

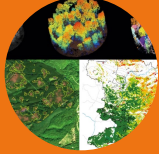
Suivi opérationnel de la déforestation à l'échelle tropicale

MERMOZ Stéphane, **BOUVET** Alexandre, **BALLERE** Marie,
KOLECK Thierry, **LE TOAN** Thuy



GlobEO
Global Earth Observation

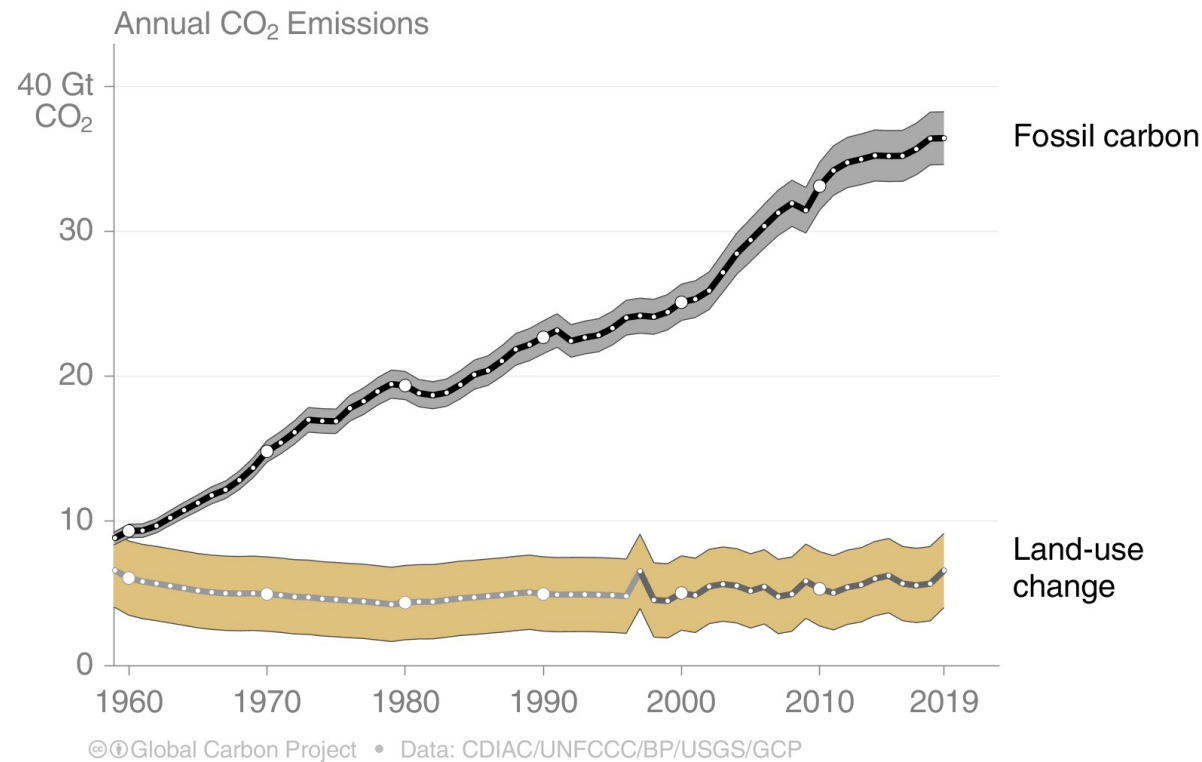


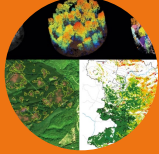


Bilan des émissions globales

Total des émissions globales: 43.0 ± 3.3 GtCO₂ en 2019

Poucentage des changements: >50% en 1930, 39% en 1960, 14% en moyenne entre 2010 et 2019

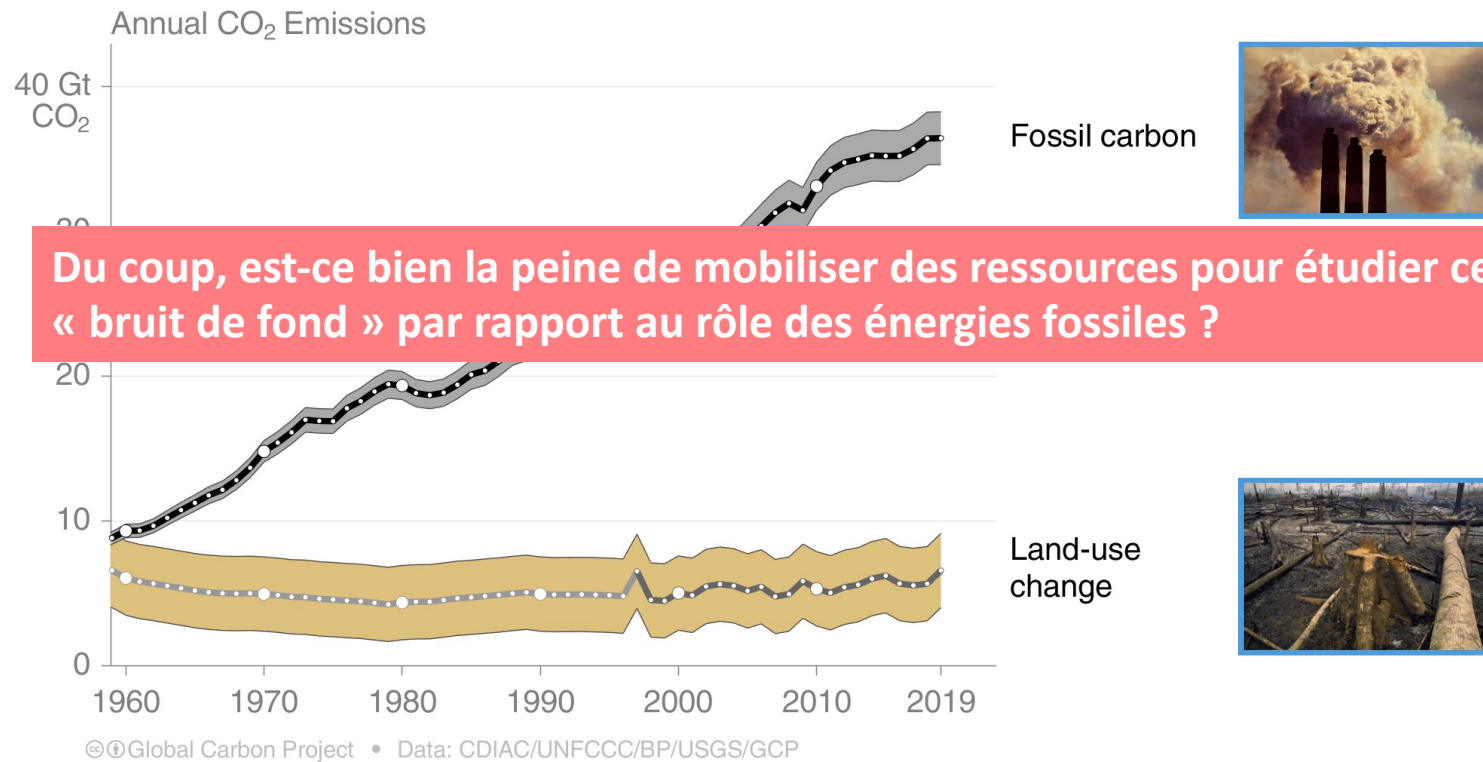


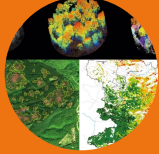


Bilan des émissions globales

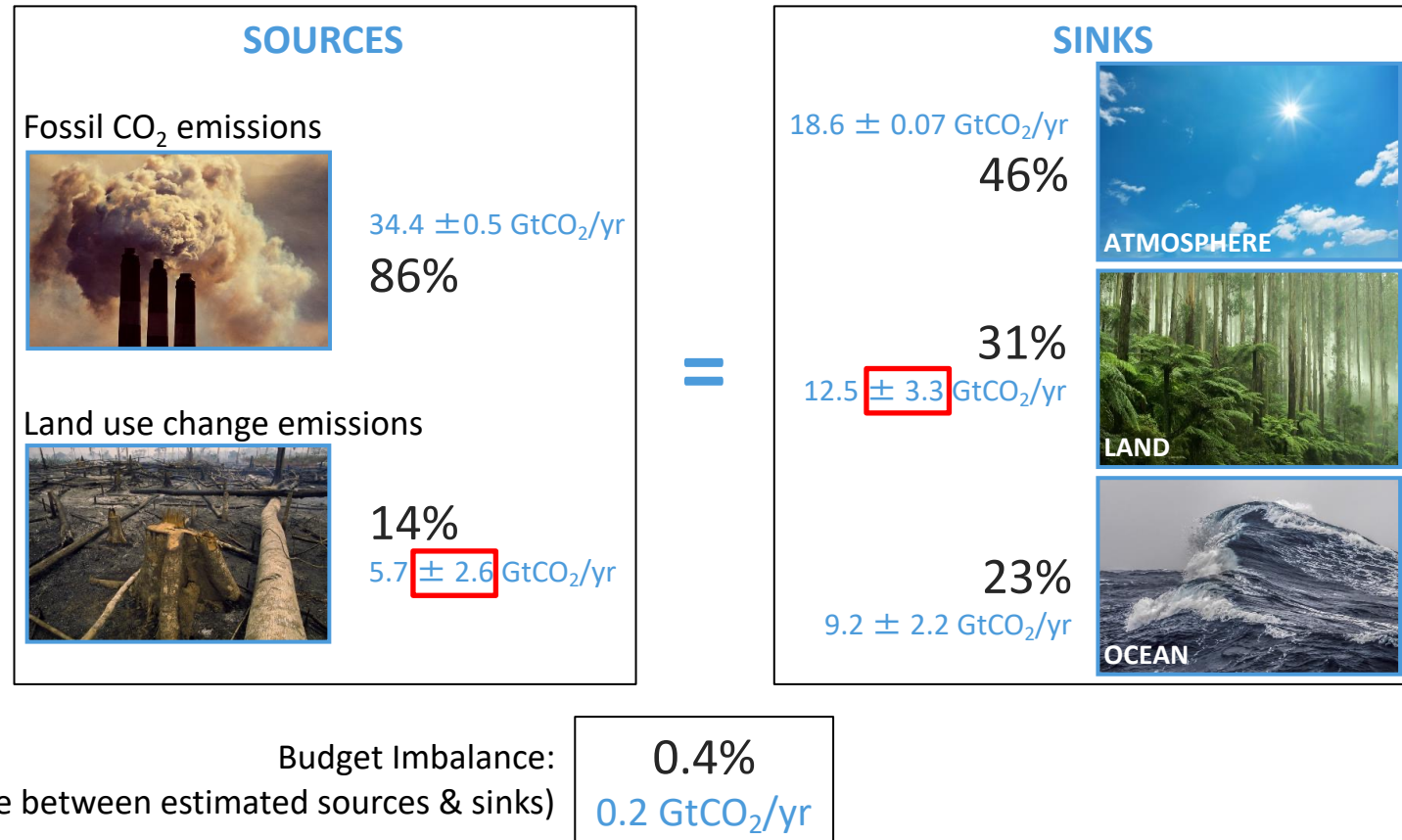
Total des émissions globales: 43.0 ± 3.3 GtCO₂ en 2019

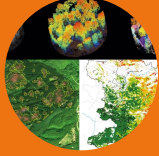
Pourcentage des changements: >50% en 1930, 39% en 1960, 14% en moyenne entre 2010 et 2019





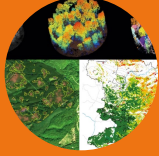
Pourquoi suivre les forêts (tropicales) ?





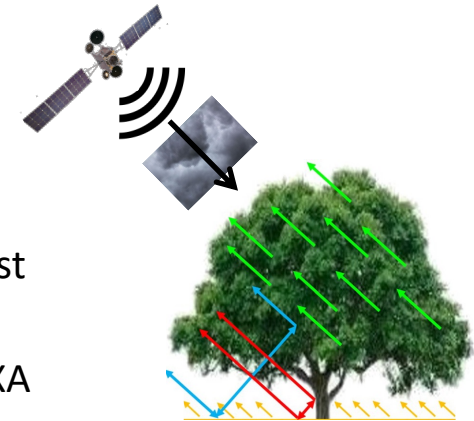
Pourquoi suivre les forêts (tropicales) ?

- Levier d'action important pour l'atténuation du changement climatique (cf. REDD+)
- **Au-delà des aspects carbone**, les forêts jouent un rôle capital dans la régulation du climat :
 - « Recyclage » des précipitations : transport de l'eau à l'intérieur des terres
 - Refroidissement des températures par évapotranspiration
- **Au-delà du climat**, d'autres services écosystémiques :
 - Sources de nourriture/revenus/énergie pour plus de 2 milliards d'humains
 - Réserve de biodiversité
- Rôle dans l'émergence des maladies infectieuses
- Existence probable de points de rupture

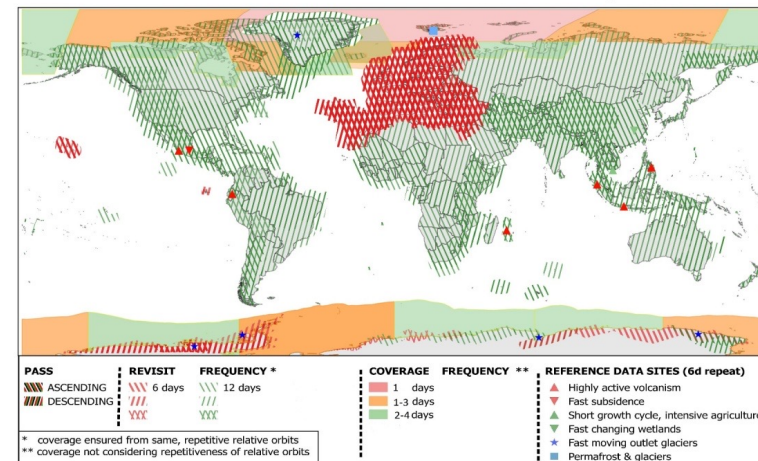


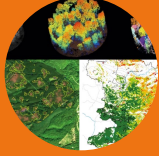
Les données Sentinel-1 et le système de détection

- Données SAR du programme européen Copernicus, acquises systématiquement tous les 6 à 12 jours à l'échelle globale, permettant de développer un système d'alertes pour les décennies à venir
- Le système d'alertes est complémentaire aux autres systèmes:**
 - Système rapide en temps quasi réel**, par rapport aux systèmes basés sur les données optiques (GLAD Forest Alerts basé sur Landsat, DETER au Brésil basé sur MODIS)
 - Taille de pixel fine**, 10 m, et MMU de 0.2 ha par rapport à JJ-FAST (5 ha) basé sur les données SAR de la JAXA
 - Haute résolution temporelle** (moins de 10 jours en utilisant les orbites ascendantes et descendantes)
 - Basé sur des **techniques avancées** afin de **réduire le taux de fausses alarmes**
 - Adaptable aux besoin des pays (par ex: définition des forêts, focus sur les aires protégées à biodiversité élevée, les zones à forte déforestation illégale, etc.)



Sentinel-1 Constellation Observation Scenario:
Revisit & Coverage Frequency





Le projet TropiSCO

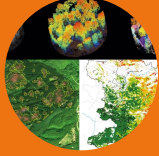


- Labellisé SCO en février 2021
- Kick-off de la phase A en mai 2021
- Durée d'un an jusqu'en mai 2022
- Partenaires: CNES, GlobEO et CESBIO
- Objectifs de la phase A: cartographier la déforestation hebdomadaire de façon automatique sur certains pays clés
- Objectifs de la phase B: étendre à toutes les forêts denses des tropiques, voire aux forêts tempérées et boréales
- Implémentation avec les pays partenaires et transfert de compétences envisagé
- <https://www.spaceclimateobservatory.org/tropisco-amazonia>

Le projet SOFT

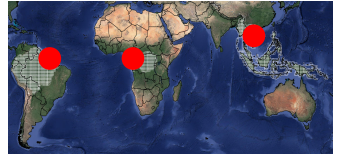


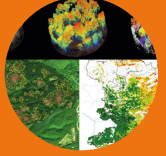
- Durée d'un an jusqu'en avril 2021
- Partenaires: GlobEO et CESBIO
- Objectifs: cartographier la déforestation hebdomadaire sur le Vietnam, Laos et Cambodge
- <https://www.globeo.net/soft>



Les sites d'études

D'abord en Guyane, Suriname, Guyana, Gabon, Vietnam, Laos, Cambodge (phase A TropiSCO)

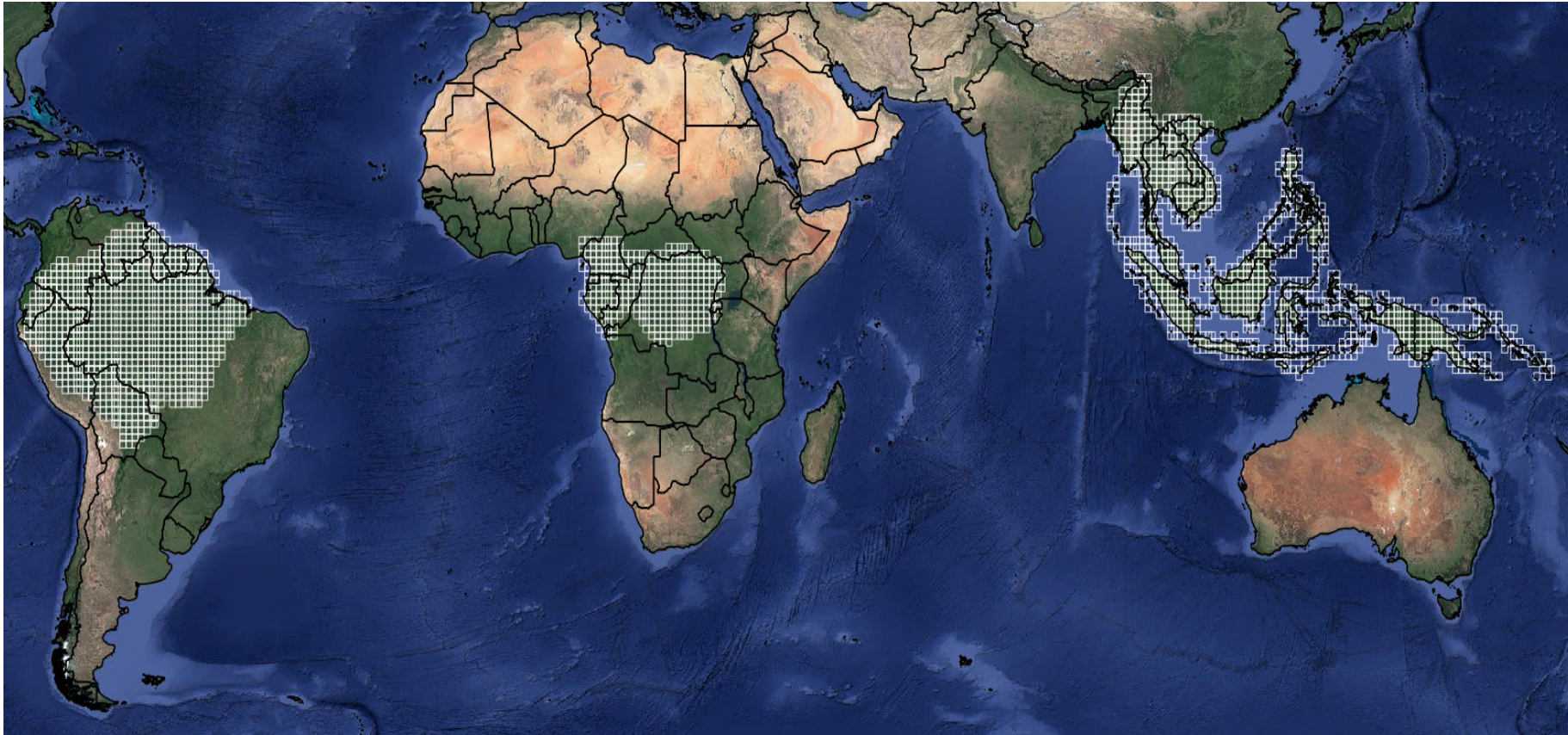




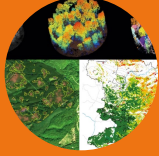
Les sites d'études

D'abord en Guyane, Suriname, Guyana, Gabon, Vietnam, Laos, Cambodge (phase A TropiSCO)

Puis sur tous les tropiques, voire plus (phase B TropiSCO)

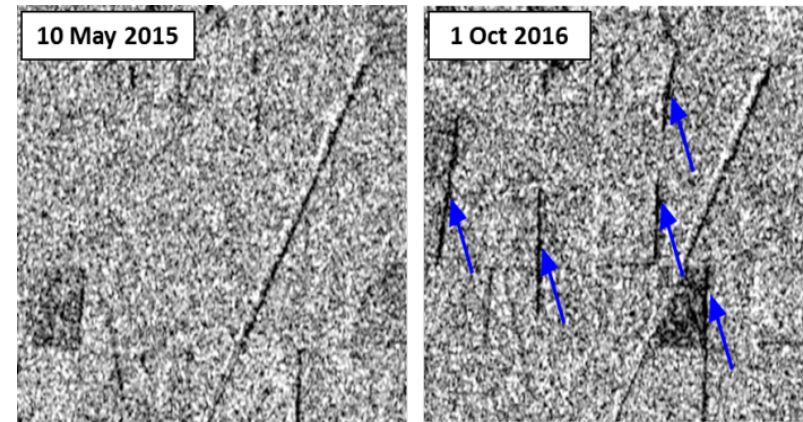
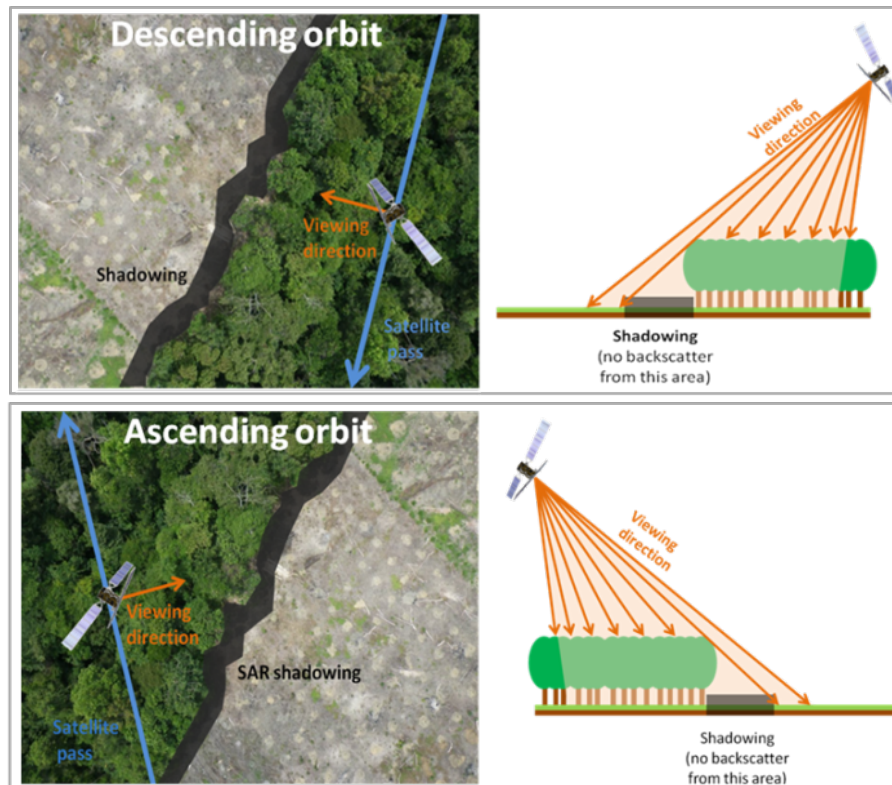


- 3000 110x110 km tuiles = 400 000 Sentinel-1 images par an
- Traitement possible sur le CNES data processing centre



Méthodologie

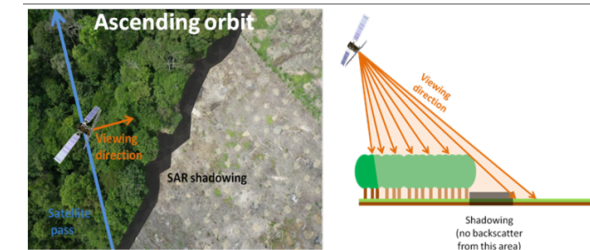
- La précision de la détection avec des données SAR peut être affectée par des facteurs environnementaux, tel que l'humidité du sol et de la végétation, les restes de végétation sur le sol, etc.
- Nécessité de développer des méthodes adaptées
- **Développement de méthodes basées sur l'effet des ombres**



Les flèches bleues indiquent l'apparition d'ombres suite aux coupes (Southern Vietnam)

Méthodologie

- La précision de la détection avec des données SAR peut être affectées par des facteurs environnementaux, tel que l'humidité du sol et de la végétation, les restes de végétation sur le sol, etc.
- Nécessité de développer des méthodes adaptées
- Développement de méthodes basées sur l'effet des ombres**
 - >90% de bonne détection** au Pérou (Bouvet al., 2018), Gabon (Hirgschmugl et al., 2020), Guyane (Ballère et al., 2021), Brésil et Vietnam (Mermoz et al., 2021, soumis en sep. 2021)



Remote Sensing of Environment 252 (2021) 112159

Contents lists available at ScienceDirect

Remote Sensing of Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse



SAR data for tropical forest disturbance alerts in French Guiana: Benefit over optical imagery

Marie Ballère ^{a,b,c,*}, Alexandre Bouvet ^d, Stéphane Mermoz ^{d,e}, Thuy Le Toan ^d, Thierry Koleck ^a, Caroline Bedeau ^f, Mathilde André ^f, Elodie Forestier ^f, Pierre-Louis Frison ^c, Cédric Lardeux ^g



remote sensing

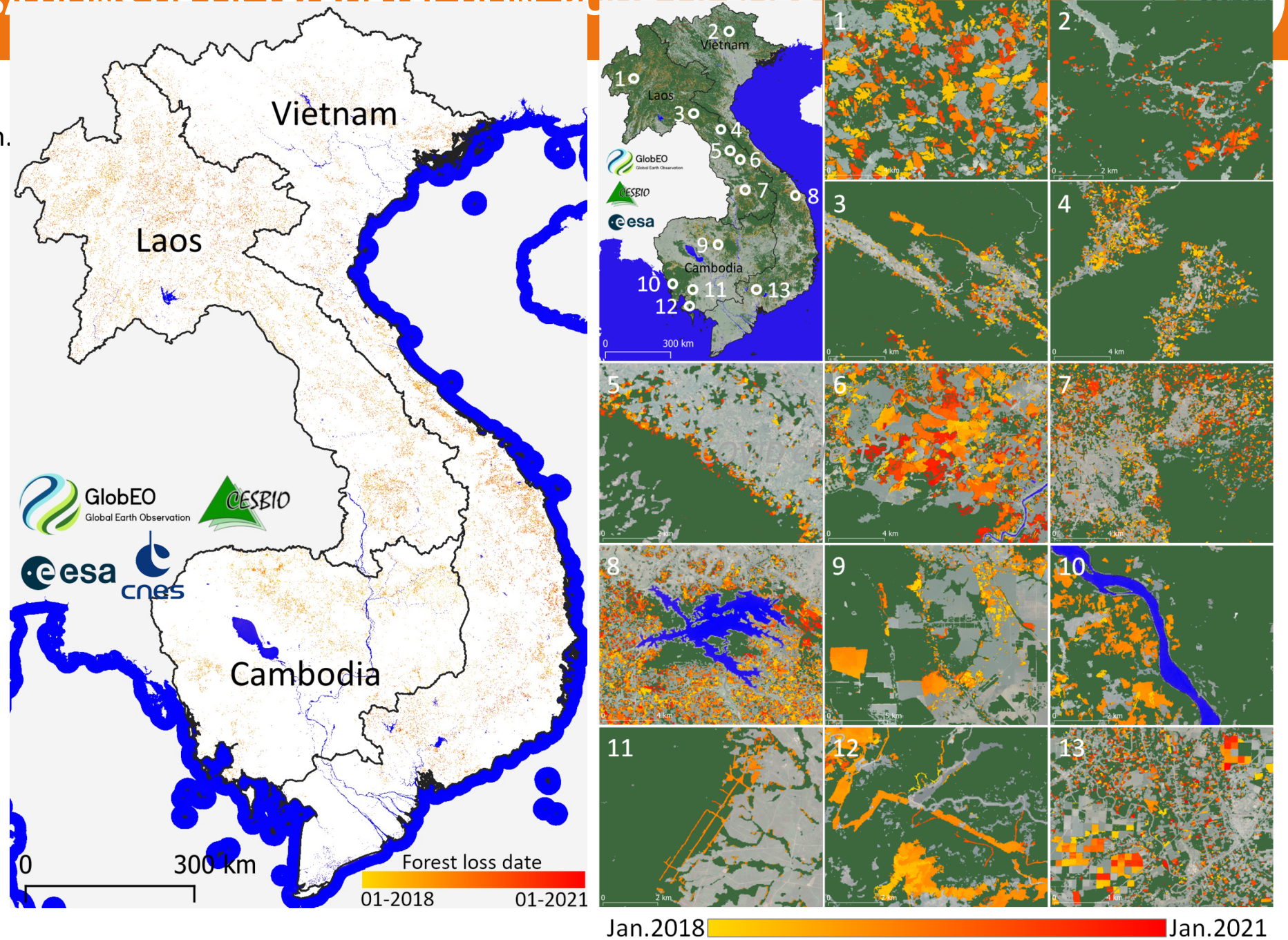


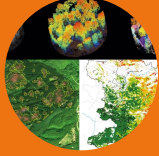
Article

Use of the SAR Shadowing Effect for Deforestation Detection with Sentinel-1 Time Series

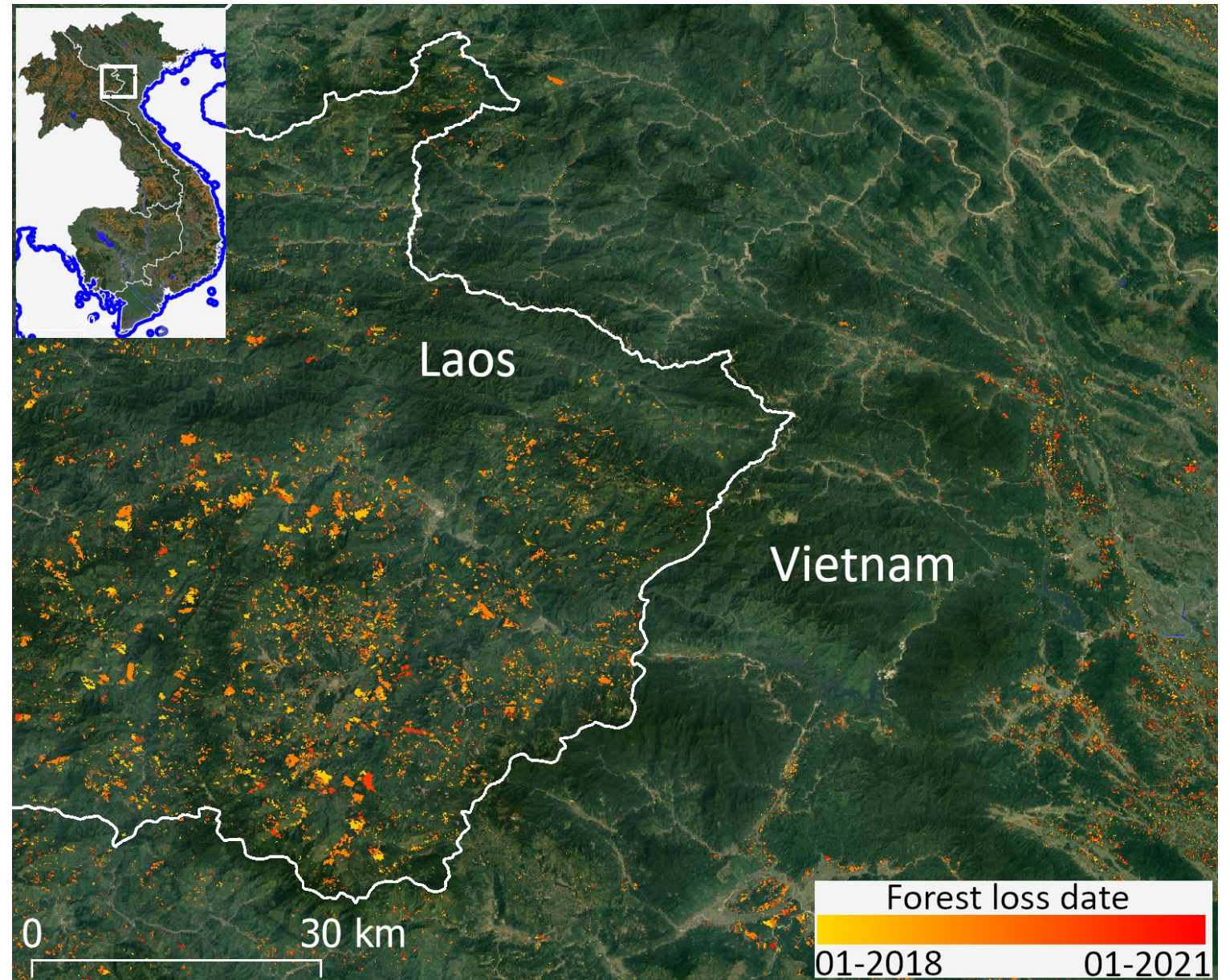
Alexandre Bouvet ^{1,*} , Stéphane Mermoz ¹ , Marie Ballère ¹, Thierry Koleck ^{1,2} and Thuy Le Toan ¹

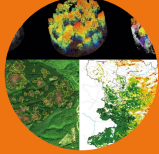
- Basé sur Sentinel-1
- Vietnam, Cambodia and Laos de Jan. 2018 à Jan. 2021, tous les **12 jours**
- **Taille de pixel de 10 m**
- Minimum mapping unit de 0.2 ha
- <https://www.globeo.net/maps>



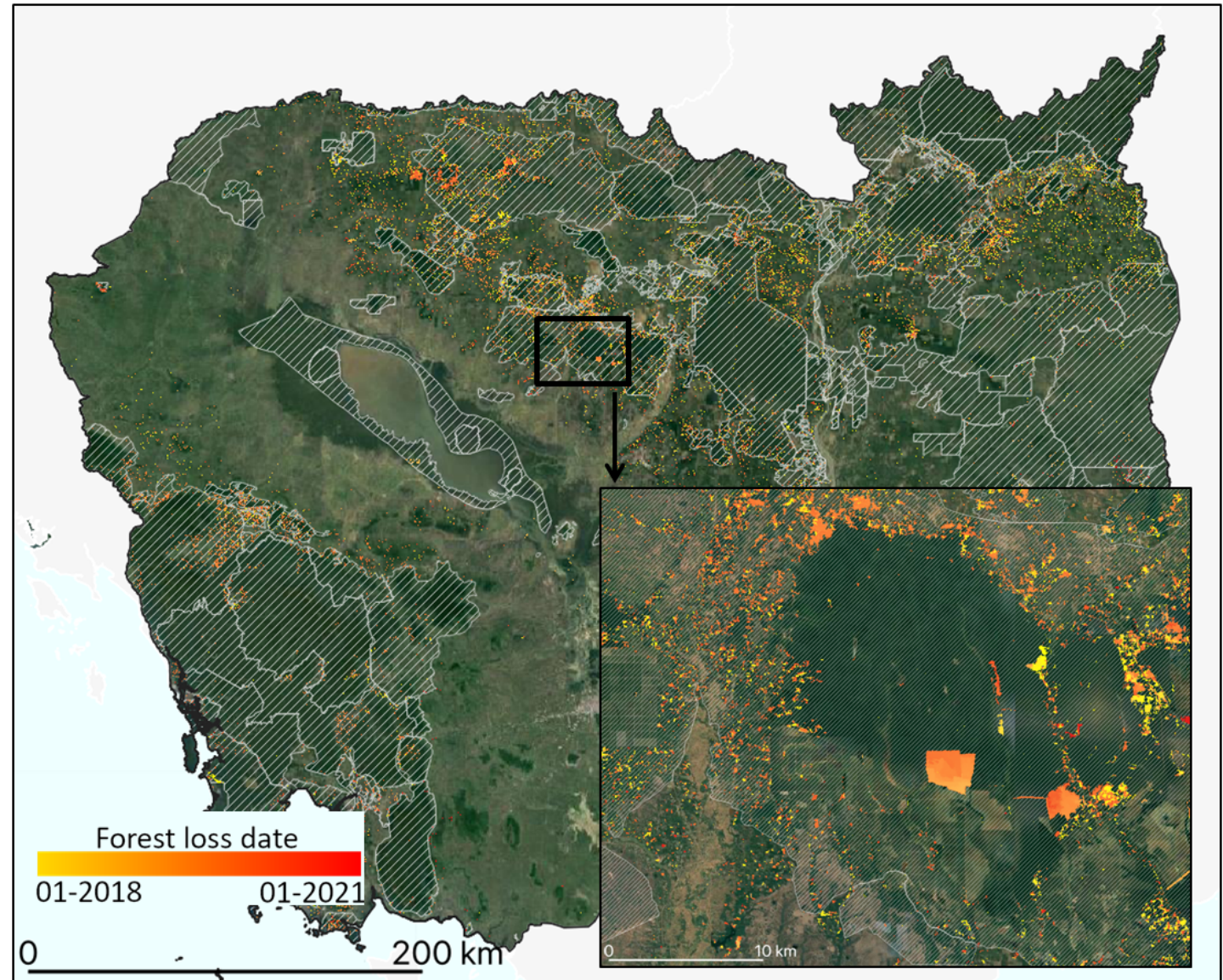


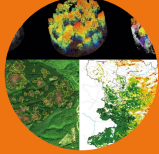
- Grands contrastes entre le Laos et le Vietnam aux frontières
- Déplacements transfrontaliers substantiels des pressions exercées sur les forêts du Vietnam vers le Laos et le Cambodge, ont accéléré rapidement ces dix dernières années (Ingalls et al., 2018)





- La moitié de la déforestation au Cambodge entre 2018 et 2020 est située dans les aires protégées



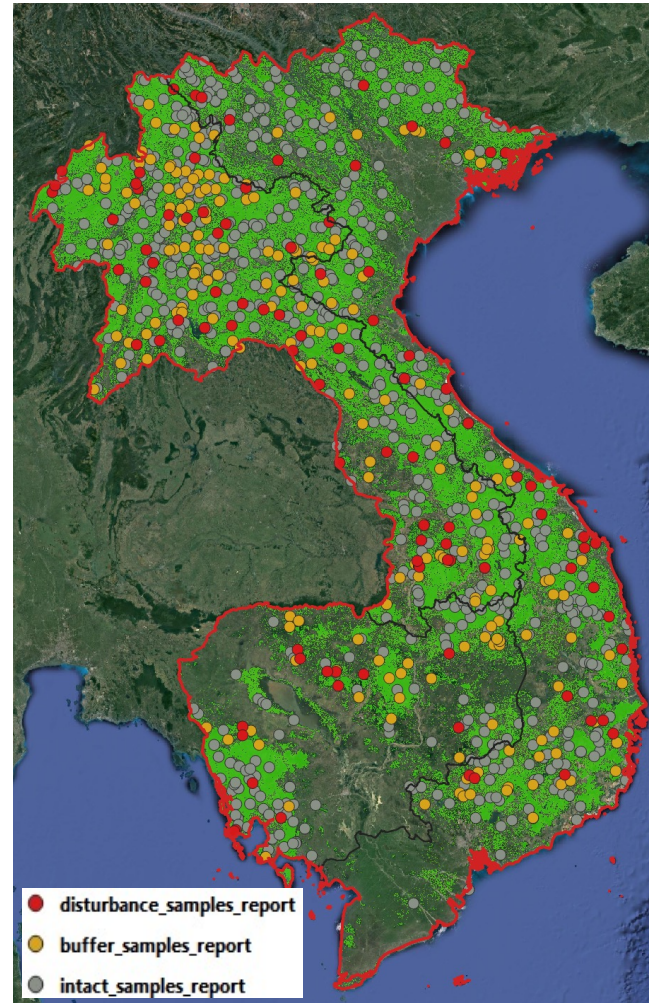


Validation basée sur les recommandations d'Olofsson et al. (2014 et 2020)

Sampling design: stratification avec strates définies par les classes suivantes: déforestation, forêt intacte et buffer autour des zones de déforestation

Sample size: n=803 au total (according to Olofsson et al. 2014), arrondi à 1 000 (= pixels)

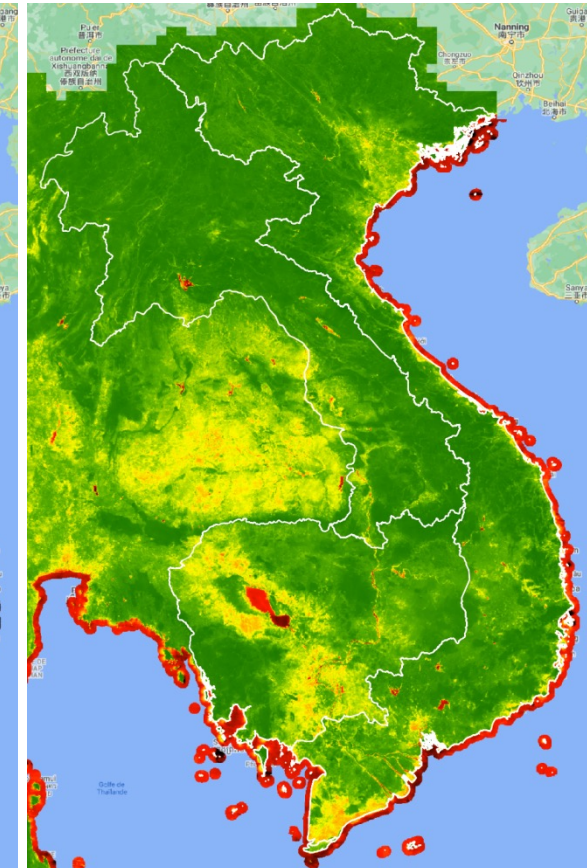
- déforestation n=100
- buffer n=200
- forêt intacte n=700

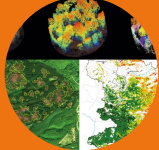


Mosaïques Planet bi-annuelles de juin à nov 2019
RGB composite



NDVI





Validation basée sur les recommandations d’Olofsson et al. (2014 et 2020)

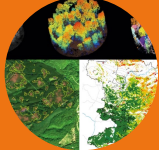
Error matrix of sample counts

		Reference				
		Disturbances	Intact	Total	$A_{m,i}$ (km ²)	W_i
Map	Disturbances	96	5	101	22 222	5.84%
	Intact buffer	3	194	197	70 667	18.58%
	Intact	3	693	696	287 462	75.58%
	Total	102	892	994	380 351	100%

Error matrix populated by estimated proportions of area, used for reporting

		Reference			
		Disturbances	Intact	Total (W_i)	$A_{m,i}$ (km ²)
Map	Disturbances	5.55%	0.29%	5.84%	22 222
	Intact buffer	0.28%	18.30%	18.58%	70 667
	Intact	0.33%	75.25%	75.58%	287 462
	Total	6.16%	93.84%	100%	380 351

W_i is the proportion of area mapped as class i
 $A_{m,i}$ is the area of class i in the map



Validation basée sur les recommandations d'Olofsson et al. (2014 et 2020)

Error matrix of sample counts

		Reference				
		Disturbances	Intact	Total	$A_{m,i}$ (km ²)	W_i
Map	Disturbances	96	5	101	22 222	5.84%
	Intact buffer	3	194	197	70 667	18.58%
	Intact	3	693	696	287 462	75.58%
	Total	102	892	994	380 351	100%

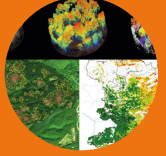
Error matrix populated by estimated proportions of area, used for reporting

		Reference			
		Disturbances	Intact	Total (W_i)	$A_{m,i}$ (km ²)
Map	Disturbances	5.55%	0.29%	5.84%	22 222
	Intact buffer	0.28%	18.30%	18.58%	70 667
	Intact	0.33%	75.25%	75.58%	287 462
	Total	6.16%	93.84%	100%	380 351

- **User's accuracy** estimé: ($\pm 95\%$ confidence interval)
0.950 $\pm$ 0.043 pour la deforestation
0.993 $\pm$ 0.005 pour la forêt intacte (avec buffers)
- **Producer's accuracy** estimé
0.898 $\pm$ 0.061 pour la deforestation
0.997 $\pm$ 0.043 pour la forêt intacte

L'aire estimée de deforestation pour 2018 and 2019 est de 23 437 km² $\pm$ 2 140 km².
L'aire cartographiée est de 22 222 km², donc surestimée de 1 215 km².

W_i is the proportion of area mapped as class i
 $A_{m,i}$ is the area of class i in the map



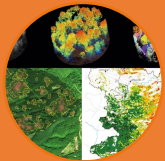
Limitations

- Limité aux forêts denses (>50% de taux de couverture forestière)
- Limité à 15m de hauteur d'arbres
- MMU de 0.2 ha (difficile de détecter la dégradation – coupes sélectives - mortalité des arbres)
- Qualité des résultats dépend de la qualité des masques de forêt-non forêt

Merci

mermoz@globeo.net

Retrouvez toutes les présentations de l'atelier



LES UTILISATIONS DE LA TÉLÉDÉTECTION POUR LA FORÊT

sur www.theia-land.fr/foret21

