

Cartes de carbone forestier pour le suivi et la conservation des forêts en Nouvelle-Calédonie



Ghislain VIEILLEDENT^{1,2} Thomas IBANEZ^{1,2} CARBOFORCAL²

[1] Cirad UMR AMAP, [2] CARBOFORCAL UMR AMAP, Oeil, IAC



Plan

1 Introduction

- Contexte
- Objectifs
- Intérêts

2 Méthode

- Données de terrain
- Survol drone LiDAR
- Cartographie via images
Sentinel-2

3 Montage de projet

- Institutions partenaires
- Calendrier
- Financement



Plan

1 Introduction

- Contexte
- Objectifs
- Intérêts

2 Méthode

- Données de terrain
- Survol drone LiDAR
- Cartographie via images
Sentinel-2

3 Montage de projet

- Institutions partenaires
- Calendrier
- Financement



Changements climatiques dans le Pacifique

- Changement climatique lié aux émissions de GES dans l'atmosphère.
- Les communautés du Pacifique seront les premières impactées (montée des eaux).
- Impact sur la biodiversité (Pouteau et al. 2016 : 52-84% des espèces d'arbres perdront > 50% de leur habitat)

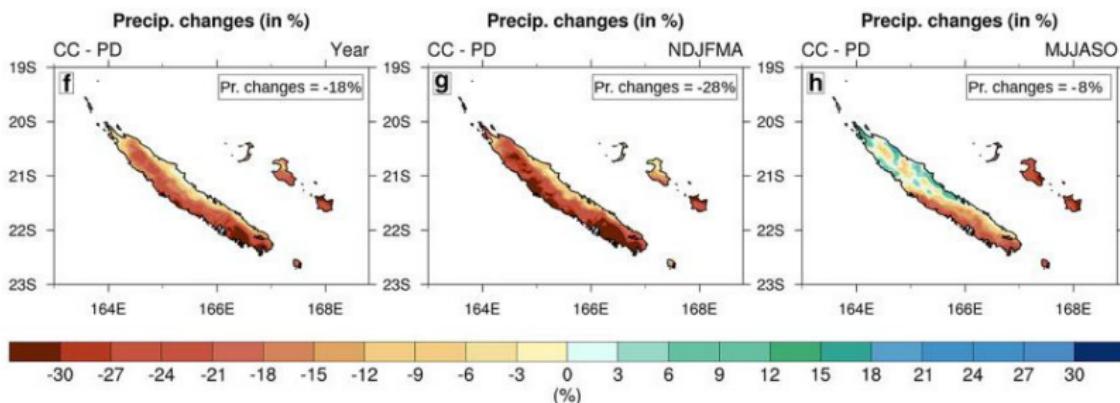


Figure – Prévisions de changement de précipitations en Nouvelle Calédonie.
Dutheil et al. 2021.

Déforestation en Nouvelle-Calédonie

- Déforestation et dégradation des forêts : 10–20% des émissions de GES dans l'atmosphère.
- Couvert forestier en NC : 7745 km² en 2020 (~ 46 % du territoire).
- Inclus : forêt humide, sèche, mangroves, plantations, maquis arbustif (cf. définition FAO : H > 5 m, > 10% de couvert arboré, 0.5 ha).
- Déforestation : 31 km²/an sur la période 2010-2020.

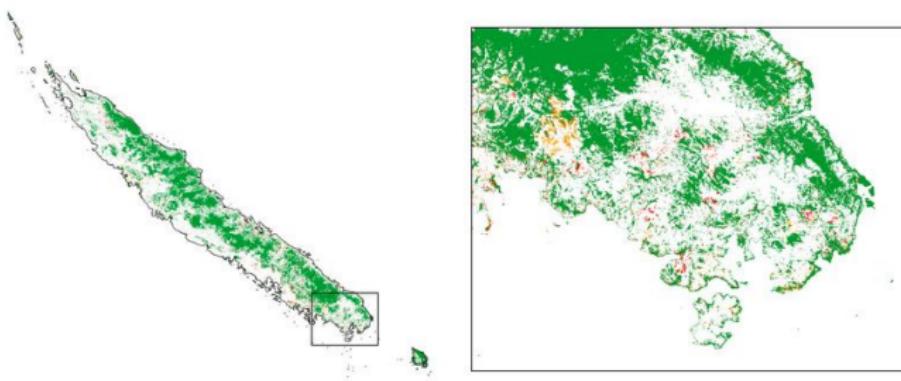


Figure – Déforestation 2000–2010–2020 en Nouvelle-Calédonie. Vieilledent et al. 2022. <https://forestatrisk.cirad.fr/newcal>

Stock et émissions de carbone

- Pas d'estimations précises des émissions de carbone (et CO₂) associées à la déforestation.
- Manque d'informations sur :
 - Les stocks de carbone forestier à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie.
 - La variation de ces stocks dans l'espace (structure et composition forestière variables).
- Estimations ponctuelles (inventaires) des stocks de carbone en Nouvelle-Calédonie (150 t/ha ±42, Blanchard et al. 2016).

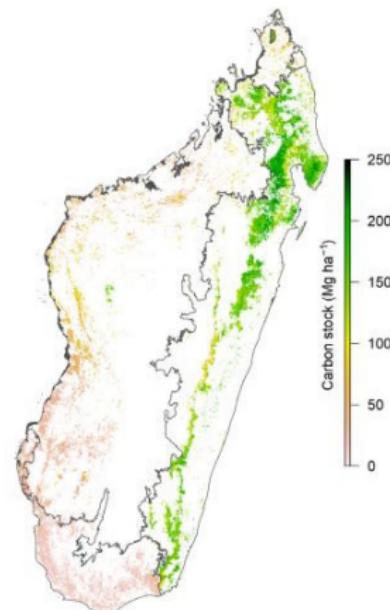


Figure – Carte des stocks de carbone forestier à Madagascar (2010). Vieilledent et al. 2016.

Objectifs

- Élaborer des cartes de carbone forestier.
- A haute résolution (≤ 100 m).
- Avec suivi périodique dans le temps (annuel ou pluriannuel).

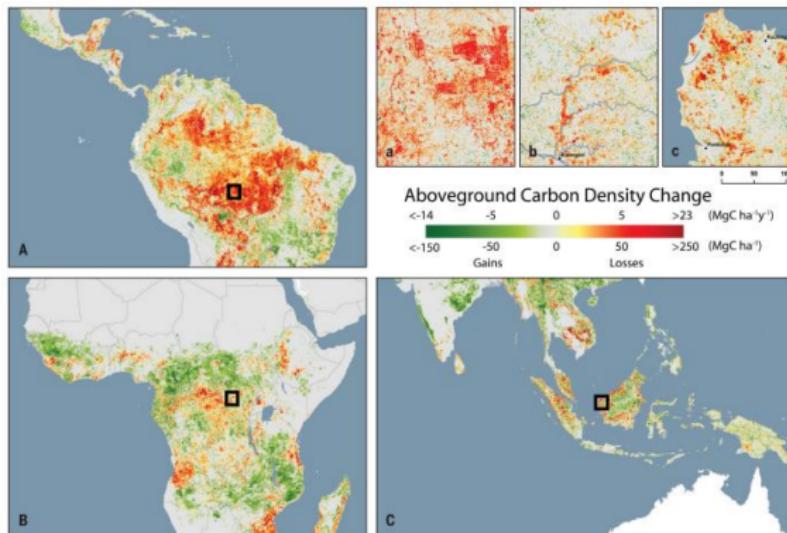


Figure – Carte de changement des stocks de carbone (2004–2014). Baccini et al. 2017.

Intérêts des cartes de carbone forestier

① SCIENCE

Rôle des forêts tropicales en Nouvelle-Calédonie dans le cycle du carbone.

② TERRITOIRE

Suivi de l'évolution du couvert forestier.

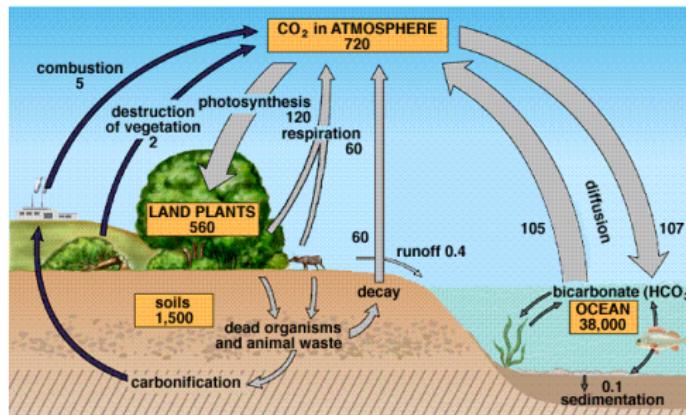
③ ECONOMIE

Participation au mécanisme REDD+ et financement de projets de conservation des forêts.

Intérêts pour la SCIENCE

Rôle des forêts tropicales en Nouvelle-Calédonie dans le cycle du carbone :

- Estimation des stocks de carbone forestier en NC et de leur variation dans l'espace.
- Estimation des émissions liées à la déforestation en NC.



Intérêts pour le TERRITOIRE

- Suivi direct du changement de couvert forestier via les stocks de carbone :
Déforestation, Dégradation/Séquestration, Reforestation.
- Identification des hotspots de déforestation et des zones prioritaires pour la conservation.
- Suivi de la biodiversité et des services écosystémiques (disponibilité en eau) associés à la couverture forestière.



Intérêts ECONOMIQUES

- Participation au mécanisme REDD+ : Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation.
- Les tonnes de CO₂ non-émises (évitées) peuvent **potentiellement** être créditées.
- Estimation à 6 €/t de CO₂ pour les projets forestiers sur le marché volontaire (en hausse constante).
- Nouvelle-Calédonie, 3100 ha/an × 150 t/ha × 44/12 × 6 €/t = 10 M€/an.



Intérêts ECONOMIQUES

- Pourrait permettre d'attirer les investisseurs pour la conservation des forêts en Nouvelle-Calédonie.
- Compensation des émissions liées aux activités économiques (mines et agriculture).
- Implication accrue de la Nouvelle-Calédonie dans la lutte contre les émissions de CO₂ et le changement climatique.



Plan

1 Introduction

- Contexte
- Objectifs
- Intérêts

2 Méthode

- Données de terrain
- Survol drone LiDAR
- Cartographie via images
Sentinel-2

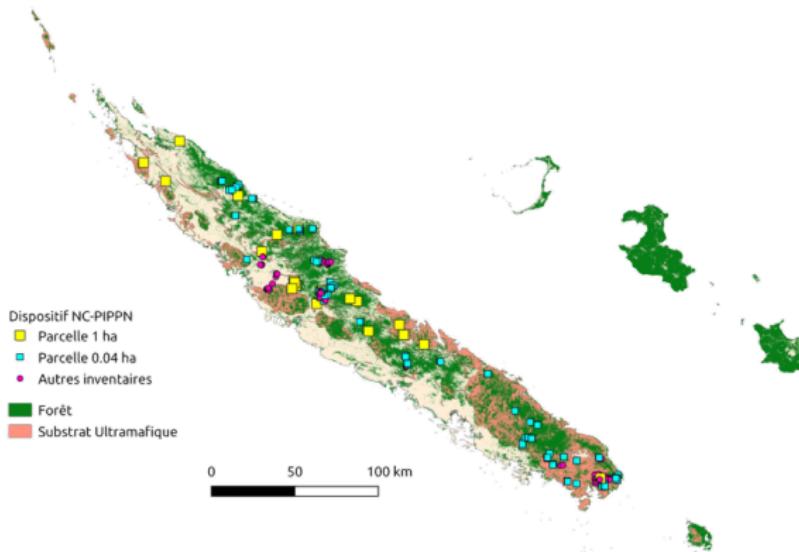
3 Montage de projet

- Institutions partenaires
- Calendrier
- Financement



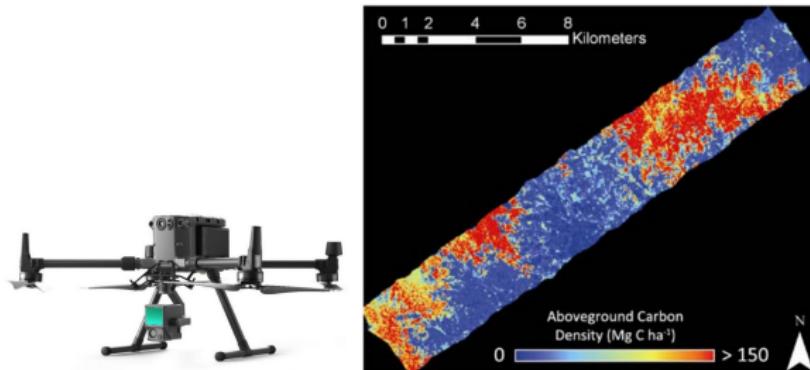
Données de terrain

- Réseau de parcelles NC-PIPPN :
New Caledonian Plant Inventory and Permanent Plots Network.
- > 500 parcelles dont 21 de 1ha, 70,000 arbres inventoriés.
- Estimations ponctuelles des stocks de carbone (en tC/ha).
- A compléter par d'autres parcelles, certaines permanentes.



Survol drone LiDAR

- Survol des parcelles de terrain avec un drone équipé d'un LiDAR.
- Estimation d'une relation entre stock de carbone mesuré sur le terrain (C_i) et hauteur de canopée issue du LiDAR (L_i) : $C_i = \alpha L_i^\beta$.
- Obtention des stocks de carbone sous les bandes LiDAR.
- Multiplication du nombre d'observations terrain.



Cartographie via images Sentinel-2

- Utilisation des images Sentinel-2 pour l'extrapolation des stocks à l'ensemble du territoire.
- Calibration d'un modèle $C_i = f(S_i)$ où S_i représente l'information spectrale issue des images Sentinel-2 pour le pixel i .
- Mise à jour périodique des prédictions grâce aux acquisitions régulières des images Sentinel-2.



Figure – Mosaïque d'images Sentinel-2 couvrant la Nouvelle-Calédonie (2020).

Emboîtement des données

Landscape (New Caledonia)

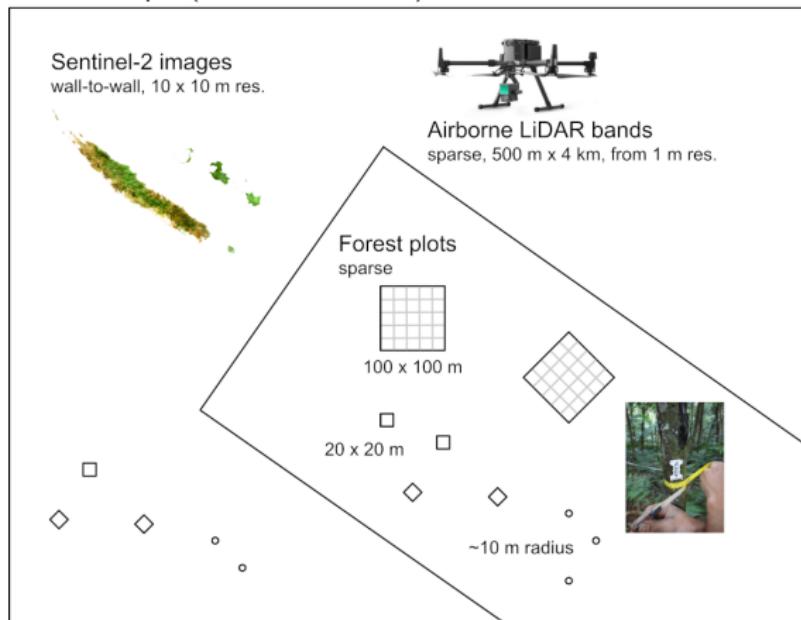


Figure – Emboîtement des différentes données.

Plan

1 Introduction

- Contexte
- Objectifs
- Intérêts

2 Méthode

- Données de terrain
- Survol drone LiDAR
- Cartographie via images
Sentinel-2

3 Montage de projet

- Institutions partenaires
- Calendrier
- Financement



Institution partenaires

- UMR AMAP :
 - coordinateurs : Ghislain Vieilledent et Thomas Ibanez.
 - participants : équipe d'une dizaine de personnes, spécialités : botanique, LiDAR, télédétection, modélisation statistique, cartographie.
 - localisation : Nouvelle-Calédonie et Montpellier.
- Oeil :
 - participants : Fabien Albouy et Adrien Bertaud.
 - spécialités : étude environnementales, géomatique, communication.
- IAC :
 - participante : Audrey Léopold.
 - spécialités : services écosystémiques, foresterie et biogéochimie.



Calendrier

- Projet de 3 ans.
- 4 workpackages : Inventaires, LiDAR, Cartographie, Coordination.

Catégorie	Tache	Id	Année 1				Année 2				Année 3			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
WP1 Inventaires	Consolidation de la base de données d'inventaires forestiers	T11												
	Mise en place de nouvelles grandes parcelles permanentes (1 ha)	T12												
	Consolidation d'une base de données de densité des bois	T13												
	Etablissement des relations hauteur-diamètre	T14												
	Calcul de biomasse à l'échelle des placettes	T15												
WP2 LiDAR	Identification des zones de survol	T21												
	Acquisition des données LiDAR par drones	T22												
	Traitement des données LiDAR pour l'obtention des hauteurs	T23												
	Elaboration de la relation carbone-hauteur de canopée	T24												
WP3 Cartographie	Mosaïque d'images satellites Sentinel-2	T31												
	Calibration du réseau de neurones convolutif	T32												
	Etablissement d'une carte de carbone forestier	T33												
	Validation de la carte de biomasse	T34												
WP4 Coordination	Suivi de projet, coordination des tâches, ajustement du calendrier	T41												
	Rédaction des rapports de synthèse	T42												
	Communication autour des résultats de recherche (articles)	T43												
	Organisation d'ateliers de formation	T44												

Budget

- Budget total estimé : ~525,000 euros
- Frais de personnel (15 personnes, 53 mois ETP) : 375,000 euros.
- Frais de fonctionnement (matériels, missions) : 150,000 euros.

Projet: CARBOFORCAL	Coût total	Budget demandé	Ressources propres
Personnel permanent (mois ETP)			
UMR AMAP (11 personnes, 33 ETP)	258,900.00€	99,225.00€	159,675.00€
OEIL (2 personnes, 6 ETP)	55,200.00€	27,600.00€	27,600.00€
IAC (1 personne, 2 ETP)	18,400.00€	9,200.00€	9,200.00€
Total personnel permanent	332,500.00€	136,025.00€	196,475.00€
Personnel temporaire			
Total personnel temporaire	57,600.00€	57,600.00€	0.00€
Equipement			
Total équipement	39,000.00€	39,000.00€	0.00€
Missions			
Total missions	40,000.00€	40,000.00€	0.00€
Consommables			
Total consommables	5,000.00€	5,000.00€	0.00€
Fourniture de services			
Total fourniture de services	14,100.00€	14,100.00€	0.00€
SUBTOTAL			
Coûts indirects (7%)	34,174.00€	34,174.00€	0.00€
TOTAL	522,374.00€	325,899.00€	196,475.00€

Financement

- Financement propre : 200,000 euros (> 50% des frais de personnel).
- Recherche de financement : 325,000 euros.
- Co-financements envisageables.

Projet: CARBOFORCAL	Coût total	Budget demandé	Ressources propres
Personnel permanent (mois ETP)			
UMR AMAP (11 personnes, 33 ETP)	258,900.00€	99,225.00€	159,675.00€
OEIL (2 personnes, 6 ETP)	55,200.00€	27,600.00€	27,600.00€
IAC (1 personne, 2 ETP)	18,400.00€	9,200.00€	9,200.00€
Total personnel permanent	332,500.00€	136,025.00€	196,475.00€
Personnel temporaire			
Total personnel temporaire	57,600.00€	57,600.00€	0.00€
Equipement			
Total équipement	39,000.00€	39,000.00€	0.00€
Missions			
Total missions	40,000.00€	40,000.00€	0.00€
Consommables			
Total consommables	5,000.00€	5,000.00€	0.00€
Fourniture de services			
Total fourniture de services	14,100.00€	14,100.00€	0.00€
SUBTOTAL			
Coûts indirects (7%)	34,174.00€	34,174.00€	0.00€
TOTAL	522,374.00€	325,899.00€	196,475.00€



... Merci pour votre attention ...
<https://ecology.ghislainv.fr/presentations>



AMAP
lab



OEIL



IAC

INSTITUT AGRONOMIQUE
NÉO-CALÉDONIEN