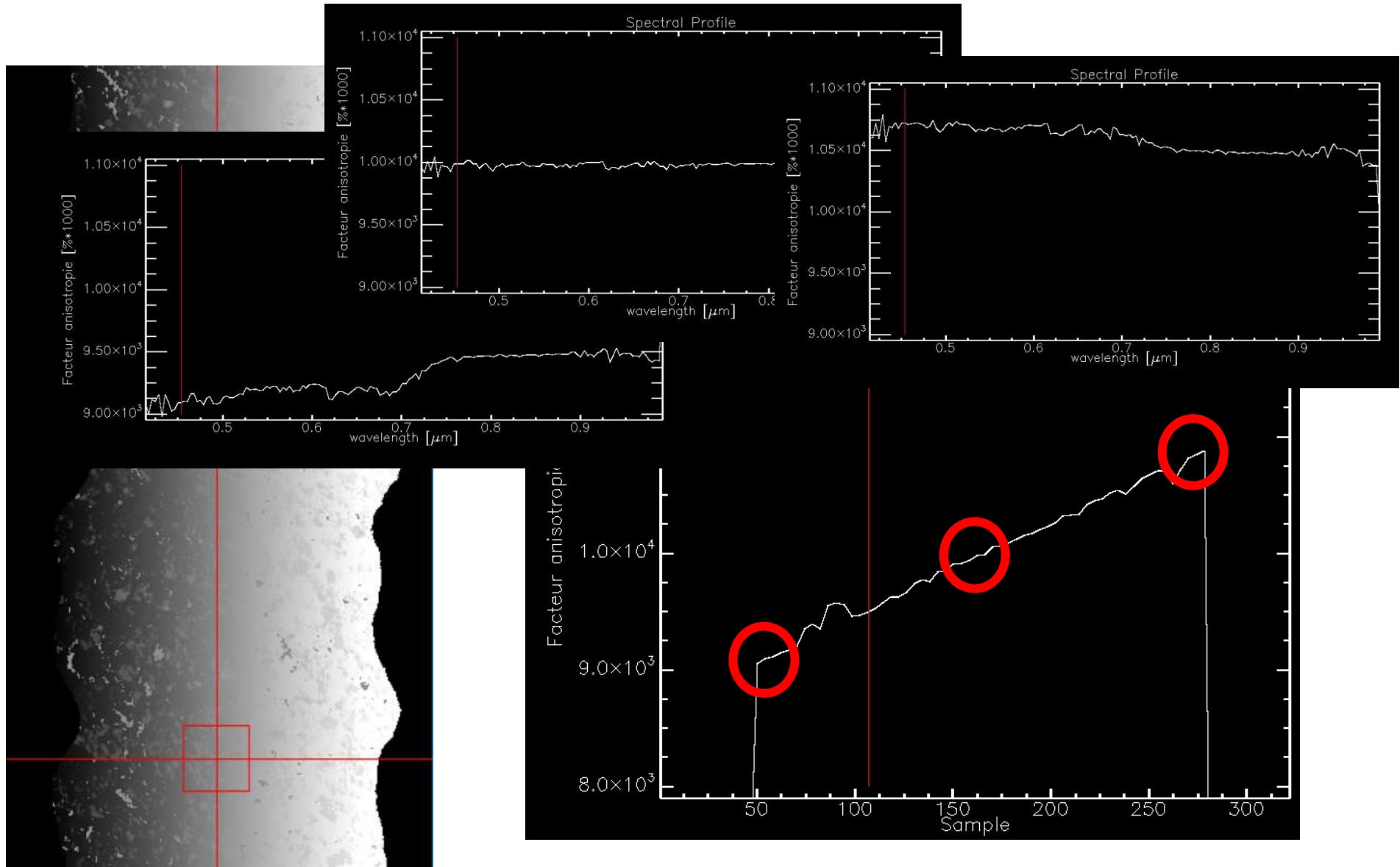
1.3- BRDF (Fonction de Distribution de Réflectance Bidirectionnelle).

$$f_{\text{DD}}(\theta_i, \phi_i; \theta_r, \phi_r) = \frac{dL_r(\theta_r, \phi_r; \theta_i, \phi_i)}{dE_i(\theta_i, \phi_i)},$$

f_{DD} est la fonction de BRDF, L est la radiance, E est l'irradiance, i et r désigne la lumière réfléchie, et θ et ϕ sont les angles zénithaux et azimutaux.

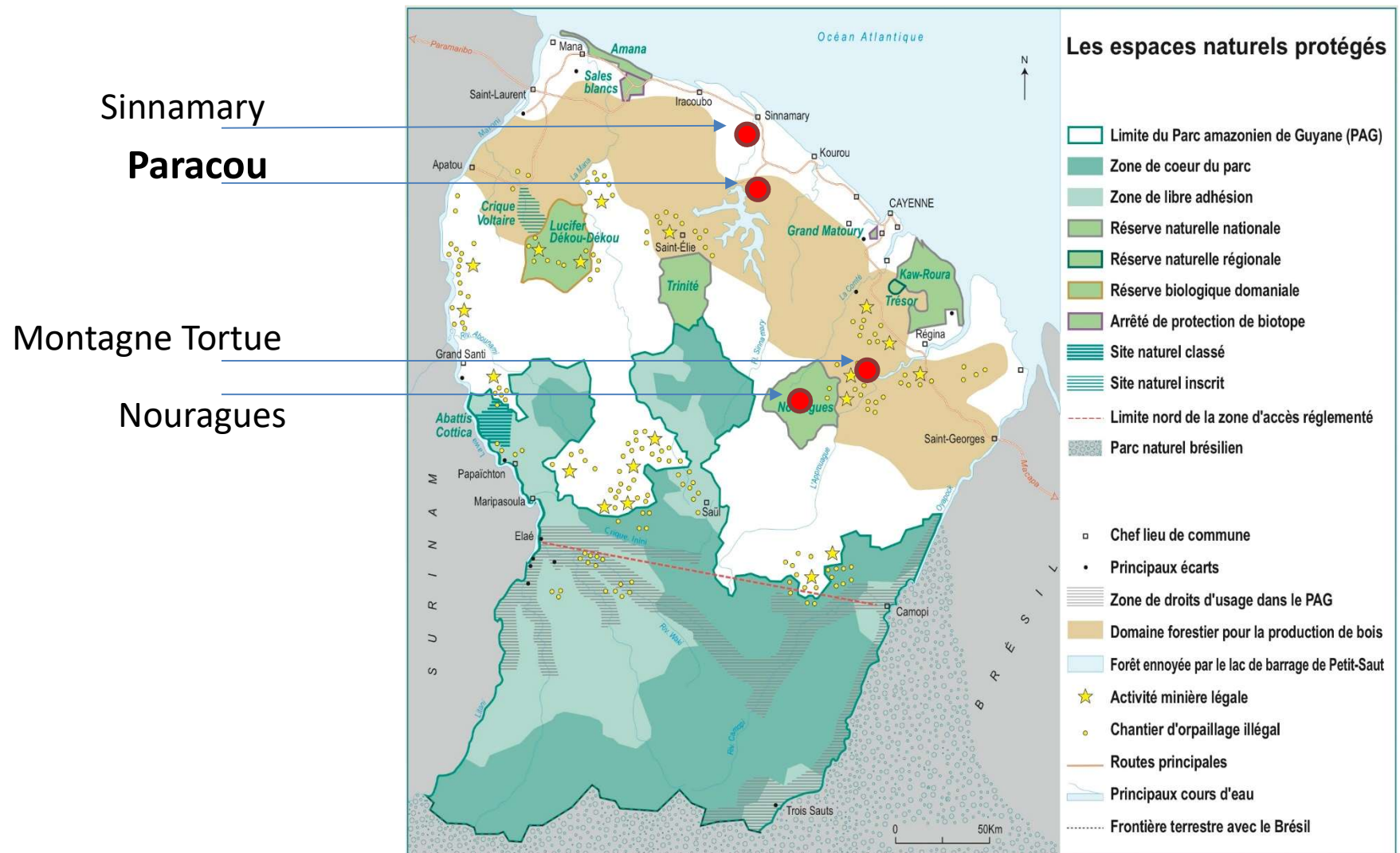


Variation de l'anisotropie



2.1 Site d'étude

Guyane française : 4 sites survolés en 2016



2.2. Données hyperspectrales

- Date acquisition : 19/09/2016
- Temps de vol : 1h30 (13h10 à 14h40)
- **Variation angle solaire :**
 - **Zénithal (deg): 22,1° (14,2° à 36,3°)**
 - **Azimutal (deg) : 11,3° (253,2° à 264,5°)**
- Altitude moyenne = 890 m (->res. Spatiale 1m)



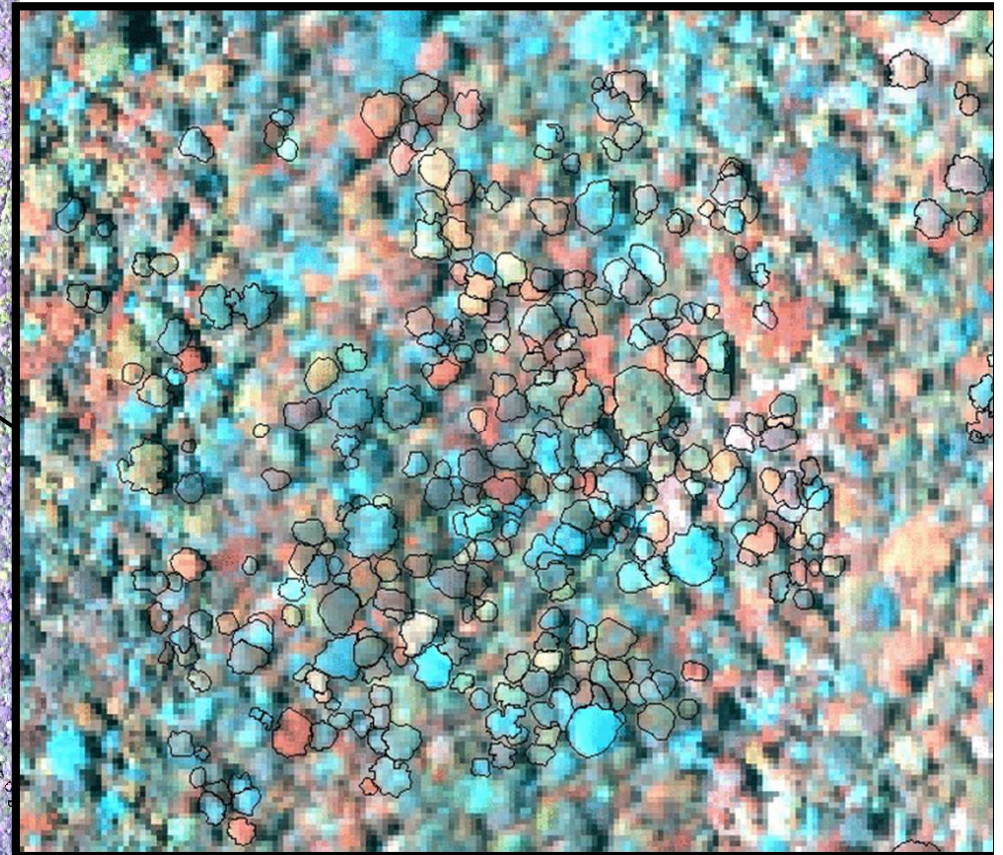
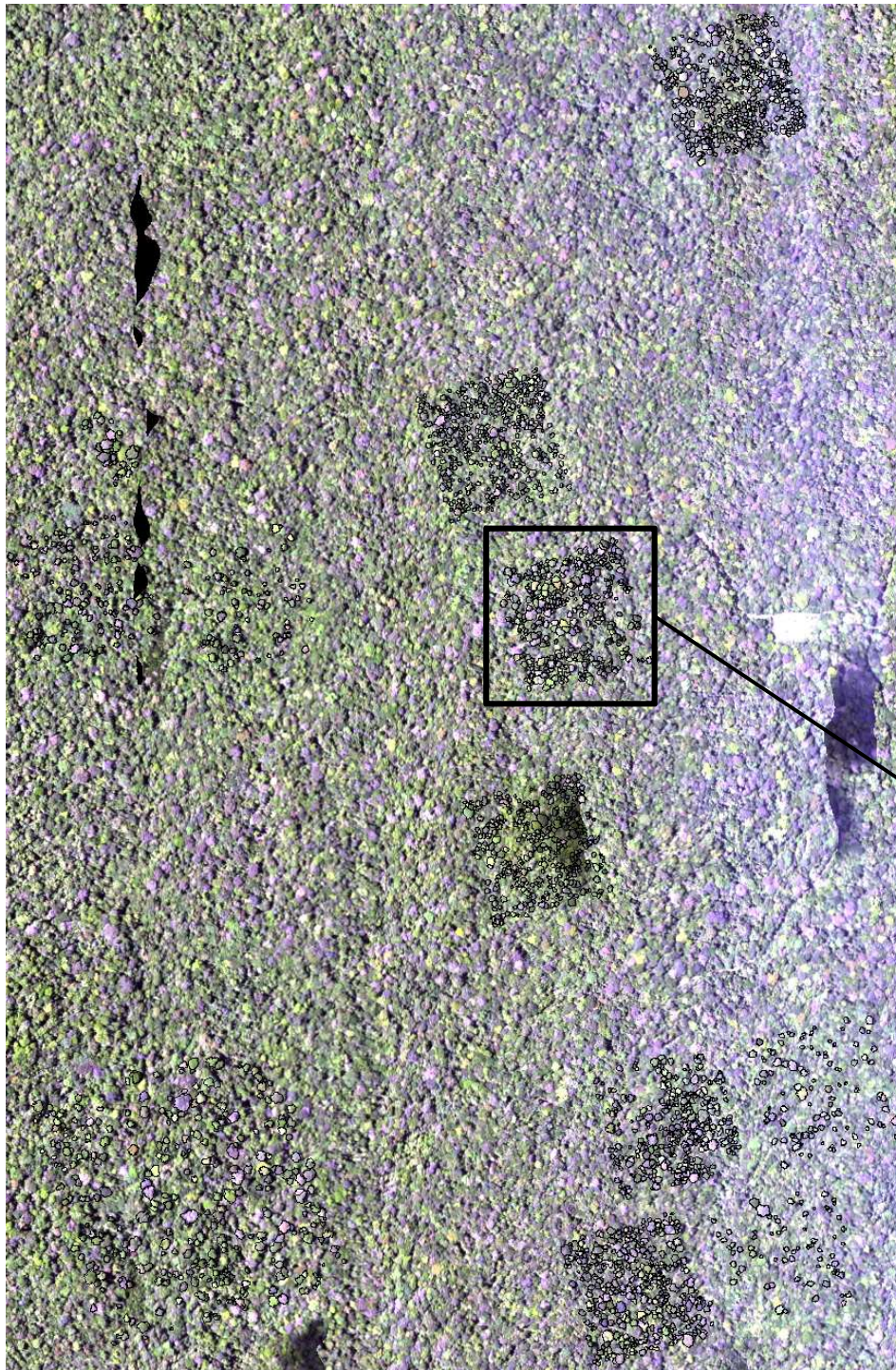
HySpex VNIR camera.

Caractéristiques capteur HySpex VNIR-1600

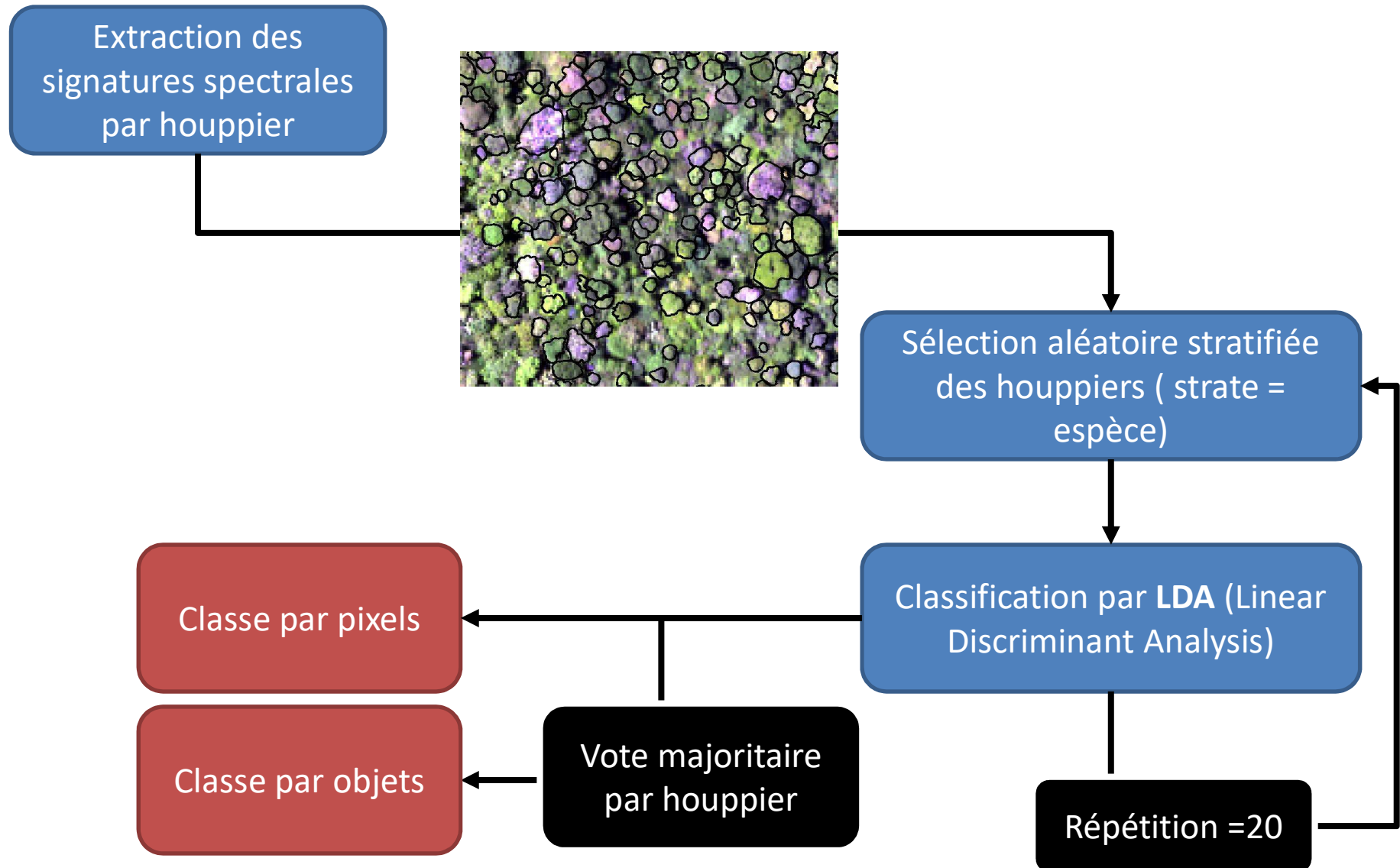
- FOV : **17°**
- Gamme spectrale : 400 nm à 1000 nm
- Résolution spatiale 3,7 nm
- Nombre de bandes : 160

2.2 Données sol

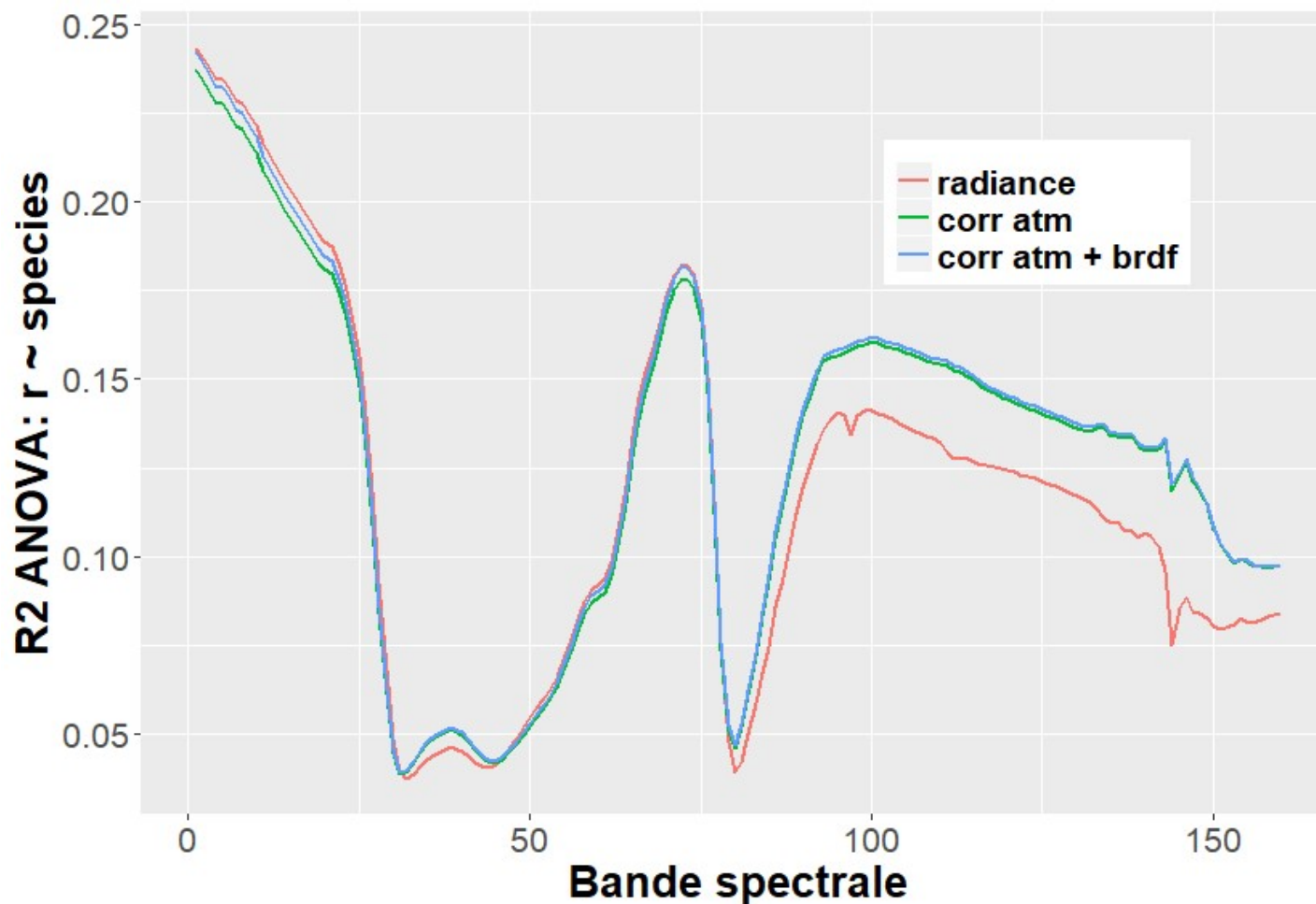
Site de Paracou (ci-contre)
~2050 houppiers segmentés et identifiés
À l'espèce sur le site de Paracou



3.4 Méthode de classification



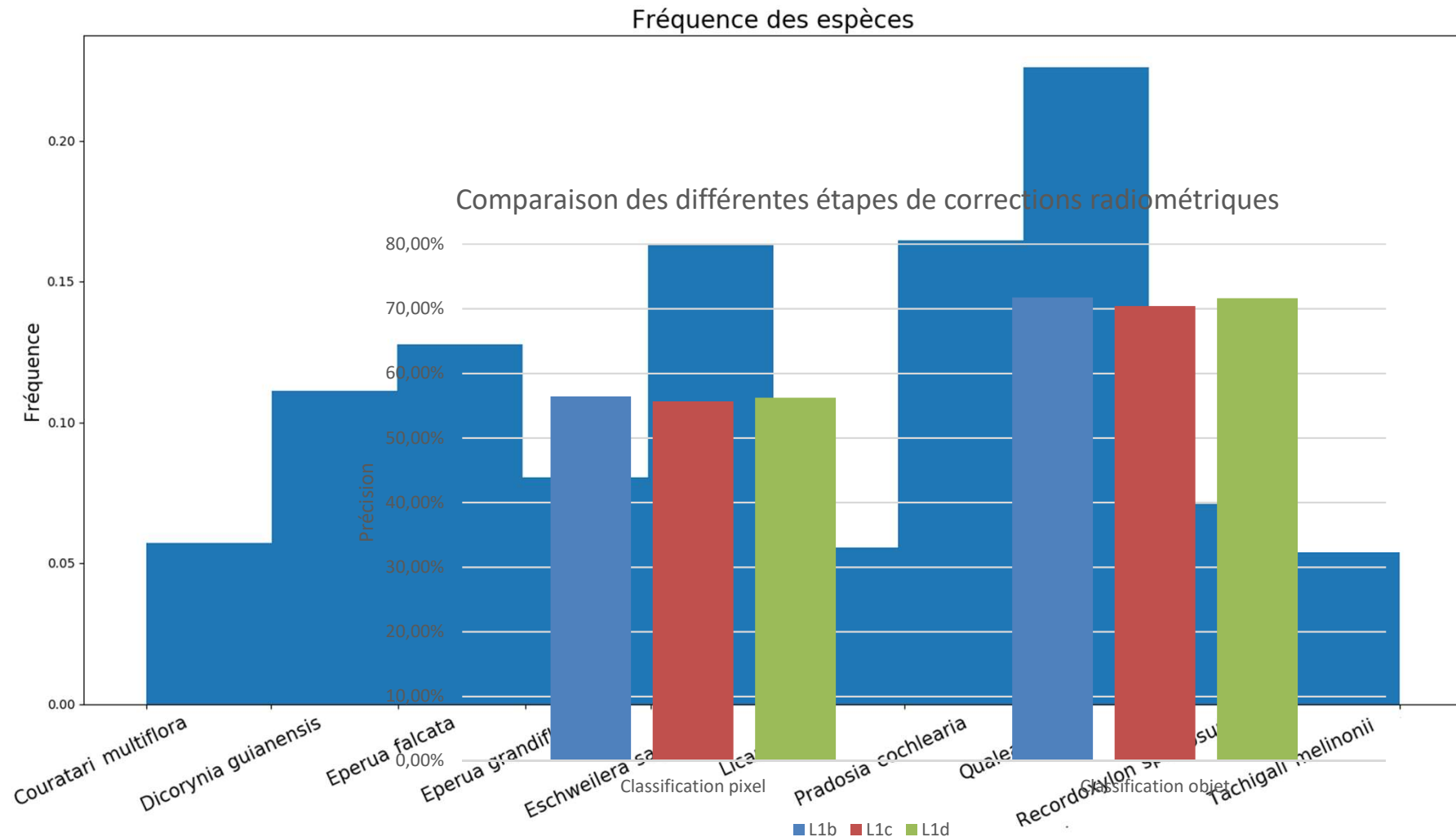
4.1 Résultats: Impact des corrections sur la part de variance spectrale associée aux 10 espèces les plus abondantes



4.2 Effets sur la séparabilité des espèces

Pourcentage des données pour :

- L'apprentissage = 66%



Conclusion

Les différentes corrections atmosphériques et de BRDF semblent ne pas améliorer le taux de séparabilité pour la reconnaissance des espèces.

Condition d'acquisitions différentes entre les sites (variation de heure, atmosphère, éclairement, altitude, relief,...)

Prochaines étapes :

- Vérifier que la standardisation permet de gagner en robustesse en prédiction inter-site
- Utilisation des données SWIR fusionnées aux données VNIR

Merci de votre attention

