

# Evaluation des services écosystemiques A l'échelle de l'île de La Réunion

Ina M. Sieber & Cathleen Cybele

Février 2023

Agence Régionale de Développement (NEXA)

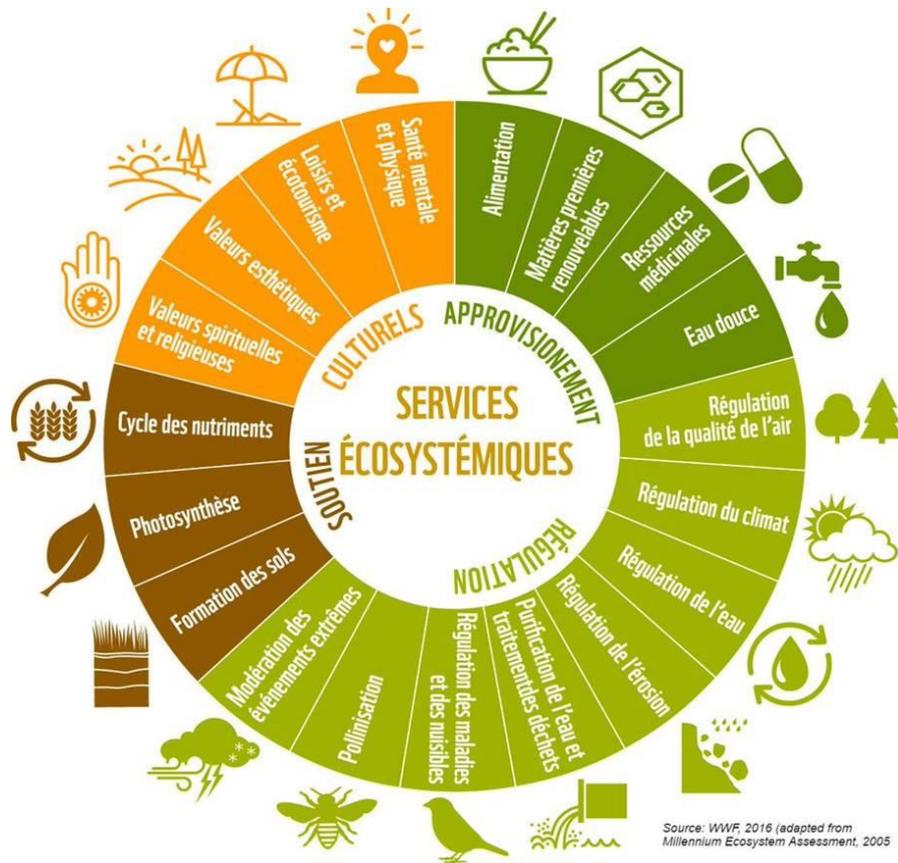
Institute of Physical Geography and Landscape Ecology  
Leibniz Universität Hannover  
Allemagne

Coordinated by:  **GOVERNO  
DOS AÇORES**  **FRCT**  
FUNDO REGIONAL PARA A CÉLULA E TECNOLOGIA

Partners:  **Leibniz  
Universität  
Hannover**  **Universidad  
Rey Juan Carlos**  **Nexa**  **UR | UNIVERSITÉ  
DE LA RÉUNION**  **UNIVERSIDAD ATLANTICA  
Y SOSTENIBILIDAD**  **UNIVERSITY OF  
PORTSMOUTH**  **WWF**  **Institut de Recherche  
pour le Développement**  **UNIVERSITAS ATLAS**  **UNIVERSITY OF TRENTO**  **NOVA BLUE  
ENVIRONMENT**

Supported by:  This project has received funding from the European Union represented by European Commission Directorate - General Environment, under grant agreement N° 07.027735/2019/808239/SUB/ENV.D2

# Contexte



MOVE-ON :

« faire progresser les méthodes de cartographie et d'évaluation des écosystèmes et de leurs services dans les régions ultrapériphérique et pays et territoires d'outre-mer »



- Implémentation : 2020 – 2023
- Reference: ENV/2019/CFP/MAES OR OCT 2
- Subvention Réunion: 210 178 €
- Subvention total du projet : 1 499 856 €



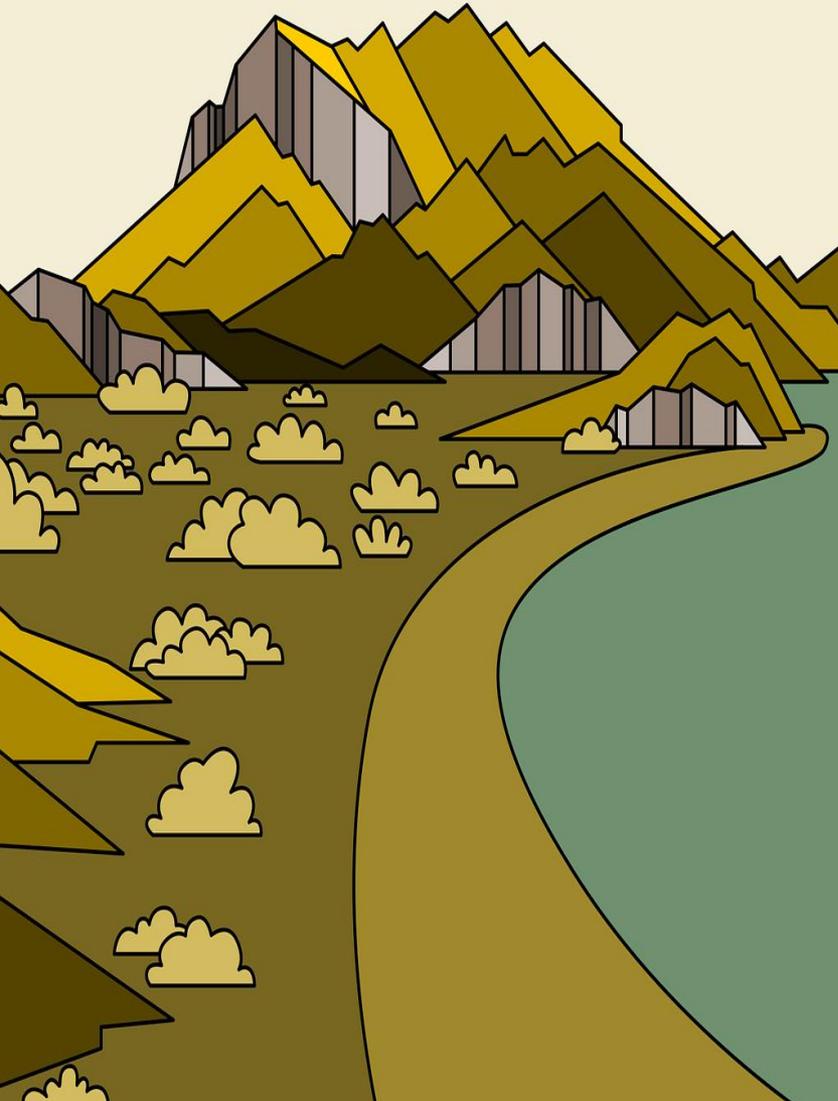


- Face à l'accélération de la disparition des espèces et des habitats
- Actions prioritaires de la stratégie européenne de biodiversité



- Face à l'accélération de la disparition des espèces et des habitats
- Actions prioritaires de la stratégie européenne de biodiversité

- Connaissance des services écosystémiques parcellaire pour les écosystèmes continentaux, plus rares encore sont les travaux portant sur les territoires ultramarins qui accueillent pourtant la majeure partie de la biodiversité européenne (80% dans les RUP par exemple)



- C'est l'objectif de l'initiative MAES "Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services" porté par la Direction générale de l'Environnement de la commission européenne





- Les objectifs des projets MOVE et MOVE ON sont de rendre applicable aux régions ultramarines les outils de cartographie et d'évaluation de l'état et de l'évolution des écosystèmes et des services associés développés pour des territoires continentaux

# Les régions ultrapériphériques (RUP)



This project has received funding from the European Union represented by European Commission Directorate - General Environment, under grant agreement N° 07.027735/2019/808239/SUB/ENV.D2

# Les régions ultrapériphériques (RUP)



This project has received funding from the European Union represented by European Commission Directorate - General Environment, under grant agreement N° 07.027735/2019/808239/SUB/ENV.D2

# Actions

- Faire un état des lieux, une sélection des méthodologies d'évaluation et de cartographie les plus pertinentes et un travail de déclinaison opérationnelle des outils pour des territoires géographiquement délimités
- Implémenter les méthodologies sélectionnées sur des sites pilotes. Le site pilote retenu pour La Réunion est le corridor écologique de St Philippe (du littoral de Mare Longue jusqu'au volcan) et un atelier au niveau régional



## Echelle: Mare-Longue & Saint-Philippe

Activités socio-économiques de la commune > Développement économique du territoire



## Visitation : Loisirs et Tourisme

Stanford University



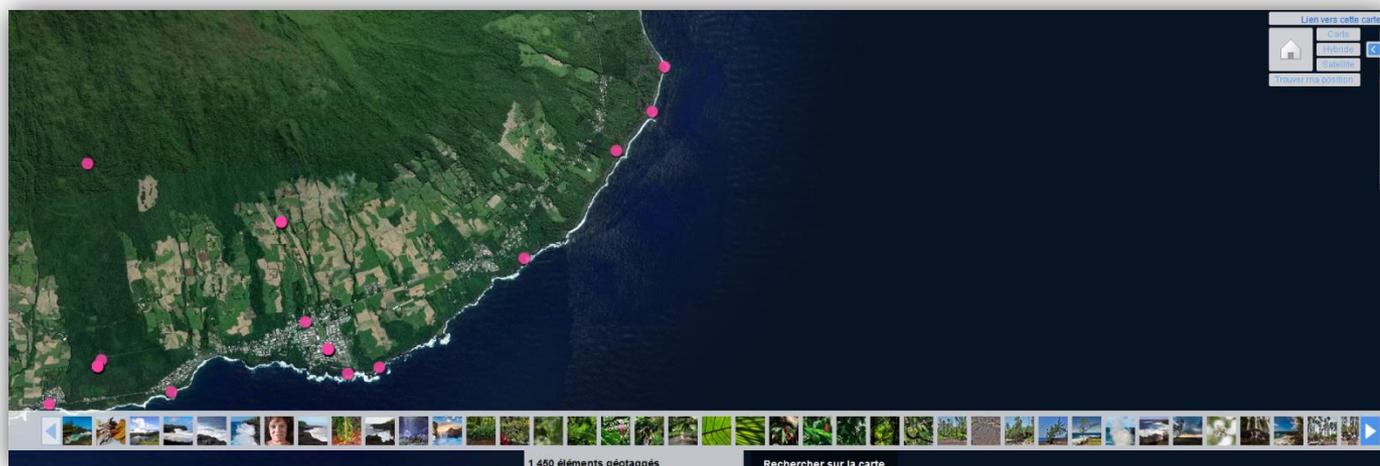
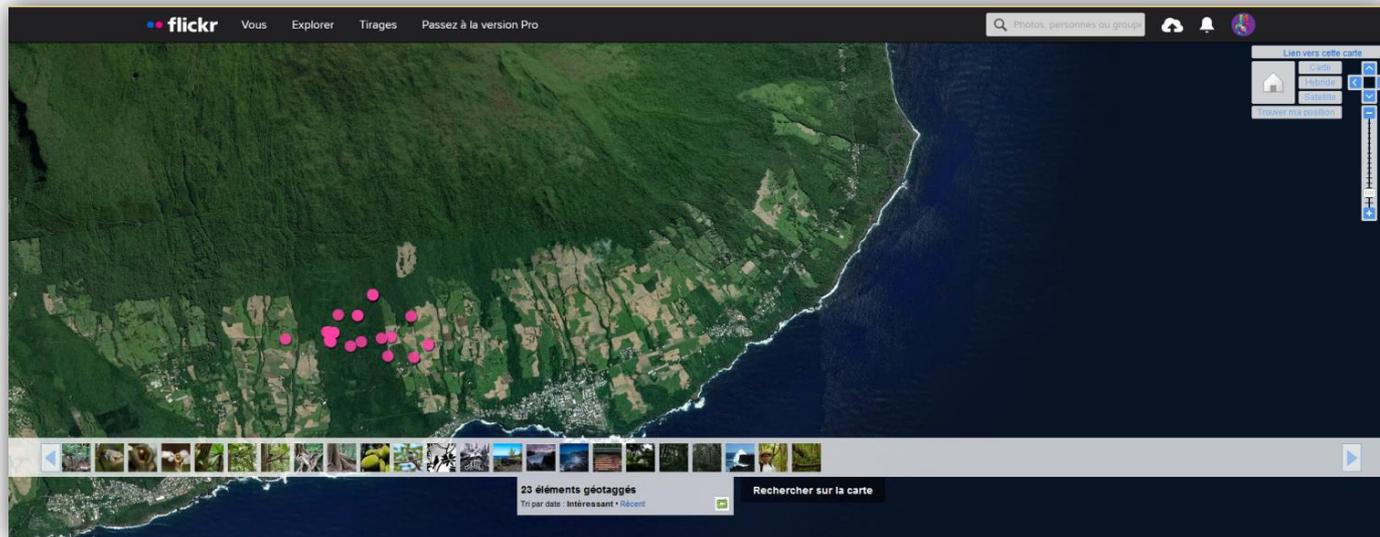
**NATURAL CAPITAL PROJECT**



Le model :

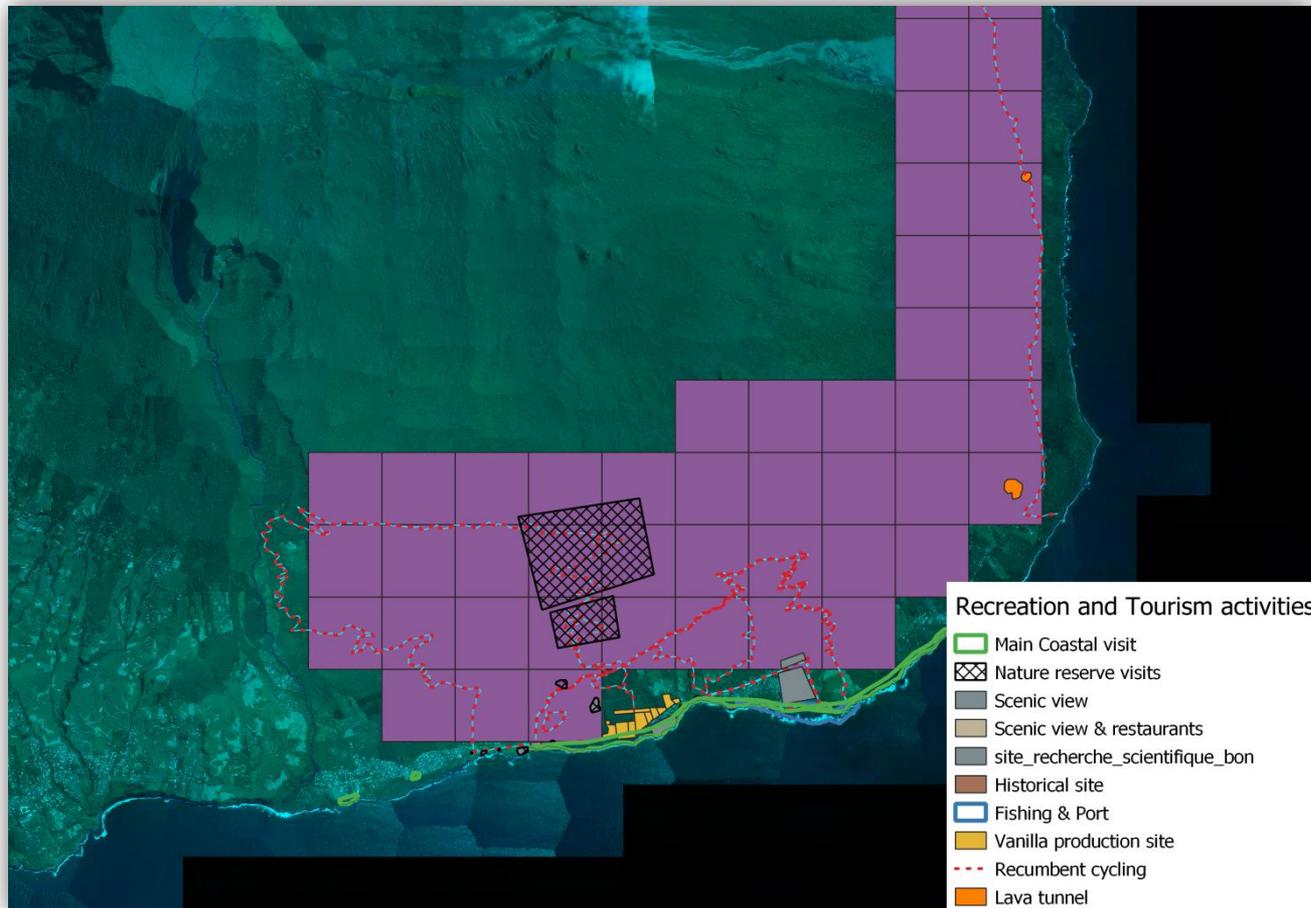
- Quelles caractéristiques de l'environnement (naturel/habitat) influencent la répartition spatiale des taux de fréquentation, et quels sont les niveaux relatifs d'influence de ces caractéristiques ?

# Flickr : Anchor site



This project has received funding from the European Union represented by European Commission Directorate - General Environment, under grant agreement N° 07.027735/2019/808239/SUB/ENV.D2

Work in progress...



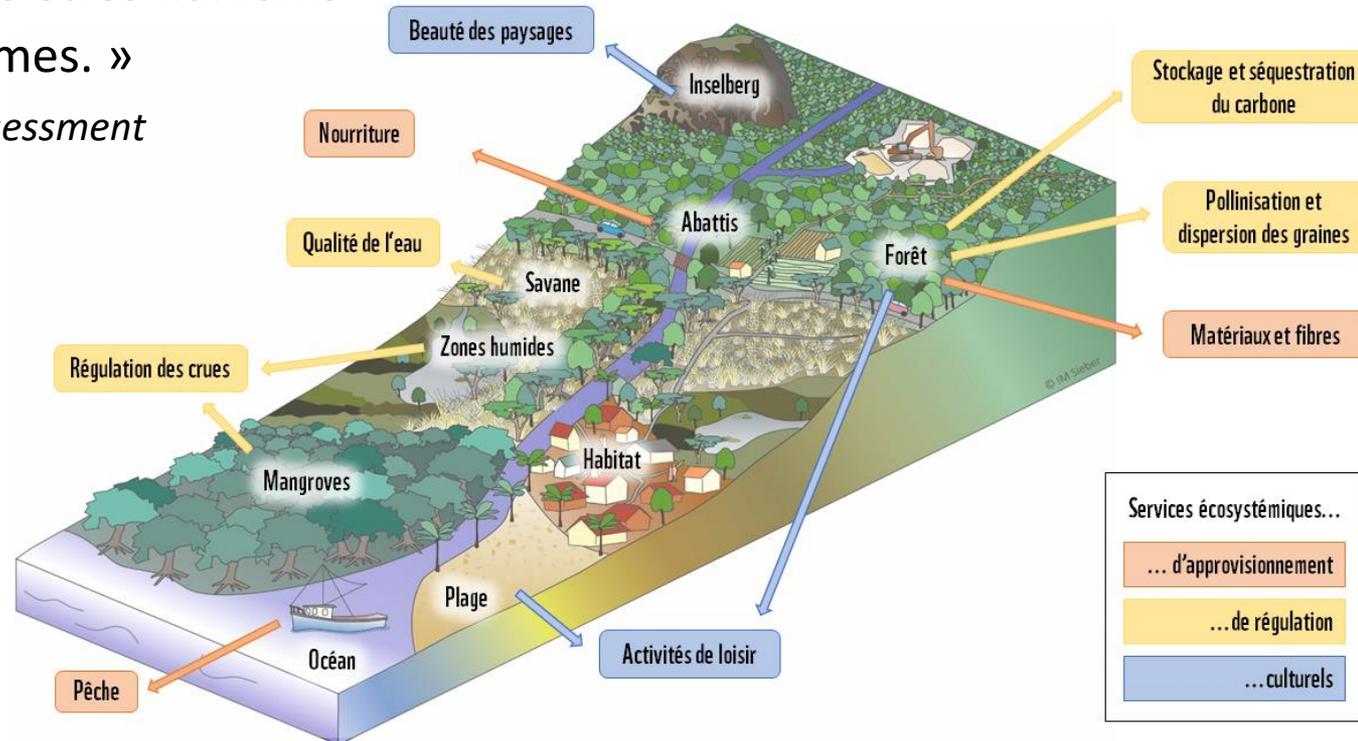
This project has received funding from the European Union represented by European Commission Directorate - General Environment, under grant agreement N° 07.027735/2019/808239/SUB/ENV.D2

# Les services écosystémiques

## Définition

« Les services écosystémiques sont les bénéfices que les êtres humains tirent des écosystèmes. »

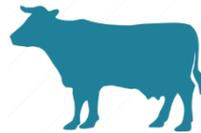
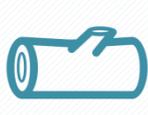
*Millenium Ecosystem Assessment (MEA) 2005*



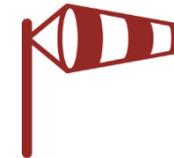
# Les services écosystémiques

## Trois catégories de Services

- Services **d'approvisionnement/ de prélèvement** tels que la nourriture, l'eau et les matériaux (bois, fibre);



- Services **de régulation** qui affectent le climat, les inondations, la maladie, les déchets et la qualité de l'eau;



- Services **culturels** qui procurent des bénéfices récréatifs, esthétiques et spirituels;



# La matrice des capacités

---



## L'étude de cette atelier

Information géospatial détaillée sur le distribution des écosystèmes

Mais:

que sont les services écosystémiques rendus des écosystèmes ici on l'île de la Réunion?

Comment sont ces services écosystémiques distribuées sur le territoire?

- Cartographie des services écosystémiques
- A dire des experts de la région

# La matrice des capacités

## Le principe

- Table liant les habitats et les services potentiellement rendus
- Remplie à dire d'experts
- Score de 0 à 5 signifiant la capacité des habitats à produire le service

Développée par Burkhard et *al.* à partir de 2009

- >100 “matrices” dans la littérature scientifique
- de plus en plus utilisée

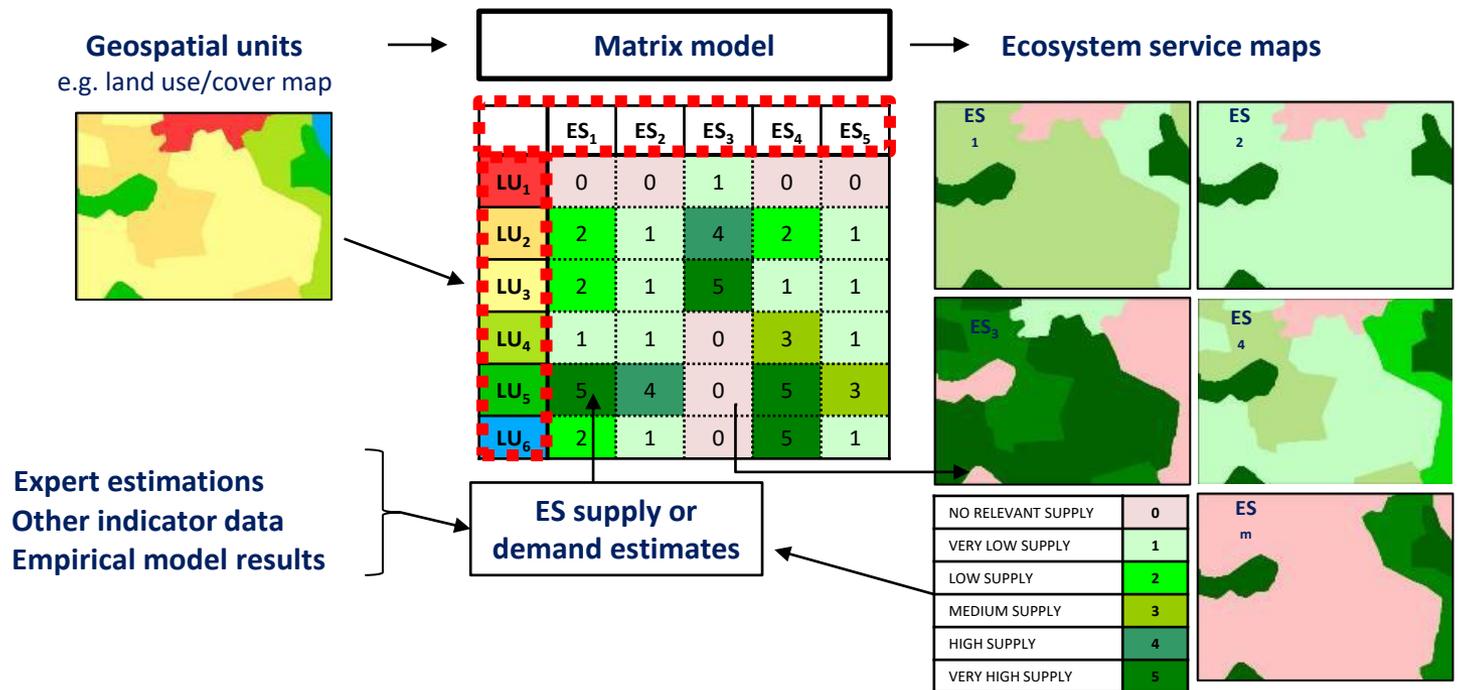
	Services écosystémiques					
	Services de régulation et d'entretien			Services d'approvisionnement		Services culturels
Typologie des habitats	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X		
	X	X	X			
	X	X				
	X	X				
	X					
	X					
	X					



(Campagne, 2014)

# La matrice des capacités

## Le principe



after Burkhard et al. (2009, 2012, 2014);  
(Jacobs et al. 2015)

## L'objectif

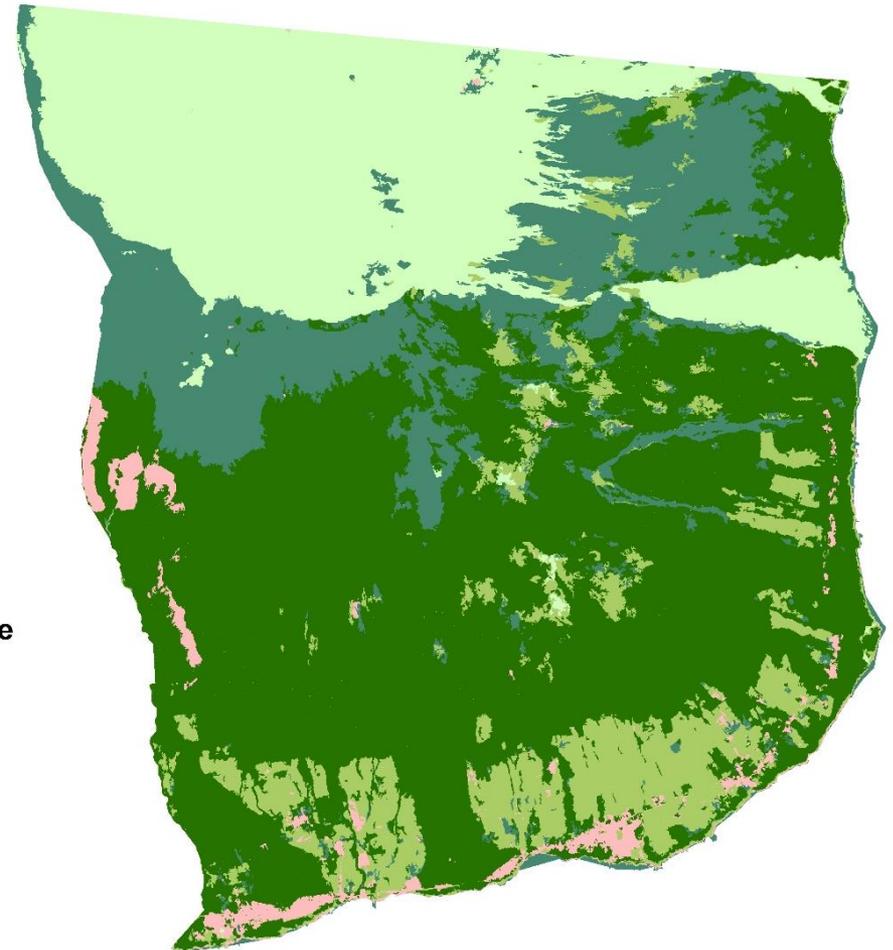
Cartographie des services  
écosystémiques

- exemple préliminaire d'atelier de  
travail à Saint-Philippe
- Jan. 2023

### Séquestration du carbone

#### S3

- 0 - no relevant supply
- 1 - very low supply
- 2 - low supply
- 3 - medium supply
- 4 - high supply
- 5 - very high supply



# La matrice des capacités

## L'objectif

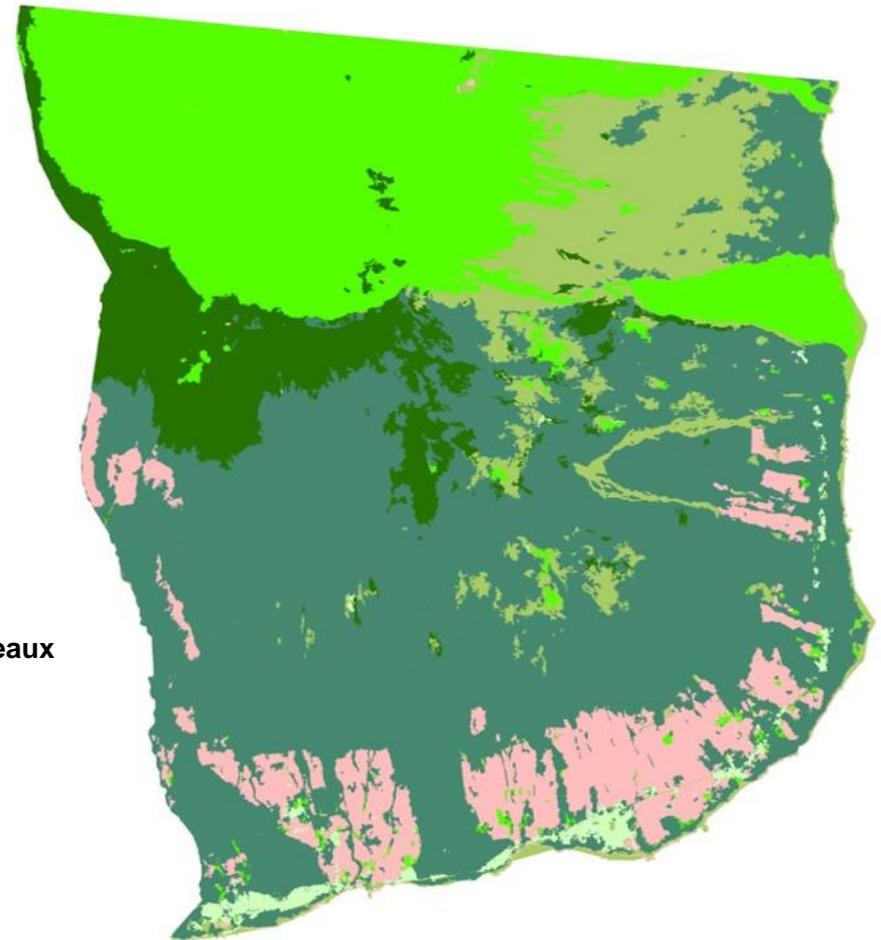
Cartographie des services  
écosystémiques

- exemple préliminaire d'atelier de  
travail à Saint-Philippe
- Jan. 2023

### Maintien de la qualité des eaux

#### R3

- |   |                        |
|---|------------------------|
|  | 0 - no relevant supply |
|  | 1 - very low supply    |
|  | 2 - low supply         |
|  | 3 - medium supply      |
|  | 4 - high supply        |
|  | 5 - very high supply   |



# La matrice des capacités

## Avantages de la méthode

- Mise en œuvre simple et rapide
- Facilement compréhensible et appropriable
- Interaction/ concertation entre les acteurs d'un territoire
- Elaboration d'un outil en consensus
- Prise en compte des différentes expertises
- Tous les services ont la même unité d'évaluation



		Services écosystémiques		
		Approvisionnement	Régulation	Culturels
Habitats	0	2	1	
	4	5		
	3			

# Exemples d'application de la méthode



Utilisée et développée en 2009

(Burkhard et al. 2009)

- 2014-2017: PNR des Baronnies Provençales, Scarpe-Escout, Alpilles dans le cadre de l'impact des actions LIFE



- 2017/ 2018 : Région Hauts-de-France pour l'intégration dans les études d'impacts

(Campagne and Roche 2019)



- 2019: La Guyane Française pour l'intégration dans le plan de gestion de l'eau

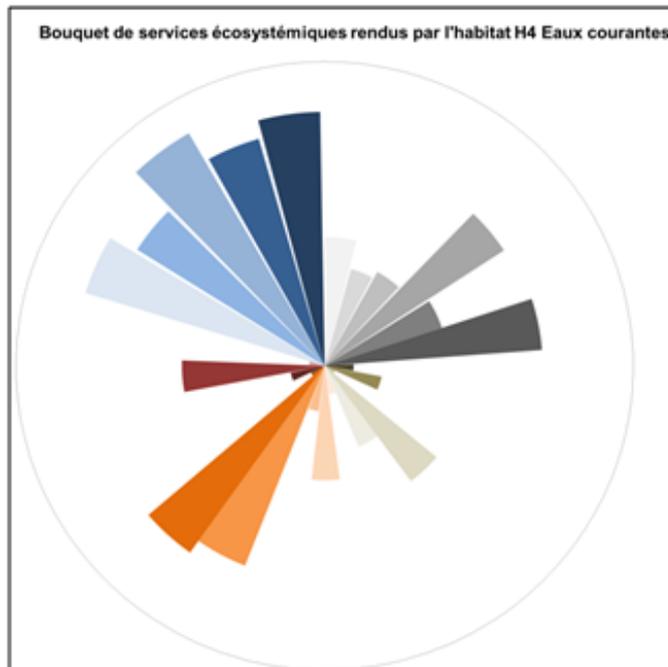
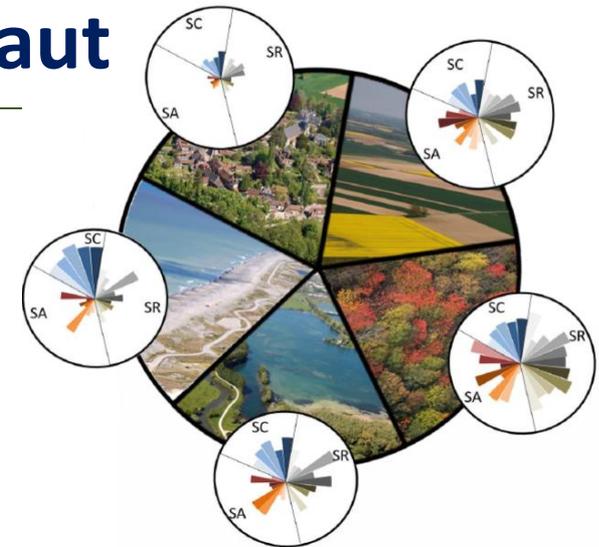
(Sieber et al 2021)



# Exemples d'application de la méthode – PNR Scarpe-Escaut

## Une matrice de l'offre

- Effectuée en 2015
- 17 participants
- Bouquets de services écosystémiques



Services de régulation et d'entretien	Maintien des conditions biologiques, physiques et chimiques	Régulation du climat et de la composition atmosphérique Régulation des animaux vecteurs de maladies pour l'homme Régulation des ravageurs Offre d'habitat, de refuge et de nursery Pollinisation et dispersion des graines Maintien de la qualité des eaux Maintien de la qualité du sol
	Régulation des risques naturels	Contrôle de l'érosion Protection contre les tempêtes Régulation des inondations et des crues
	Nuisances	Limitation des nuisances visuelles, olfactives et sonores Production végétale alimentaire cultivée Production animale alimentaire élevée
Services d'approvisionnement	Biomasse	Ressource végétale et fongique alimentaire sauvage Ressource animale alimentaire sauvage
	Eau douce	Eau douce
Services culturels	Matériaux	Matériaux et fibres Ressource secondaire pour l'agriculture/alimentation indirecte Composés et matériel génétique des êtres vivants
	REPRÉSENTATIONS-sujets	Biomasse à vocation énergétique Emblème ou symbole Héritage (passé et futur) et existence Esthétique
	USAGES-objets	Activités récréatives
		Connaissance et éducation

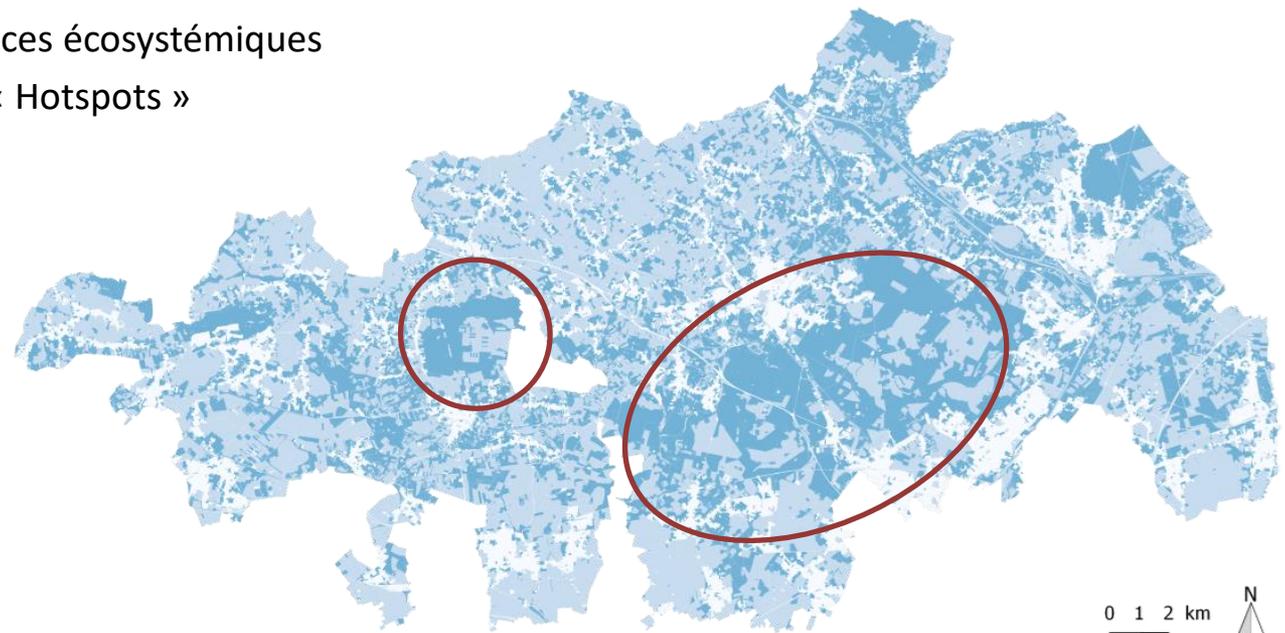
(Campagne and Roche 2019)

# Exemples d'application de la méthode – PNR Scarpe-Escaut

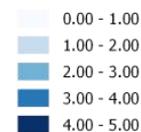
## Une matrice de l'offre

- Effectuée en 2015
- 17 participants
- Bouquets de services écosystémiques
- Identification de « Hotspots »

Services écosystémiques rendus par les habitats du  
Parc naturel régional Scarpe-Escaut

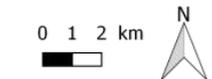


Score du service de régulation des animaux vecteurs de maladies pour l'homme



Résultats préliminaires de l'évaluation de l'offre en services écosystémiques sur le Parc naturel régional Scarpe-Escaut effectuée en 2016 @ C.S.Campagne, IRSTEA, UR RECOVER

Fond de carte issu des données ARCH 2009 @ Région Haut-de-France - SIGALE@ / DREAL/@IGN-BD

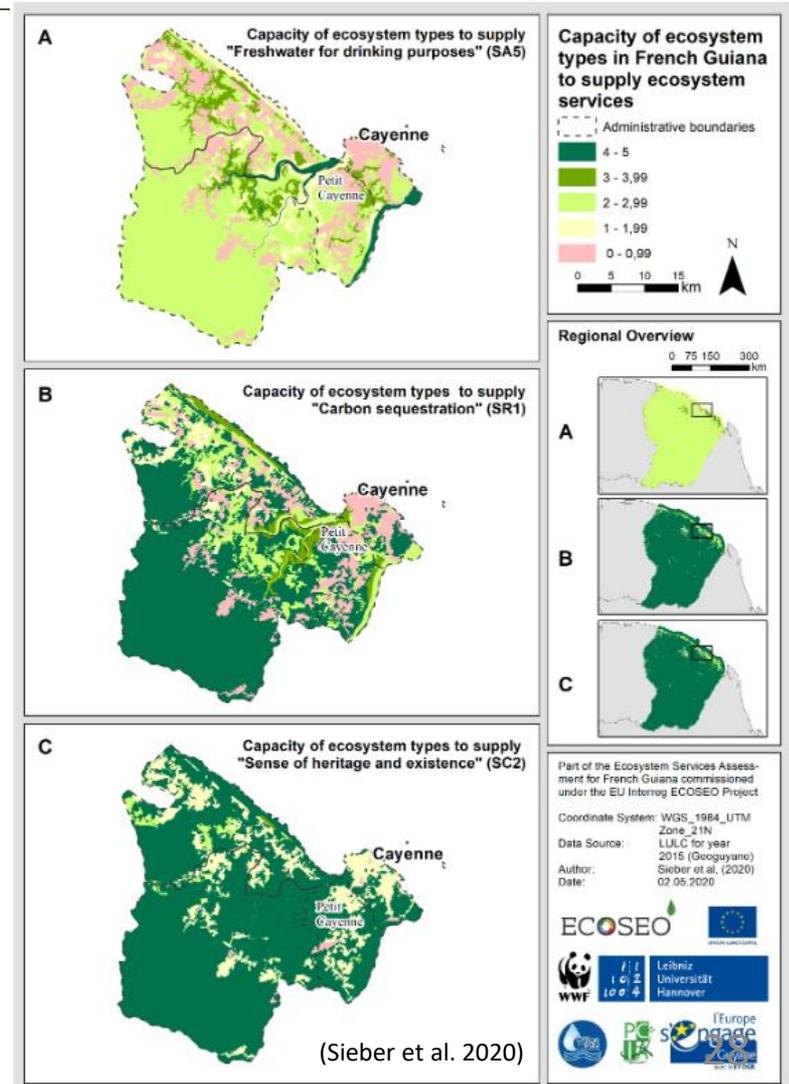


# Exemples d'application de la méthode – Guyane Française

## Une matrice de la capacité potentielle

- Effectuée en 2019
- 17 participants
- informer la formulation des plans de gestion de l'eau

Land cover types	-Confidence	-PS1 - Cultivated crops/food	-PS2 - Reared animals and their output	-PS3 - Wild plants, algae and their out	-PS4 - Wild animals and their outputs	-PS5 - Freshwater for drinking purposes	-PS6 - Materials and fibres	-RS7 - Plants and resources for medic	-RS1 - Carbon Sequestration	-RS2 - Global and local climate regula	-RS3 - Disease control	-RS4 - Pest control	-RS5 - Maintaining nursery population	-RS6 - Pollination and seed dispersal	-RS7 - Hydrological cycle and water q	-RS8 - Maintaining soil quality	-RS9 - Mass stabilization and control c	-RS10 - Storm protection	-RS11 - Flood protection	-CS1 - Emblematic or Symbolic	-CS2 - Heritage (past and future) and	-CS3 - Aesthetics	-CS4 - Recreational activities including
E1	2.1	0.12	0.71	0.35	4.8	1.3	0.18	0.88	4.1	4.4	1.5	1.2	4.5	1.1	2	0.76	1.7	0.29	1.1	4.1	4.4	3.6	4.6
E3	2.1	0.12	1.1	1.1	3.8	1	1.8	1.5	3.8	3.9	2.2	1.6	4.9	3.3	4.2	2.6	4.8	4.1	3.8	3.7	4.2	3.5	2.6
E4	2.2	0.29	1.3	0.76	4.6	4.6	1.4	1.7	2.1	3.5	2.7	2.5	4.8	3.4	3.9	1.6	1.8	0.29	4.1	4.7	4.9	4.7	4.8
E5.1	1.4	0.06	0.94	0.47	2.7	2.7	0.82	0.71	1.9	2.5	1.2	1	3.1	1	1.8	0.71	0.65	0.47	2.8	1.8	2.9	2.7	2.2
E5.2	1.8	0.29	1.4	0.35	2.9	3.9	1	0.65	1.9	2.2	1.5	1.2	2.8	1.4	1.8	0.71	0.76	0.41	3.4	1.5	1.8	2.4	3.1
E6	1.9	0.03	1.7	1.8	4	3.6	2.1	1.8	2.9	3.6	2.2	1.8	5	3.2	4.3	1.5	2.1	1.2	4.4	4.1	4.6	4.5	3.0
E7	1.8	1.2	2.7	2.1	3.1	1.1	1.9	2.8	2.3	2.1	1.6	2.2	4	4.1	2.1	2.5	1.4	0.41	3	4.5	4.5	3.9	3.3
E8	1.9	0.29	0.18	0.82	1.1	1.2	0.47	2.2	1.2	1.1	1.3	1.7	3.8	2.7	1	1.2	0.53	0.35	0.29	4.8	4.7	4.8	3.6
E9	2.5	0.47	0.55	3.3	4.1	2.6	3.5	4.2	4.5	4.7	3.3	3.4	4.9	4.7	4.1	4.3	4.2	3.4	3.8	4.4	4.5	4.5	4
E10	2	0.71	0.29	1.3	1.2	0.82	2.5	1.1	2.8	2.2	1.4	1.1	1.8	1.5	1.6	1.9	1.8	1.6	1.6	0.94	1.1	1.1	0.53
E11	1.5	3.8	1.5	1.2	1.1	0.47	1.2	1.1	1.4	0.59	0.53	0.47	0.94	1.9	0.76	0.71	0.24	0.24	0.53	1.3	1.9	1.1	0.24
E12	1.8	4.2	1.1	1.5	1.4	0.59	1.6	1.8	1.9	1.4	0.88	0.94	1.4	2.8	1.1	1.3	1.5	0.82	0.76	1.9	2.4	1.8	0.65
E13	1.3	2.2	4	1.5	1.2	0.47	1.7	0.94	1.6	0.94	0.82	0.88	1.5	2.1	1	1.2	1.4	0.12	1.2	1.1	1.4	1.4	1.1
E14	1.8	4.7	2.5	2.2	2.3	0.47	2.6	2.6	2.1	1.4	1	1.4	1.8	2.4	1.1	1.4	1.6	0.47	0.82	3.5	3.8	2.8	1.7
E15	2	0	0	0.12	0.12	0.29	0.12	0	0.06	0.71	0.29	0.59	0.18	0.06	0	0.12	0	0	0	0.29	0.18	0.47	0.35
E16	2.4	0.76	0.65	0.06	0.18	0.94	0.18	0.76	0.12	0.88	0.41	0.47	1	0.53	0.12	0	0.12	0.29	0.12	1.3	1.9	2	1.9
E17	2.2	0.12	0	0	0.06	0.29	0	0.24	0.06	0.82	0.35	0.41	0.35	0.06	0	0	0.29	0	0.06	0.53	0.88	0.41	0.35
E18	2.4	0	0	0	0	0	0.24	0	0.12	0.41	0.29	0.29	0.06	0.06	0	0	0	0	0	0.29	0.35	0	0.06
-	2.2	2.2	1.9	2.2	2.3	2	1.8	2.2	2.2	1.4	1.4	2.4	1.9	2.3	2.2	2.1	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	2.3	2.2



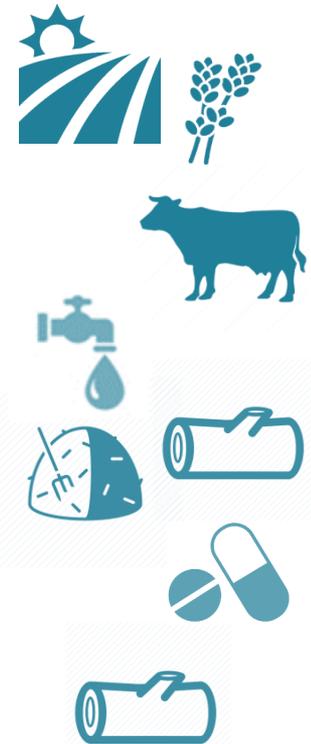
# **Méthode :** **services écosystémiques,** **habitats et remplissage**

---

# Les services écosystémiques

## Services d'approvisionnement

<b>Nutrition</b>	<b>Biomasse non sauvage</b>	Production végétale alimentaire cultivée	<b>A1</b>
		Production animale alimentaire élevée	<b>A2</b>
	<b>Eau</b>	Eau douce (recharge nappes souterraines)	<b>A3</b>
<b>Matériaux</b>	<b>Matériaux bruts</b>	Matériaux et fibres	<b>A4</b>
		Composées et matériel génétique des êtres vivants	<b>A5</b>
	<b>Energie</b>	Biomasse à vocation énergétique	<b>A6</b>



# Les services écosystémiques

## Services de régulation et d'entretien

Maintien des conditions biologiques, physiques et chimiques	Séquestration du carbone		R1
	Régulation du climat local		R2
	Maintien du cycle de vie et de l'habitat	Offre d'habitat, de refuge et de nursery	R3
		Pollinisation et dispersion des graines	R4
	Maintien de la qualité des eaux (régulation des nutriments et des toxiques)		R5
	Maintien de la qualité du sol et contrôle de l'érosion		R6
Médiation des flux - régulation des risques naturels	Protection contre les tempêtes		R7
	Régulation des inondations et des crues		R8



# Les services écosystémiques

## Services culturels

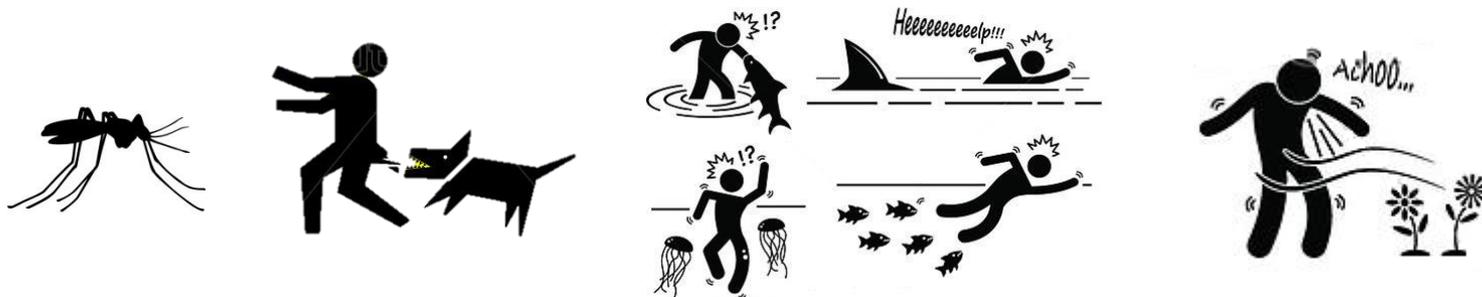
<b>REPRESENTATIONS- sujetif :</b> Interactions spirituelles, symboliques, religieuses & historiques	Emblème et héritage	C1
	Esthétique	C2
	Héritage (passé et futur) et existence	C3
<b>USAGES- objectif :</b> Interactions physiques et intellectuelles avec les écosystèmes et paysages	Activités récréatives	C4



# Les services écosystémiques

## Les disservices

Impacts économiques et sur la santé humaine	Morsures et attaques d'insectes ou autres animaux sauvages	D1
Impacts écologiques	Espèces exotiques et habitat pour des ravageurs	D2



# Typologie des écosystèmes

---



- H1 Océan
- H2 Plages et lagunes côtières
- H3 Eaux douces et zones humides
- H4 Rivières
- H5 Territoires agricoles – canne à sucre
- H6 Territoires agricoles – cultures végétales
- H7 Territoires agricoles – cultures ligneuses
- H8 Prairies
- H9 Agroforesterie
- H10 Forêt indigène
- H11 Forêt plantée ou mélangée
- H12 Arbuste
- H13 Savanes
- H14 Roche et sol nu
- H15 Zones urbanisées
- H16 Zones peri-urbanisées
- H17 Zones industrielles ou commerciales
- H18 Réseaux routiers et infrastructure

# Océan

L'océan avec les récifs coralliens



## Plages et rochers côtiers

Plages et rochers côtier – de sable corallien, volcanique ou espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation d'herbes rampantes pantropicales.



# Rivières

Les cours d'eau, permanentes ou temporaires, les rivières et estuaires.



# Eaux douces et zones humides

Zones humides avec des marais, étangs et landes.  
Retenue collinaire.



# Canne à sucre

les zones agricoles de canne a sucre



# Cultures végétales

Les zones agricoles utilisées pour la culture de plantes annuelles comme les légumes, chou, carotte, salade, tomate et maraîchère.



# Cultures ligneuses

Les zones agricoles avec des vergers et fruitières permanentes et semi-permanentes comme le fruit de la passion, goyavier, mangue ou letchi.



# Prairies

les prairies et pâturages utilisés pour l'industrie laitière et la production de viande ainsi que le fourrage.



©blogdemarion

# Agroforesterie

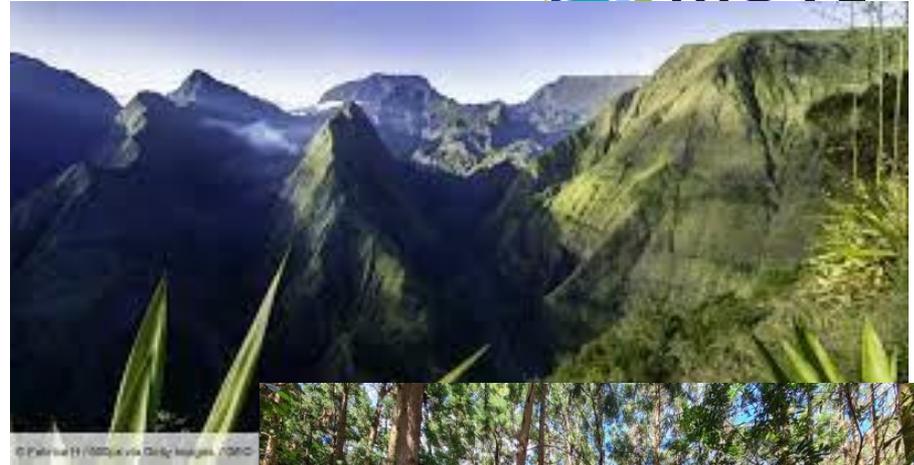
L'association d'arbres et de cultures ou d'animaux sur une même parcelle



@photo de [B.navez](#) (licence [BY-SA](#))

# Fôret indigène

Forêt humide de montagne,  
fôret semi-seche



# Fôret plantée et melangée



# Arbuste



## Savane

Savane, savane herbacée de basse altitude e et végétation sclérophylle



## Roche et sol nu

Falaises basaltiques ou falaises meubles ou mixtes a la zone littoral et aussi le roche volcanique avec peu de végétation.



## Zones urbanisées

Les zones urbanisées avec tissu urbain, surface bâtie, habitat pluridisciplinaire et espaces verts.



## Zones peri-urbanisées

Zones urbanisées discontinu avec des jardins et le territoire urbanisée au haute de 300-800m

## Zones industrielles ou commerciales



# Réseaux routiers et infrastructure

Réseaux routiers, notamment routes, autoroutes et voies ferrées, parking, réseaux de communication et espaces associés.



# Remplissage

## A vous de jouer !

- Cet atelier vise à estimer la capacité de chacun des habitats de la Réunion
- La capacité est définie comme le « rendement potentiel en service écosystémique d'un habitat donné »
- Cette estimation doit être faite en considérant un état moyen sur le territoire concerné
- **Indice de confiance (1 à 3) par habitat et par service**

		Services écosystémiques		
		Régulation	Approvisionnement	Culturels
Habitats	0	2	1	
	4	5		
	3			

# Remplissage

## A vous de jouer !

- Quelle est capacité d'un habitat a fournir le service écosystémique considéré ?
- Scores de 0 à 5

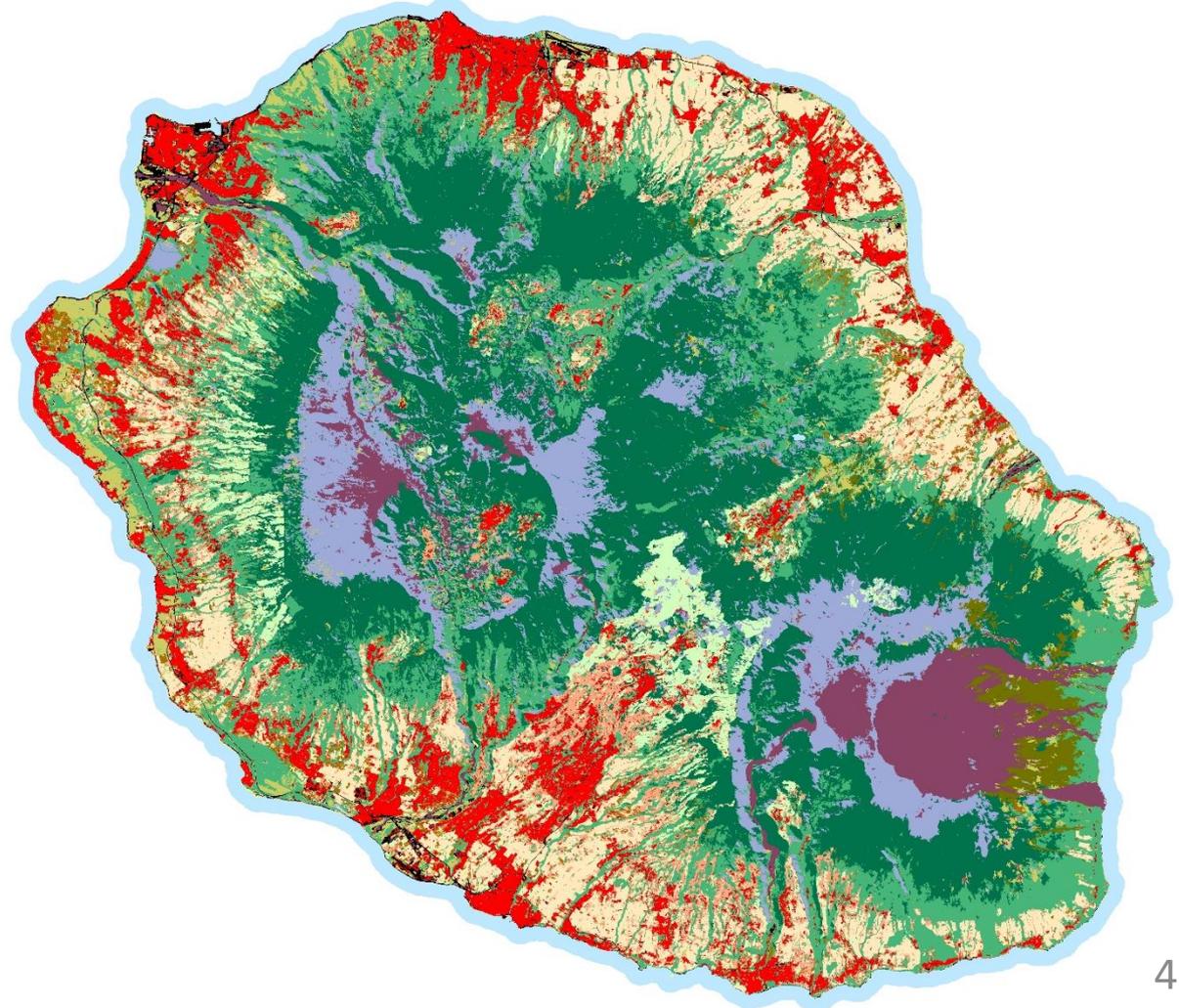
		Services écosystémiques		
		Régulation	Approvisionnement	Culturels
Habitats	0	2	1	
	4	5		
	3			

# Remplissage et échanges

## Habitats et occupation du sol (CIRAD, 2017)

### Code

-  Océan
-  Plages et lagons côtiers
-  Eaux douces et zones humides
-  Canne à sucre
-  Cultivation végétale
-  Cultures ligneuses
-  Prairies
-  Fôret indigène
-  Fôret plantée ou mélangée
-  Arbuste
-  Savane
-  Roche et sol nu
-  Zones urbanisées
-  Zones peri-urbanisées
-  Réseaux routiers et infrastructure



# Merci de votre participation!

**Cathleen Cybèle  
Ina M. Sieber  
Véronique Stern**

**Email: [sieber@phygeo.uni-hannover.de](mailto:sieber@phygeo.uni-hannover.de)  
[burkhard@phygeo.uni-hannover.de](mailto:burkhard@phygeo.uni-hannover.de)**

**Institute of Physical Geography and Landscape Ecology  
Leibniz Universität Hannover  
Germany**

**Coordinated by:**  **GOVERNO DOS AÇORES**  **FRCT**  
FUNDO REGIONAL PARA A CÉLULA E TECNOLOGIA

**Partners:**  **Leibniz Universität Hannover**  **Universidad Rey Juan Carlos**  **Nexa**  **UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION**  **UNIVERSIDAD ATLANTICA**  **UNIVERSITY OF PORTSMOUTH**  **WWF**  **Institut de Recherche pour le Développement**  **UNIVERSITAS AGRARIA TERMOHIDRAULICA**  **UNIVERSITY OF TRENTO**  **NOVA BLUE ENVIRONMENT**

**Supported by:**  This project has received funding from the European Union represented by European Commission Directorate - General Environment, under grant agreement N° 07.027735/2019/808239/SUB/ENV.D2

# References

---



Campagne, S. (2015) Evaluation des services écosystémiques potentiellement rendus par les zones humides des territoires du SAGE Scarpe aval et du Parc naturel régional Scarpe-Escaut. Rapport d'étude – Parc naturel régional Scarpe-Escaut, 62p.

Campagne & Roche (2019): Évaluation de la capacité des écosystèmes de la région Hauts-de-France à produire des services écosystémiques. Étude et rapport réalisés par UR RECOVER, IRSTEA Aix-en-Provence.

Delbos, P., Lacoste, M., Picot, F. (2011): Cahiers d'habitats de La Réunion : étage Littoral. Rapport technique n° 5 non publié, Conservatoire Botanique de Mascarin, Saint-Leu, Réunion, 557 p. + annexe