

Estimation des stocks de carbone dans la biosphère terrestre

Jérôme Chave(1*), Nicolas Baghdadi(2), Nicolas Barbier(3), Pierre Borderies(4), Philippe Ciais(5), Pierre Couteron(3), **Cécile Dardel**(6), Pascale Dubois-Fernandez(7), Laurent Ferro-Famil(8), Pierre-Louis Frison(9), **Nicolas Labrière**(1), Dinh Ho Tong Minh(2), Thierry Koleck(6), Philippe Peylin(5), **Maxime Réjou-Méchain**(1,3), Antoine Roueff(10), Ludovic Villard(6), Grégoire Vincent(3), Thuy Le Toan(6)

(1) CNRS-UPS-IRD, Laboratoire EDB UMR 5174 Toulouse, France

(2) IRSTEA-CIRAD-ENGREF UMR TETIS Montpellier, France

(3) IRD-CNRS-UM-INRA UMR AMAP Montpellier, France

(4) ONERA DEMR Toulouse

(5) CEA-CNRS-UVSQ UMR LSCE Gif sur Yvette

(6) CNRS-CNES-UPS laboratoire CESBIO, Toulouse

(7) ONERA DEMR Salon de Provence

(8) Univ Rennes IETR, Rennes

(9) Univ Marne La Vallée Laboratoire ESYCOM, Marne La Vallée

(10) U Marseille-CNRS, Institut Fresnel, Marseille

* Laboratoire d'Excellence CEBA



Destin des émissions anthropogéniques de CO₂ (2007-2016)



9.34 PgC/an
88%

4.69 PgC/an

46%



Différence entre puits et sources: 0.6 PgC/an



12%
1.31 PgC/an

30%

3.0 PgC/an



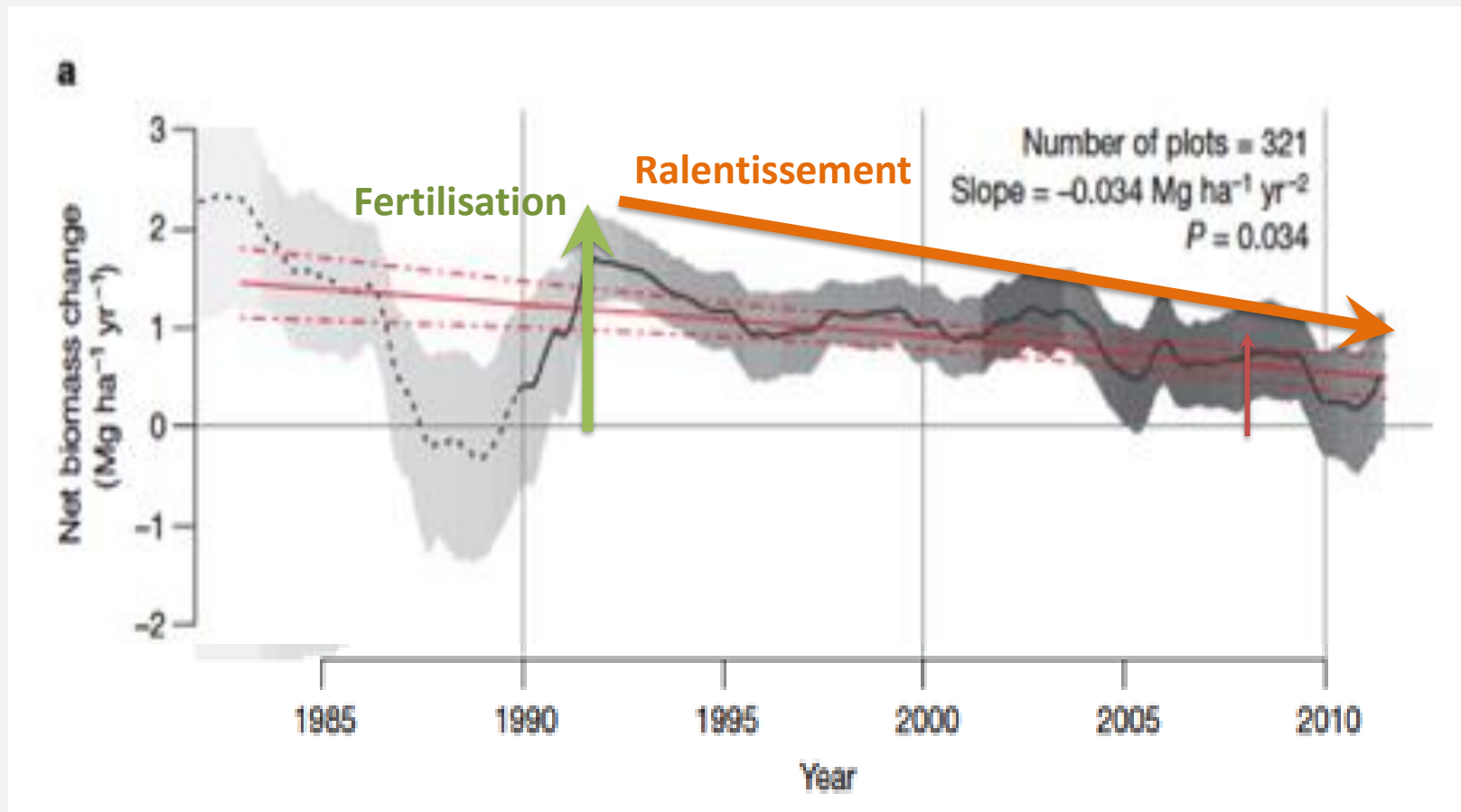
24%

2.4 PgC/an



$1 \times 10^{15} \text{g} = 1 \text{ Petagram (Pg)}$

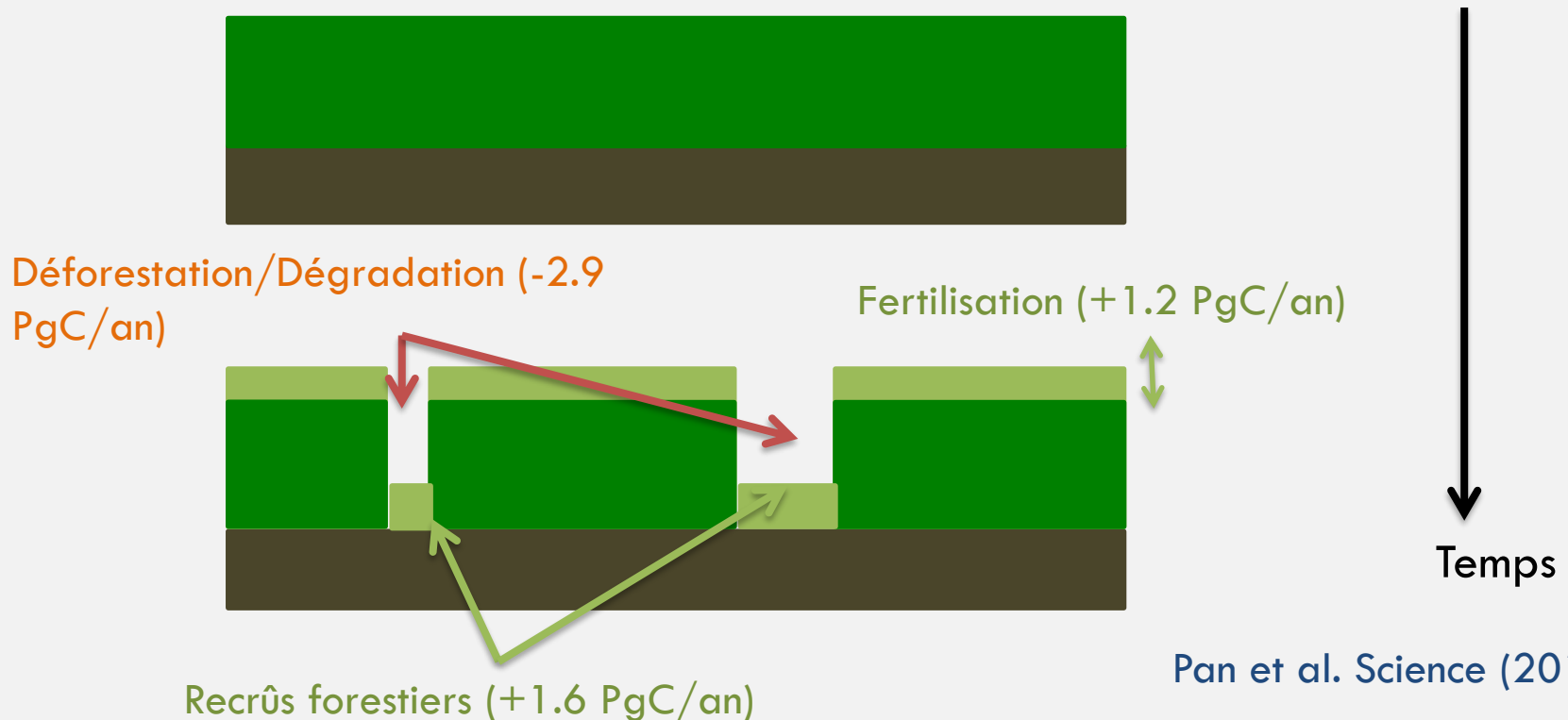
Les forêts Amazoniennes anciennes répondent aux changements climatiques



Bilan pour les forêts tropicales

La fertilisation et repousse forestière compensent presque la déforestation

Bilan net = recrûs + fertilisation – déforestation ≈ 0

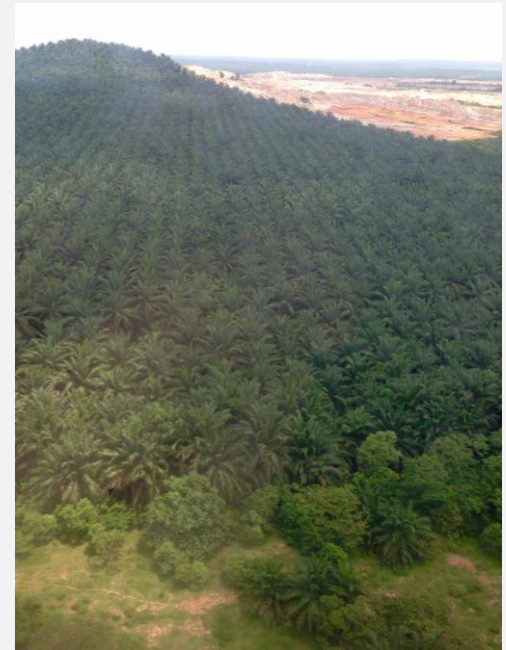


Facteurs directs sur les forêts tropicales

1. Déforestation et dégradation des forêts liées au commerce de bois et à l'utilisation des ressources forestières
2. Conversion des terres pour l'agriculture
3. **Impact climatique** : comment les forêts répondent-elles aux sécheresses ?



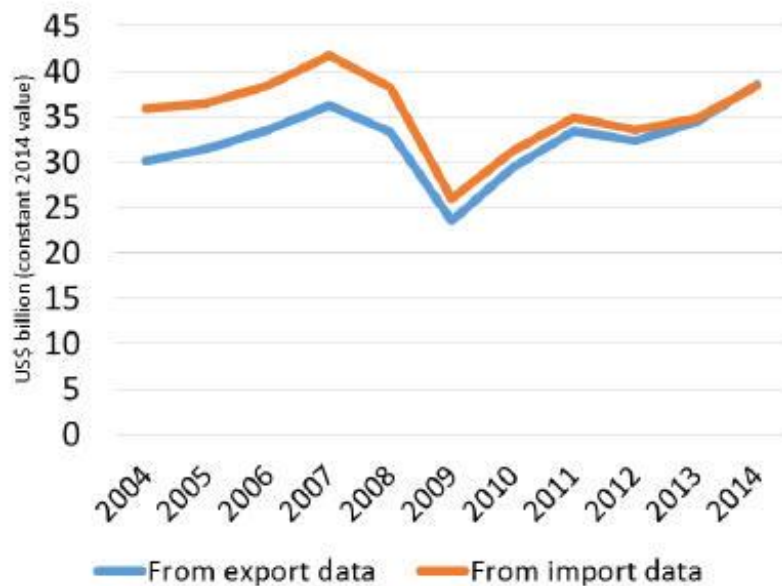
Gabon, 2016



Sabah, Malaisie, 2016

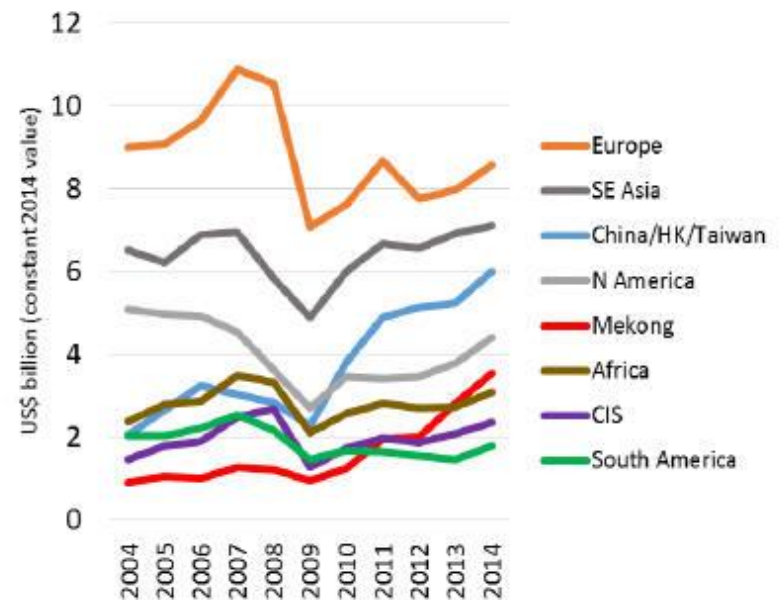
Le secteur global du bois n'augmente pas

Chart 1: Total value of global hardwood trade - 2004 to 2014



Source: ITTO IMM analysis of
Global Trade Atlas & UN COMTRADE

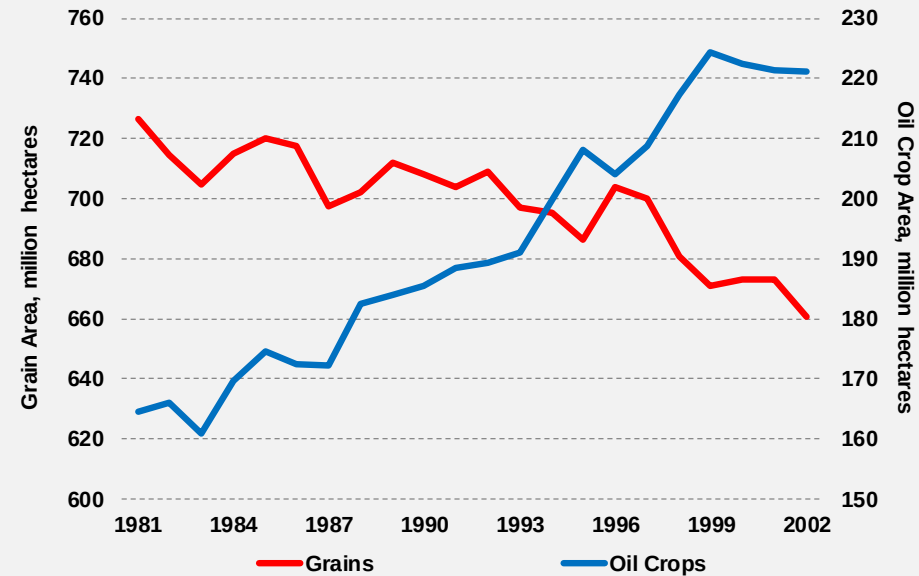
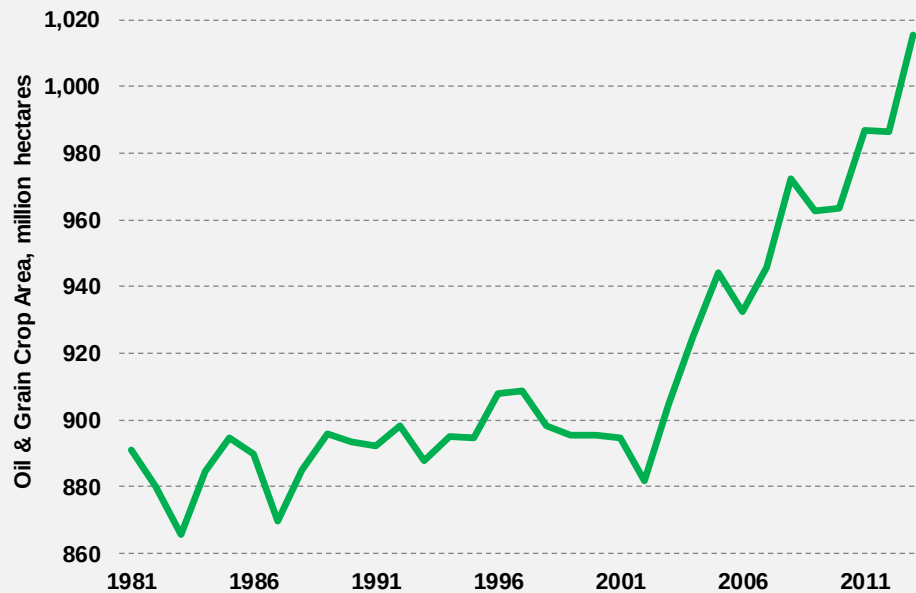
Chart 4: Global trade in hardwood by region of export country - 2004 to 2014



Source: ITTO IMM analysis of
Global Trade Atlas & UN COMTRADE

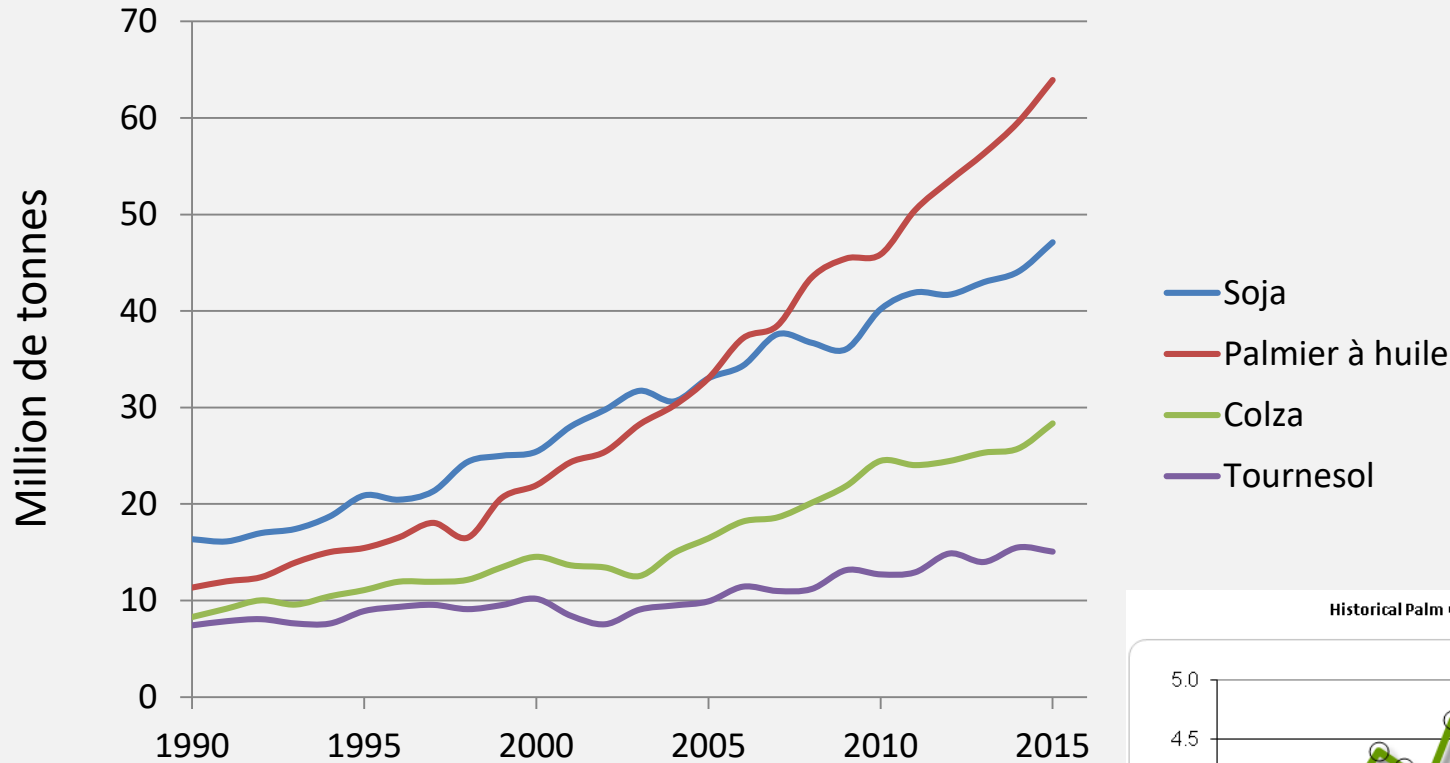
Depuis 2002, l'augmentation des besoins en terres arables est de 10 millions d'hectares par an

Cette tendance est due aux oléagineux, plus qu'aux céréales



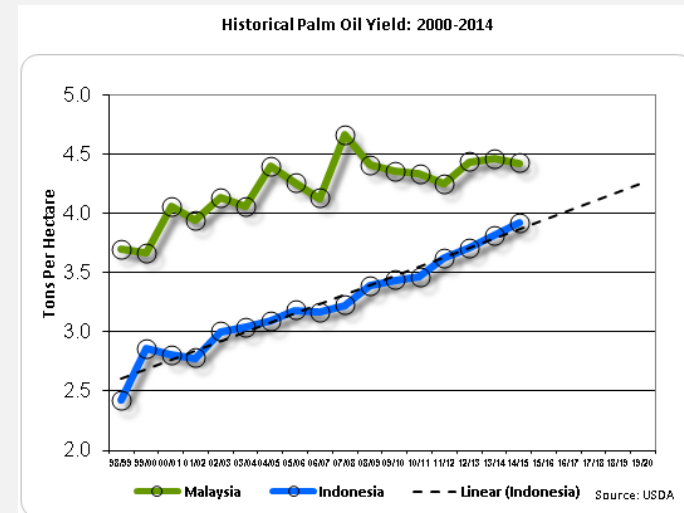
Source: données UN FAO

La demande en terres arables est principalement sous les tropiques

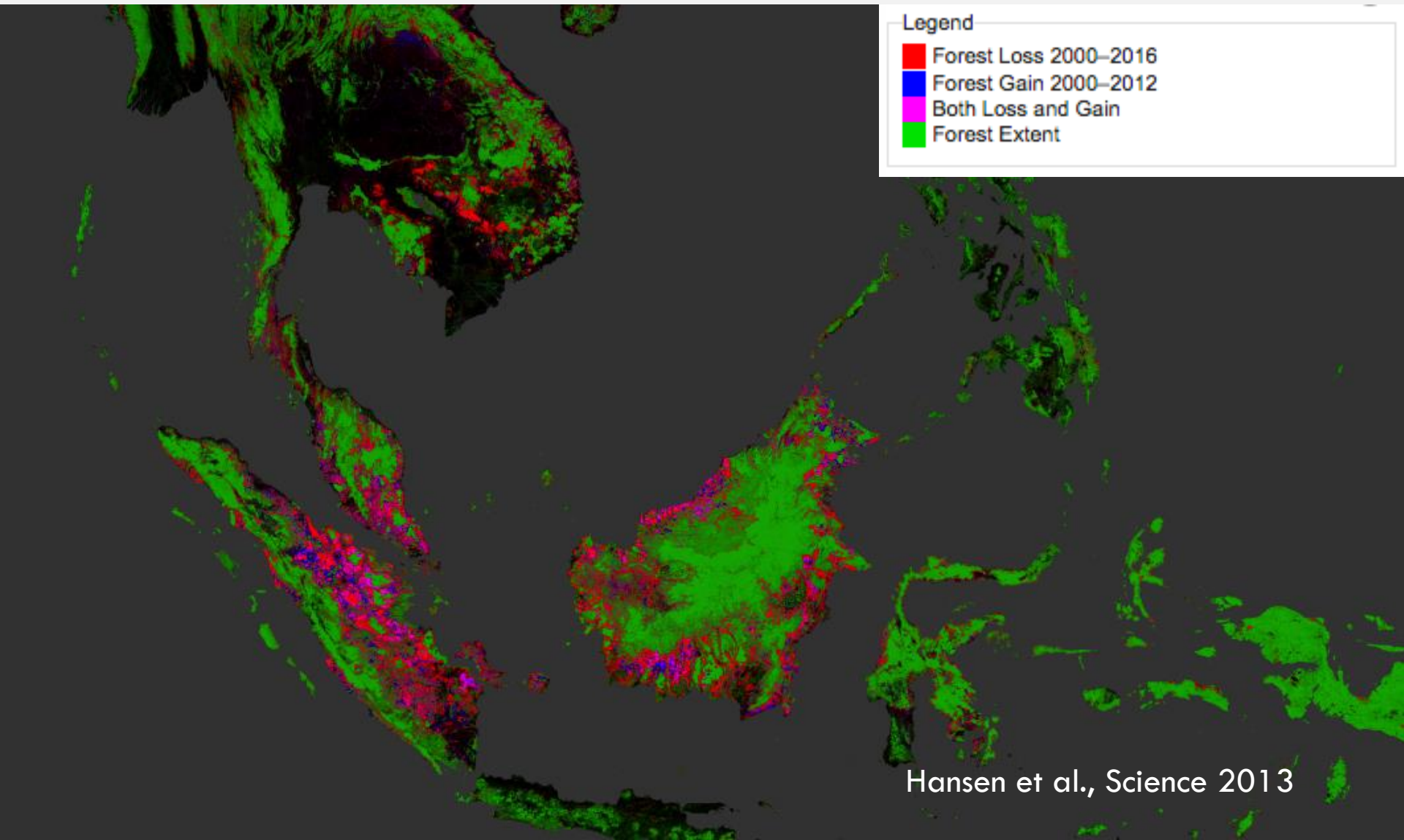


Source: Oil World

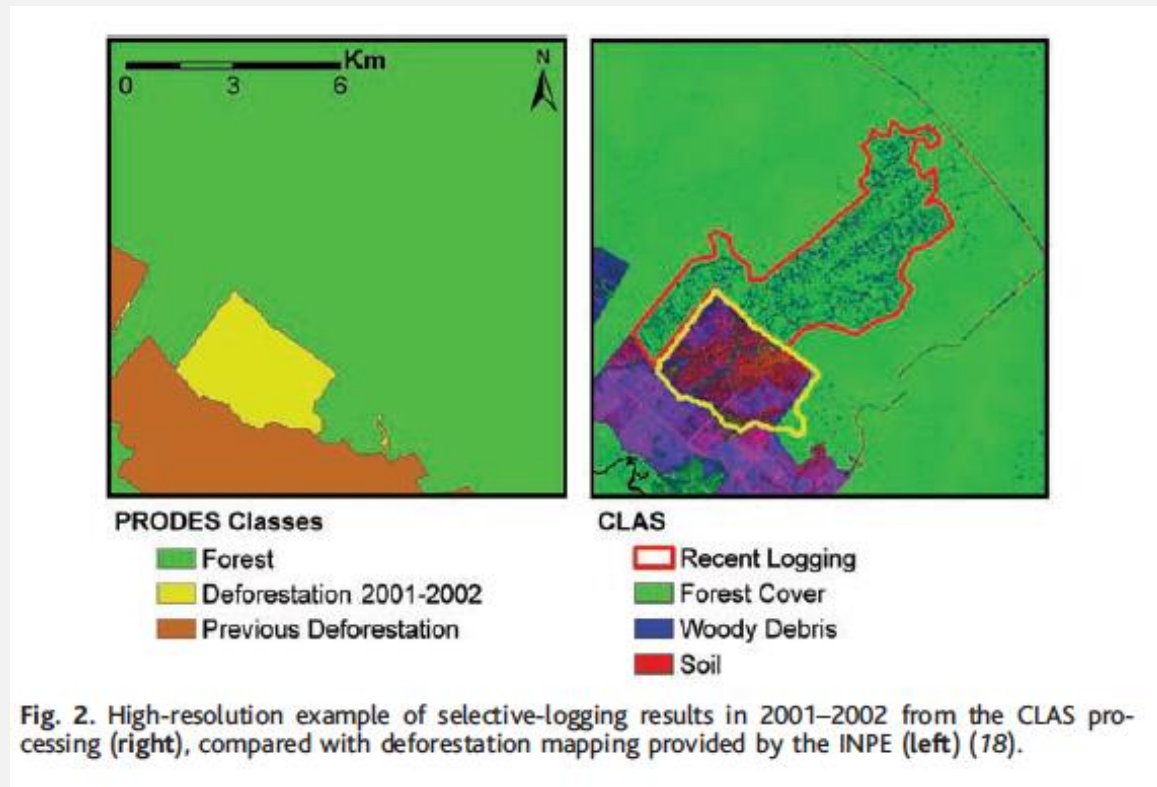
Pour le palmier à huile, les gains de productivité futurs sont limités



Impacts sur les massifs forestiers tropicaux



La dégradation forestière est mal détectée par les satellites optiques (SPOT/Landsat)



Asner et al. Science (2005)

20% des émissions proviennent d'exploitation sélective

Risque climatique

Risque = [vulnérabilité au
phénomène] x [impact du
phénomène]

Vulnérabilité des arbres à la sécheresse

LETTER

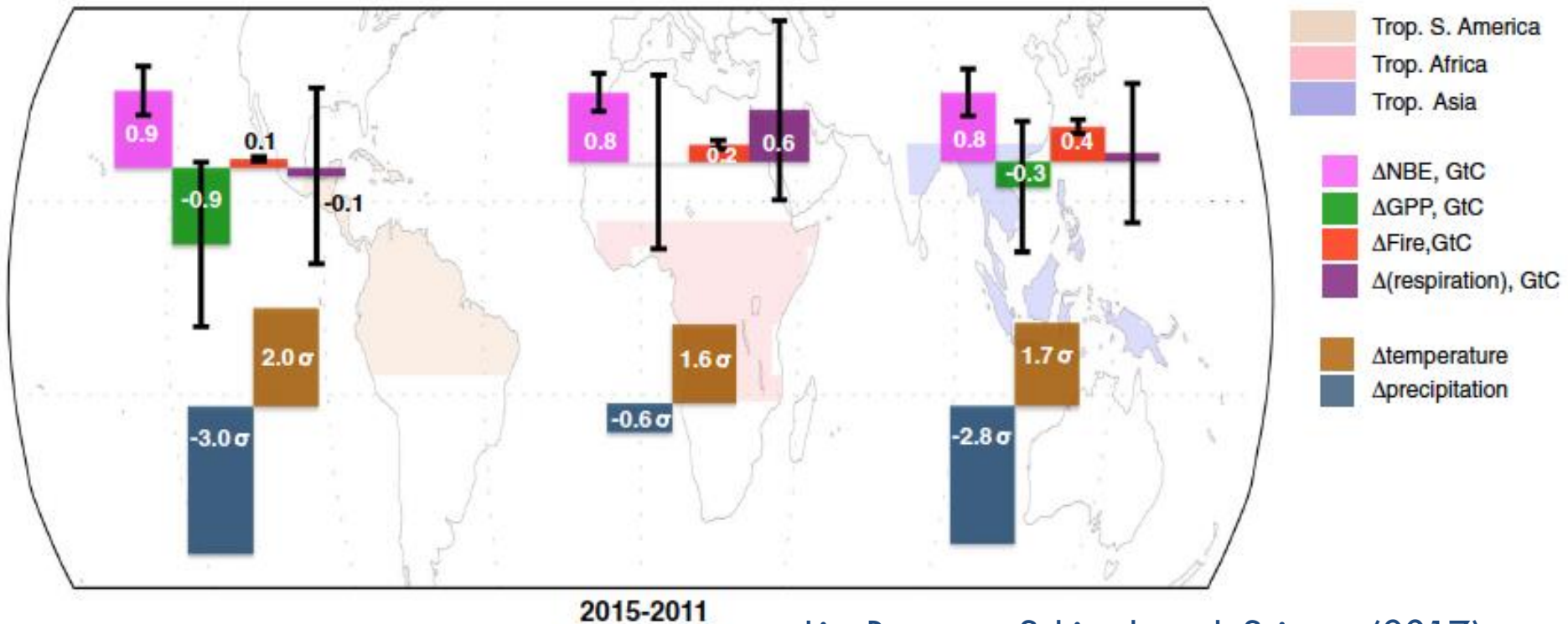
doi:10.1038/nature11688

Global convergence in the vulnerability of forests to drought

Brendan Choat^{1*}, Steven Jansen^{2*}, Tim J. Brodribb³, Hervé Cochard^{4,5}, Sylvain Delzon⁶, Radika Bhaskar⁷, Sandra J. Bucci⁸, Taylor S. Feild⁹, Sean M. Gleason¹⁰, Uwe G. Hacke¹¹, Anna L. Jacobsen¹², Frederic Lens¹³, Hafiz Maherali¹⁴, Jordi Martínez-Vilalta^{15,16}, Stefan Mayr¹⁷, Maurizio Mencuccini^{18,19}, Patrick J. Mitchell²⁰, Andrea Nardini²¹, Jarmila Pittermann²², R. Brandon Pratt¹², John S. Sperry²³, Mark Westoby¹⁰, Ian J. Wright¹⁰ & Amy E. Zanne^{24,25}



Les forêts tropicales répondent fortement aux sécheresses



Liu, Bowman, Schimel et al. Science (2017)



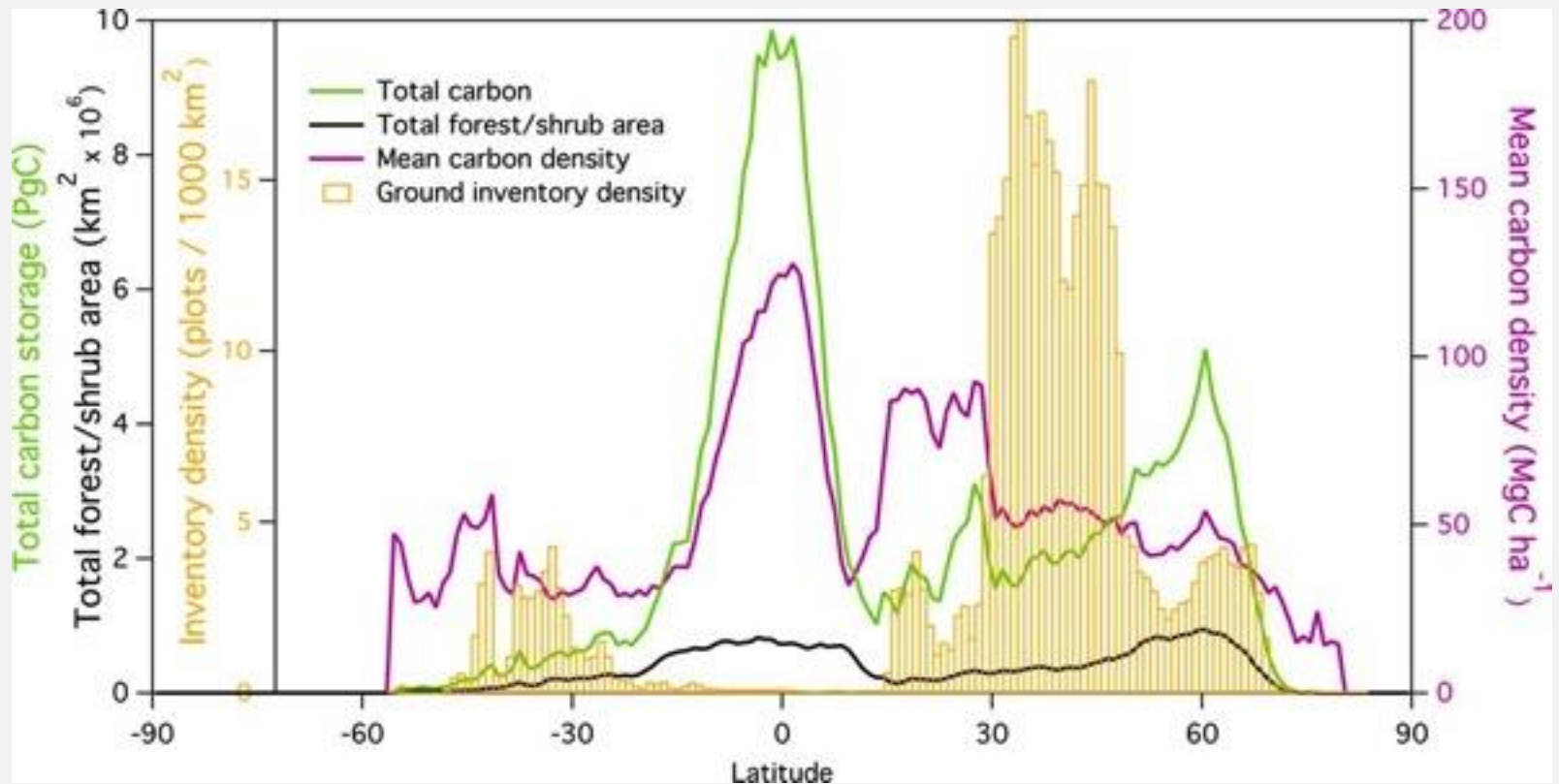
Analyse issue des données du
Orbiting Carbon Observatory (NASA, OCO-2)

Enjeux de recherche : suivi global des écosystèmes forestiers

1. Les mécanismes d'évitement de la déforestation (dits « REDD ») sont dépendants de procédures rigoureuses de suivi.
2. Les procédures de monitoring, reporting & verification (MRV) sont difficiles à mettre en œuvre dans les Etats du Sud
3. Cela limite l'accès à des processus de compensation dans ces pays.

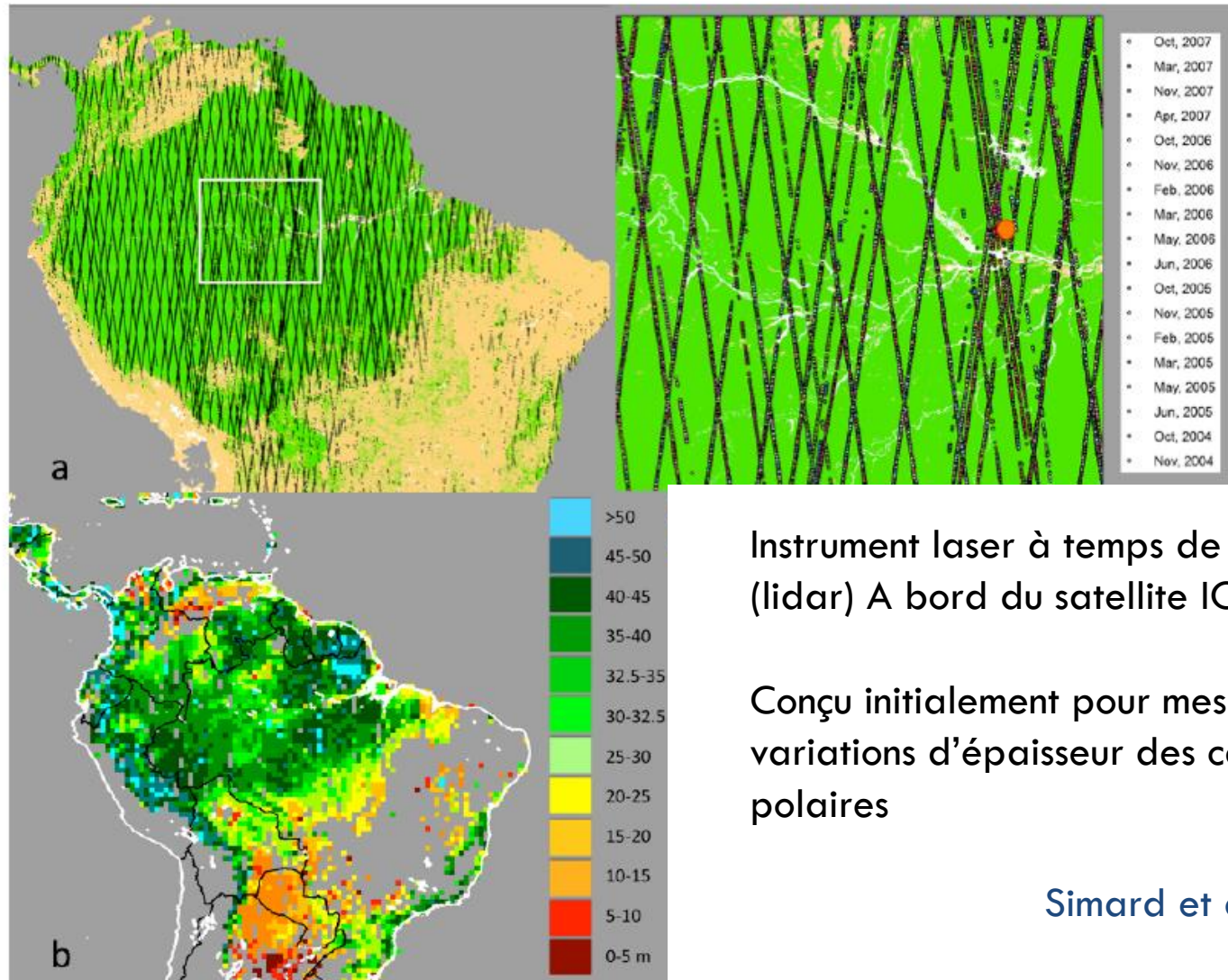


Sous les tropiques, les inventaires de terrain sont rares



Yu et al. (2016)

Sérendipité



Instrument laser à temps de retour
(lidar) A bord du satellite ICESat

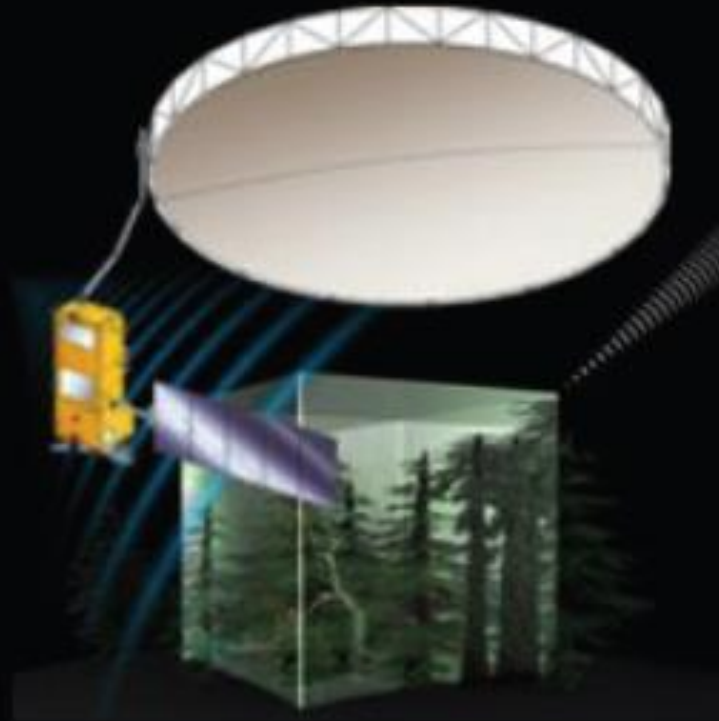
Conçu initialement pour mesurer les
variations d'épaisseur des calottes
polaires

Simard et al. (2011)

Opportunité : une nouvelle génération de missions satellitaires



GEDI LIDAR



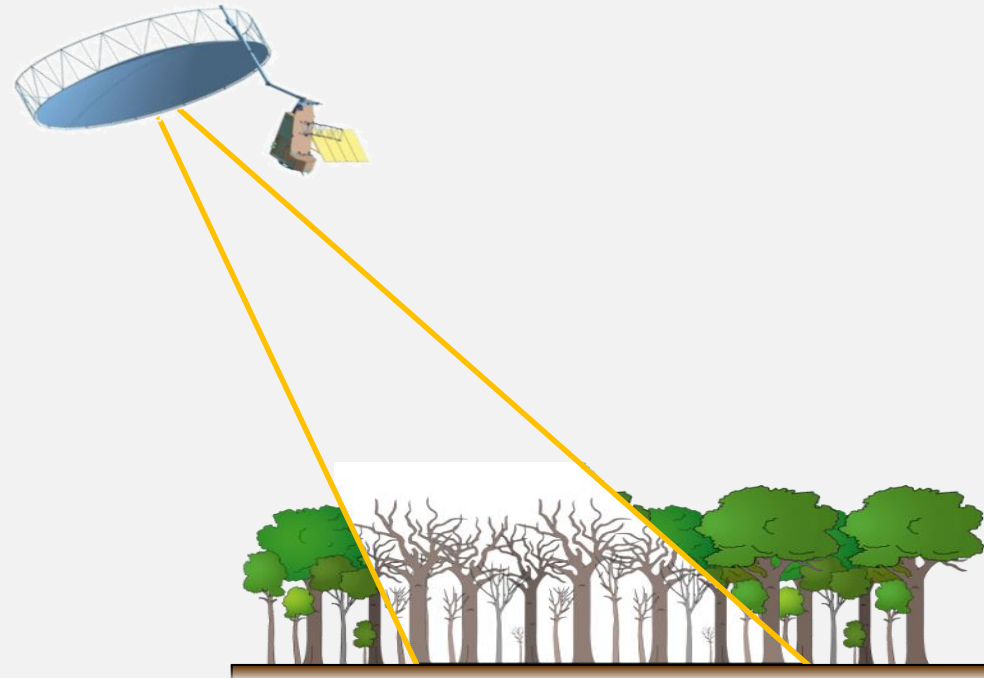
BIOMASS

La mission BIOMASS

SAR bande P (fréquence 435 MHz, 69 cm de longueur d'onde).

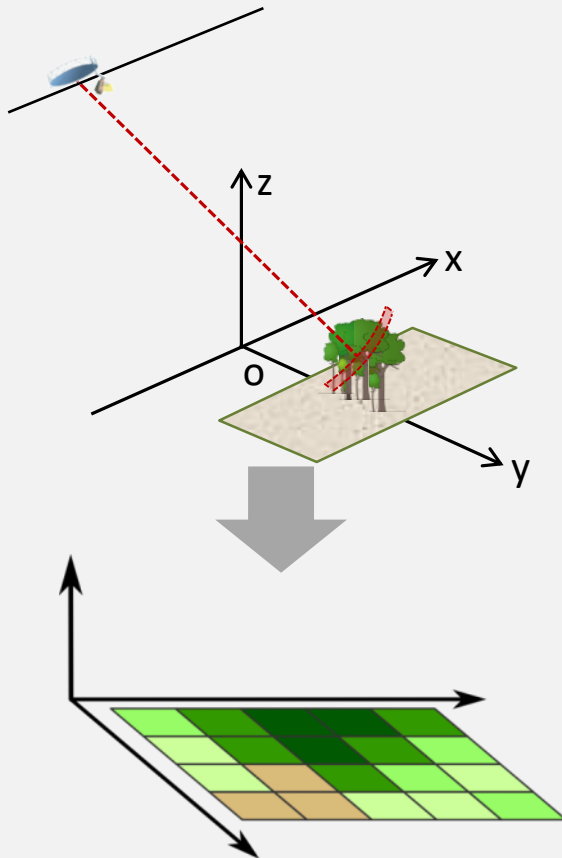
Objectif : observer les surfaces continentales afin de :

- (1) mieux quantifier les puits et sources de carbone des écosystèmes forestiers;
- (2) explorer la sub-surface terrestre (zones arides, glace, permafrost).

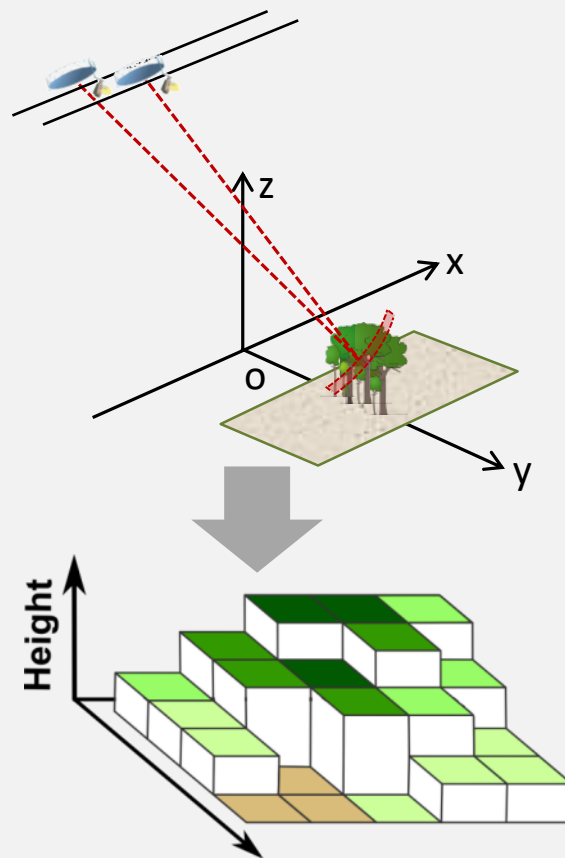


BIOMASS : trois approches pour l'estimation des stocks de carbone

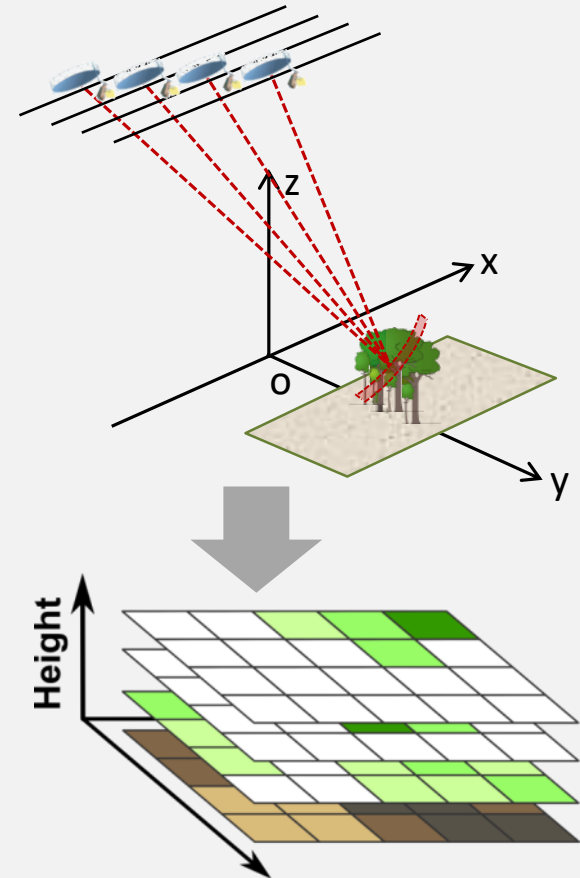
PolSAR
(polarimétrie SAR)



PolInSAR
(interférométrie SAR polarimétrique)



TomoSAR
(tomographie SAR)



Produits de la mission BIOMASS

Biomasse aérienne (tonnes/ha)



- Résolution : 200 m
- Incertitude 20%

**Hauteur de
canopée (m)**



- Résolution : 200 m
- Incertitude 20-30%

Aire des perturbations (ha)



- Résolution : 50 m
- Précision de classification 90%

- 1 carte tous les 6 mois durant 4 ans
- Couverture globale pour les zones de forêt tropicale

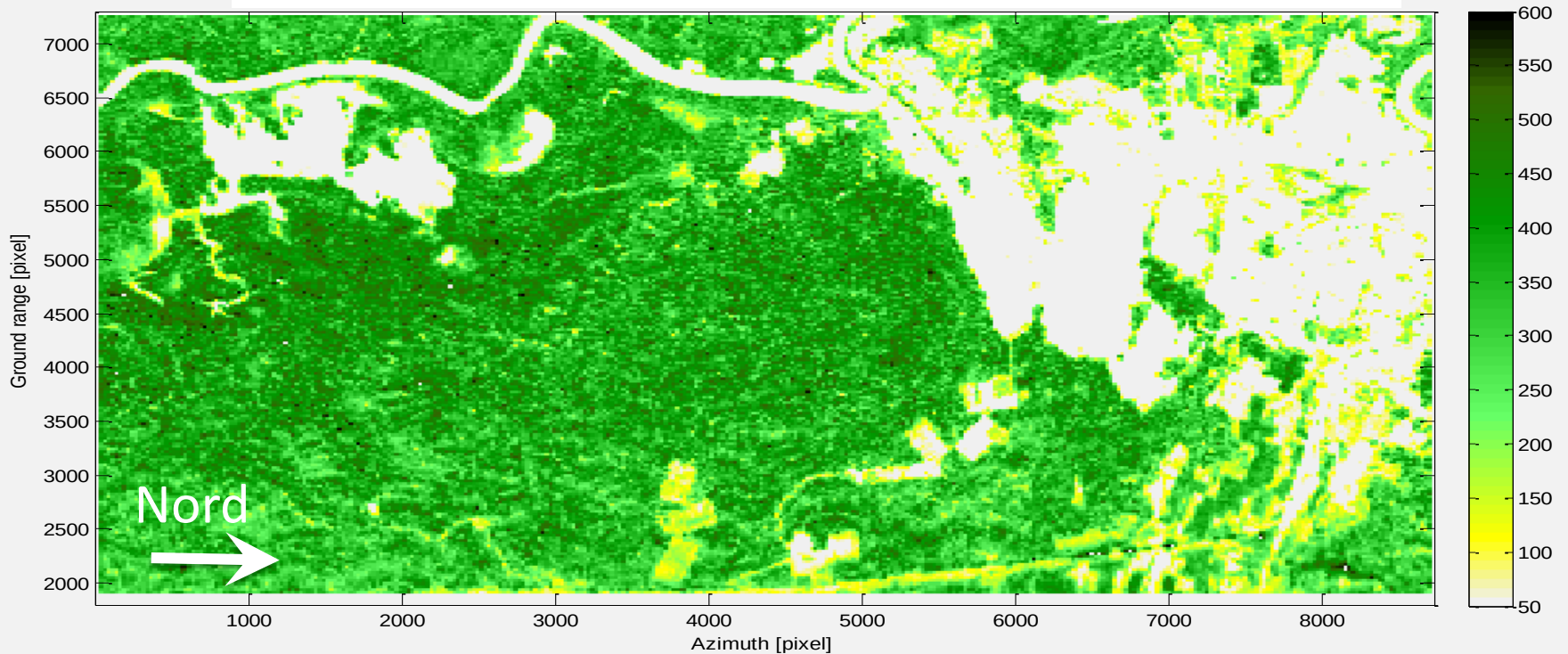
Coordonner les données de terrain afin de
calibrer les instruments



<http://forest-observation-system.net/>

La forêt de Guyane vue par tomographie radar

Site d'étude de Paracou : carte de biomasse à 50 m

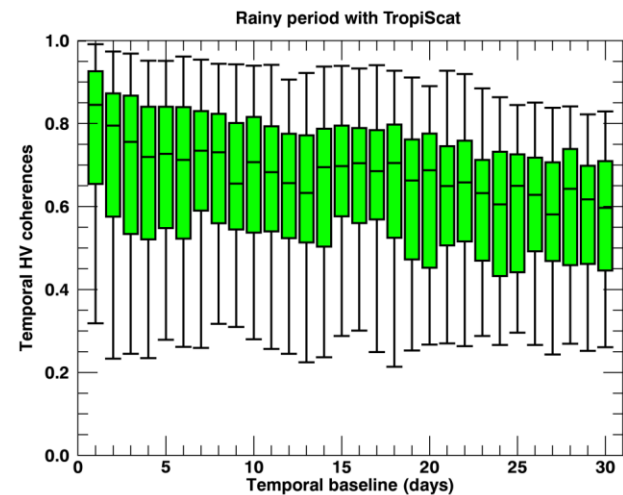
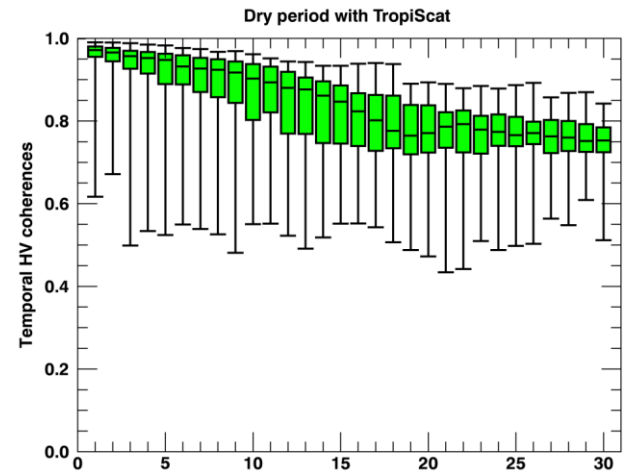


Le signal BIOMASS reste stable sur plusieurs semaines 😊



TropiSCAT

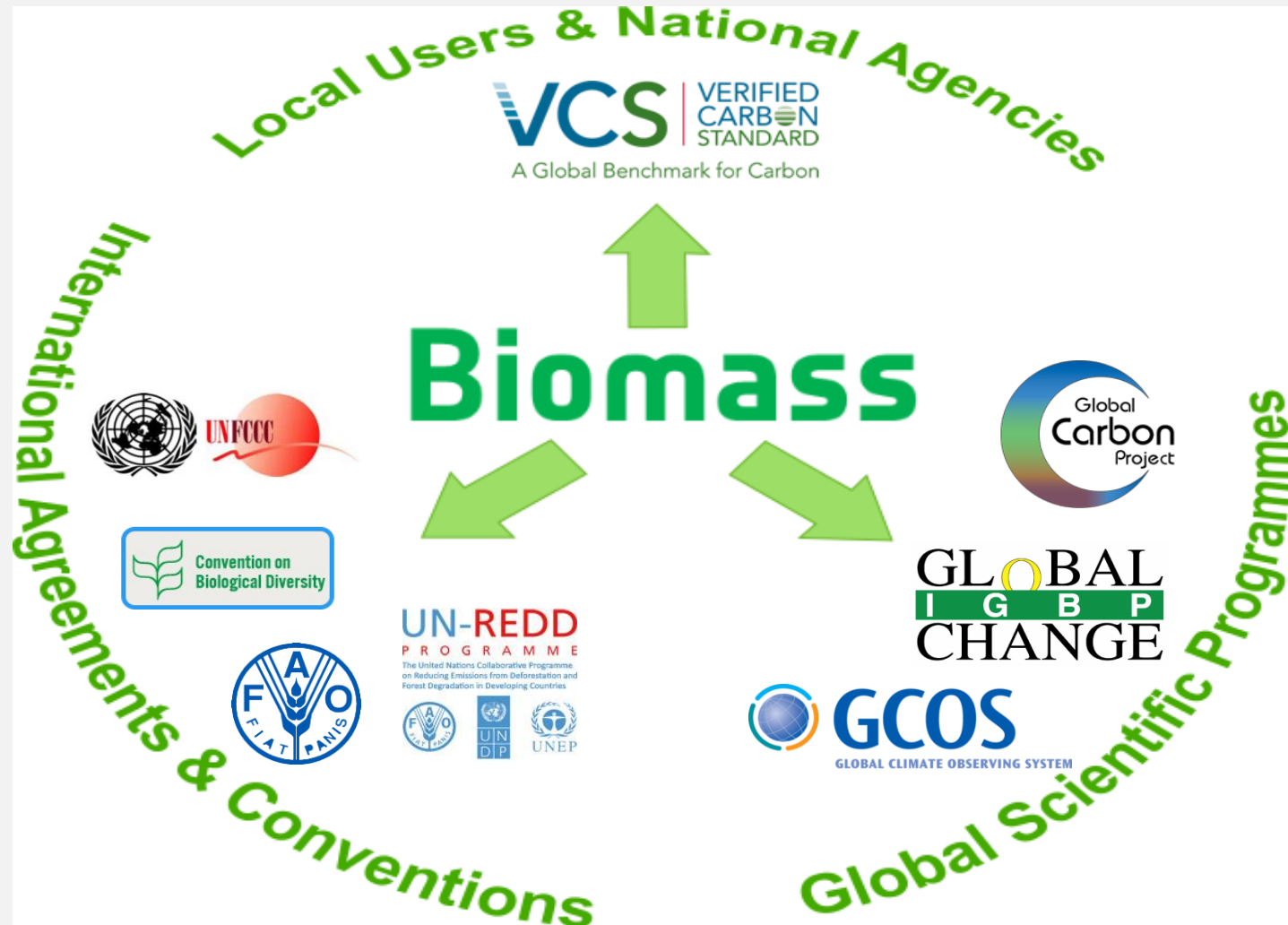
*Observation
radar de la
forêt en
continu depuis
un point fixe
en haut de la
tour Guyaflux
(Guyane)*



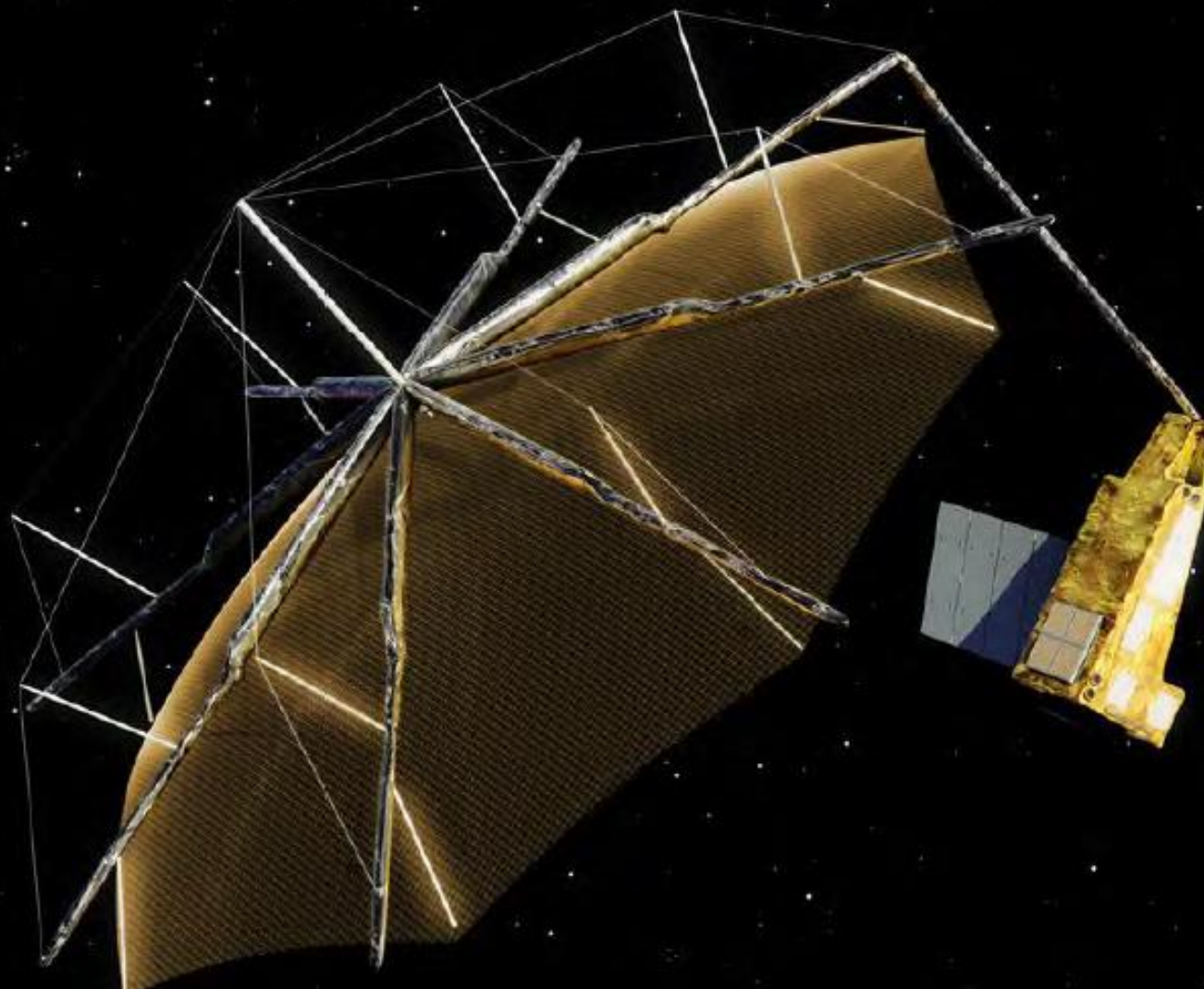
Koleck et al. non publié



Synergies internationales



Lancement prévu en 2021



ESA unclassified for official use

Merci pour votre attention



CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

