

Les services écosystémiques: Comment la biodiversité contribue au bien-être humain

Sandra LAVOREL
Chaire annuelle
Biodiversité et écosystèmes



Fondation
Jean-François
de Clermont-Tonnerre



Pourquoi conserver la nature ?

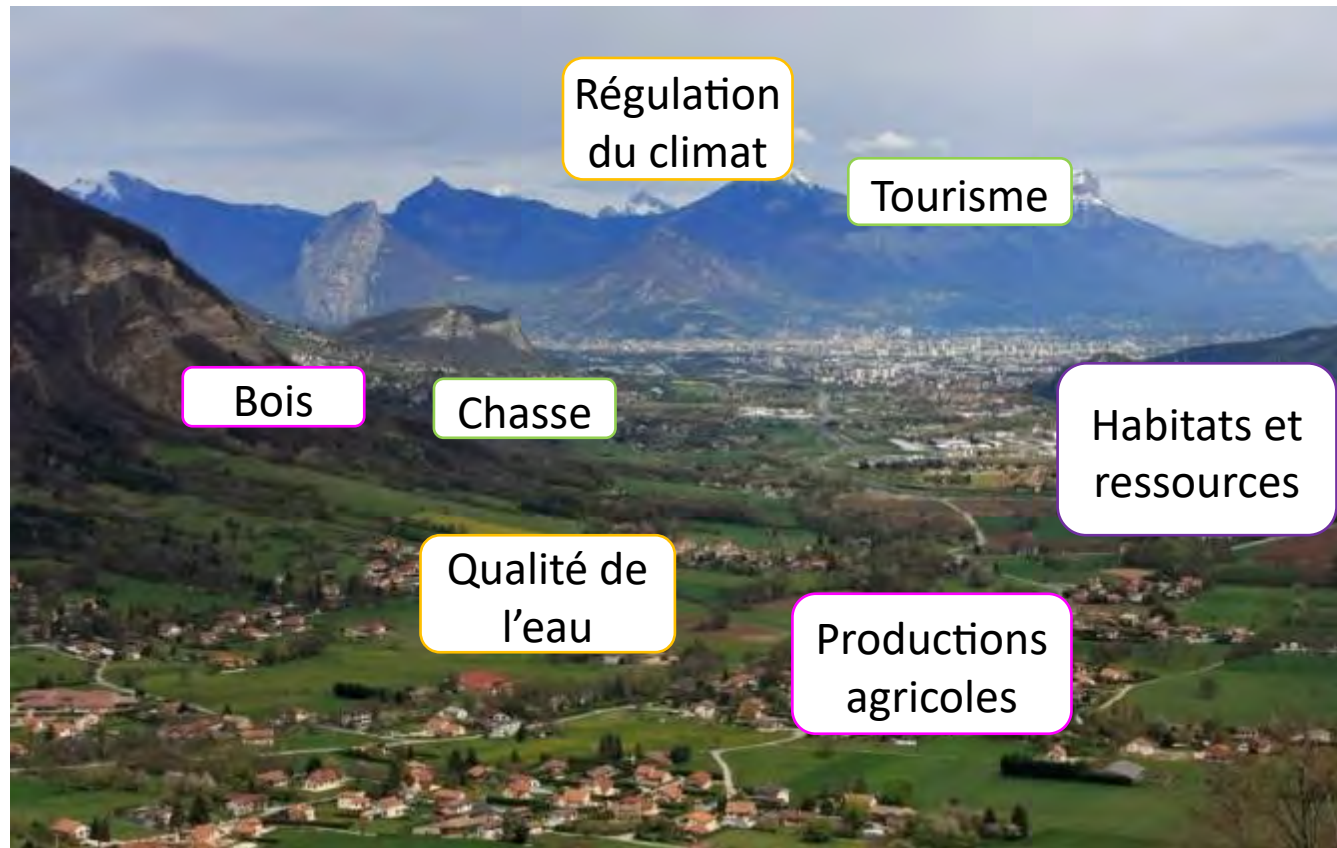
Quelques raisons
fréquemment mentionnées...

- Pas besoin de raison → **valeur intrinsèque**
- Pressions anthropiques croissantes et dégradation des écosystèmes et de la biodiversité → sauvegarde du **patrimoine naturel**
- Raisons **spirituelles**, religieuses
- **Opportunités** pour l'avenir (composés phytopharmaceutiques...)
- **Dépendance de la société** aux écosystèmes et à leur bon fonctionnement

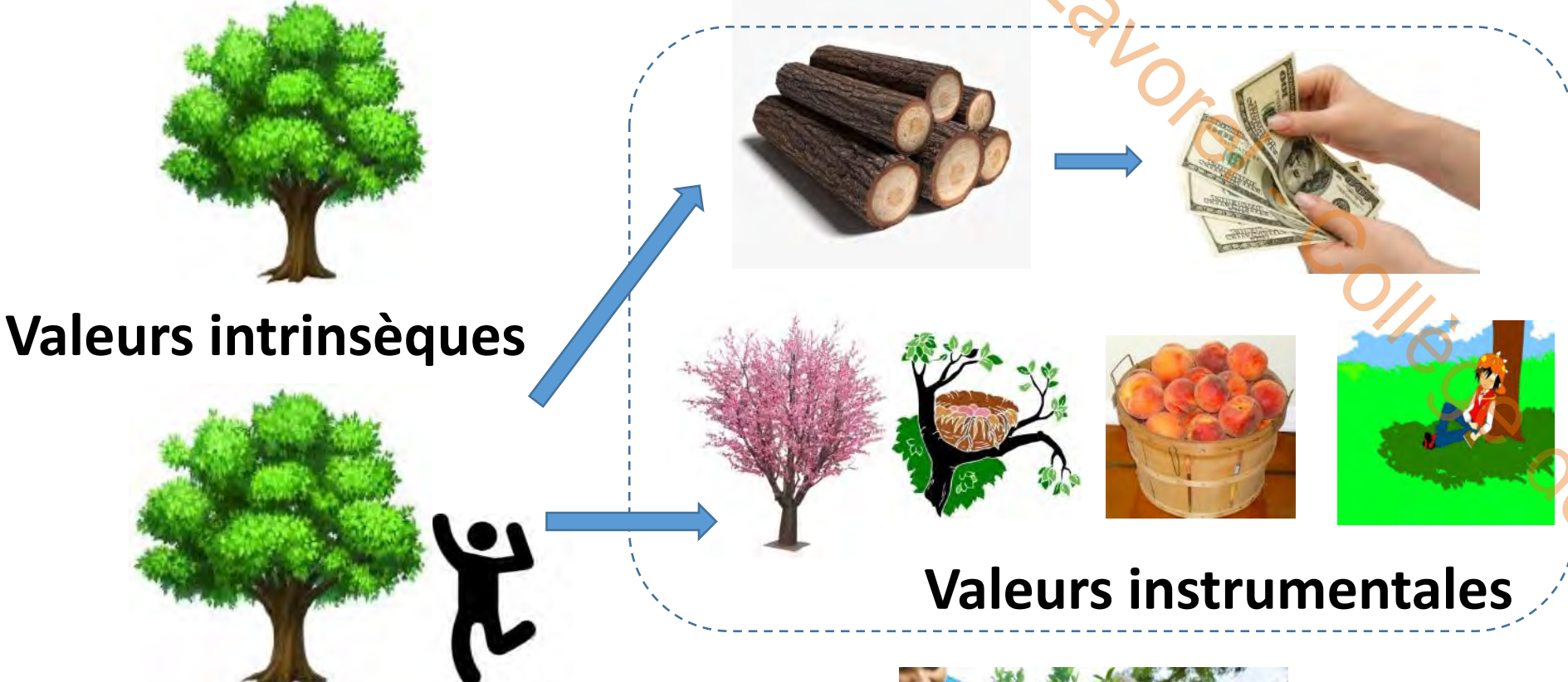


Lavorel - Collège de France

Entre autres « bonnes raisons »... les milieux naturels et cultivés jouent de nombreux rôles pour la société



Les multiples valeurs de la biodiversité

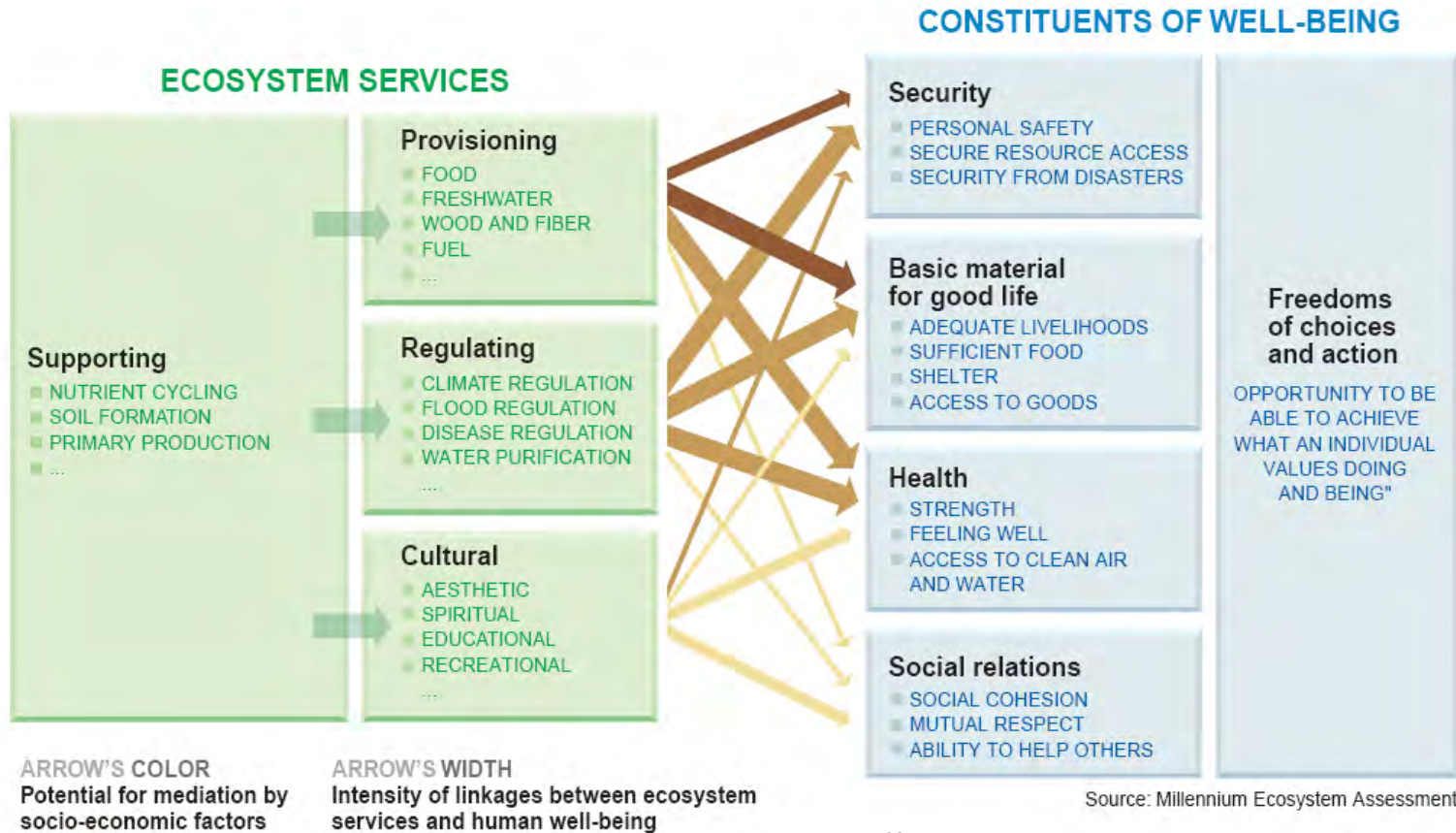


Díaz, S et al. (2015) PLoS Biol, 13, e1002040
Chan, KMA et al. (2012) Ecological Economics, 74, 8-18
Pascual, U et al. (2017) Current Opinion in Environmental Sustainability, 26, 7-16



L'approche écosystémique

Services Ecosystémiques : les bénéfices que la société reçoit de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes

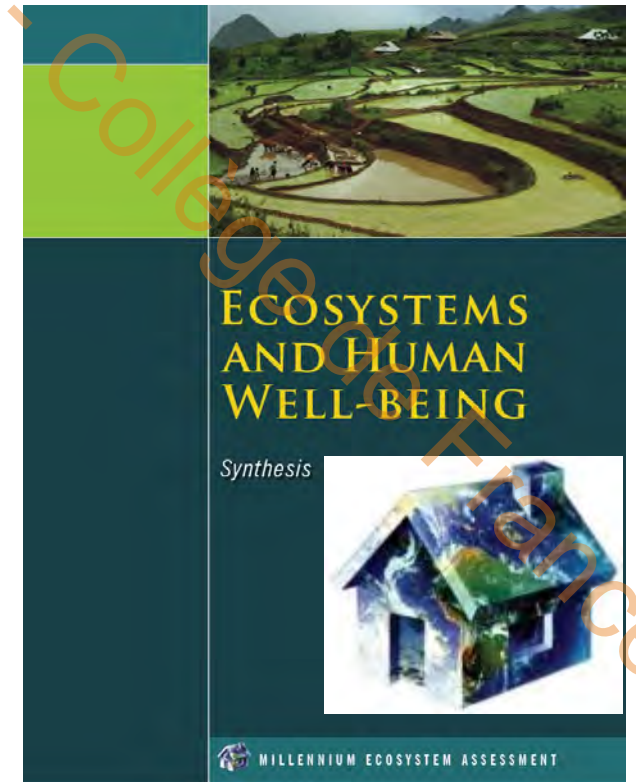


Millennium Ecosystem Assessment 2003

Ehrlich, P. R., and H. A. Mooney. 1983. Extinction, substitution, and ecosystem services.

BioScience 33:248–254

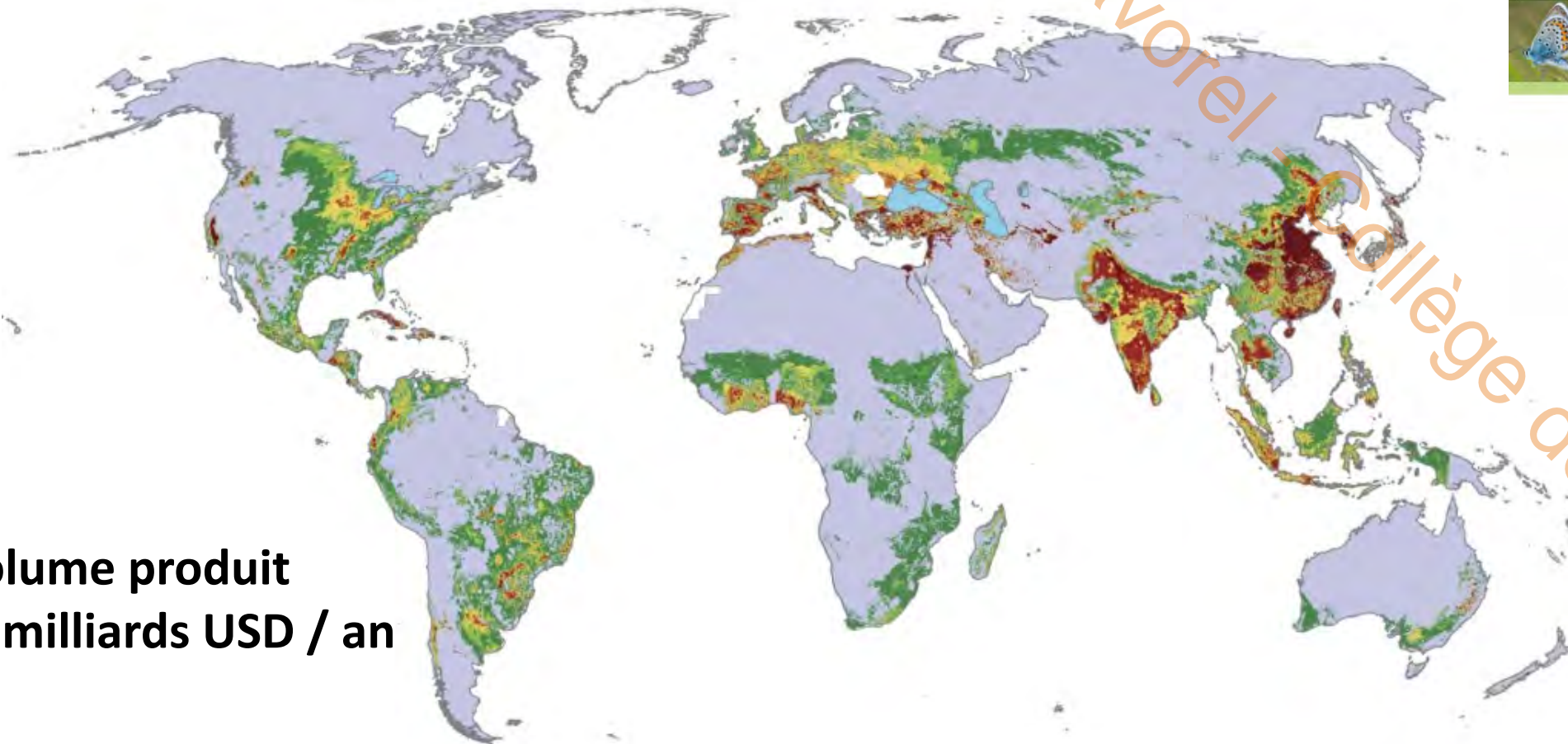
Daily, G.C. ed. (1997) Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press.



La biodiversité contribue à l'économie



The assessment report on
**POLLINATORS,
POLLINATION AND
FOOD PRODUCTION**
SUMMARY FOR POLICYMAKERS



**35% du volume produit
235 à 577 milliards USD / an
(2015)**



No data

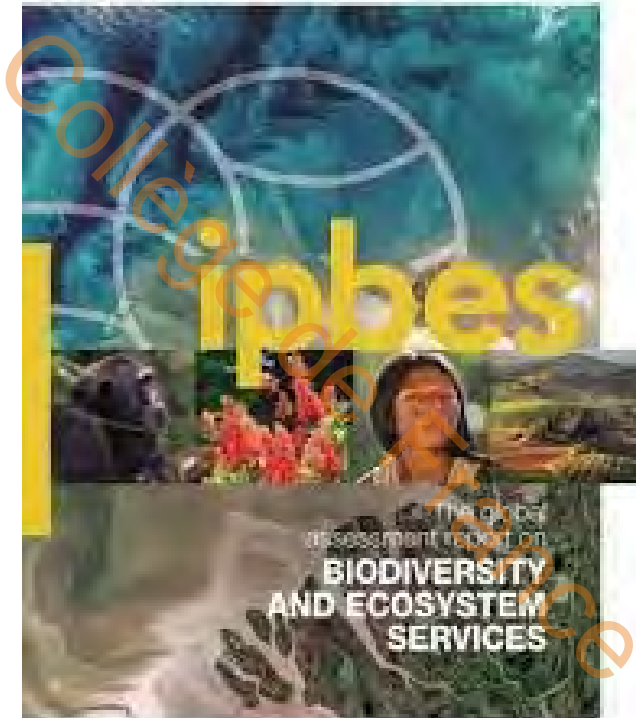
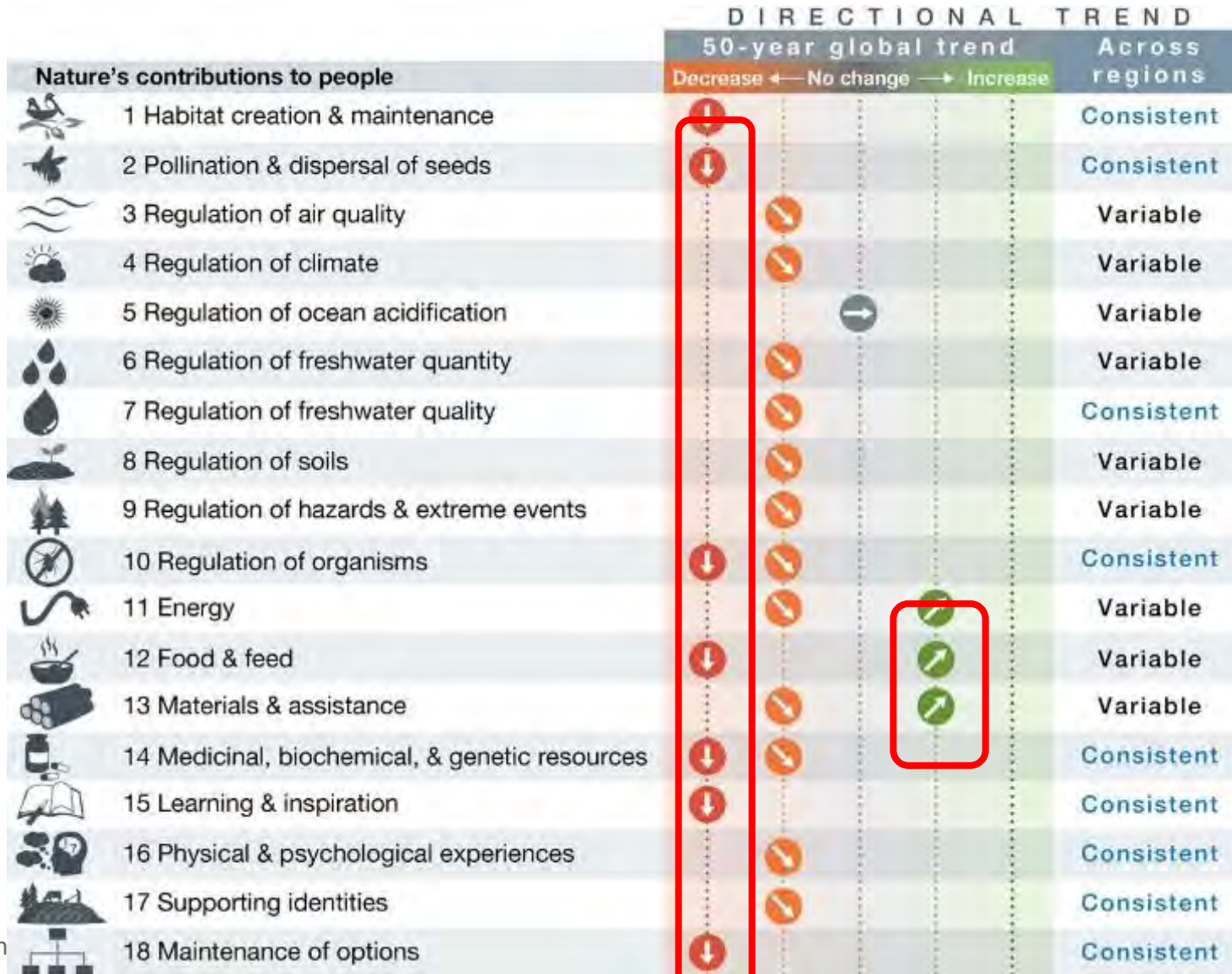


No crop pollination demand



0 10 25 60 100 250 1,500
Pollination benefits (US\$ per ha agricultural area)

La majorité des contributions de la nature à la qualité de la vie se sont détériorées depuis 1970



2019 ipbes



Evaluer les contributions de la nature aux populations Le cadre conceptuel de l'IPBES

S. Lavoirel - Collège de France



Contributions de la Nature aux Populations

Perspective contexte spécifique

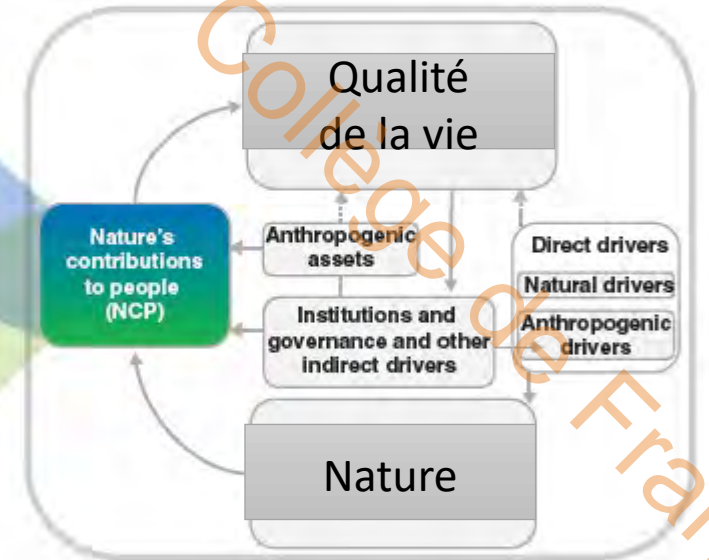
Context-specific perspective



Perspective généralisatrice



Generalizing perspective

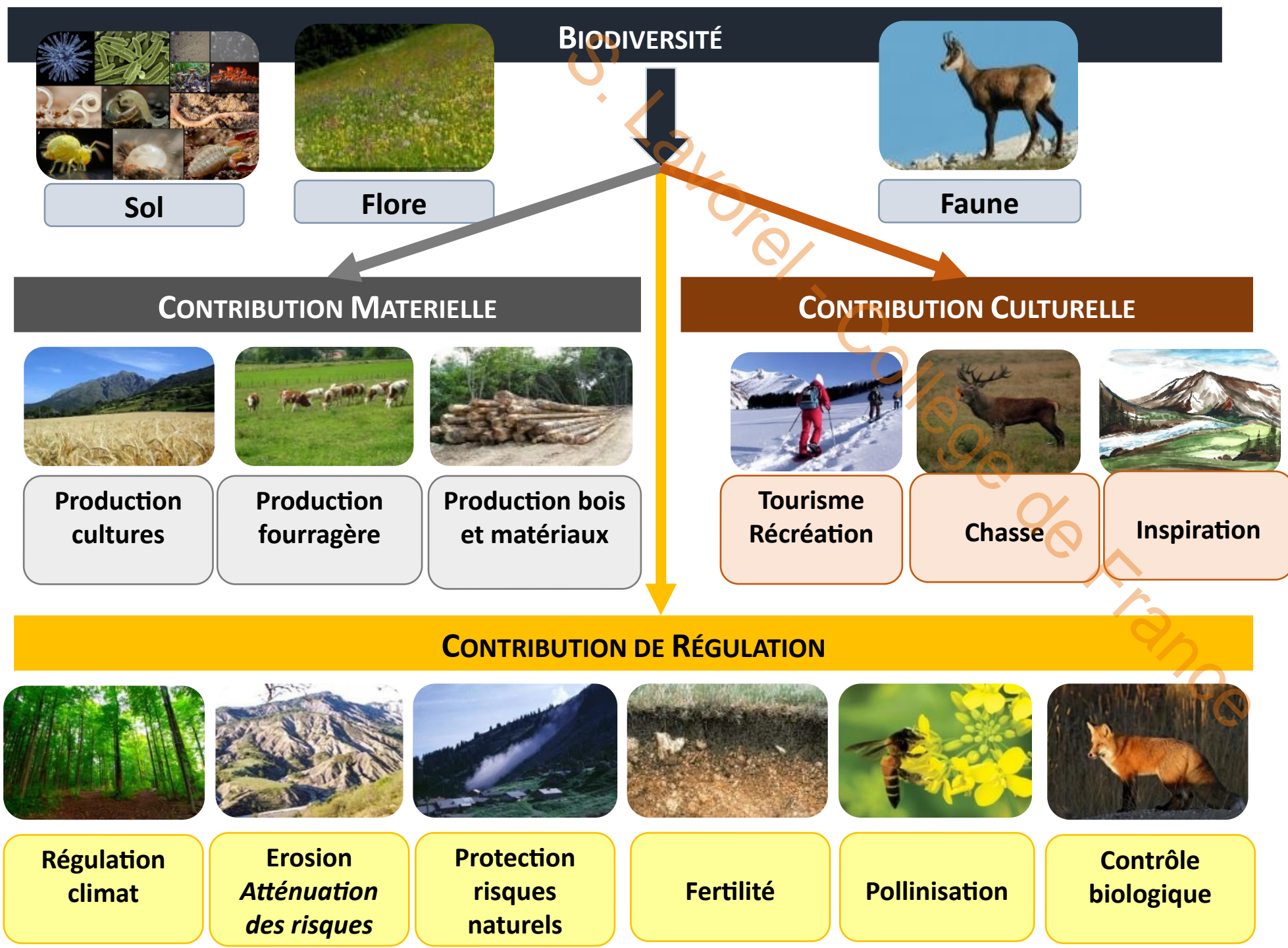




Ecosystèmes



Qualité de vie

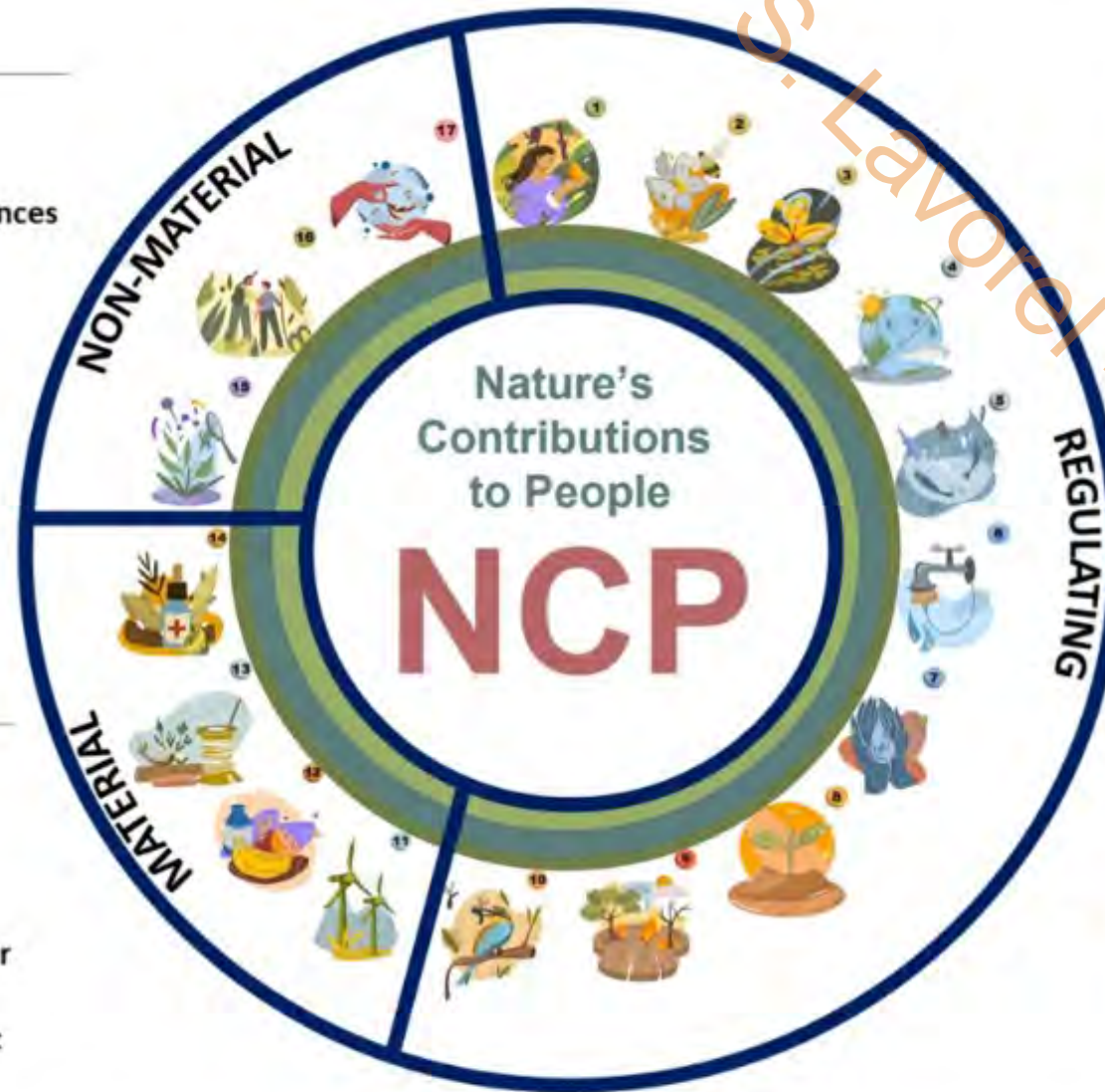


NON-MATERIAL NCP

- 15 Learning and inspiration
- 16 Physical and psychological experiences
- 17 Supporting identities

MATERIAL NCP

- 11 Energy
- 12 Food and feed
- 13 Materials, companionship and labor
- 14 Medicinal, biochemical and genetic resources



REGULATING NCP

- 1 Habitat creation and maintenance
- 2 Pollination and dispersal of seeds and other propagules
- 3 Regulation of air quality
- 4 Regulation of climate
- 5 Regulation of ocean acidification
- 6 Regulation of freshwater quantity, location and timing
- 7 Regulation of freshwater and coastal water quality
- 8 Formation, protection and decontamination of soils and sediments
- 9 Regulation of hazards and extreme events
- 10 Regulation of detrimental organisms and biological processes

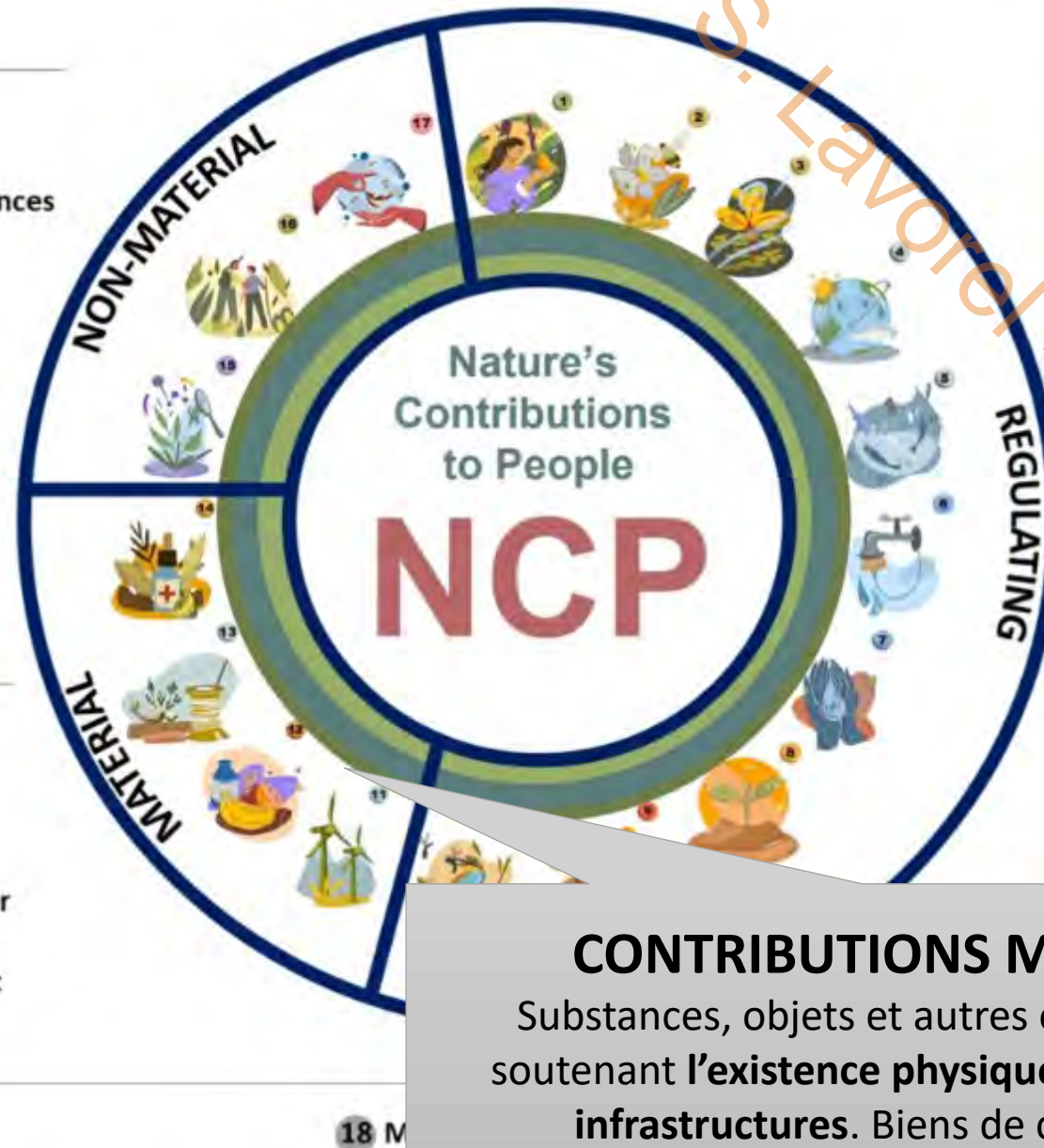
18 Maintenance of options

NON-MATERIAL NCP

- 15 Learning and inspiration
- 16 Physical and psychological experiences
- 17 Supporting identities

MATERIAL NCP

- 11 Energy
- 12 Food and feed
- 13 Materials, companionship and labor
- 14 Medicinal, biochemical and genetic resources



REGULATING NCP

- 1 Habitat creation and maintenance
- 2 Pollination and dispersal of seeds and other propagules
- 3 Regulation of air quality
- 4 Regulation of climate
- 5 Regulation of ocean acidification
- 6 Regulation of freshwater quantity, location and timing
- 7 Regulation of freshwater and coastal water quality
- 8 Formation, protection and decontamination of soils and sediments
- 9 Regulation of hazards and

CONTRIBUTIONS MATERIELLES
Substances, objets et autres éléments matériels soutenant l'existence physique des humains et les infrastructures. Biens de consommation

NON-MATERIAL NCP

15 Learning and inspiration

CONTRIBUTIONS DE REGULATION

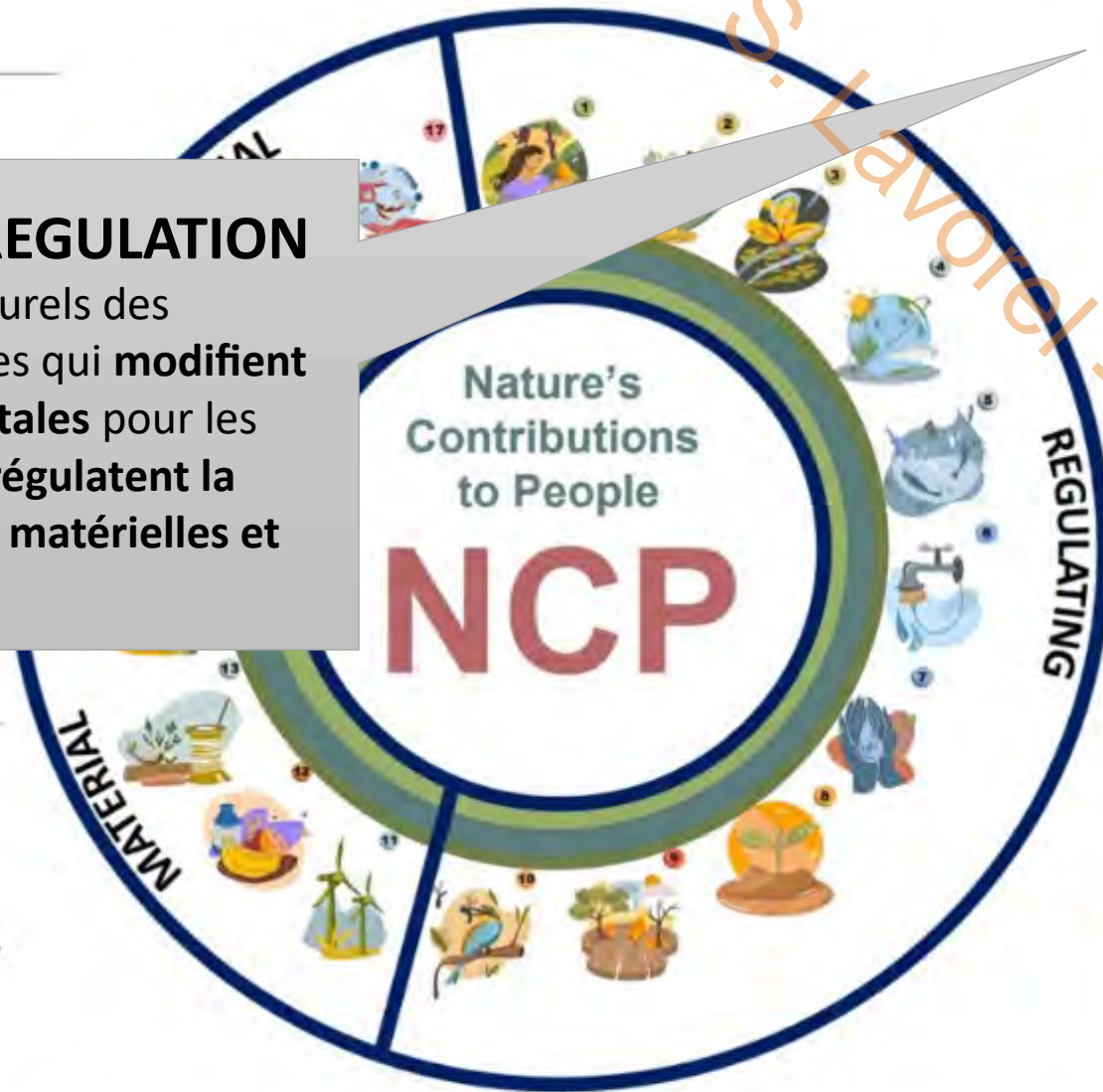
Aspects fonctionnels et structurels des organismes et des écosystèmes qui **modifient les conditions environnementales** pour les humains, **soutiennent et/ou régulent la production des contributions matérielles et non-matérielles.**

MATERIAL NCP

- 11 Energy
- 12 Food and feed
- 13 Materials, companionship and labor
- 14 Medicinal, biochemical and genetic resources

REGULATING NCP

- 1 Habitat creation and maintenance
- 2 Pollination and dispersal of seeds and other propagules
- 3 Regulation of air quality
- 4 Regulation of climate
- 5 Regulation of ocean acidification
- 6 Regulation of freshwater quantity, location and timing
- 7 Regulation of freshwater and coastal water quality
- 8 Formation, protection and decontamination of soils and sediments
- 9 Regulation of hazards and extreme events
- 10 Regulation of detrimental organisms and biological processes



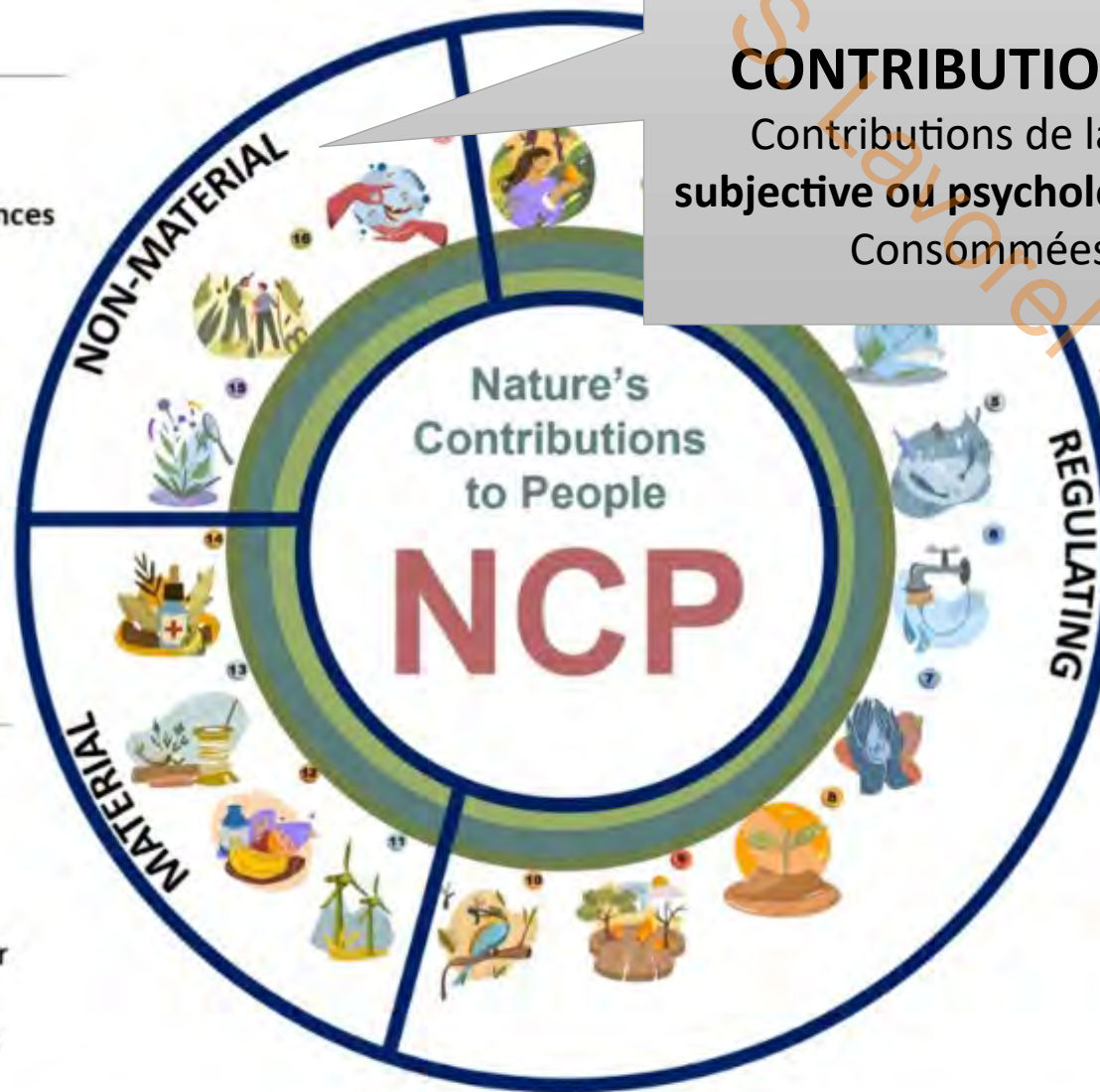
18 Maintenance of options

NON-MATERIAL NCP

- 15 Learning and inspiration
- 16 Physical and psychological experiences
- 17 Supporting identities

MATERIAL NCP

- 11 Energy
- 12 Food and feed
- 13 Materials, companionship and labor
- 14 Medicinal, biochemical and genetic resources



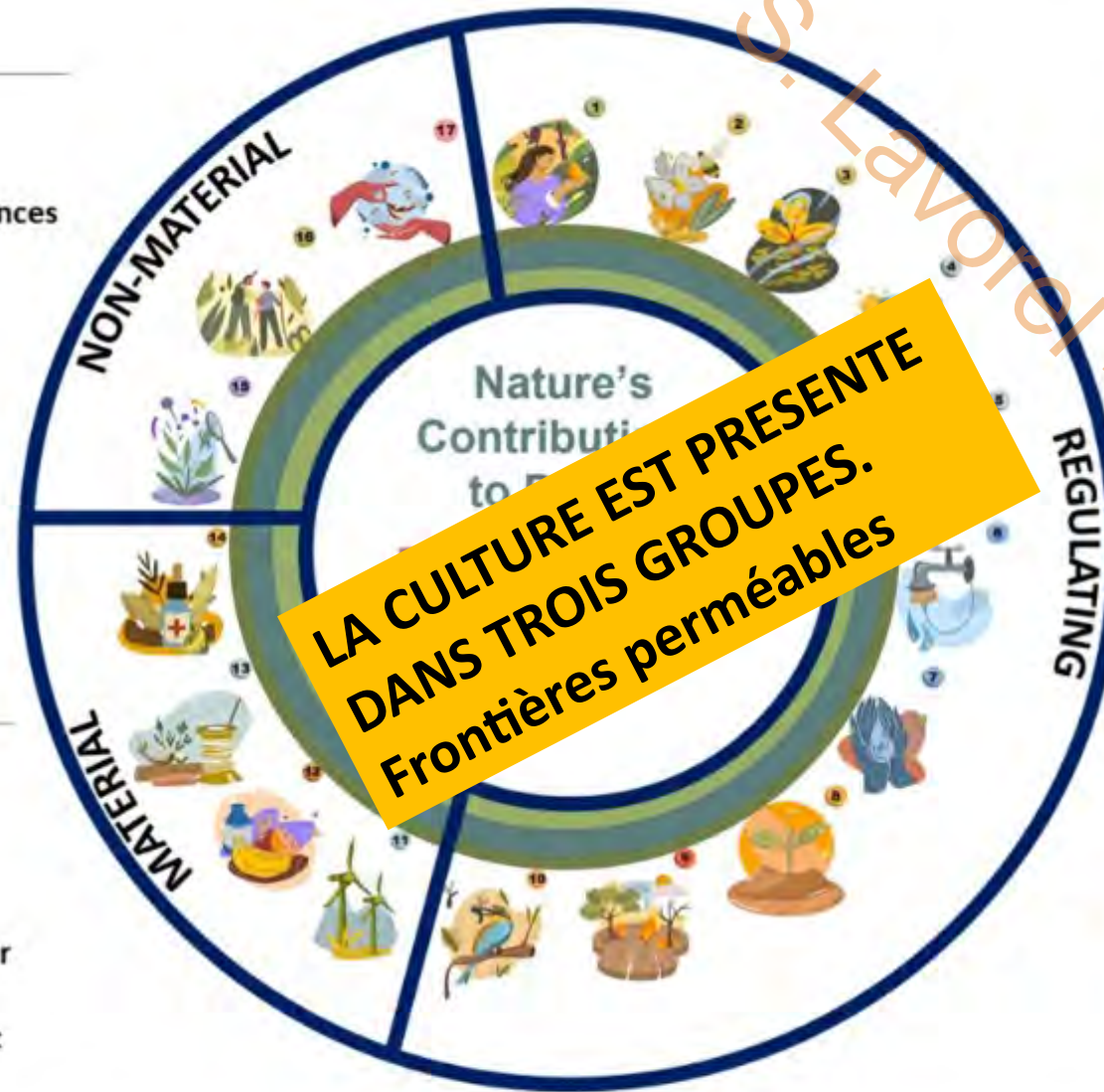
18 Maintenance of options

NON-MATERIAL NCP

- 15 Learning and inspiration
- 16 Physical and psychological experiences
- 17 Supporting identities

MATERIAL NCP

- 11 Energy
- 12 Food and feed
- 13 Materials, companionship and labor
- 14 Medicinal, biochemical and genetic resources



REGULATING NCP

- 1 Habitat creation and maintenance
- 2 Pollination and dispersal of seeds and other propagules
- 3 Regulation of air quality
- 4 Regulation of climate
- 5 Regulation of ocean acidification
- 6 Regulation of freshwater quantity, location and timing
- 7 Regulation of freshwater and coastal water quality
- 8 Formation, protection and decontamination of soils and sediments
- 9 Regulation of hazards and extreme events
- 10 Regulation of detrimental organisms and biological processes

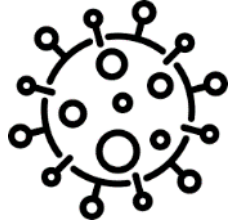
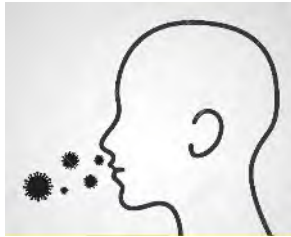
18 Maintenance of options

Contributions négatives / Disservices

Culturel



Social



Risques

Santé

Economique

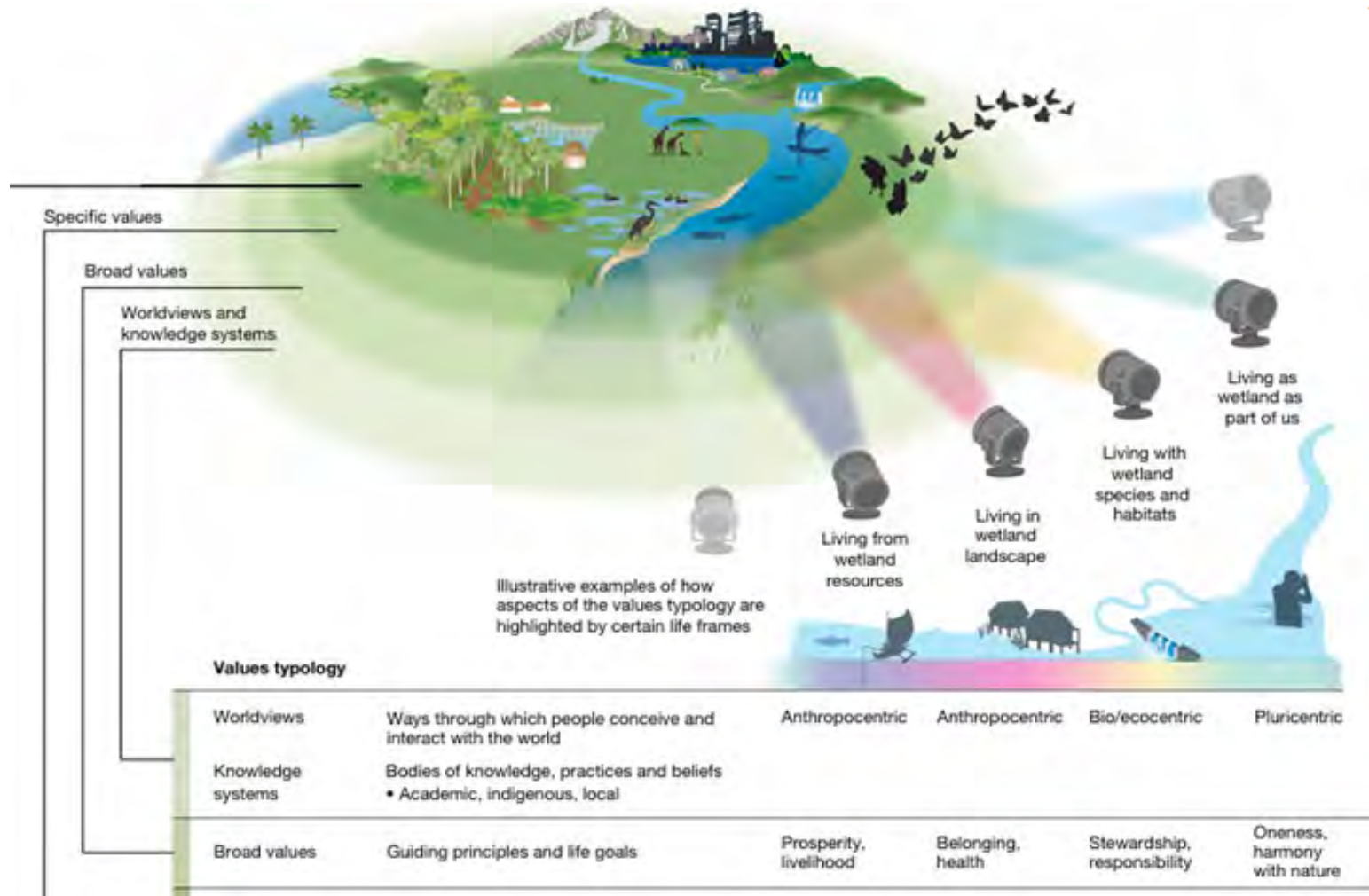


Campagne, CS et al. (2018) Looking into Pandora's Box: Ecosystem disservices assessment and correlations with ecosystem services. *Ecosystem Services*, 30, 126-136.

Anderson, CC et al. (2025) Boxes of rain: A systematic review on the classes and frameworks of ecosystem disservices. *Ambio*, 54, 1431-1449.

Diverses relations à la nature

Cadre conceptuel des Life Frames



Vivre comme

Vivre avec

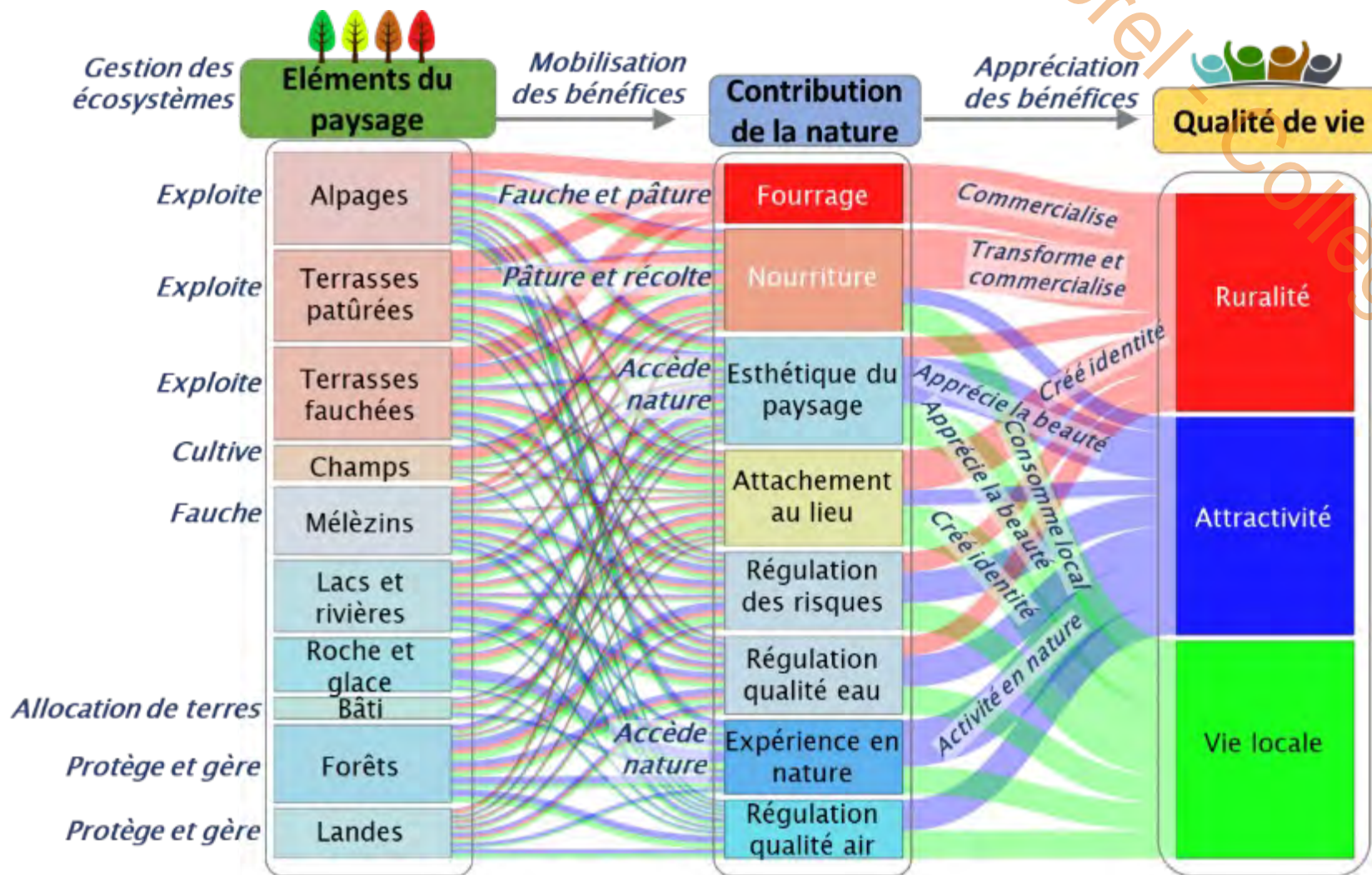
Vivre dans

Vivre de

O'Connor, S. & Kenter, J.O. (2019) *Sustainability Science*, 14, 1247-1265

Pascual, U et al. (2023) *Diverse values of nature for sustainability. Nature*, 620, 813-823

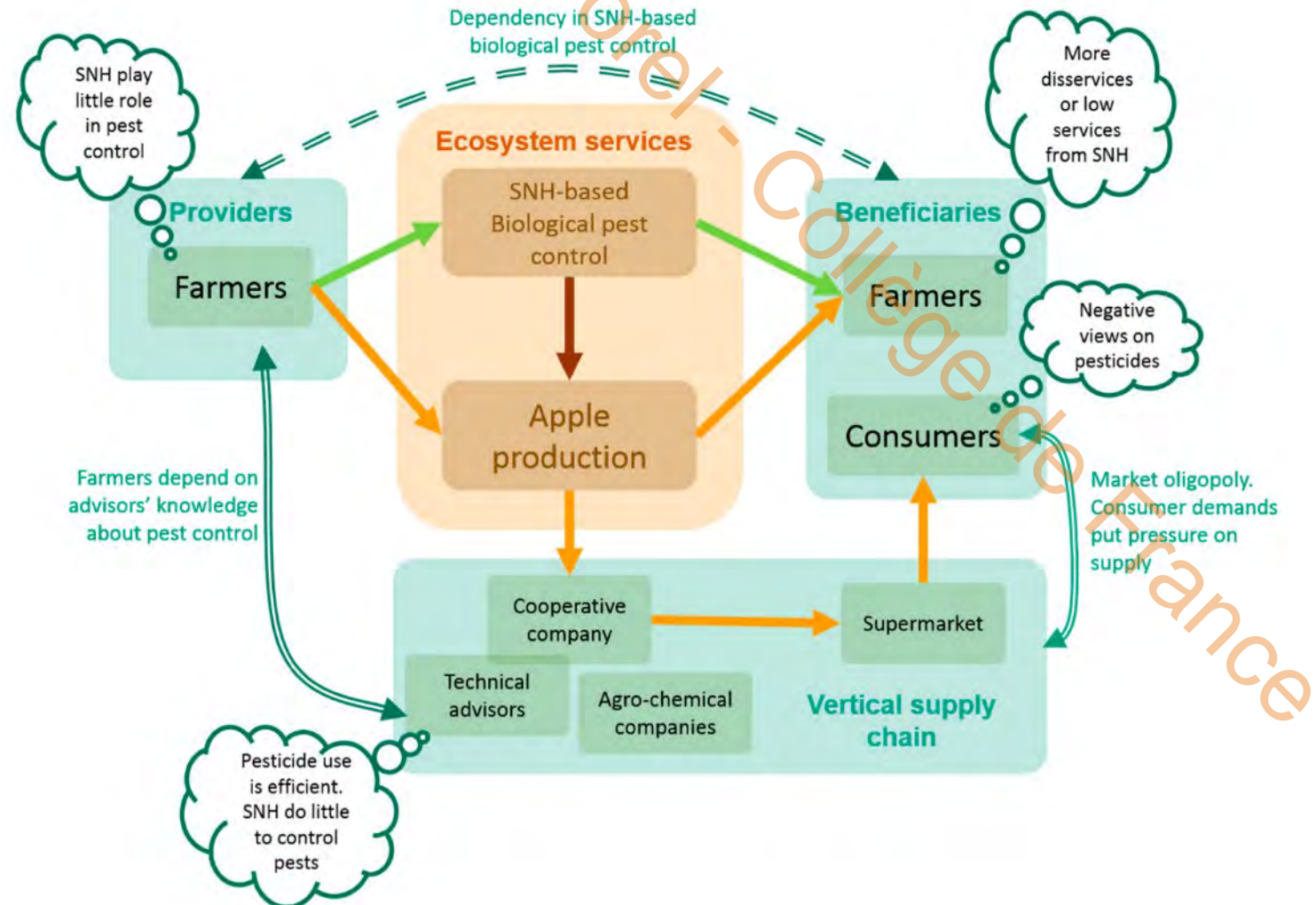
Analyse qualitative des contributions de la nature à la qualité de vie d'un territoire



Approches qualitatives

Quelles contributions pour qui ?

- Modèles mentaux, cartes cognitives
 - Représentation explicite des perceptions et rôles de différents acteurs

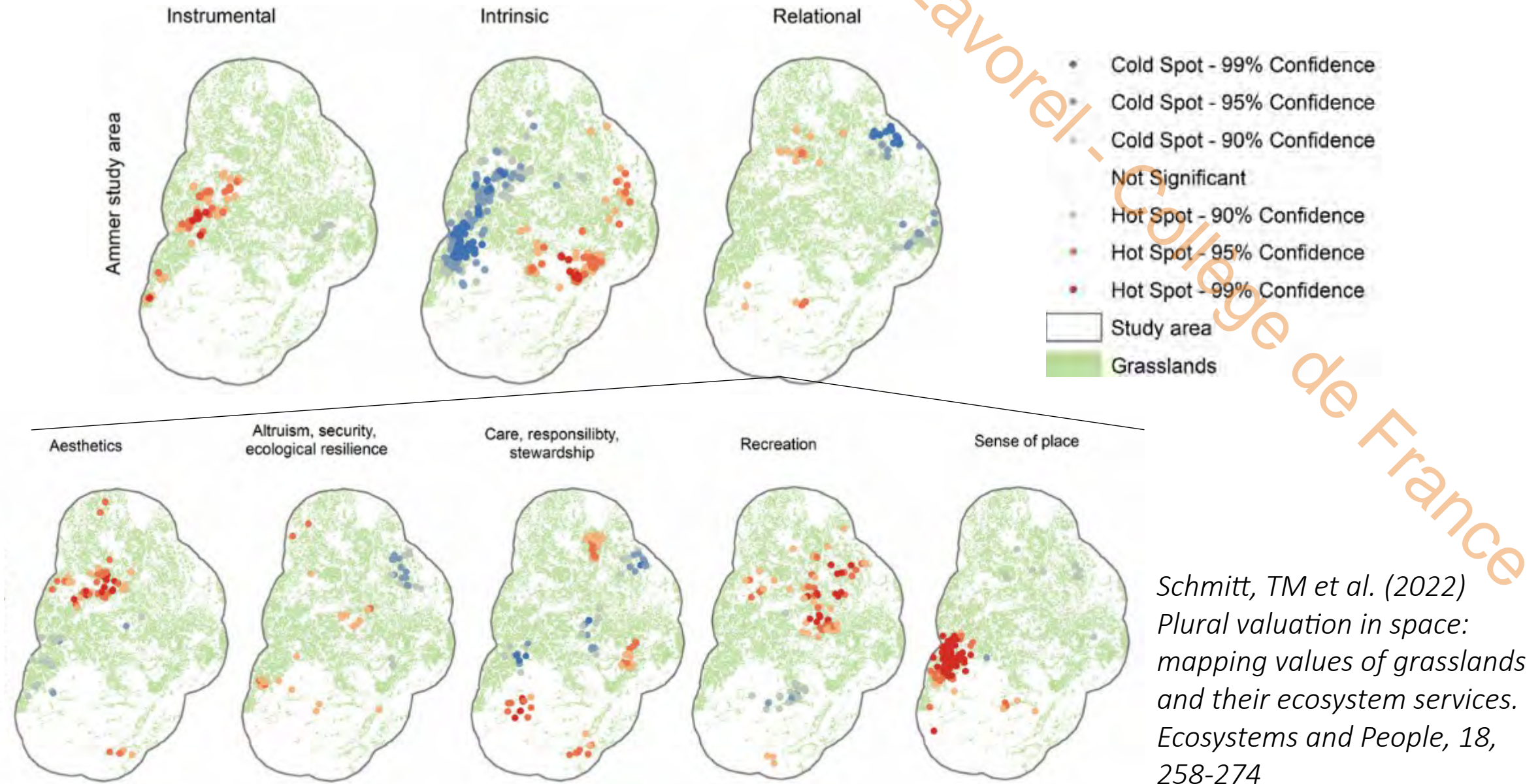


Les variations spatiales des services écosystémiques

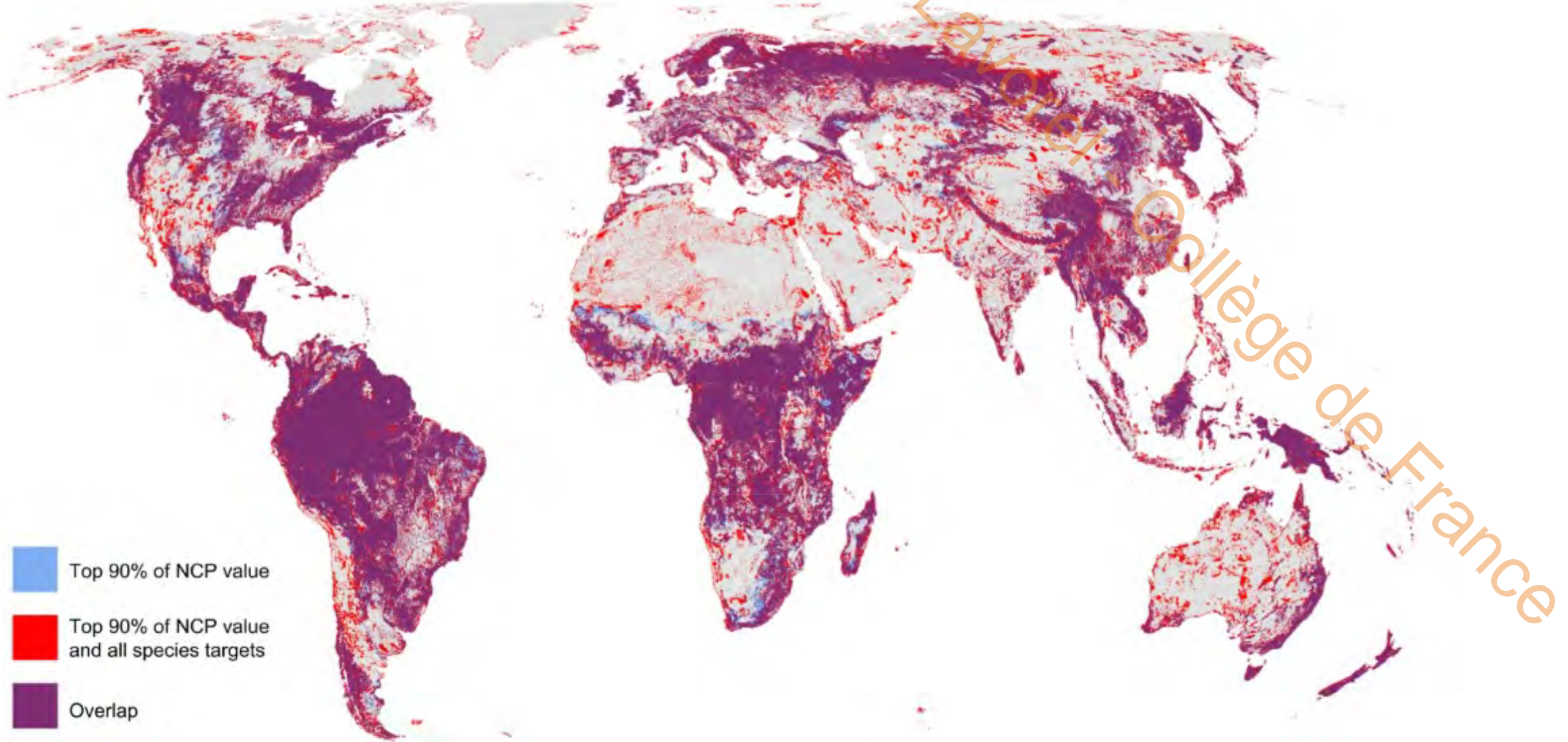


UICN France (2012). Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France

Approches qualitatives - Cartographie participative



Evaluations spatiales quantitatives



Neugarten, RA et al. (2024) Mapping the planet's critical areas for biodiversity and nature's contributions to people.

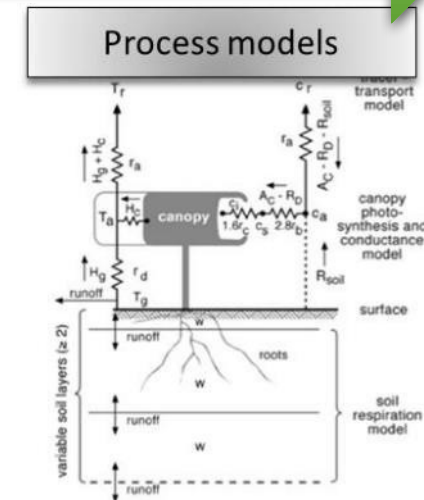
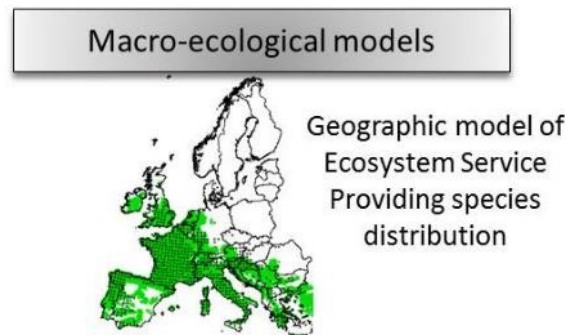
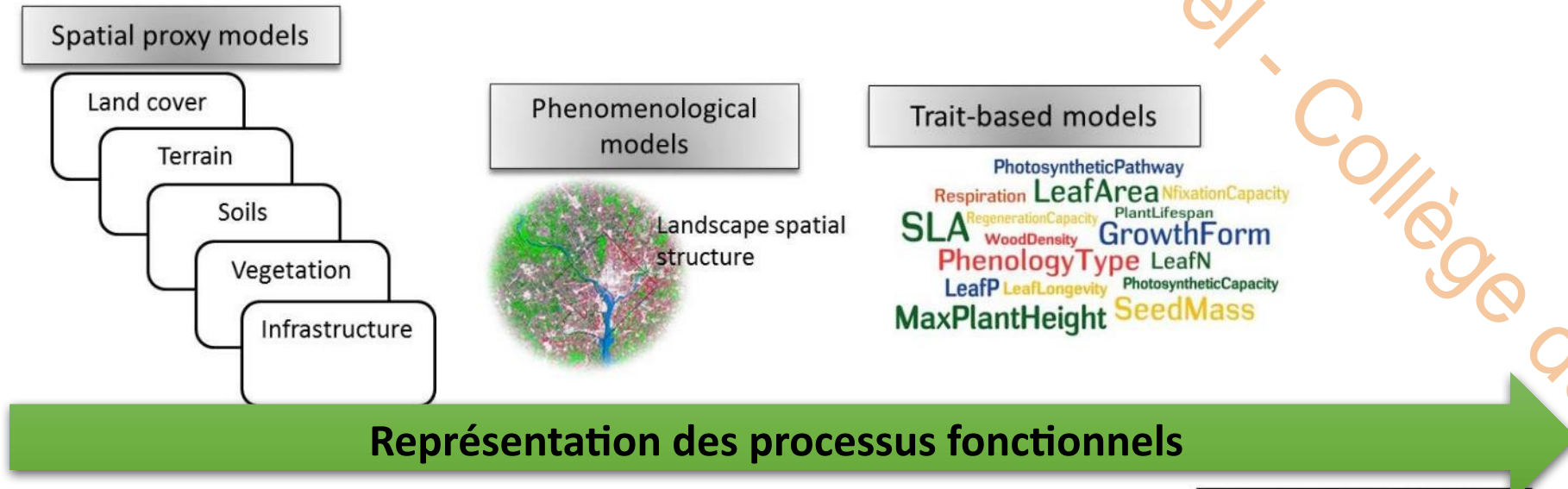
Nature Communications, 15, 261

**Comment ces modélisations
sont-elles produites?**



S. Lavoire / Collège de France

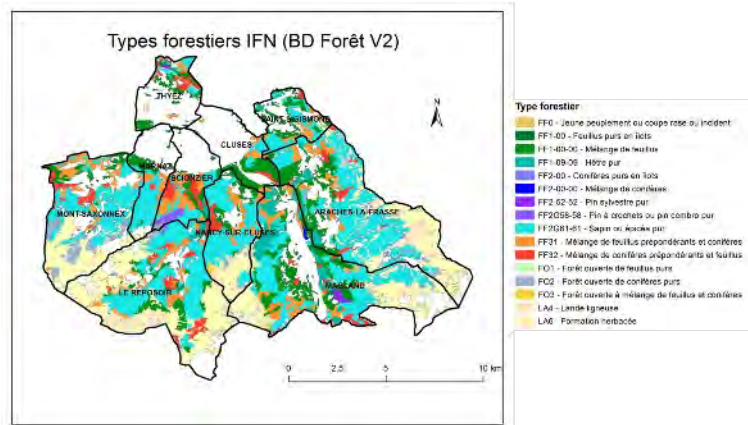
Typologie des modèles selon leur méthode d'incorporation des effets de la biodiversité



Lavorel, S et al. (2017) Pathways to bridge the biophysical realism gap in ecosystem services mapping approaches. *Ecological Indicators*, 74, 241-260

Type 1 : Indicateurs selon les usages des sols

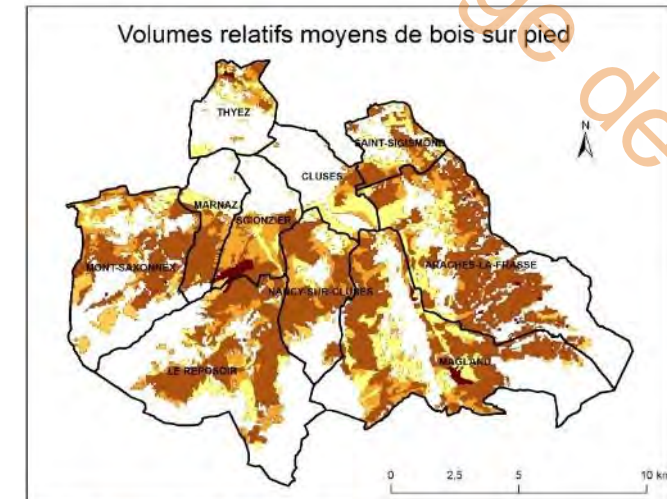
Cartographie d'utilisation des sols Types de forêts



Données quantitatives par types Volumes de bois moyen

Code IFN (BD Forêt V2)	Aire (km ²) (BD Forêt V2)	Type forestier (BD Forêt V2)	Type IFN avec info volumes (OCRE Tableaux personnalisés)	Volume IFN m ³ /ha (OCRE)
FF0	0,09	Jeune peuplement ou coupe rase ou incident	-	0
FF1-00	0,73	Feuillus purs en îlots	Purement feuillu	242,48
FF1-00-00	23,97	Mélange de feuillus	Purement feuillu	242,48
FF1-09-09	5,85	Hêtre pur	Hêtre (essence principale)	353,44
FF2-00	0,30	Conifères purs en îlots	Purement conifère	398,87
FF2-00-00	0,09	Mélange de conifères	Purement conifère	398,87
FF2-52-52	0,41	Pin sylvestre pur	Purement conifère	398,87
FF2G58-58	0,70	Pin à crochets ou pin cembro pur	Purement conifère	398,87
FF2G61-61	61,46	Sapin ou Epicéa pur	Epicéa pur (essence principale)	348,7
FF31	20,09	Mélange de feuillus prépondérants et conifères	Mixte à feuillus prépondérants	310,06
FF32	8,81	Mélange de conifères prépondérants et feuillus	Mixte à conifères prépondérants	329,8
FO1	0,52	Forêt ouverte de feuillus purs	Boisements morcelés	275
FO2	4,15	Forêt ouverte de conifères purs	Boisements morcelés	275
FO3	0,18	Forêt ouverte à mélange de feuillus et conifères	Boisements morcelés	275
LA4	16,93	Lande ligneuse	-	0
LA6	81,08	Formation herbacée	-	0

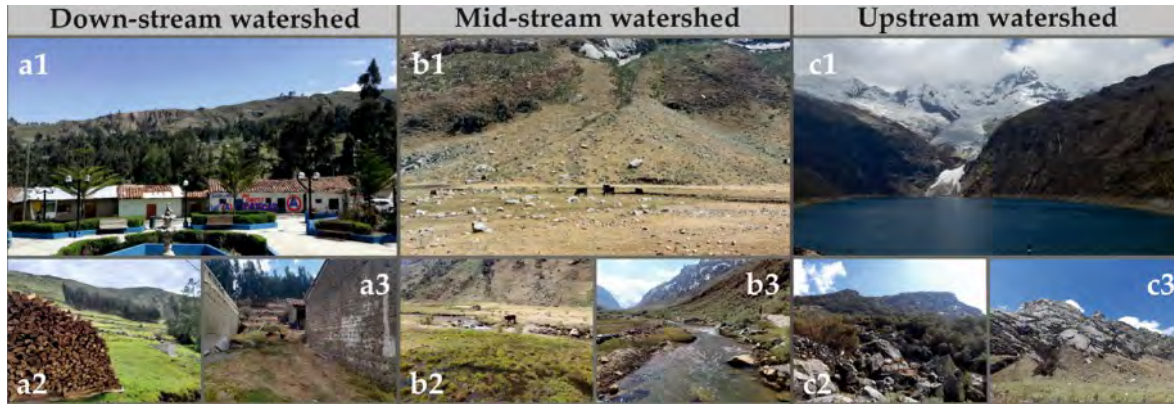
Cartographie par allocation spatiale des données quantitatives Potentiel de production de bois



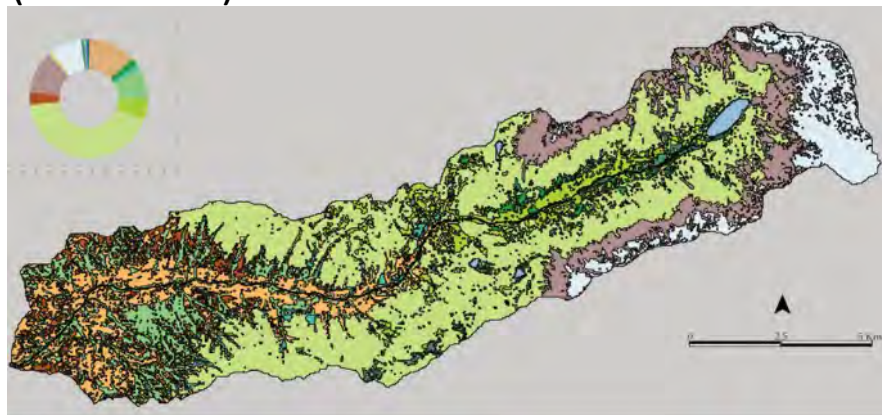
Volume relatif de bois



Utilisation de la télédétection



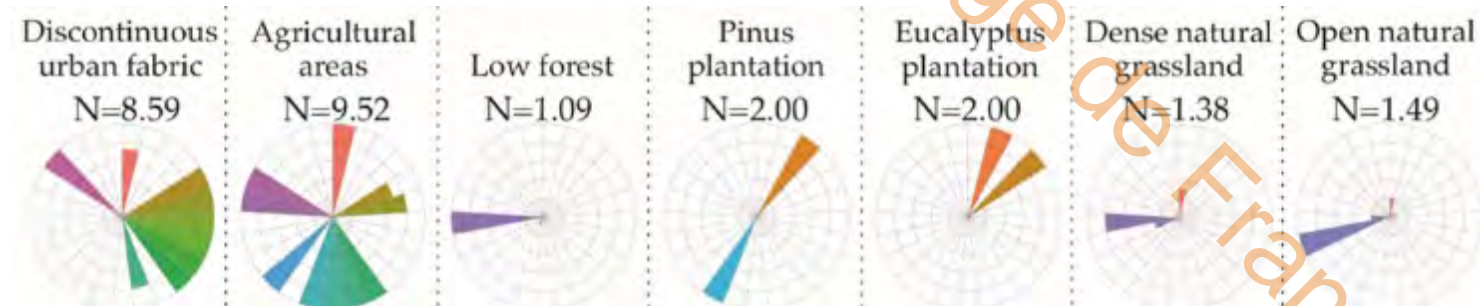
Cartographie des usages des sols – Imagerie satellitaire (Sentinel-2)



Legend			
Discontinuous urban fabric (22.52 ha, 0.21%)	Eucalyptus plantation (936.97 ha, 8.76%)	Rocky outcrop (1255.60 ha, 11.73%)	Water courses (44.51 ha, 0.42%)
Agricultural areas (1392.86 ha, 13.02%)	Dense natural grasslands (612.76 ha, 5.73%)	Sparsely vegetated areas (83.71 ha, 0.78%)	Water bodies (77.77 ha, 0.73%)
Low forest (200.06 ha, 1.87%)	Open natural grasslands (4543.51 ha, 42.46%)	Glaciers (914.37 ha, 8.54%)	
Pinus plantation (134.54 ha, 1.26%)	Shrublands (378.41 ha, 3.54%)	Peat bogs and high-Andean wetlands (103.81 ha, 0.97%)	



Bénéfices identifiés par les habitants



Echelle régionale

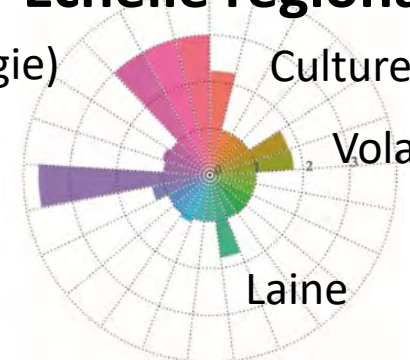
Eau (humains, agriculture, énergie)

Cultures

Volaille

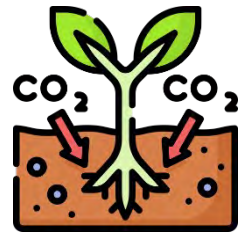
Bois chauffe

Laine



Madrigal-Martínez, S., et al. (2023) Mapping the benefits and the exchange values of provisioning ecosystem services using GIS and local ecological knowledge in a high-Andean community. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 30, 100971

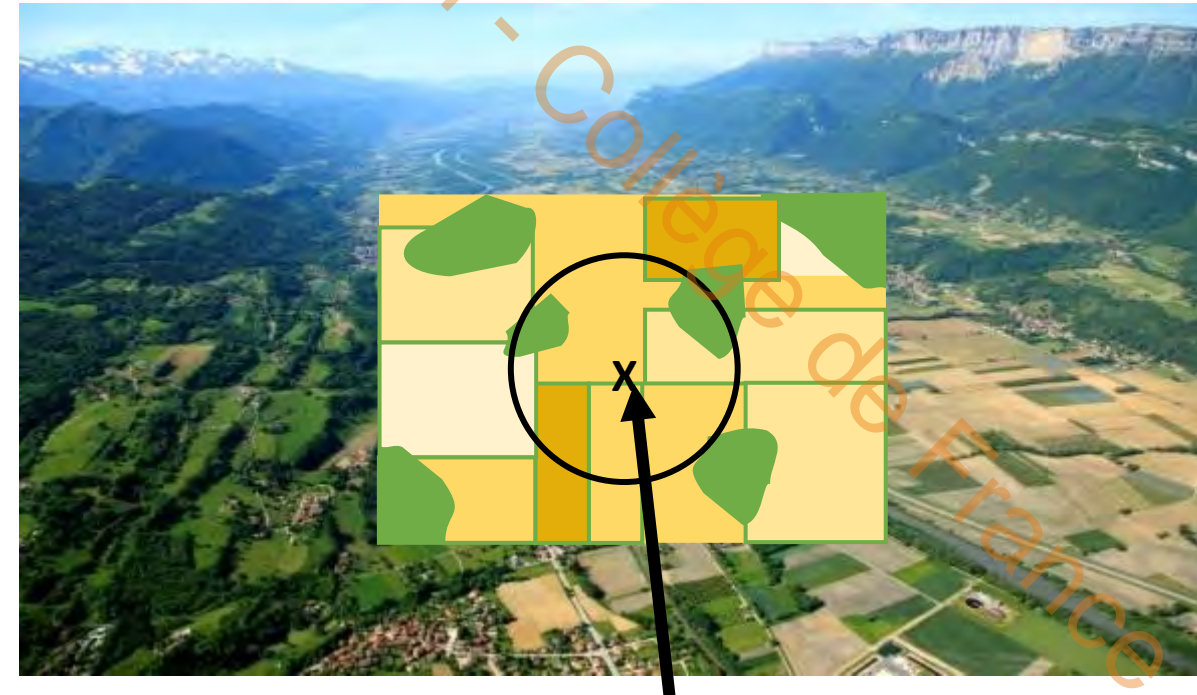
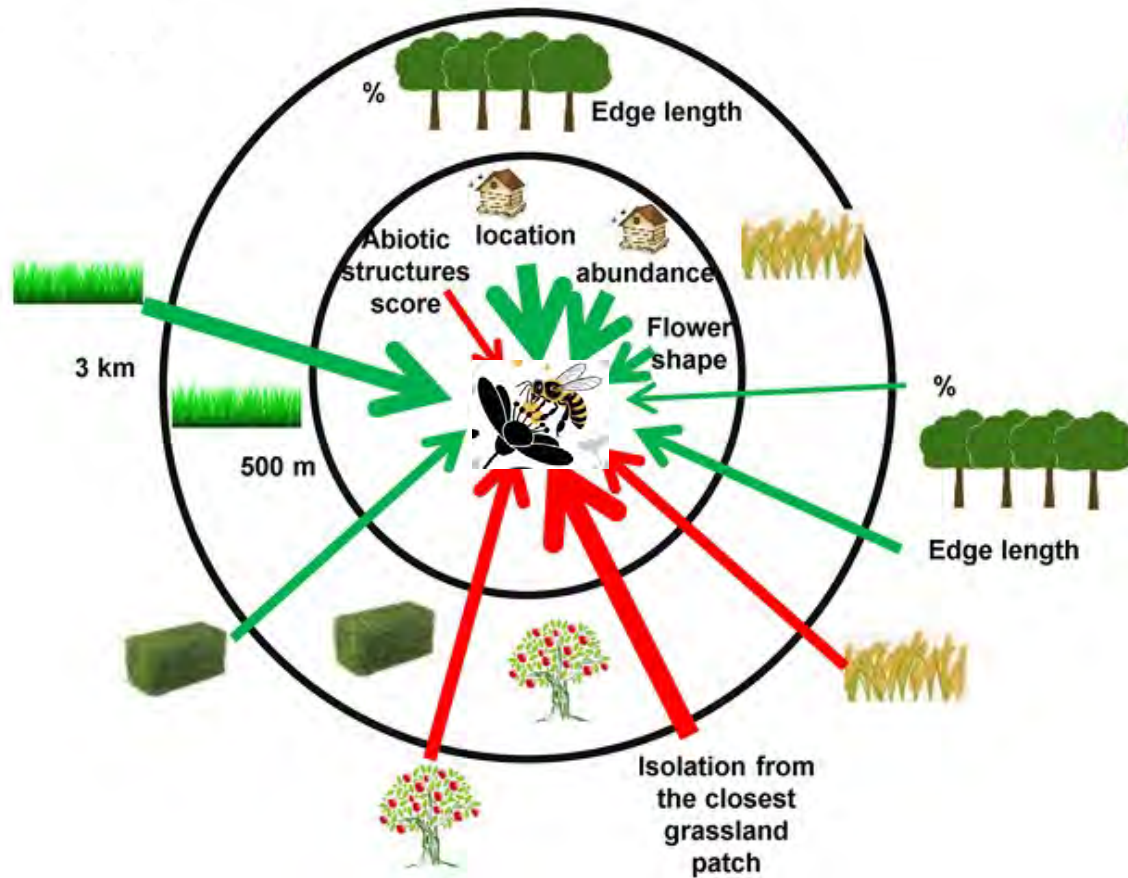
Mesures directes d'indicateurs de services écosystémiques par télédétection



Type 2 : Modèles phénoménologiques

- Processus biophysiques et sociaux de la production d'un service
 - Données de terrain : relations statistiques avec des variables quantifiées
 - **Fonction de production**
 - Mécanismes connus
- Modèles qualitatifs ou quantitatifs

Modèles phénoménologiques - pollinisation



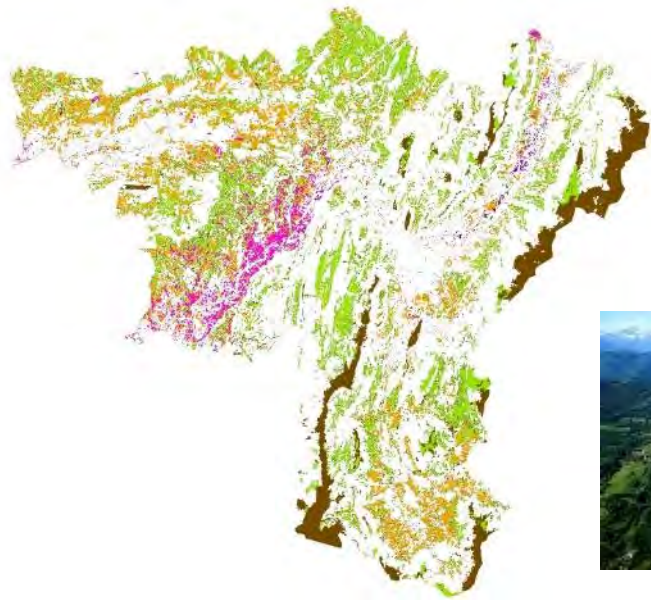
Culture à polliniser



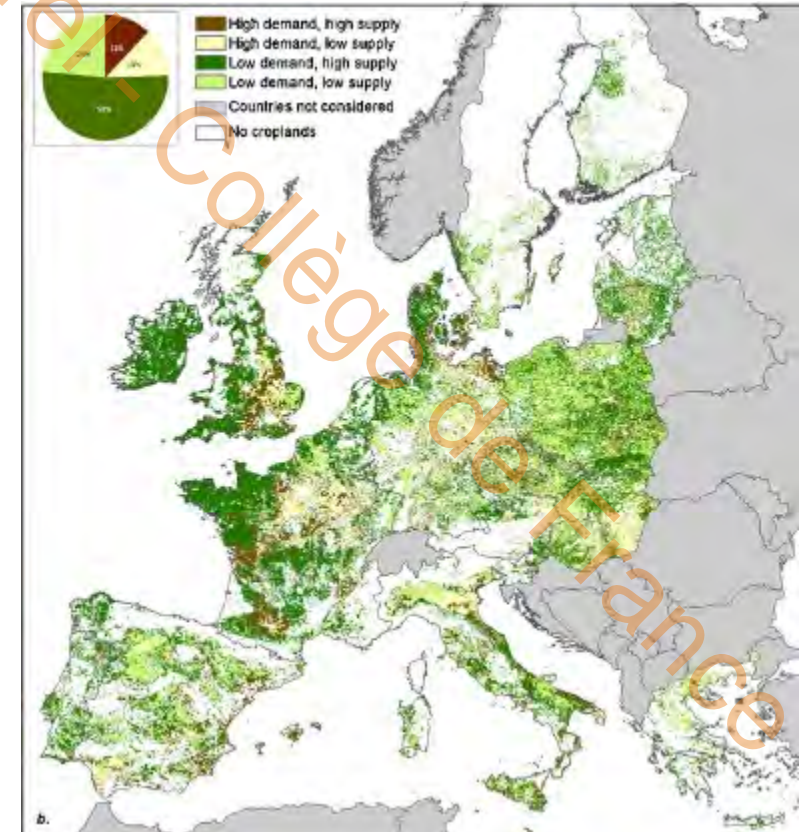
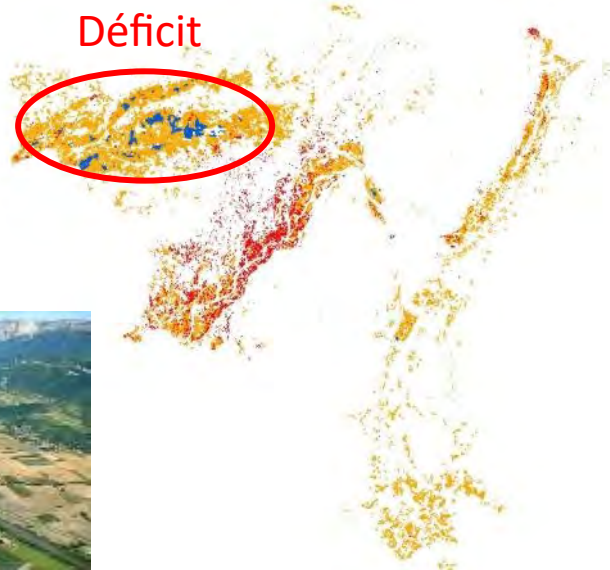
Bartholomé, O et al. (2020) Landscape-scale resources rather than in-field flower resources determine pollinator presence in orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 293, 106806.

Modèle phénologique du service de pollinisation

Habitats pour les pollinisateurs



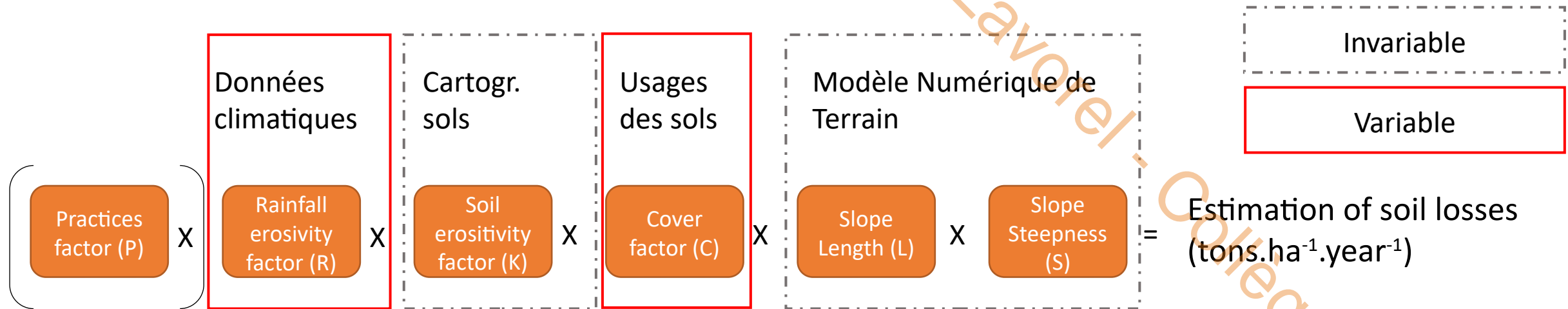
Potentiel de pollinisation des cultures



Vannier, C et al. (2019) Mapping ecosystem services bundles in a heterogeneous mountain region *Ecosystems and People*, 15, 74-88

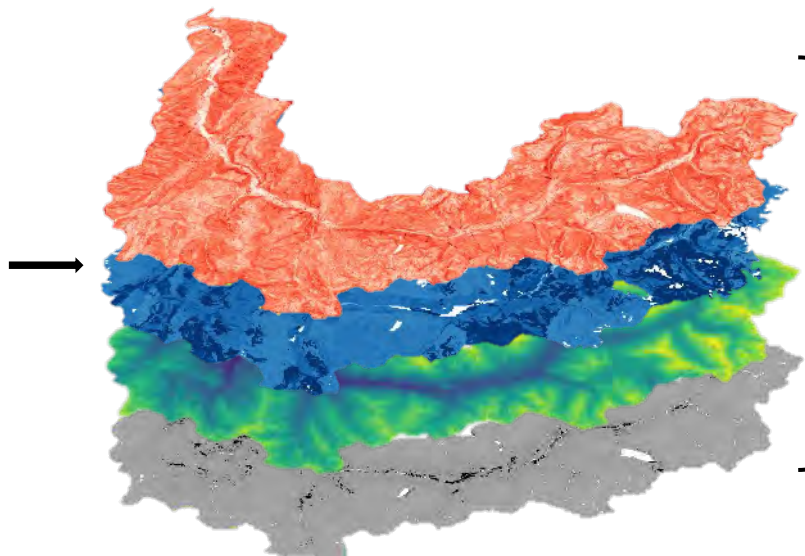
Schulp, CJE et al. (2014) Quantifying and mapping ecosystem services: Demand and supply of pollination in the European Union. *Ecological Indicators*, 36, 131-141

Modèle phénoménologique - Erosion



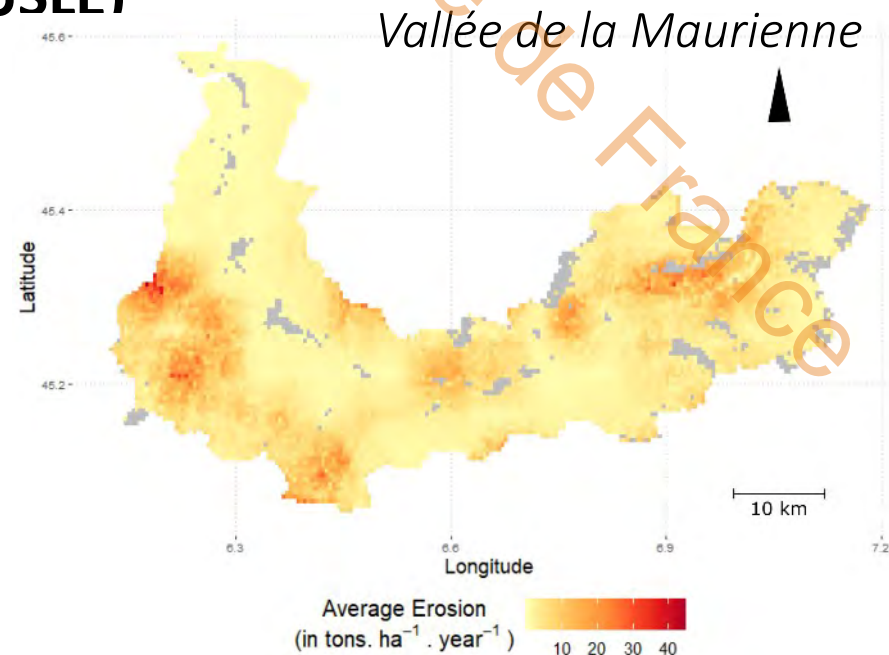
The Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)

Usage des sols, types de sol, pluviométrie, topographie



Estimation of the RUSLE factors

$$LS \times C \times R \times K =$$



Modélisation phénoménologique des pratiques récréatives de nature

→ **Facteurs de motivation** pour les pratiques récréatives de pleine nature

Potentiel récréatif
→ Des milieux 'de qualité' pour pratiquer sereinement

Attractivité des paysages

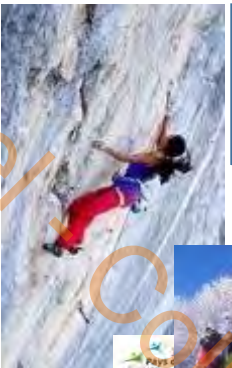
Evitement des nuisances

Accessibilité récréative
→ Des opportunités réelles de pratique

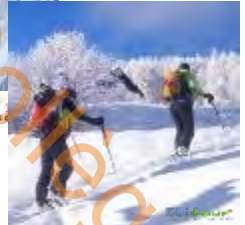
Opportunités de pratiques récréatives

Accessibilité par les transports

Attractivité des milieux
vis-à-vis des activités sportives de pleine nature



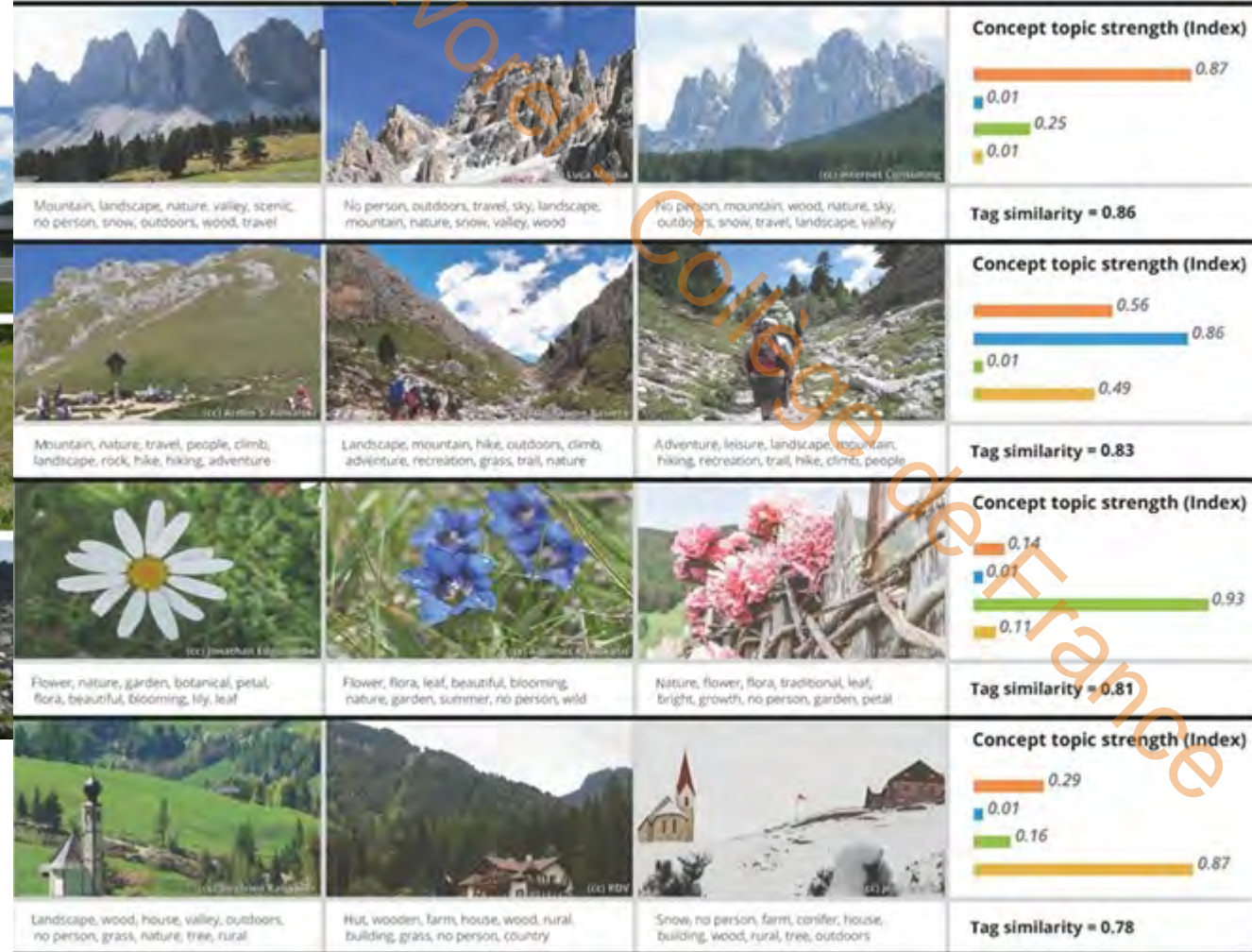
Homo recreaticus



Attractivité des paysages

Réseaux sociaux

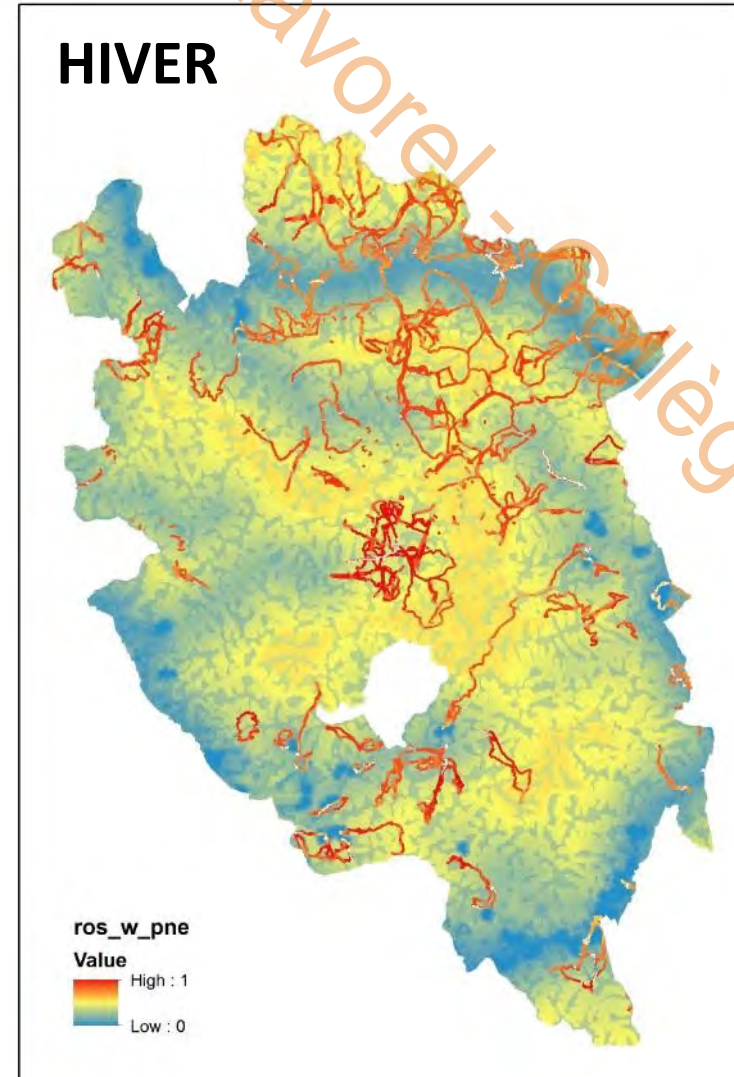
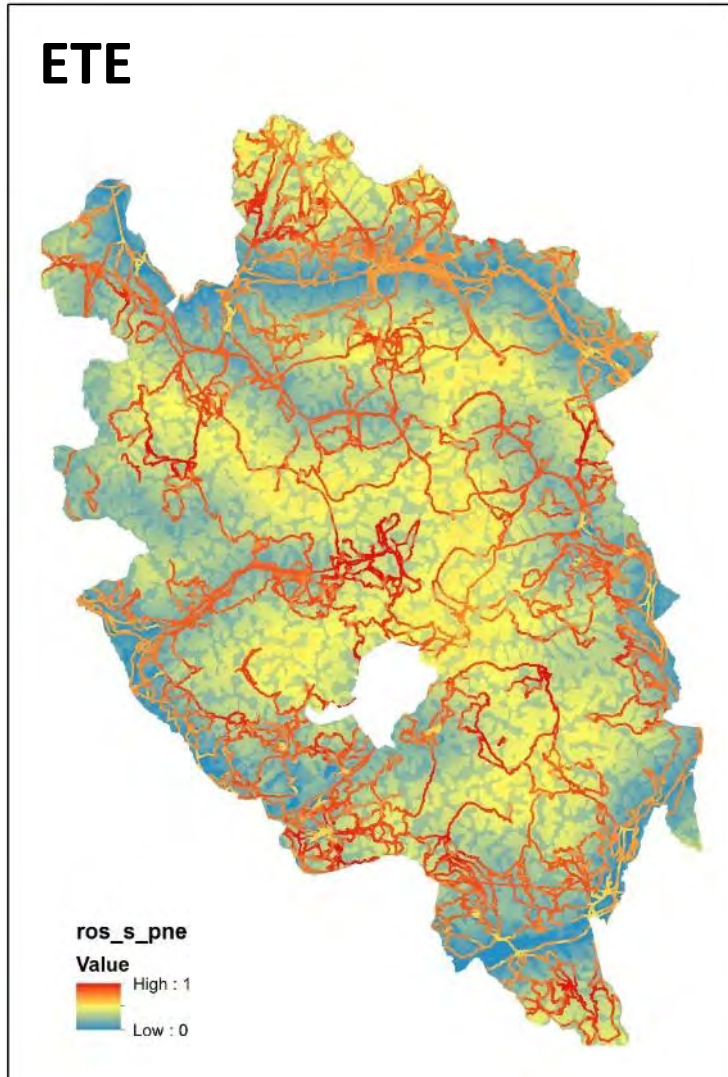
Enquêtes de terrain



■ Aesthetic value
■ Outdoor recreation
■ Symbolic species
■ Cultural heritage

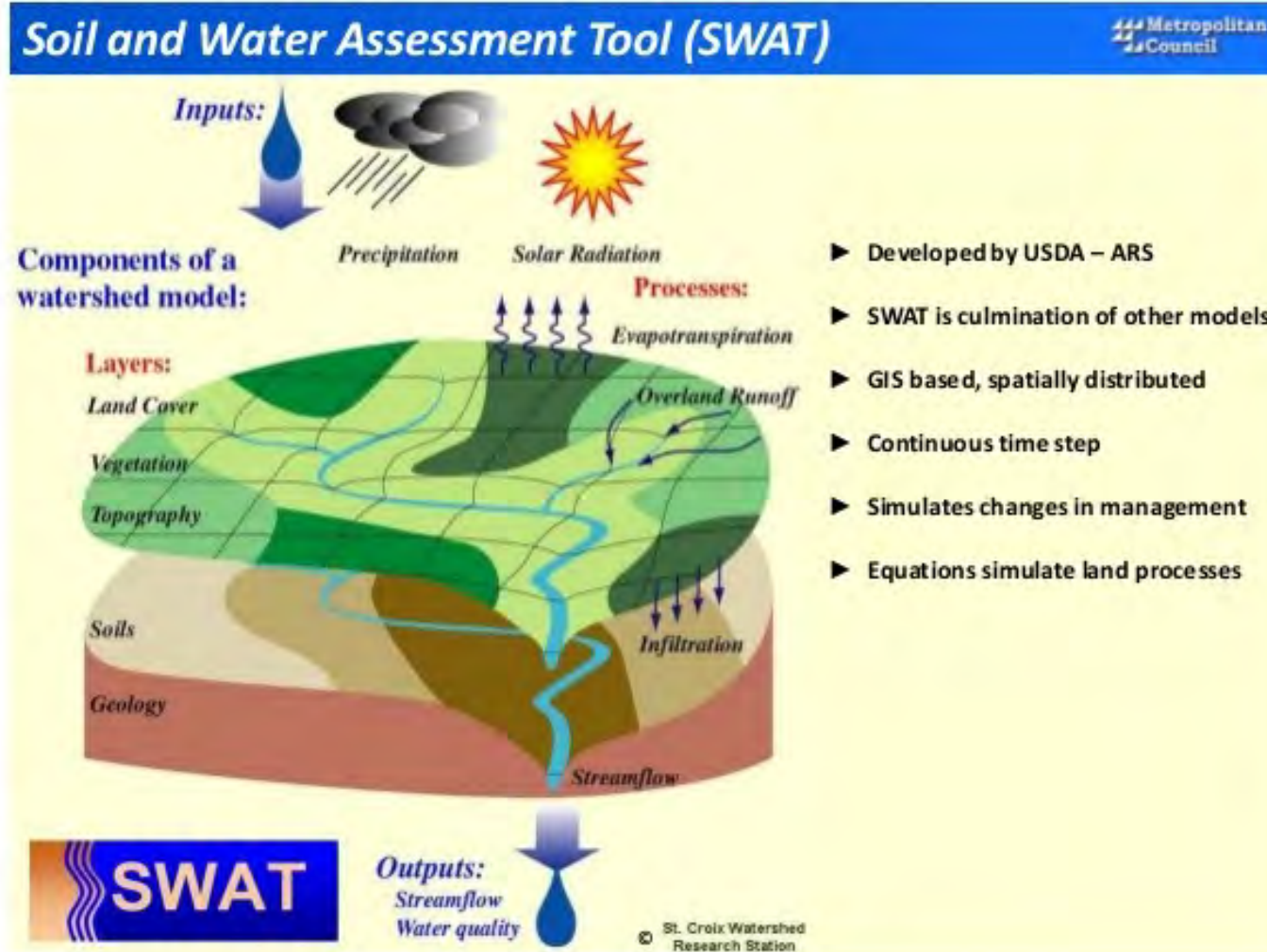
Schirpke, U et al. (2019) Using conjoint analysis to gain deeper insights into aesthetic landscape preferences. *Ecological Indicators*, 96, 202-212

Effets de l'accessibilité



Lavorel, S et al. (2020) Interactions between outdoor recreation and iconic terrestrial vertebrates in two French alpine national parks *Ecosystem Services*, 45, 101155

Type 3 - Modèles basés sur les processus



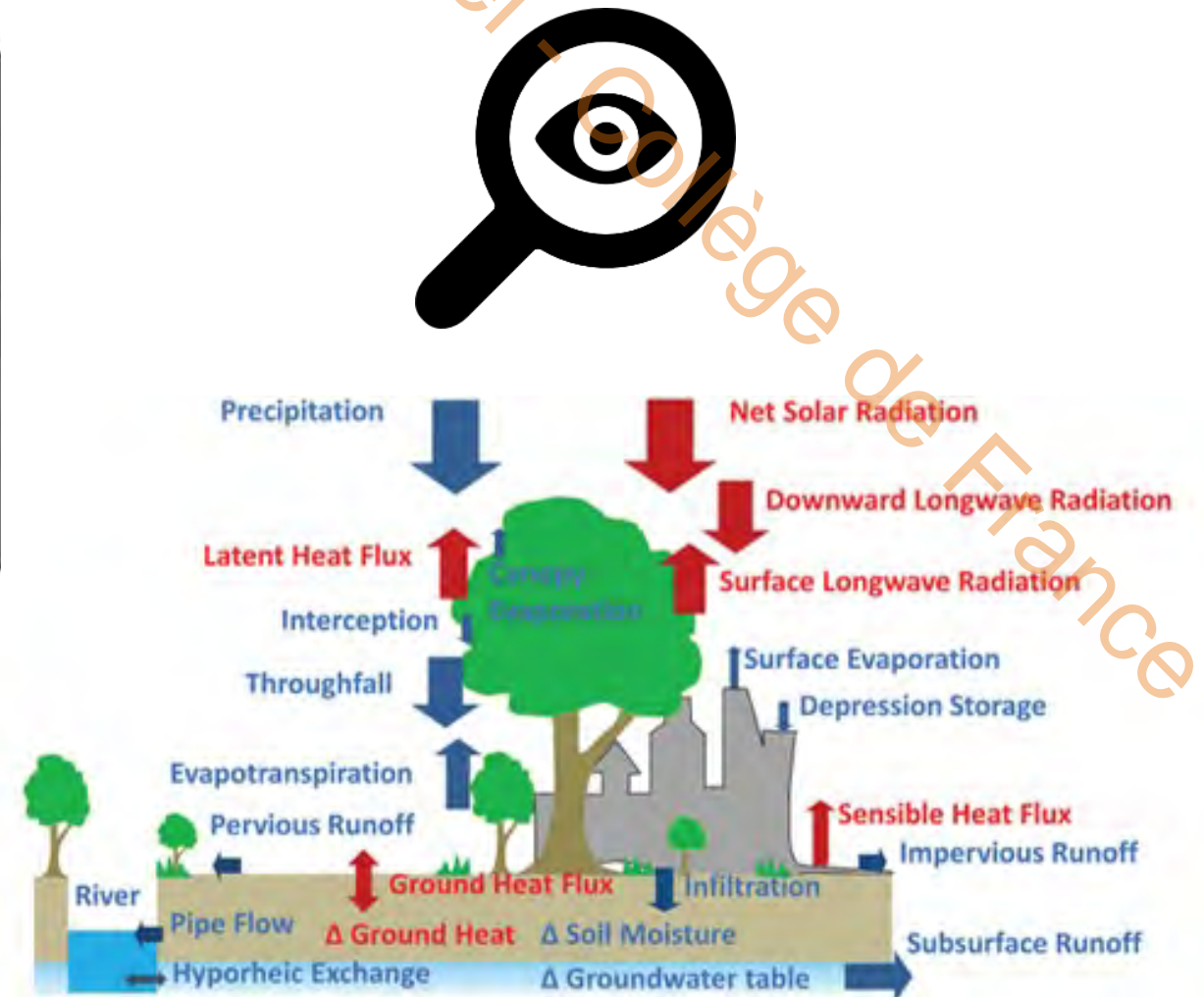
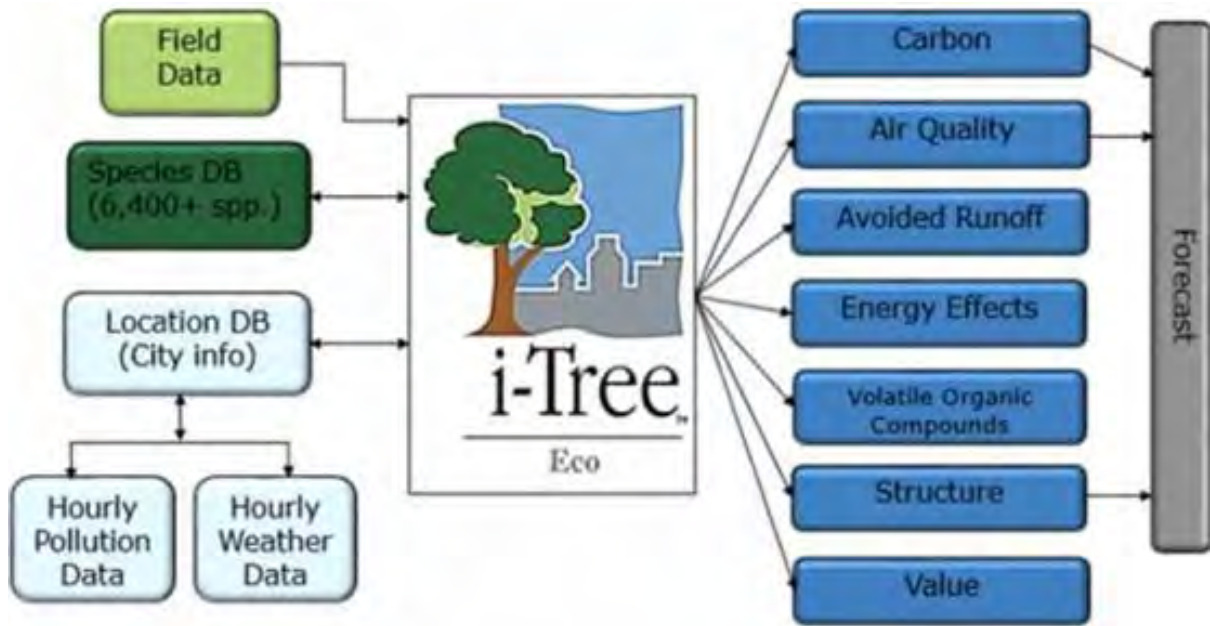
- ▶ Developed by USDA – ARS
- ▶ SWAT is culmination of other models
- ▶ GIS based, spatially distributed
- ▶ Continuous time step
- ▶ Simulates changes in management
- ▶ Equations simulate land processes

- Couches statiques (ex. usage des terres)
- Dynamique des paramètres (ex. croissance végétale)
- Relations spatiales au sein du paysage (flux, transport des nutriments...)

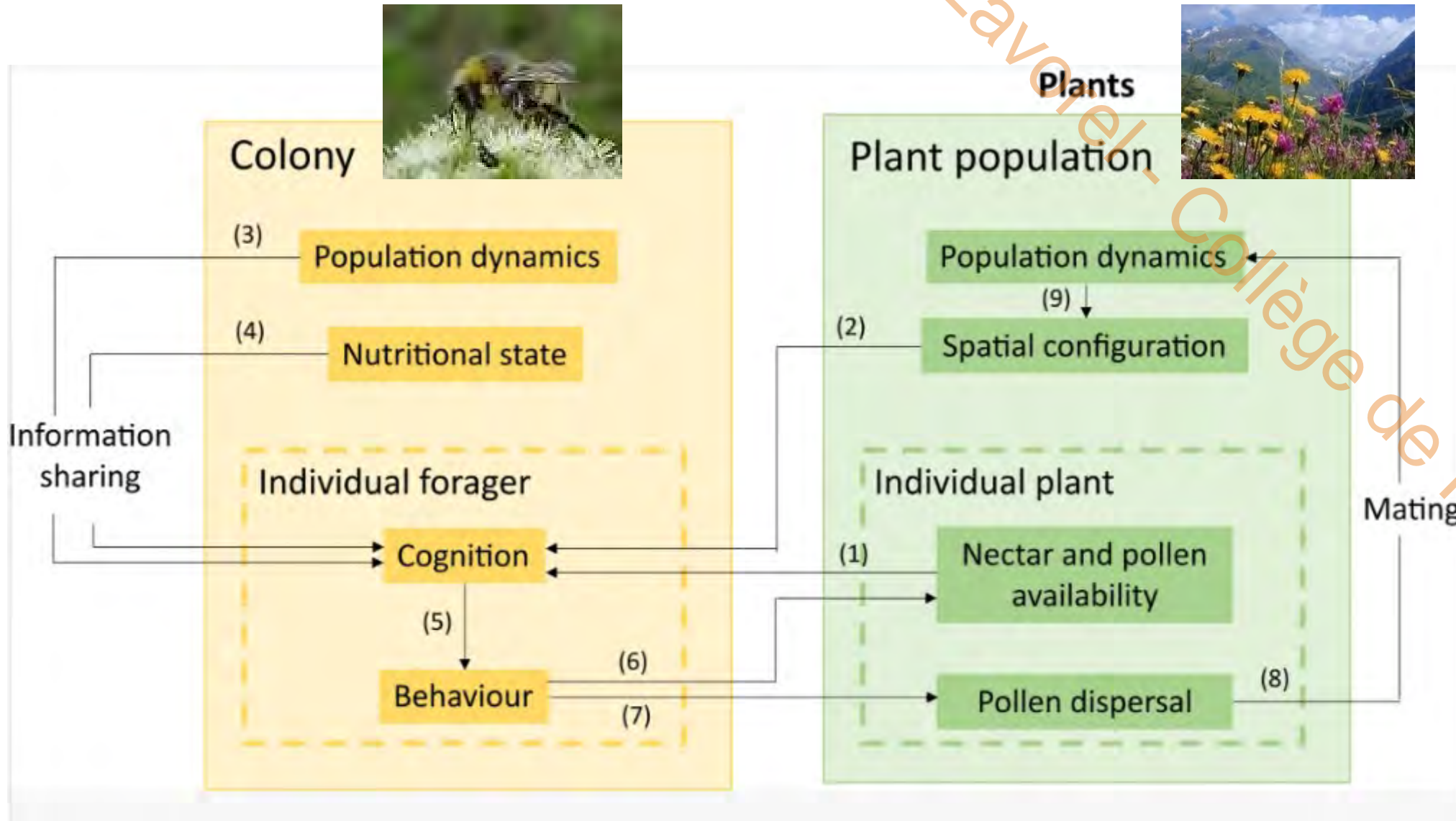
Lavorel - Collège de France

Modèle mécaniste i-Tree

Services écosystémiques par les arbres urbains



Modèle de processus multi-agents : pollinisation



Type 4 - Modèles basés sur la distribution de la biodiversité

Cartographie des habitats favorables à partir de données ponctuelles d'inventaires



Crédits photos : Parc National des Ecrins



Quels sont les préférences et besoins d'habitats de chaque espèce ?

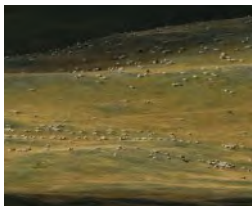


Modélisation de la distribution de la biodiversité

Données d'inventaire
Atlas de distribution

Connaissances
expertes naturalistes

Types de milieux

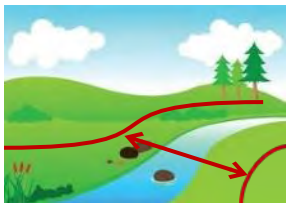


Climat (températures, précipitations...)

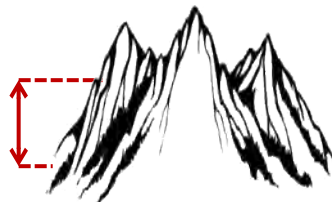


Données
cartographiées
utilisables pour prédire
la présence de chaque
espèce

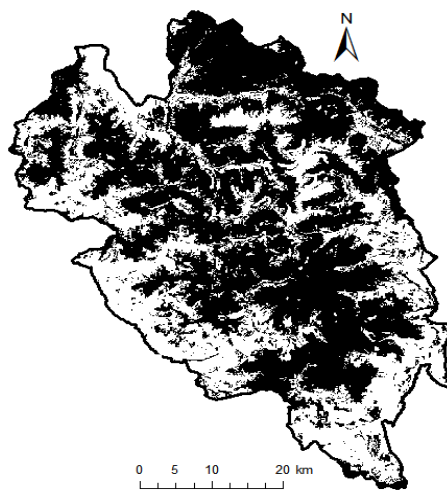
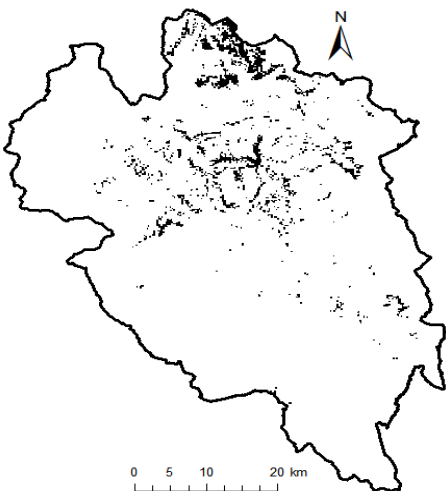
Distance à des éléments remarquables



Altitude



...



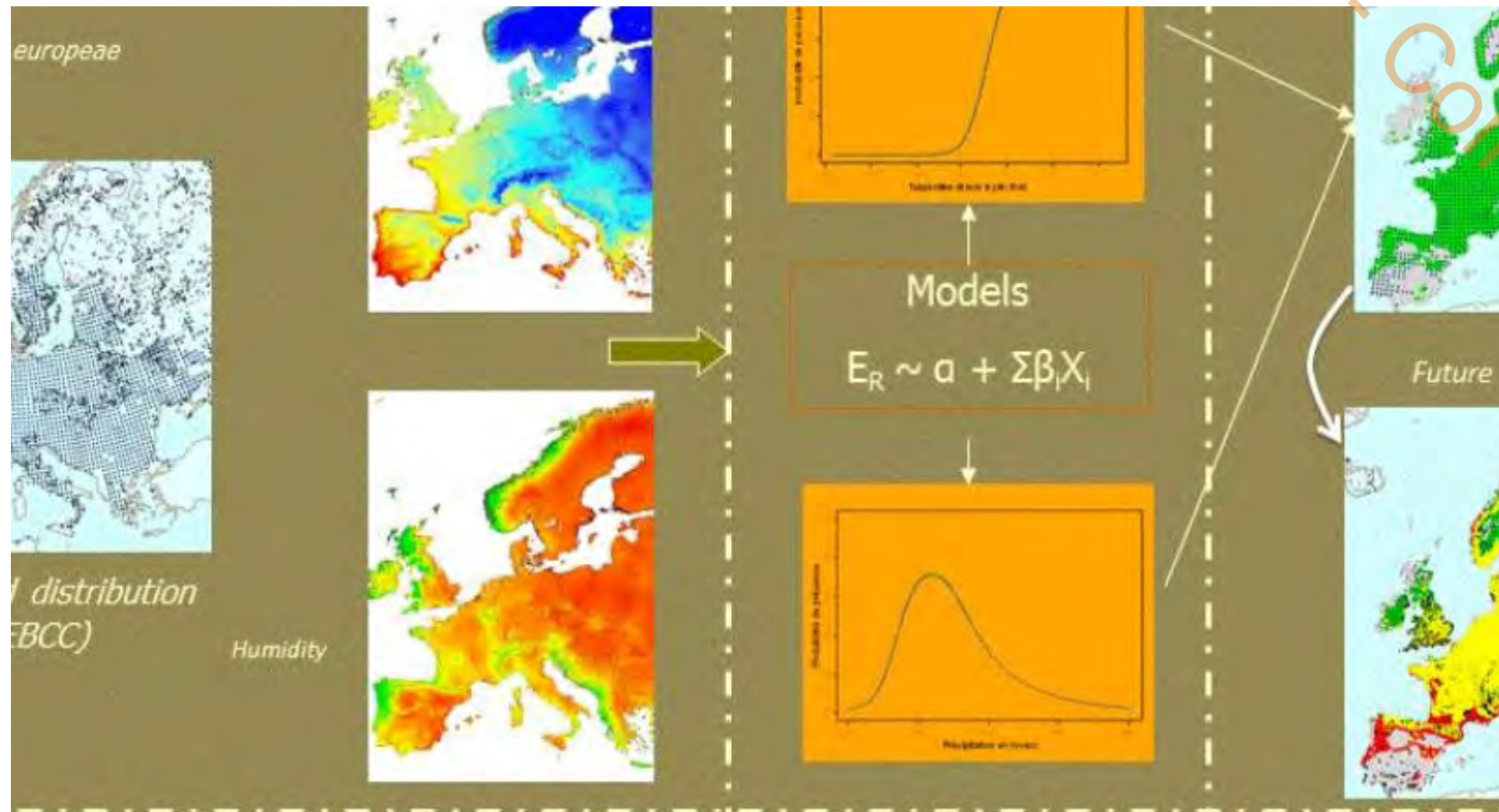
Collège de France

Modèles de distribution des espèces

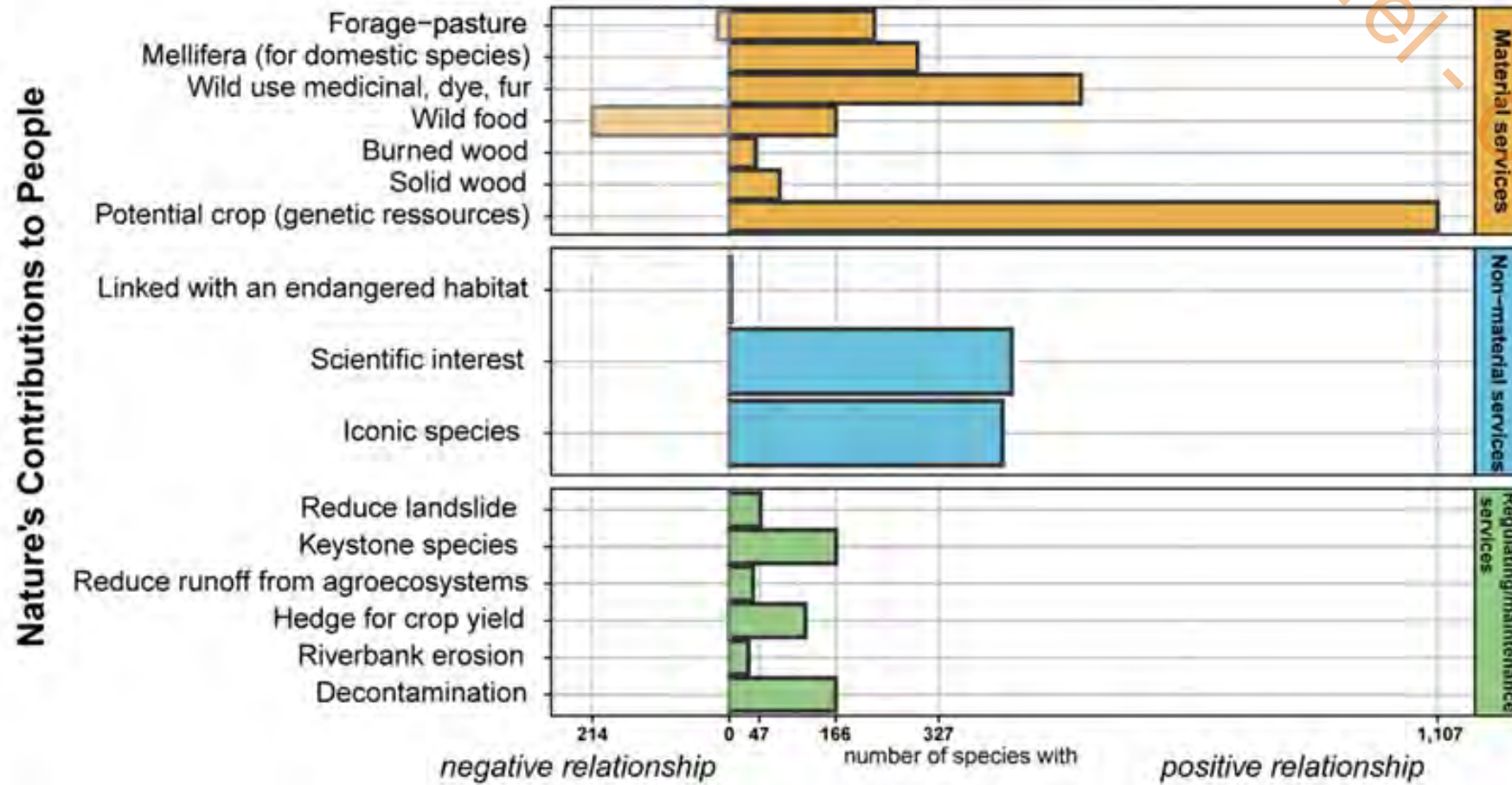
Préférences d'habitat des espèces = niche écologique

- Variables écologiques explicatives des distributions observées

Distribution observée

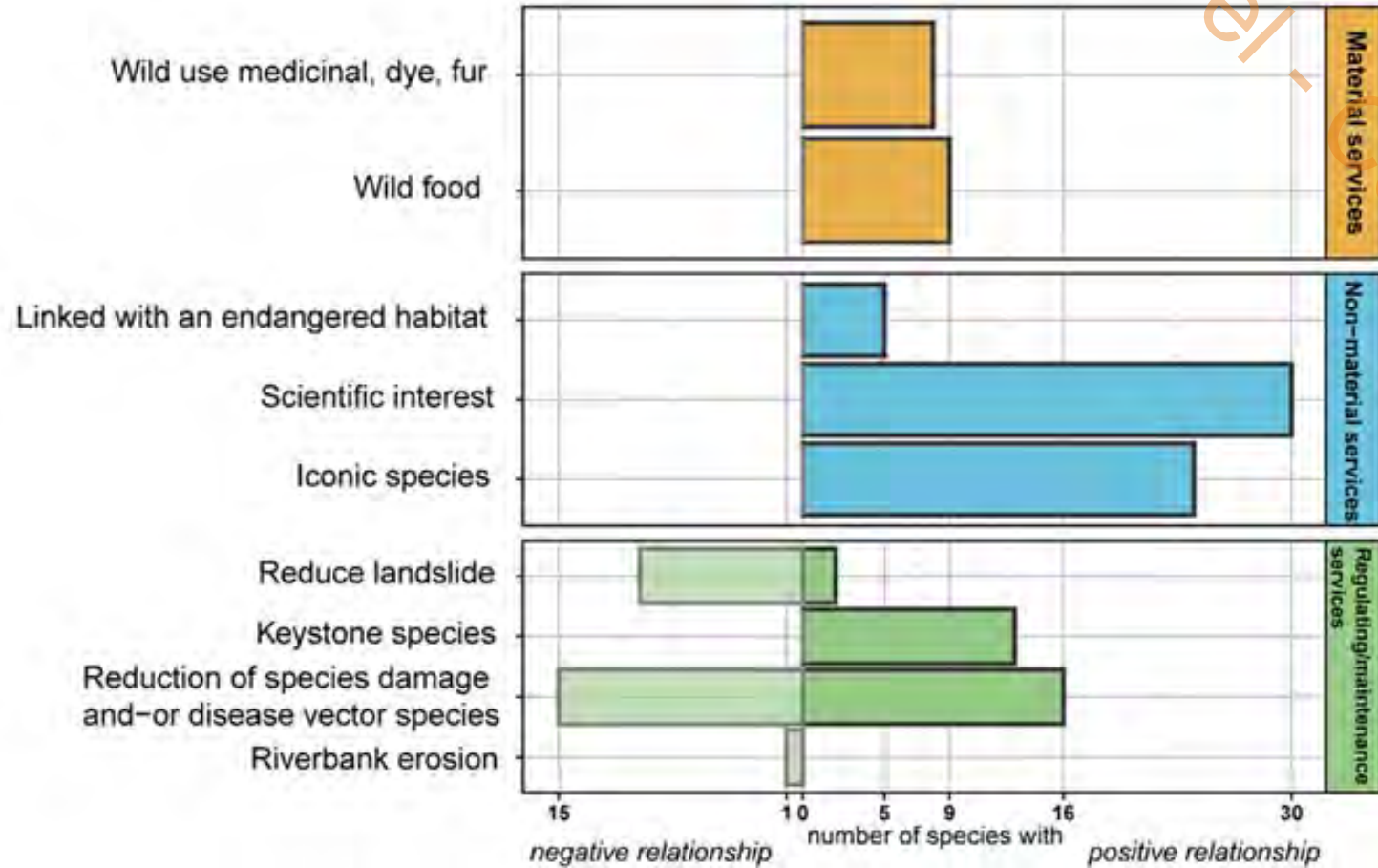


Rôle des espèces pour les services écosystémiques



Rôle des espèces pour les services écosystémiques

Nature's Contributions to People



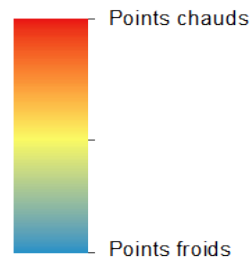
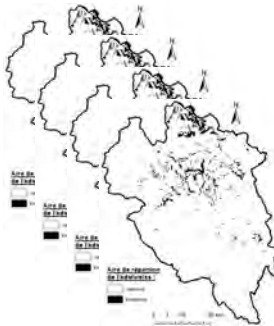
Mammals
(n=68)

Service culturel : espèces patrimoniales

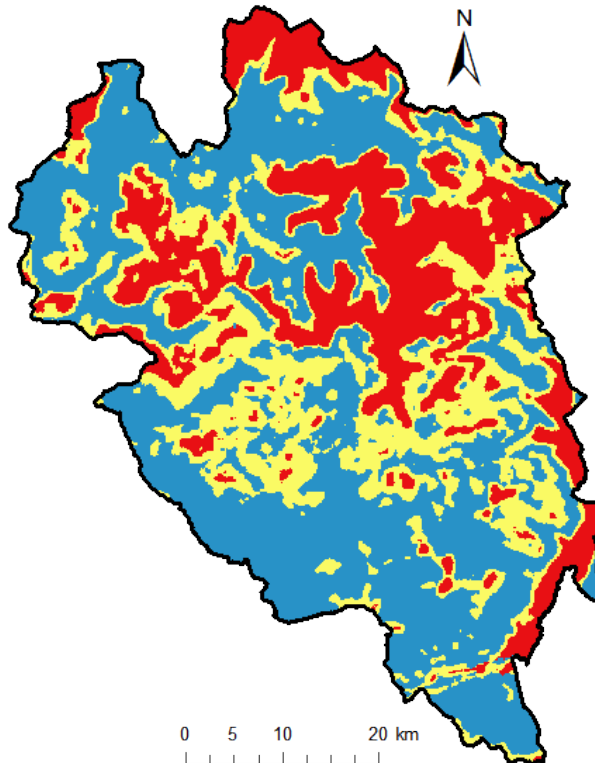
Espèces patrimoniales

→ *Espèces protégées, emblématiques ...*

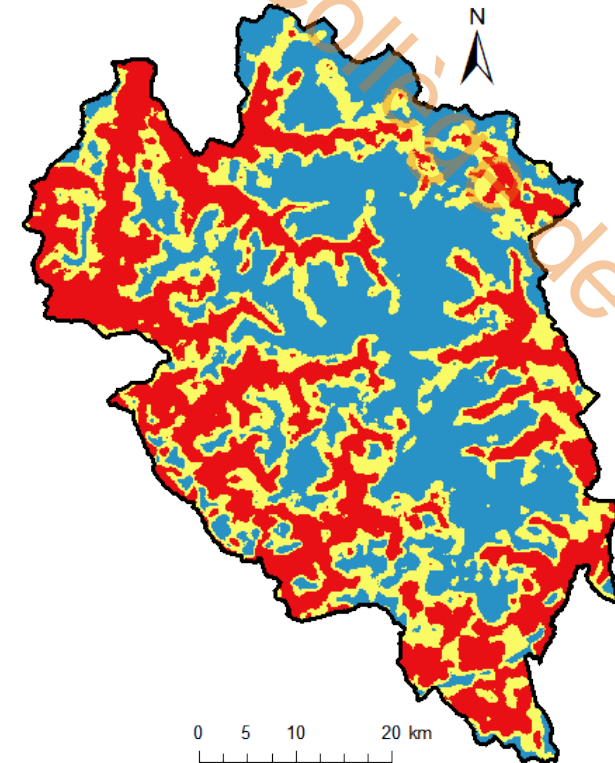
- Flore : 158 espèces
- Faune : 120 espèces



Habitats favorables à la flore patrimoniale



Habitats favorables à la faune patrimoniale

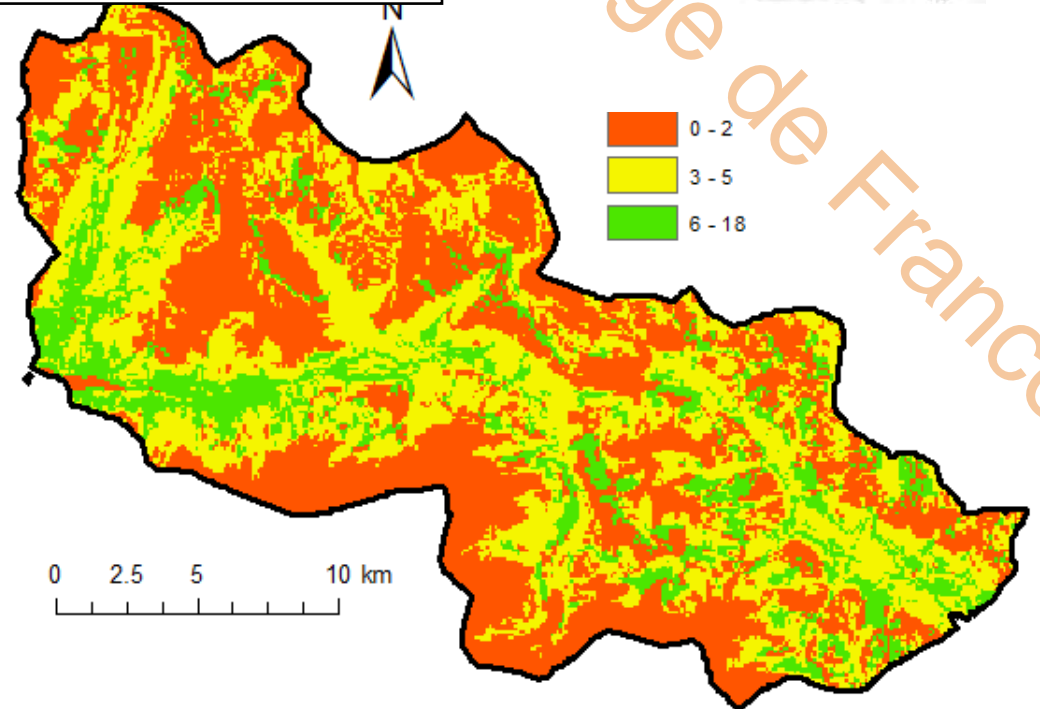


Service de régulation: Contrôle biologique du campagnol terrestre par ses prédateurs vertébrés



Nombre d'espèces prédatrices potentielles

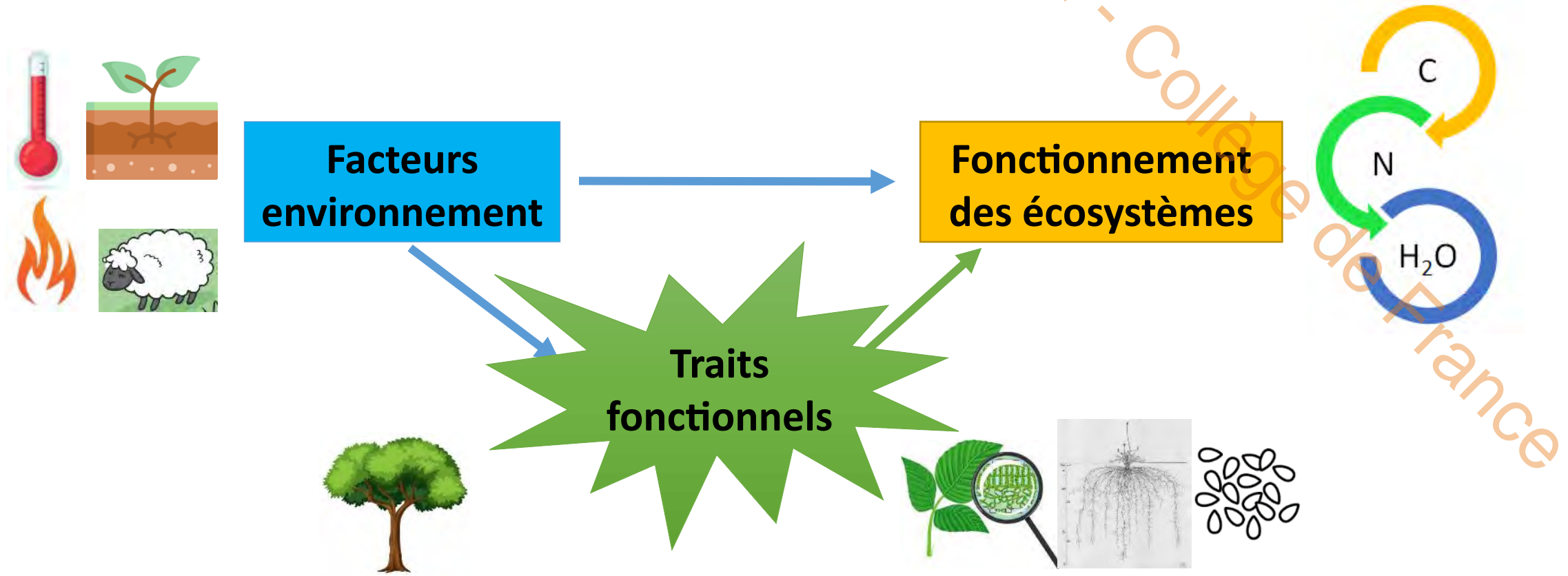
Prédateurs		Altitude min	Altitude max	Distance à l'eau
Nom français	Nom latin			
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	0	1700	NA
Aigle royal	<i>Aquila chrysaetos</i>	0	2600	NA
Chouette effraie	<i>Tyto alba</i>	0	800	NA
Hibou Grand-duc	<i>Bubo bubo</i>	0	2000	NA
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	0	1200	10000
Pie-grièche grise	<i>Lanius excubitor</i>	0	1000	NA
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	0	2700	NA
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	0	700	NA
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	0	2000	NA
Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>	0	2600	NA
Martre	<i>Martes martes</i>	0	2300	NA
Blaireau	<i>Meles meles</i>	0	2500	NA
Hermine	<i>Mustela erminea</i>	0	3000	NA
Putois	<i>Mustela putorius</i>	0	1100	1200
Renard roux	<i>Vulpes vulpes</i>	0	3000	NA
Loup	<i>Canis lupus</i>	0	2500	NA
Vipère aspic	<i>Vipera aspis</i>	0	2000	NA



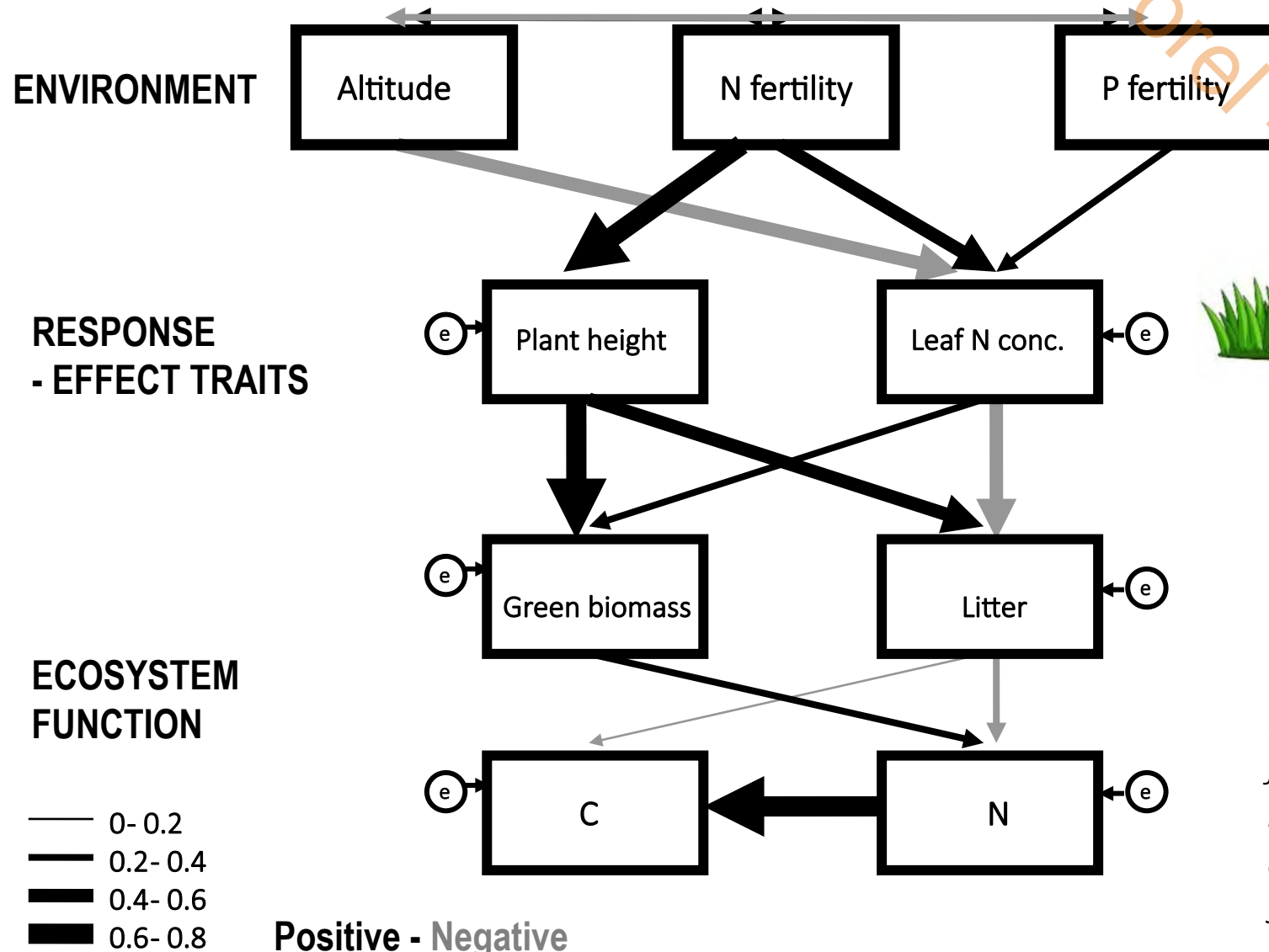
Source : Maiorano et al. (2013).



Type 5 - Les traits fonctionnels pour quantifier les services écosystémiques

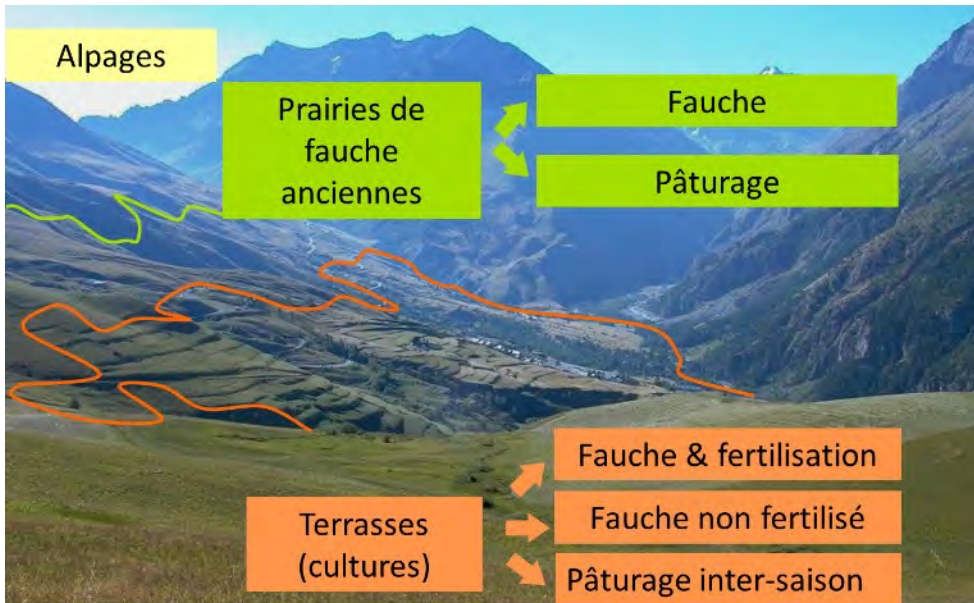


Relations environnement - traits - fonctions



Lavorel, S & Grigulis, K (2012) How fundamental plant functional trait relationships scale-up to trade-offs and synergies in ecosystem services. Journal of Ecology, 100, 128-140.

Modèles de services écosystémiques basés sur les traits fonctionnels des espèces



Variables environnement

Traits réponse et effets

Fonctions Ecosystème

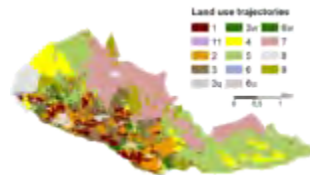


$$N \sim UT + a_1 * \text{Altitude}$$

$$\text{Hauteur} \sim UT + b_1 * N$$

$$\text{TMS} \sim UT$$

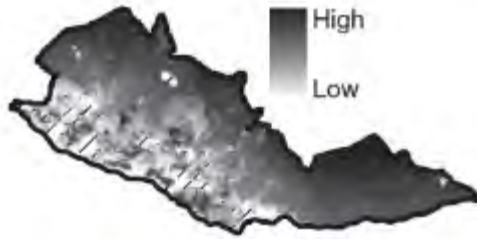
$$\text{Production des prairies} \sim c_0 + c_1 * N + c_2 * \text{Hauteur} - c_3 * \text{TMS}$$



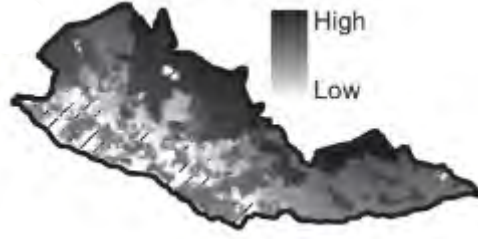
Agrégation à l'ensemble du paysage



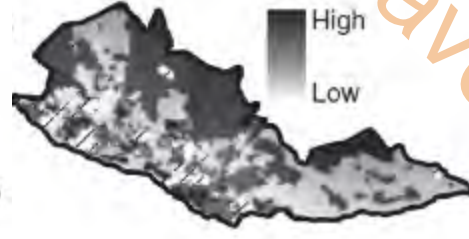
Valeur agronomique



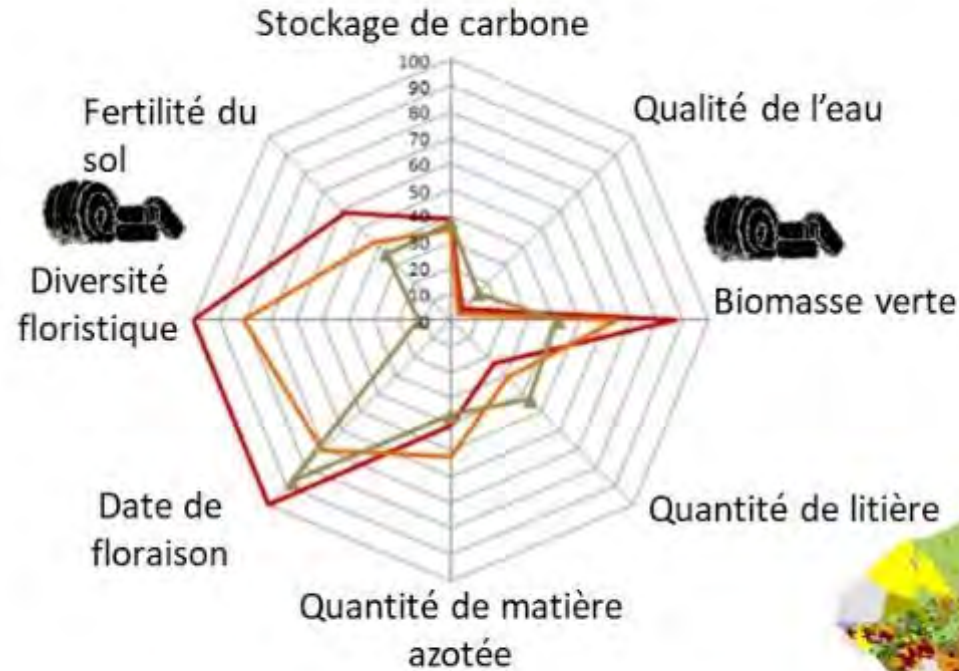
Pollinisation



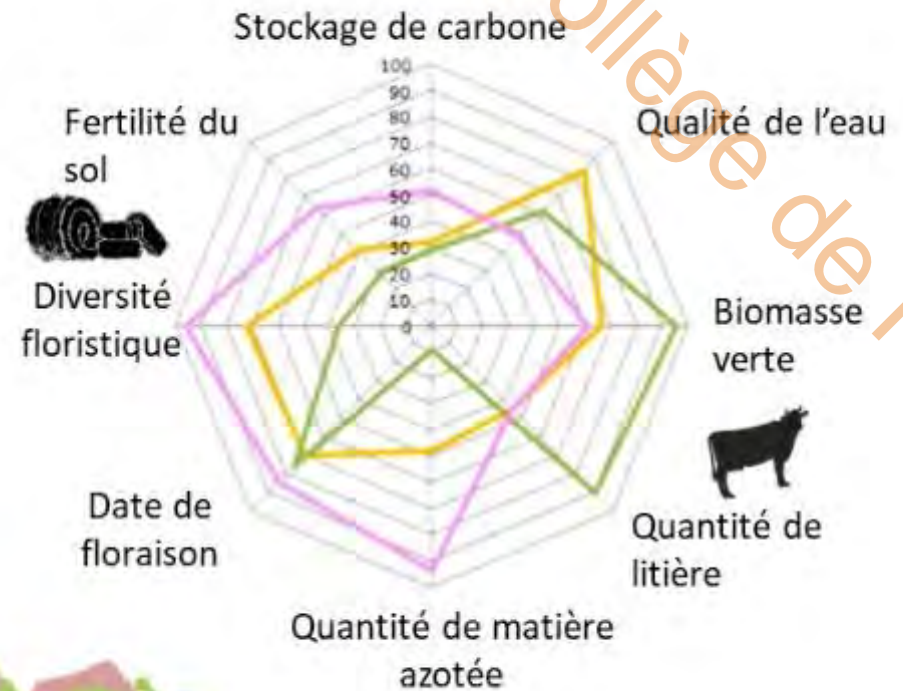
Valeur culturelle



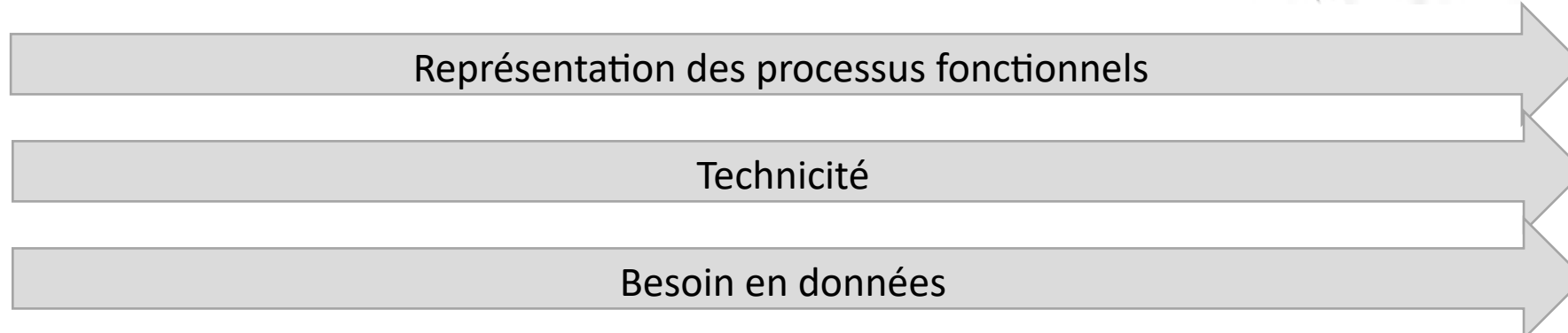
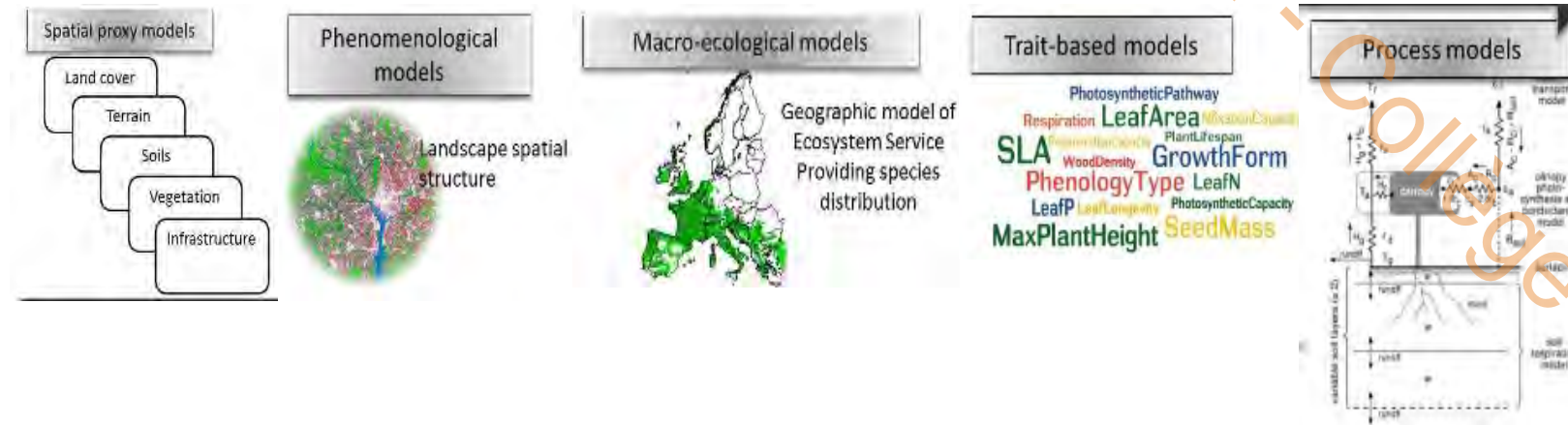
Terrasses



Alpages



Synthèse des potentialités de différentes approches de modélisation

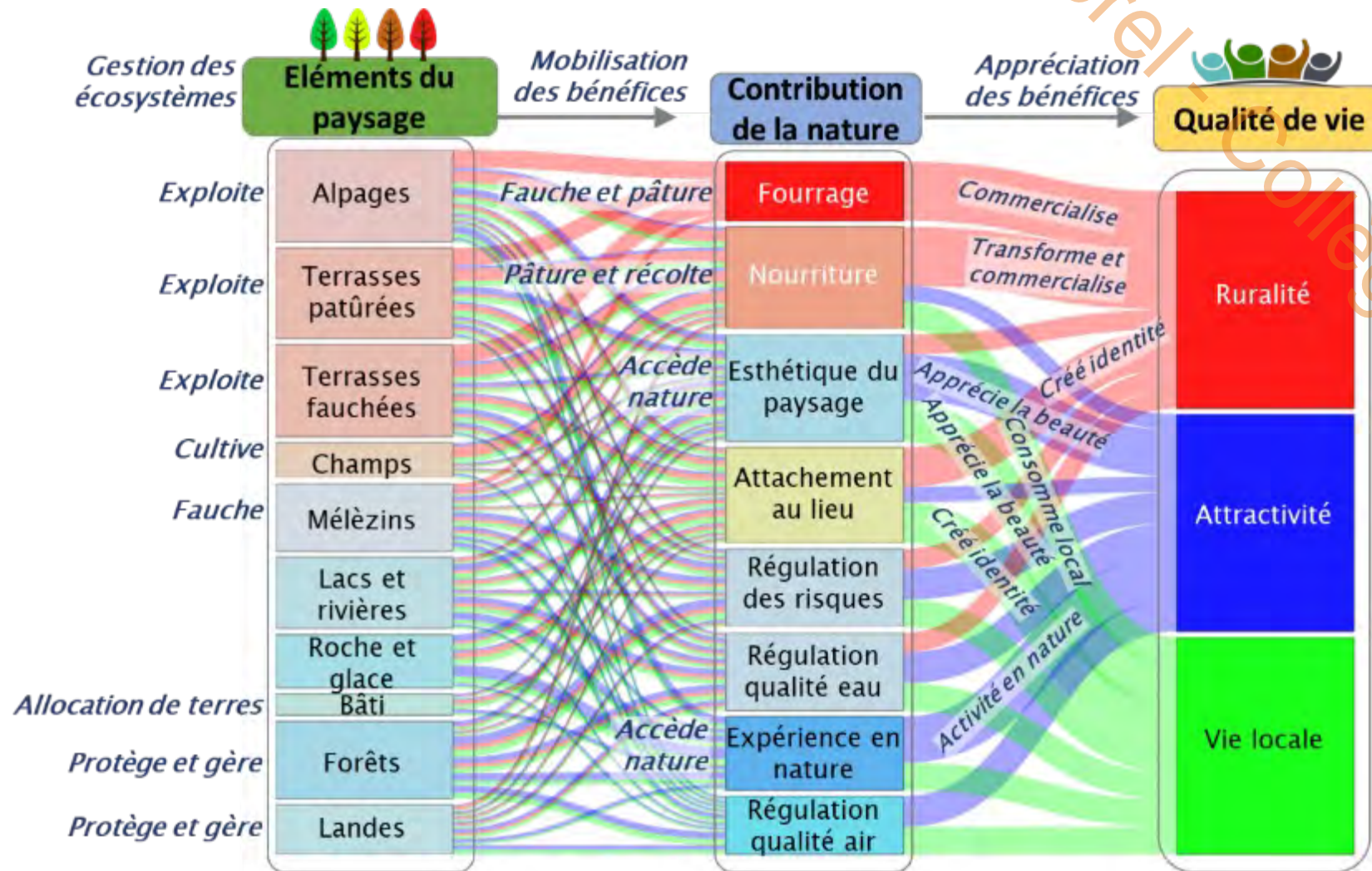




La multifonctionnalité du paysage

S. Lavoirel - Collège de France

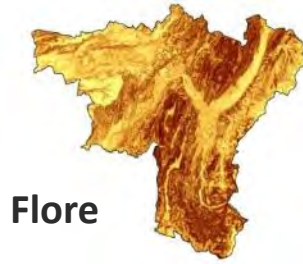
Contributions de la nature à la qualité de la vie d'un territoire



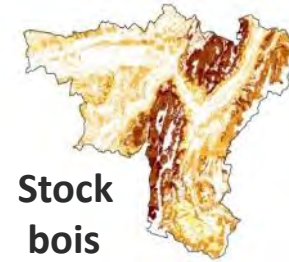
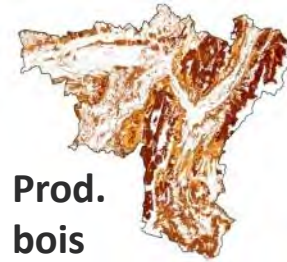
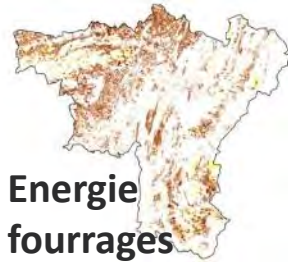
Atlas de Services Ecosystémiques



BIODIVERSITÉ



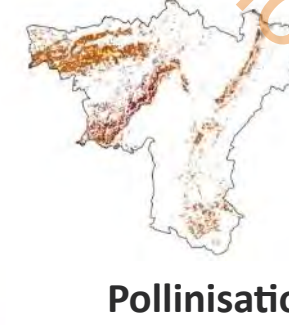
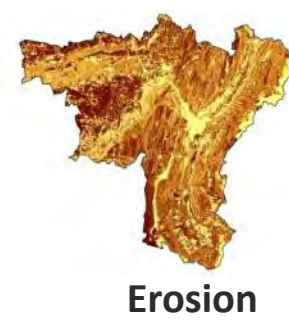
APPROVISIONNEMENT



CULTUREL



RÉGULATION

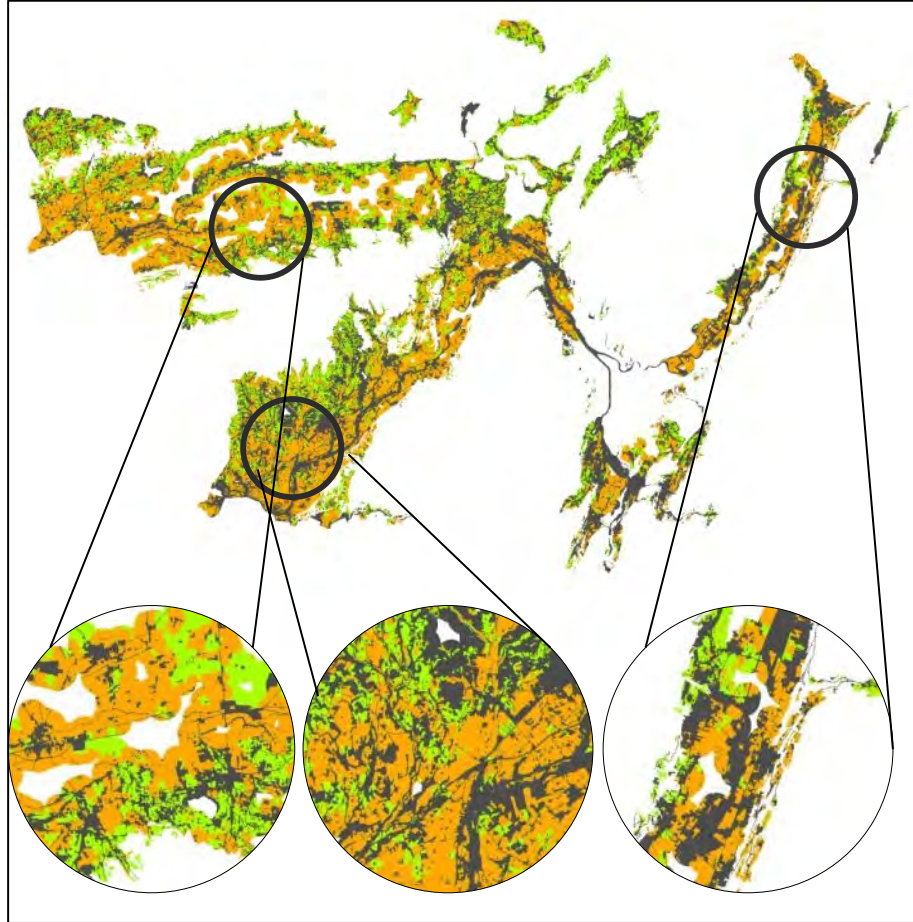


Analyse des bouquets de services écosystémiques

- Ensemble de services écosystémiques présents de manière répétable en un même lieu et/ou pour un groupe d'acteurs
- **Objectifs scientifiques :**
 - Liens aux paramètres de l'environnement: couverture des sols, variables climatiques, sols, gestion...
 - Comprendre comment les mécanismes écologiques et/ou sociaux contraignent la présence simultanée
- **Objectifs pour la décision, la planification et la gestion :**
 - Caractériser des types de paysages par leurs bouquets de services
 - Leviers d'intervention

Bouquets de services écosystémiques des espaces périurbains de la région grenobloise

3 profils de territoire :



Bouquets vs Occ. Sol $R^2=0.79$

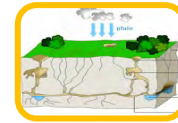
Bouquet 1 Bouquet 2 Bouquet 3



Faune



Flore



Infiltration



Faune



Flore



Prod. Agri.



Qual. Eau



Pollinisation



Prod. Agri.



Flore

Niveau de fourniture

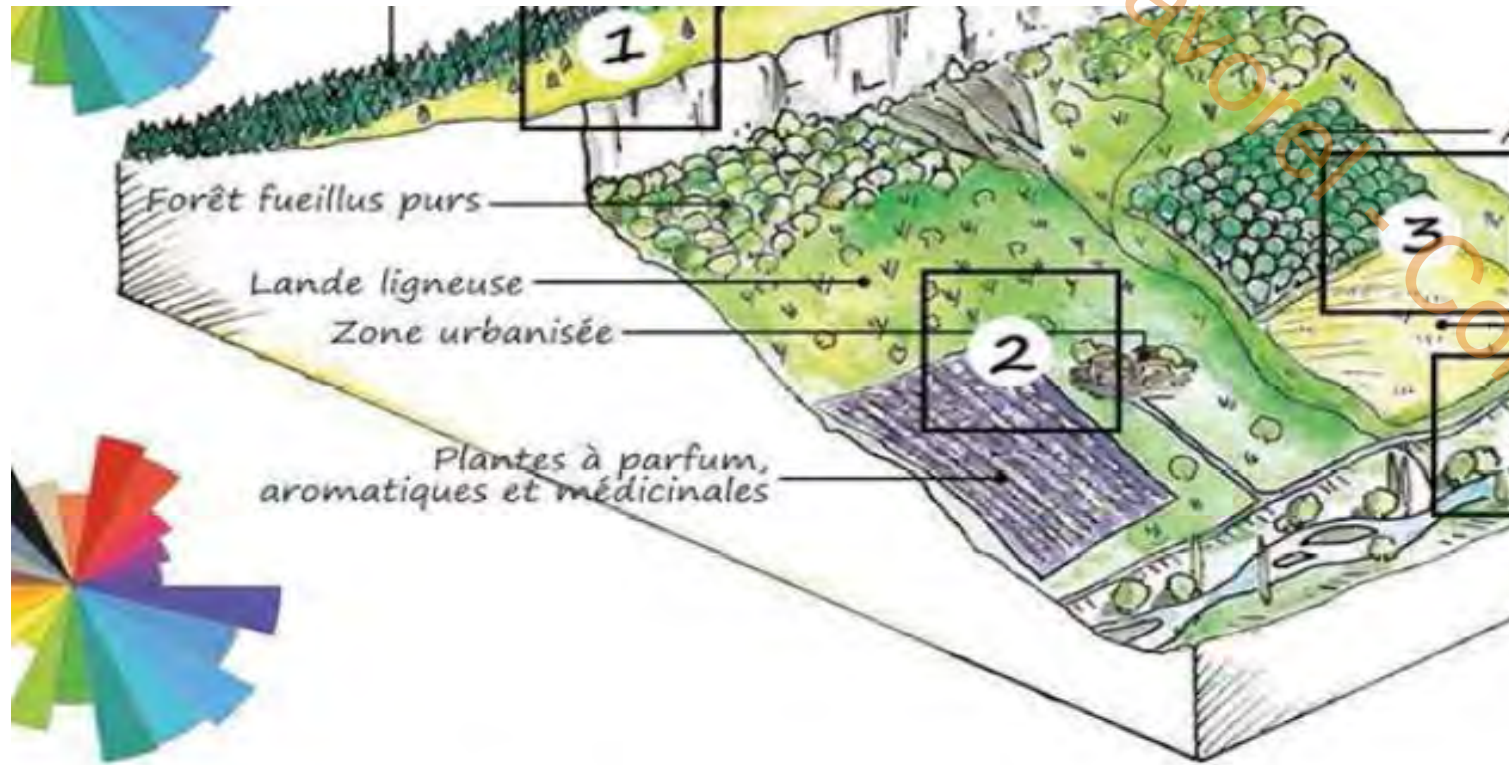
Correspondance Occupation du sol

Urbain/forêts

Prairies

Cultures

Bouquets de services écosystémiques d'un paysage



Services de régulation et d'entretien

• Régulation du climat et de la composition atmosphérique
• Amélioration de la qualité des eaux
• Contrôle des ravageurs et des espèces nuisibles pour la santé
• Sites refuge et nursery
• Atténuation des risques

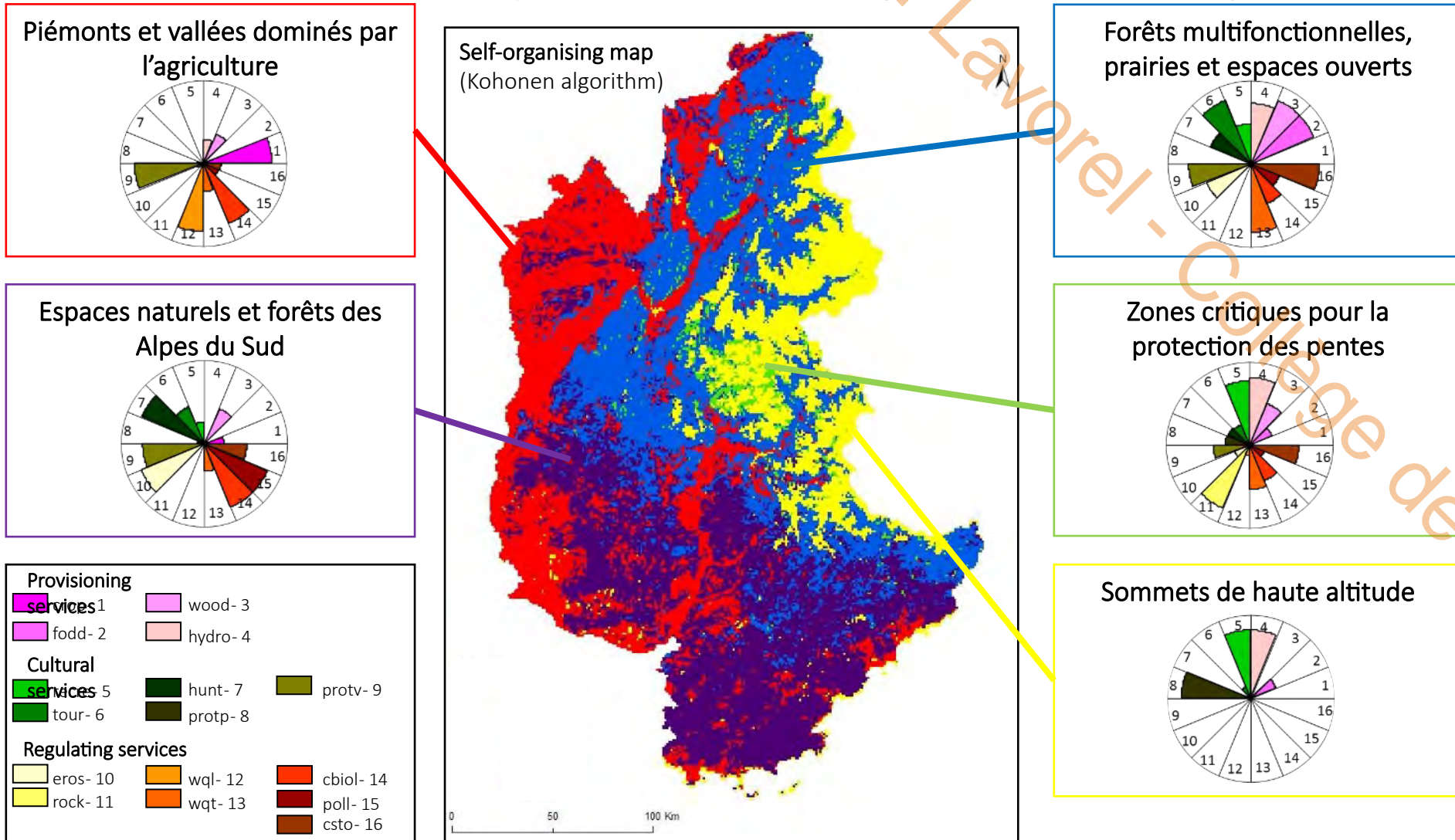
Services d'approvisionnement

SA1 Eau potable
SA2 Nourriture sauvage
SA3 Nourriture domestique
SA4 Matériaux et fibres
SA5 Eau à but non alimentaire

Tschanz, 2015, Espace naturel n° 52

➔ Profils types déterminés par des **facteurs biophysiques** et par **l'historique de gestion**

Profils de services écosystémiques pour les Alpes françaises



➔ Bouquets de services écosystémiques reflétant les éco-regions

Interactions entre deux services écosystémiques

Interaction négative - Compromis

Exemple: production intensive – pollinisation

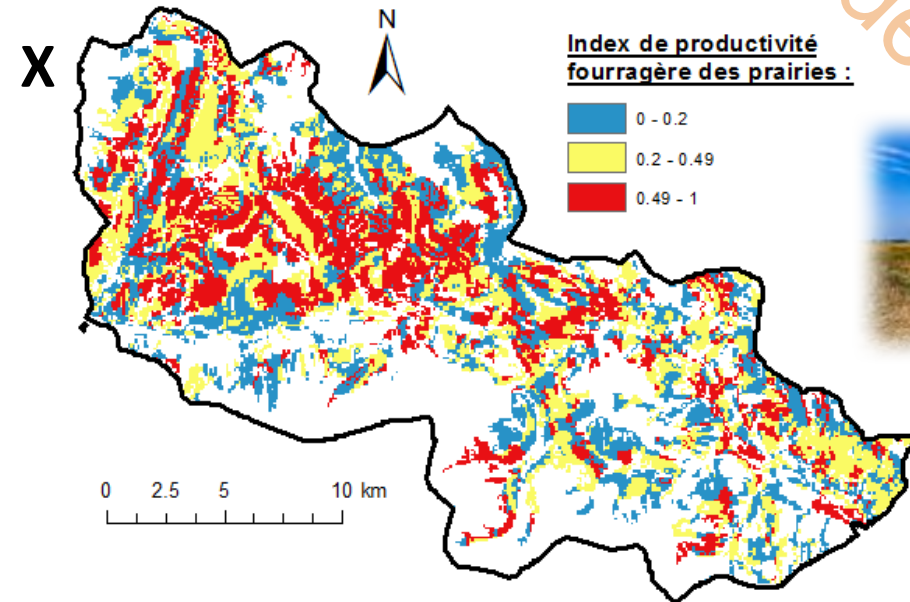
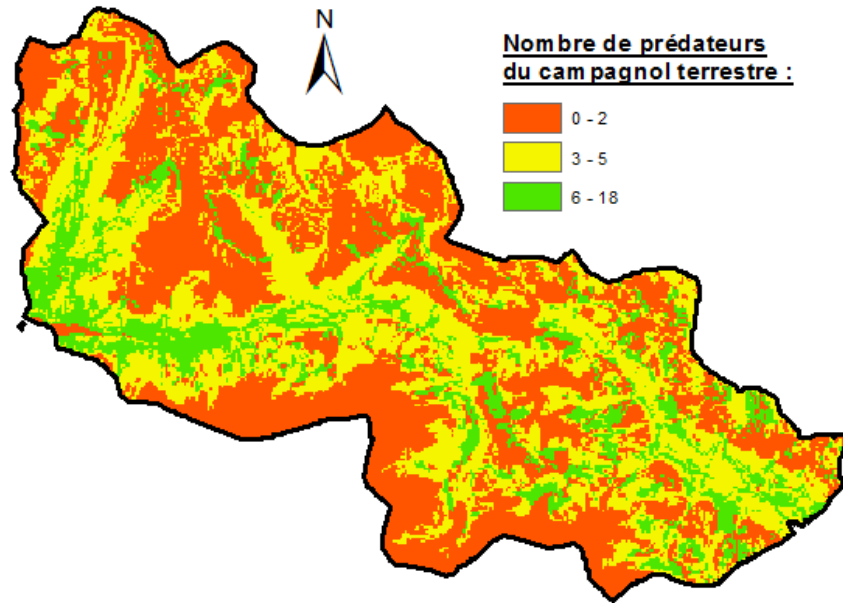


Interaction positive - Synergie

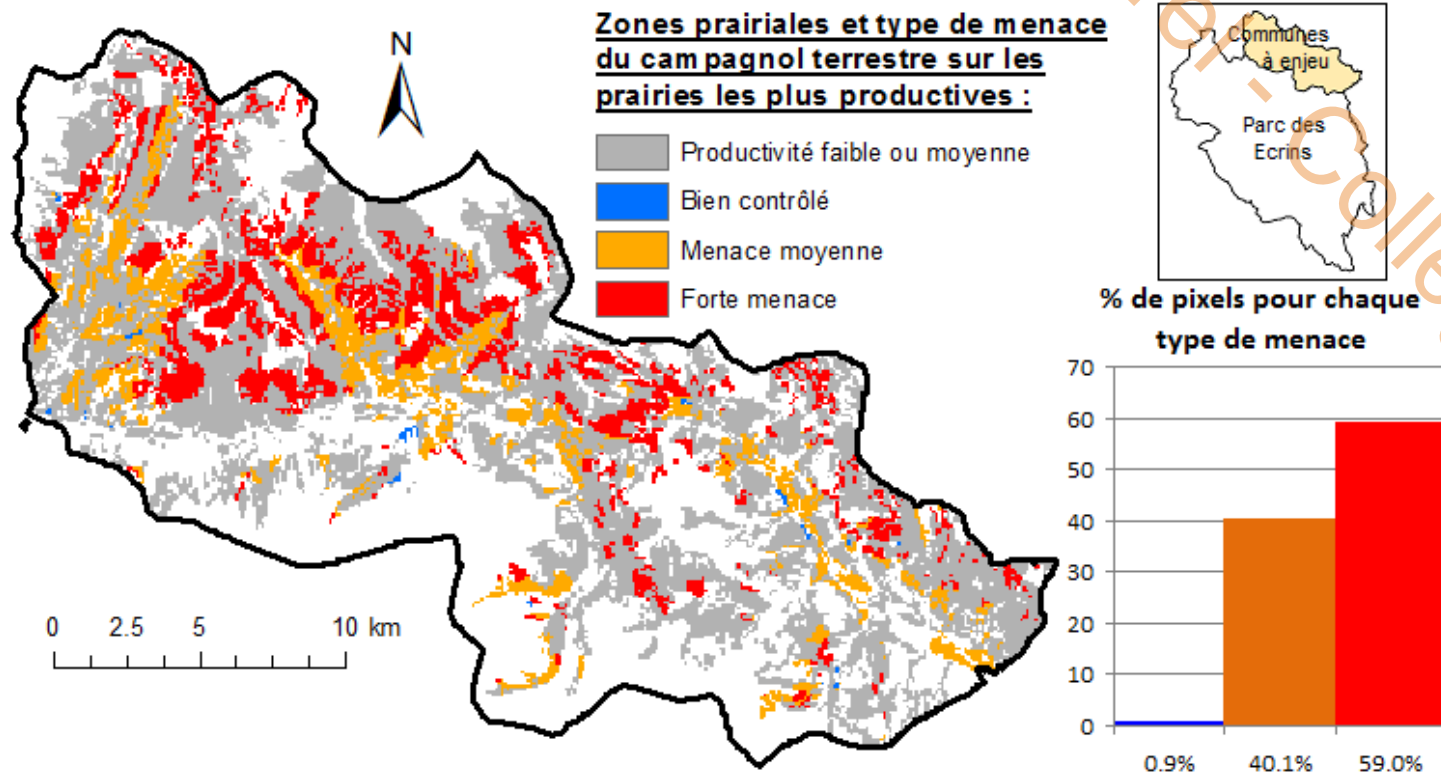
Exemple: pollinisation – régulation des ravageurs



Menace du campagnol terrestre pour la production fourragère

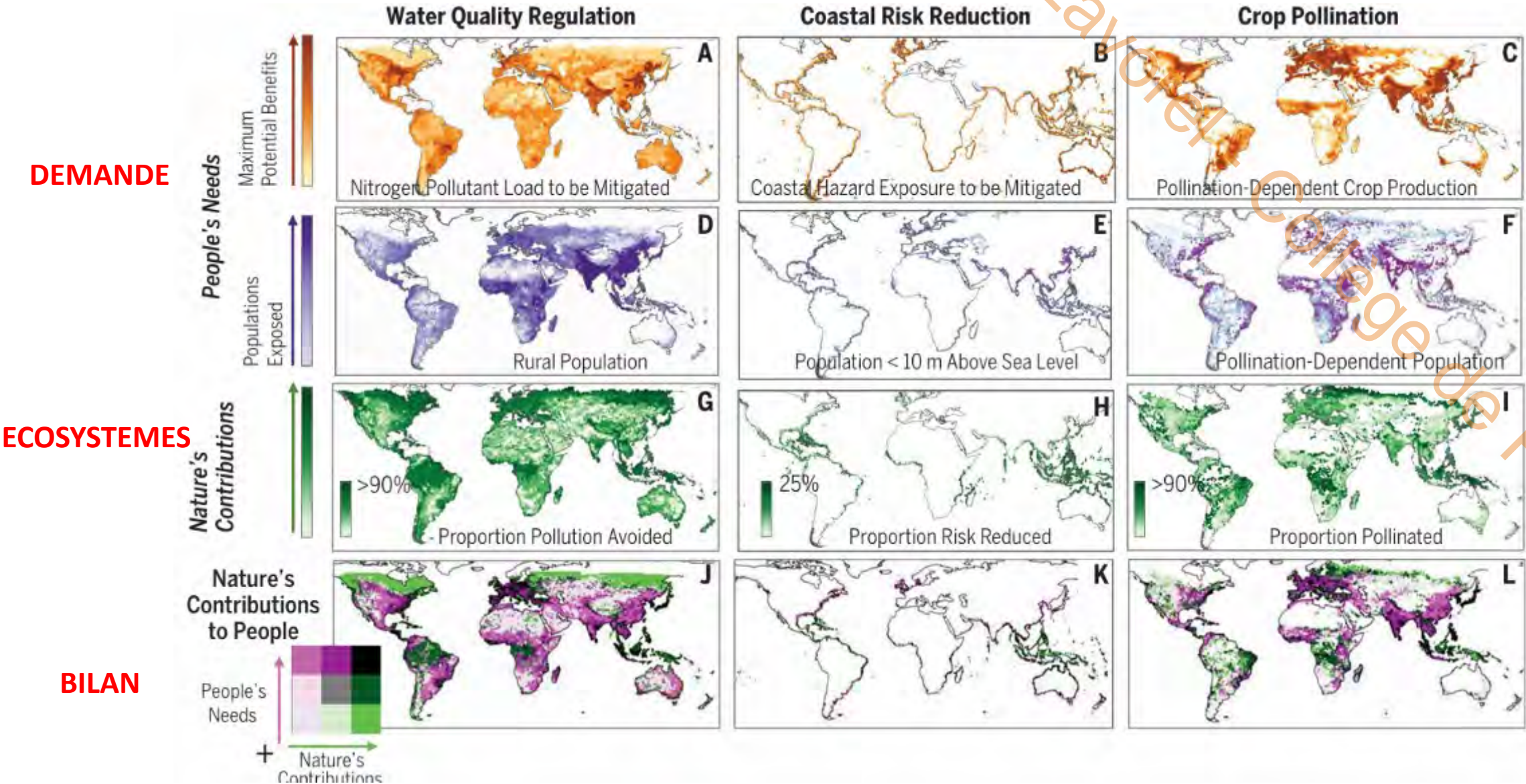


Menace du campagnol terrestre pour la production fourragère

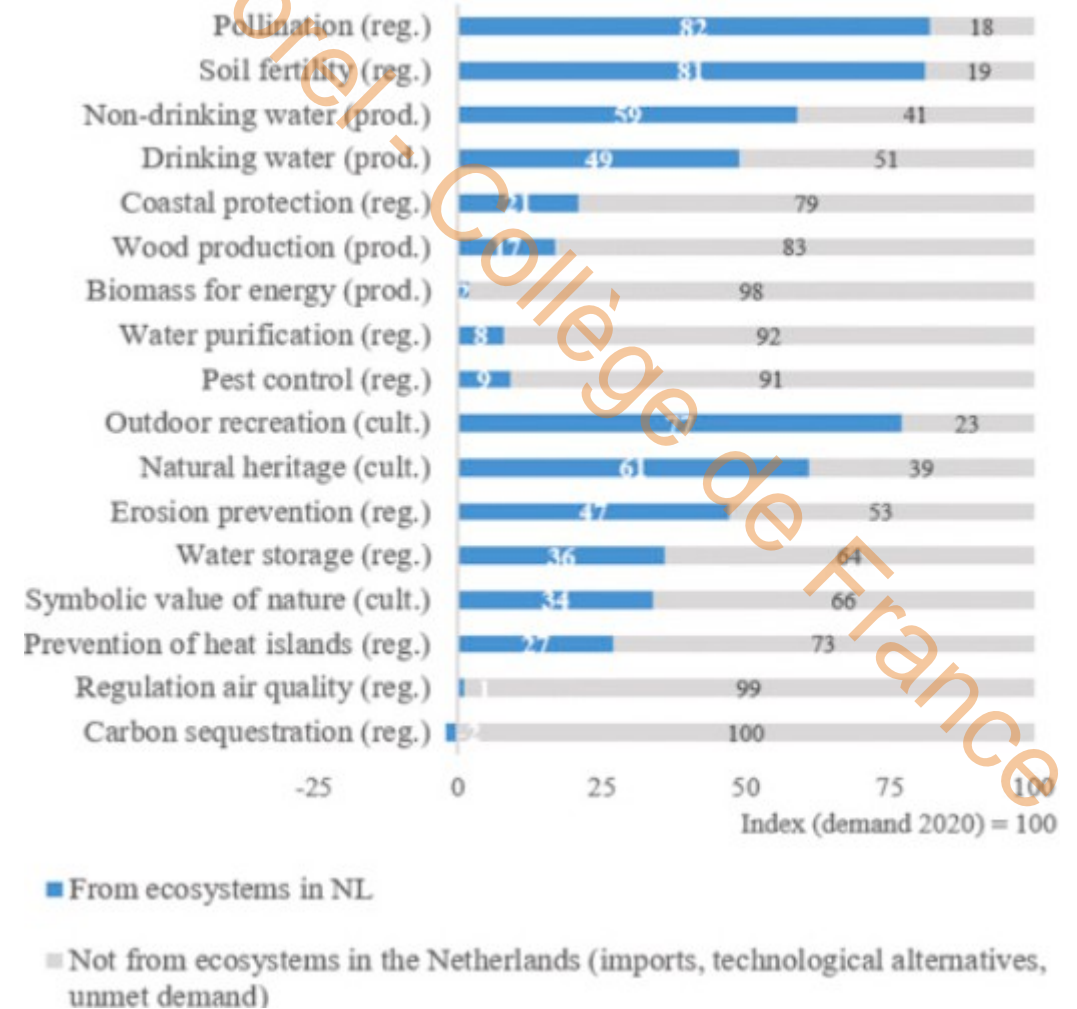
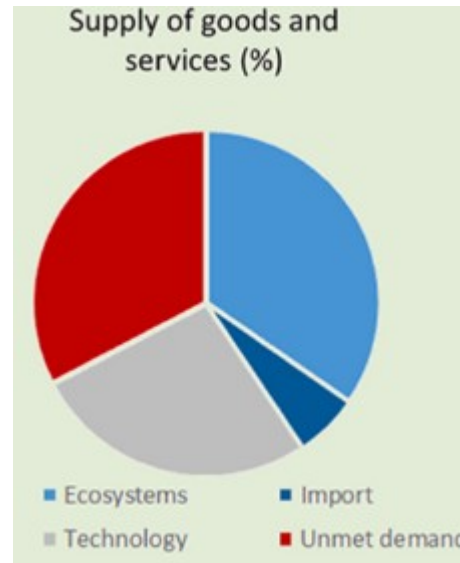


→ Menace forte dans les zones les plus productives

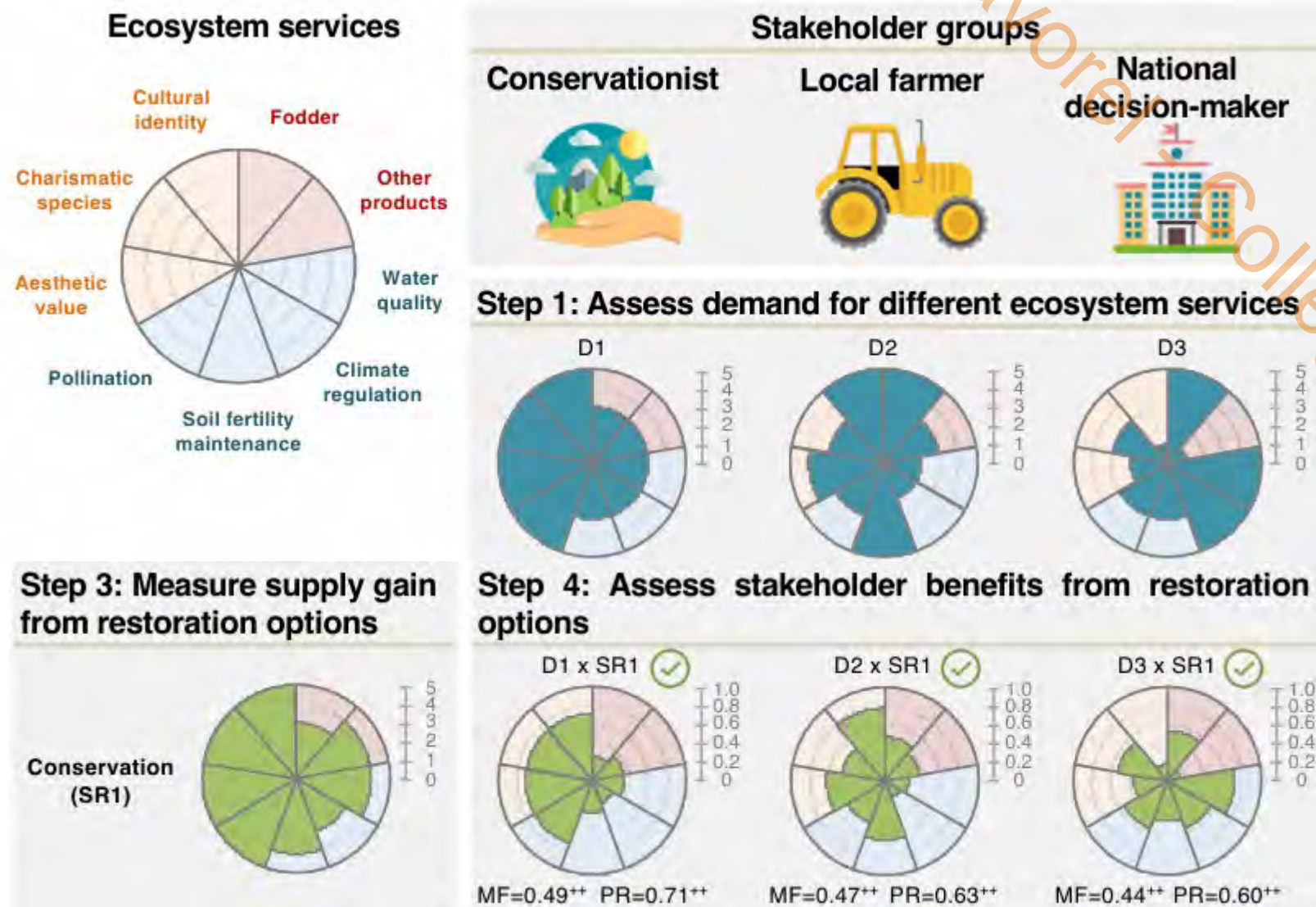
Les bonnes contributions aux bons endroits



Décalages entre capacité naturelle et demande par les populations



Prendre en compte les demandes des acteurs pour évaluer les services écosystémiques



Collège de France

S. Lavoirel -

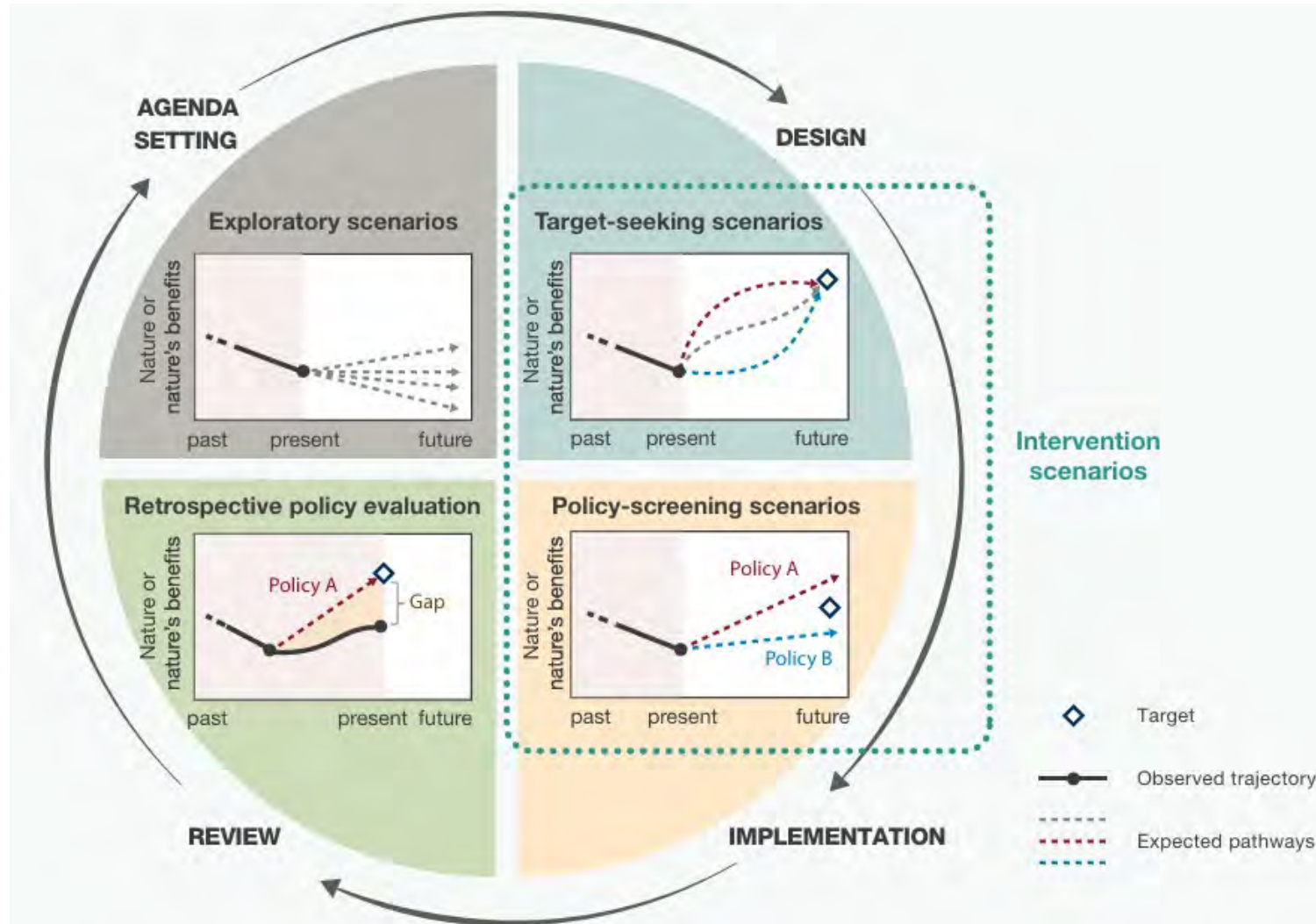


© Amélie Buch



France

Scénarios pour le futur de la biodiversité et de ses contributions aux populations

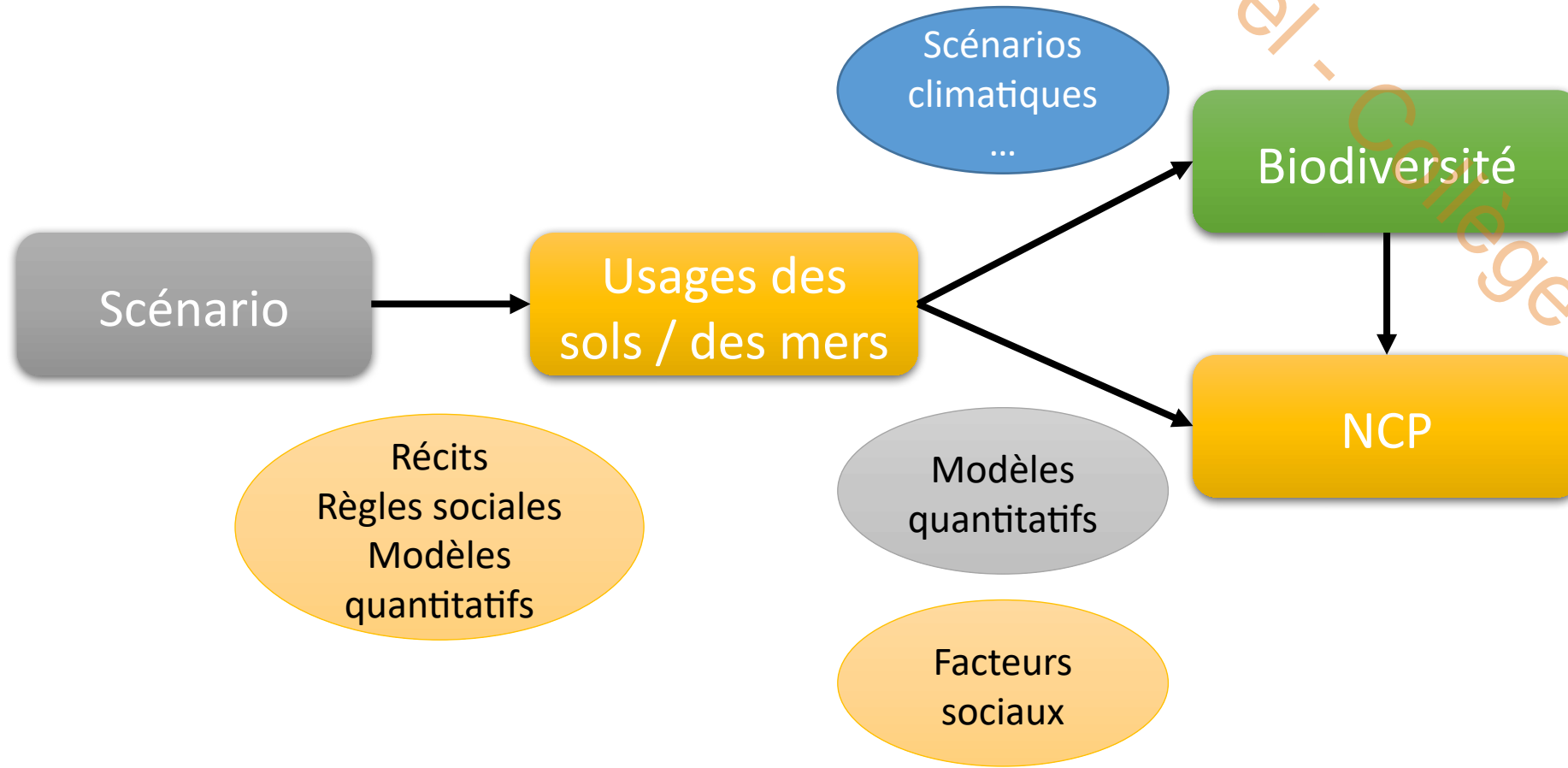


The methodological assessment report on
**SCENARIOS AND MODELS
OF BIODIVERSITY AND
ECOSYSTEM SERVICES**

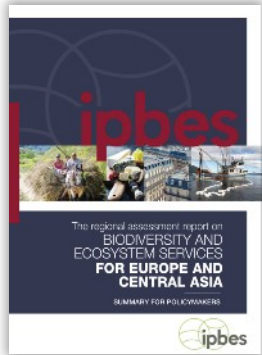
(2016)



Chaine de modélisation des scénarios



Scénarios exploratoires



- **Fil de l'eau:** poursuite de la détérioration de la biodiversité et des contributions de la nature
- Un futur basé sur un usage équilibré de la nature, et reflétant des valeurs diverses, a plus de chances d'être durable
- **Antagonismes** entre services écosystémiques qui ont des implications pour la biodiversité

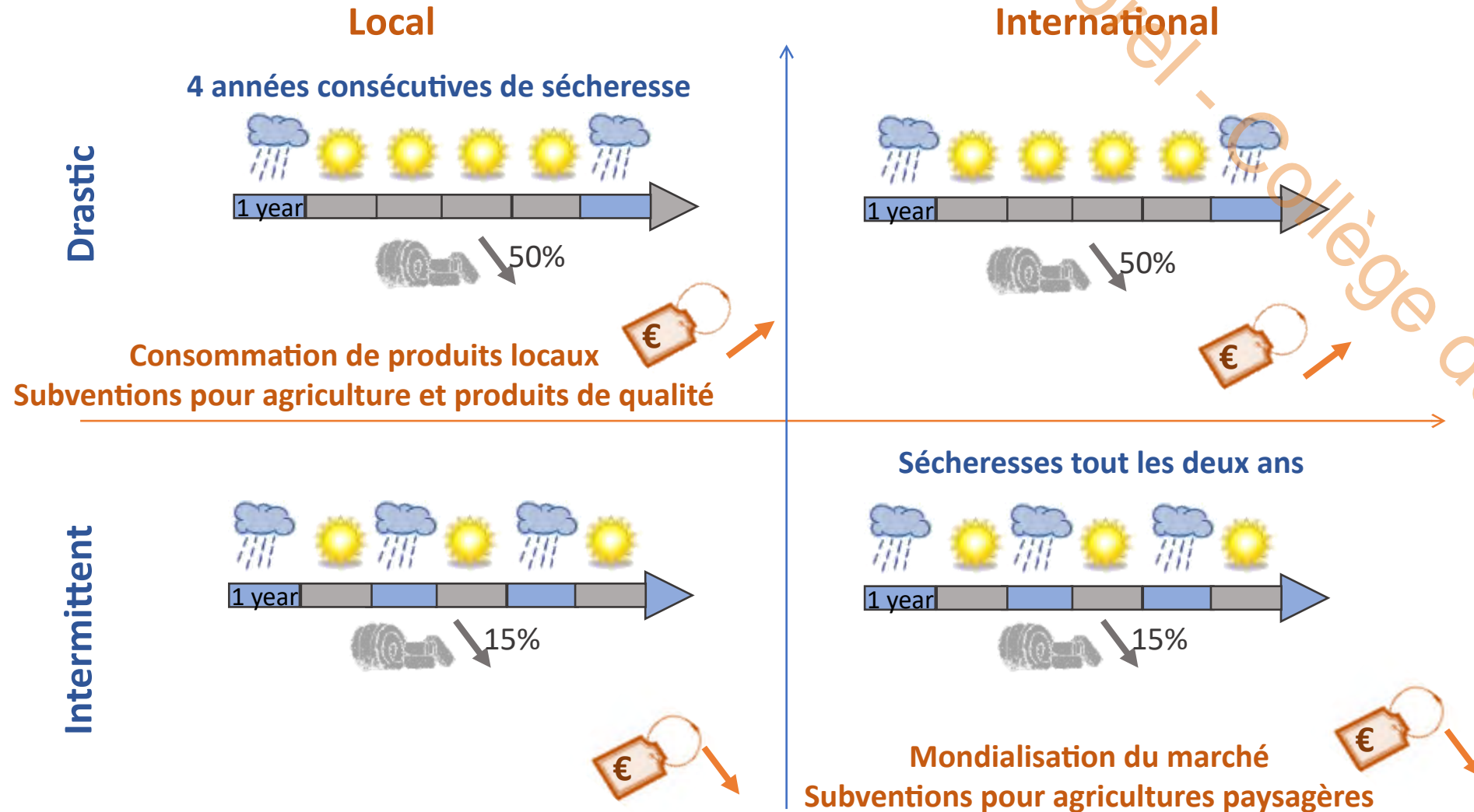
Harrison, PA et al. (2019) Synthesizing plausible futures for biodiversity and ecosystem services in Europe and Central Asia using scenario archetypes. *Ecology and Society*, 24

		Business-as-usual	Economic optimism	Regional competition	Regional sustainability	Global sustainable development	Inequality
NATURE	Biodiversity, biophysical assemblages and processes	↘	↘	↕	↕	↗	↕
REGULATING NATURE'S CONTRIBUTIONS TO PEOPLE	Pollination	↘	↘	↘	↗	↗	
	Regulation of air quality	↗	↗	↕	↗	↗	
	Regulation of climate	↕	↘	↕	↗	↗	
	Regulation of freshwater quantity	→	→	↗	↗	↗	
	Regulation of freshwater quality	↘	↘	↘	↘	↗	
	Formation of soils	↕	↘	↘	↗	↗	
	Regulation of hazards	↘	↕	↕	↕	↘	↘
	Regulation of organisms detrimental to human	↘	↘	↘	↗	↗	
MATERIAL NATURE'S CONTRIBUTIONS TO PEOPLE	Food and feed	↕	↗	↗	↘	↗	↗
	Materials (forest products)	↘	↕	↘	↗	↕	↘
	Water resources	↘	↗	↘	↗	↕	↘
NON-MATERIAL NATURE'S CONTRIBUTIONS TO PEOPLE	Learning and inspiration		↗	↘	↗	↗	
	Physical and psychological experiences	→	↕	↕	↗	↗	
	Supporting identities		↘	↕	↗	↕	
GOOD QUALITY OF LIFE	Education and knowledge		→	↘	↗	↗	
	Physical, mental and emotional health		→	↘	↗	↗	
	Security and livelihoods	↘	↗	↗	↗	↗	

↗ Increase > 50% → Stable > 50% Lack of evidence Confidence level ↗ n>=10
↘ Decrease > 50% ↕ Variable (no one class > 50%) → n<10

Scénarios exploratoires

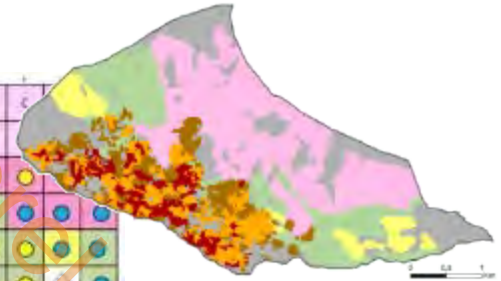
4 Scénarios qualitatifs à court-terme :
2 climatiques x 2 socio-économiques



Jeux de rôle pour traduire les scénarios



1	E	E	E	C	C	C	E	E	E	C	C
2	C	C	E	E	E	E	E	E	E	C	C
3	C	C	E	E	E	E	E	E	E	C	C
4	E	E	E	E	E	E	E	E	E	C	C
5	E	E	E	E	E	E	E	E	E	C	C
6	E	E	E	E	E	E	E	E	E	C	C
7	E	E	E	E	E	E	E	E	E	C	C
8	E	E	E	E	E	E	E	E	E	C	C
9	E	E	E	E	E	E	E	E	E	C	C
10	E	E	E	E	E	E	E	E	E	C	C



Plateau de jeux

Mettre les agriculteurs en situation pour gérer leur troupeau et la production de fourrage

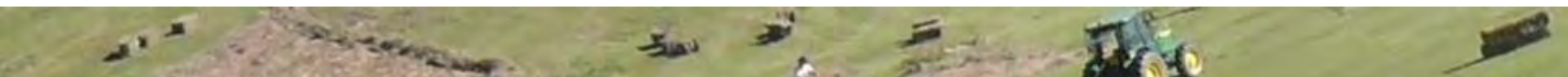


Jetons



	Land Use			
Terraces		3	3	9
		1	1	3
		1	1	3
Non terraces		2	2	3
		3	3	9
Alpine Meadow		2	2	6

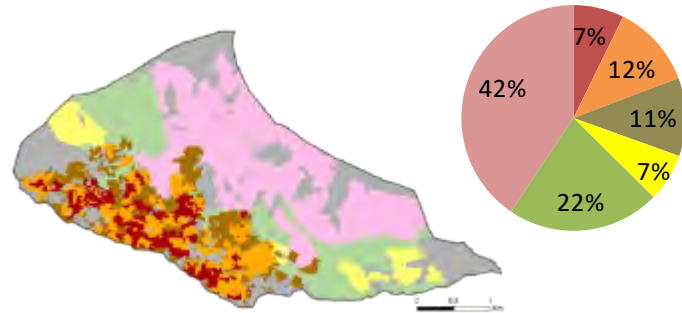
Règles



Collège de France

Scénarios de changements de gestion

Situation
actuelle



Land management types

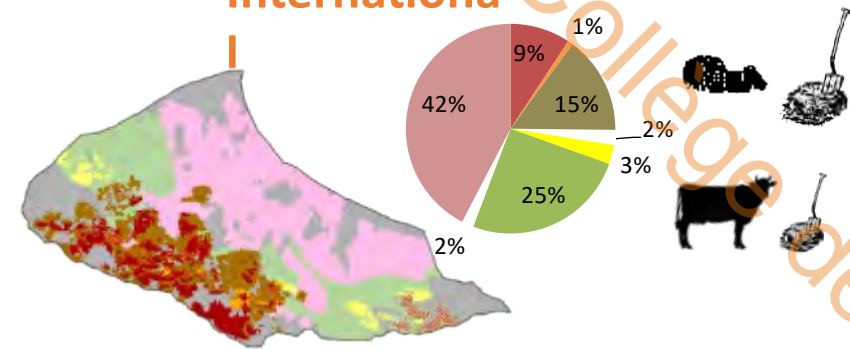
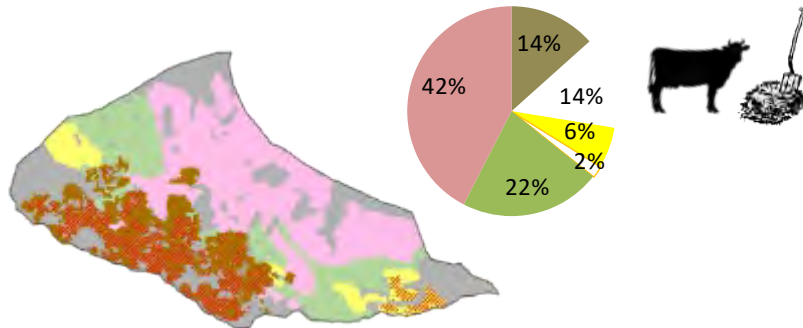


Scénarios

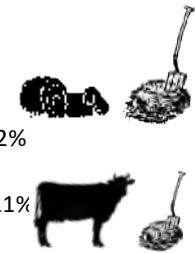
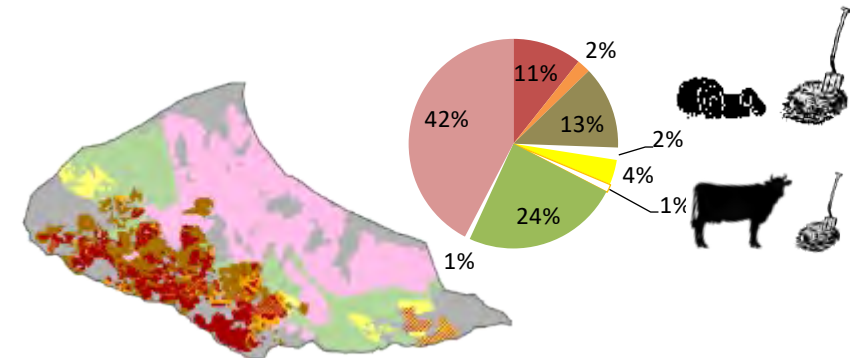
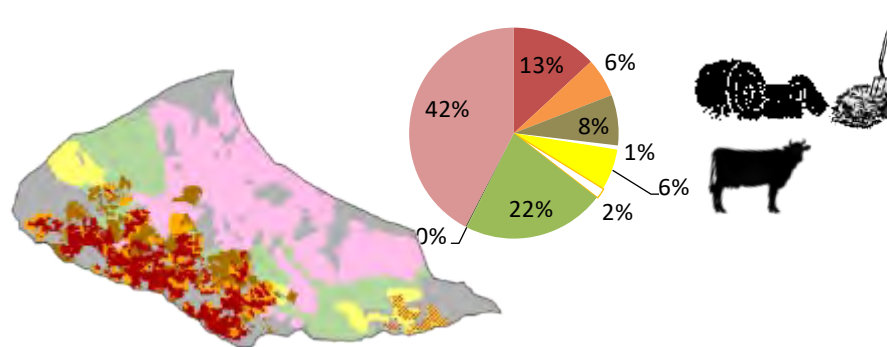
Local

Internationa

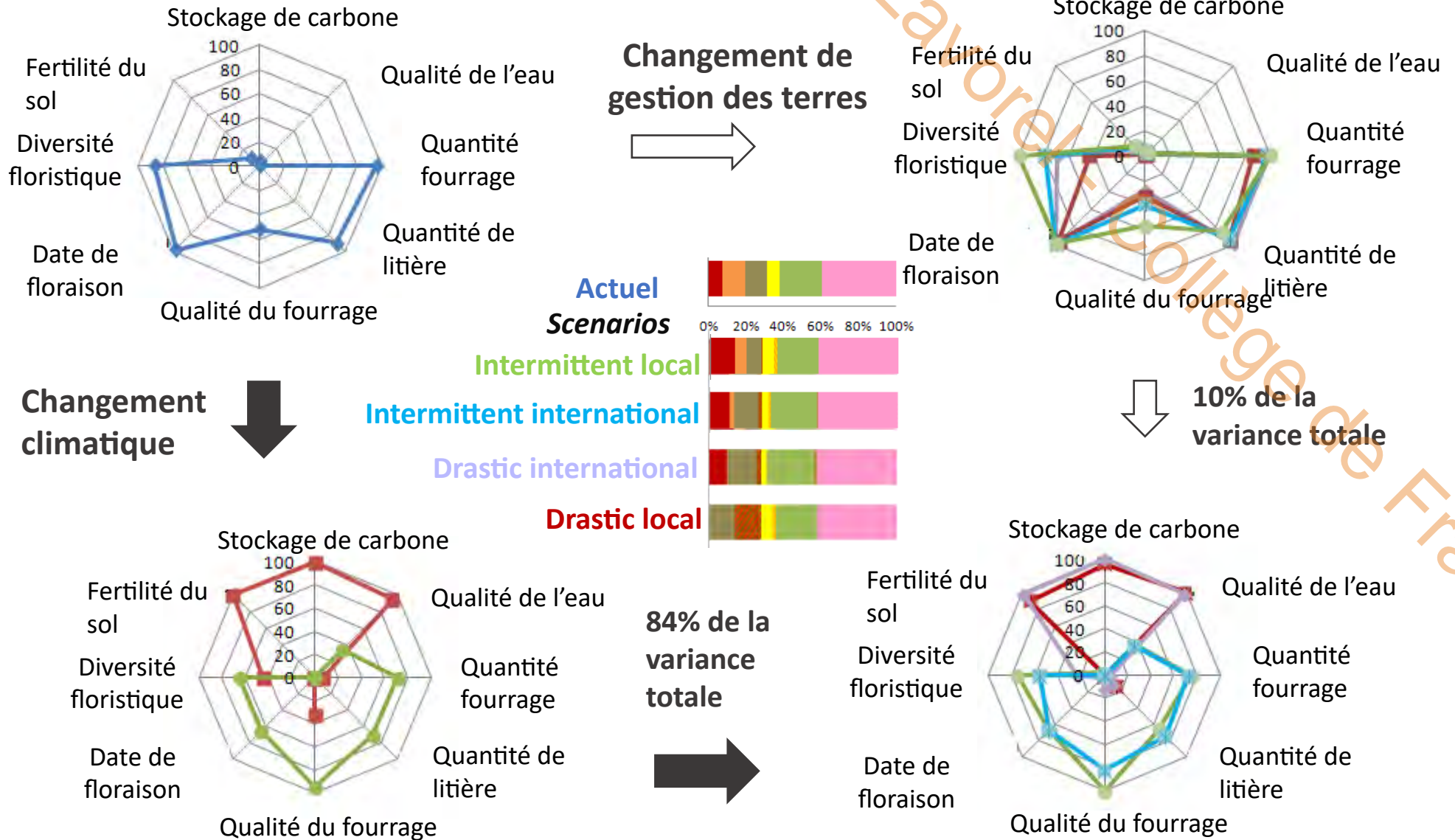
Drastic



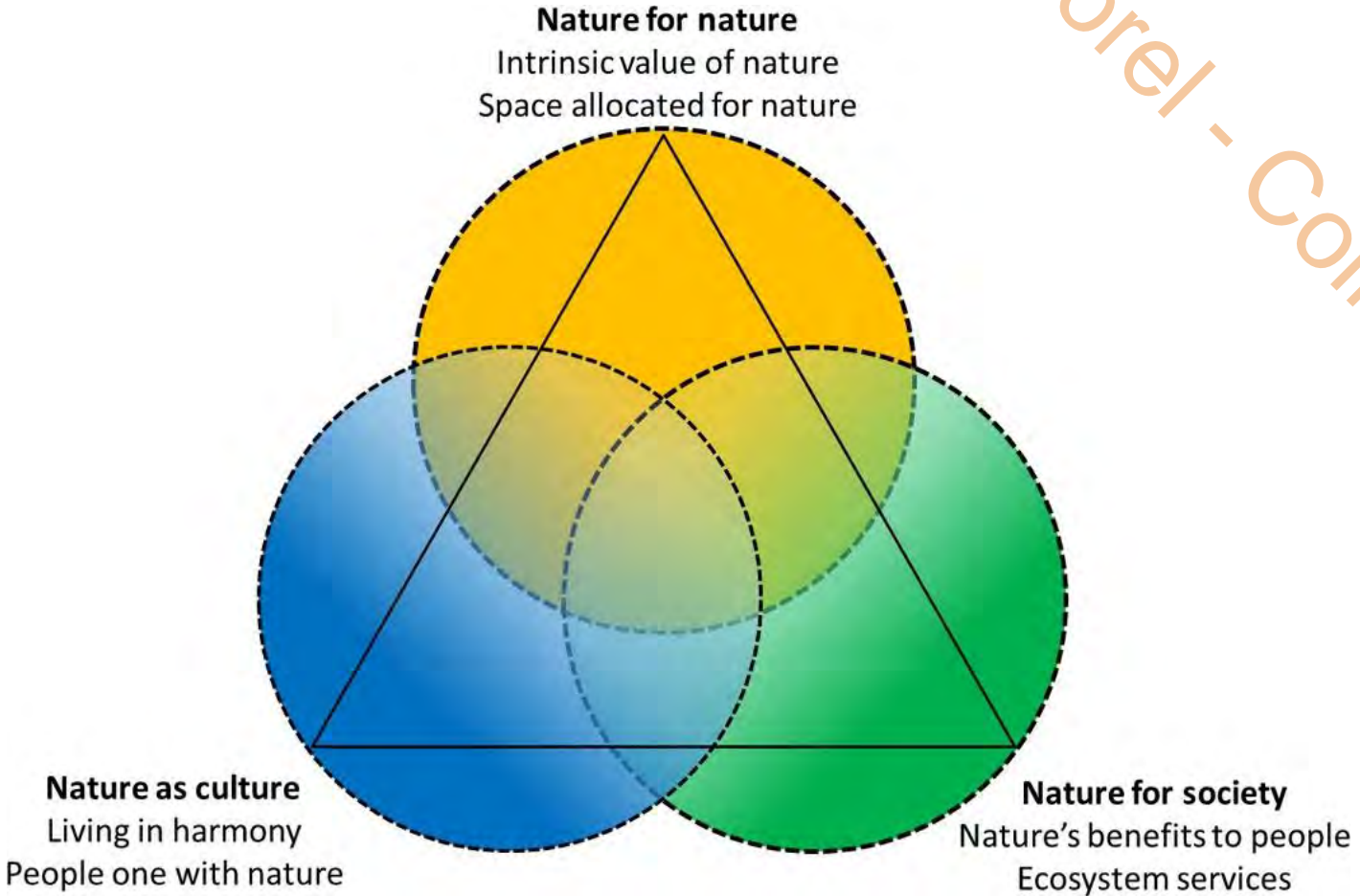
Intermittent



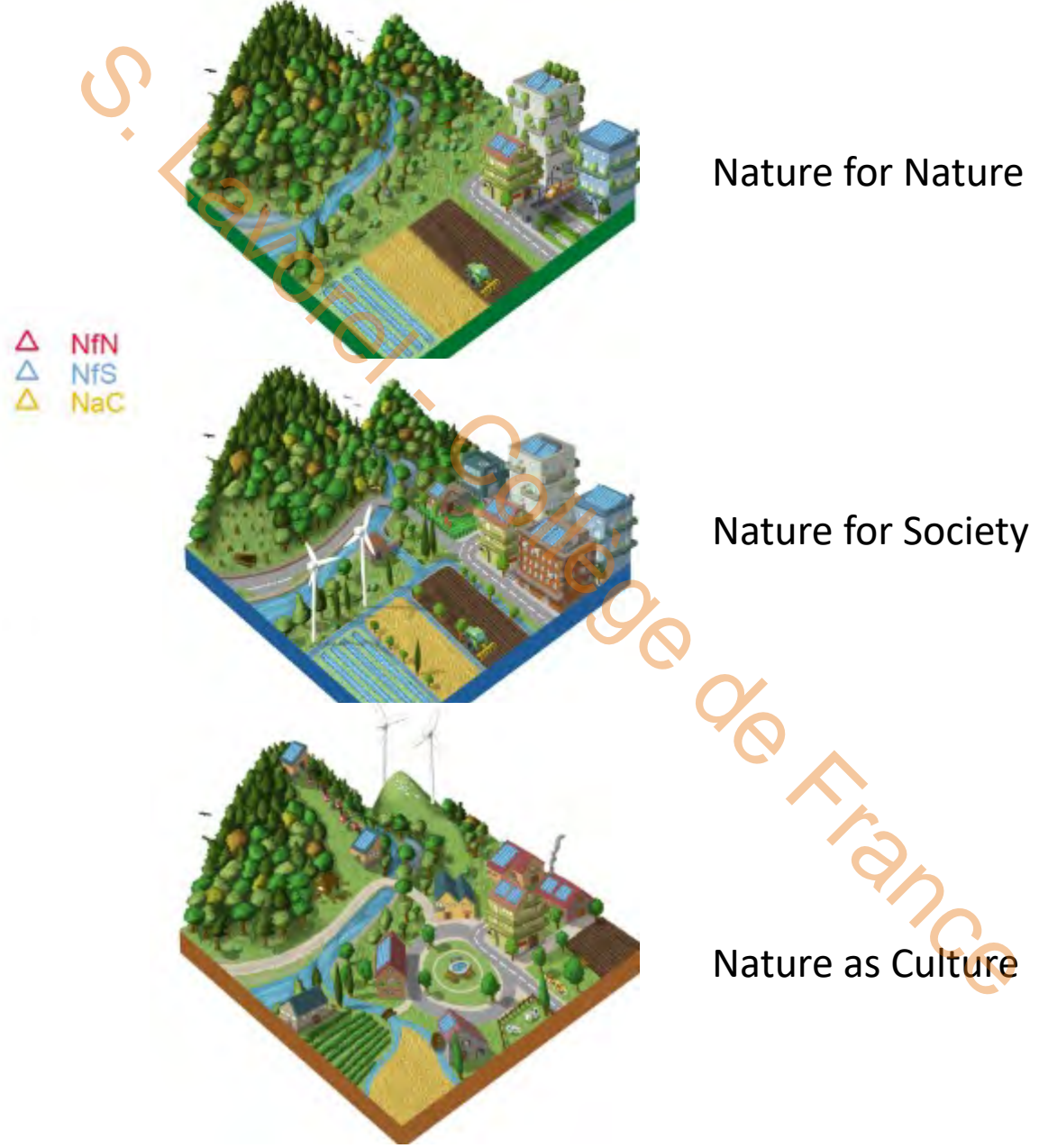
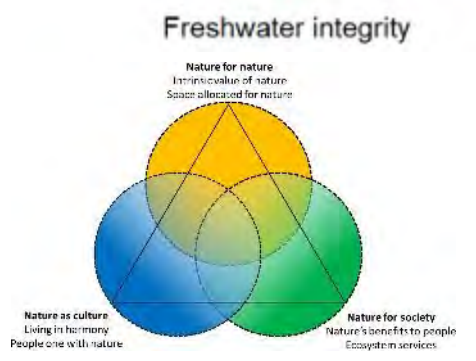
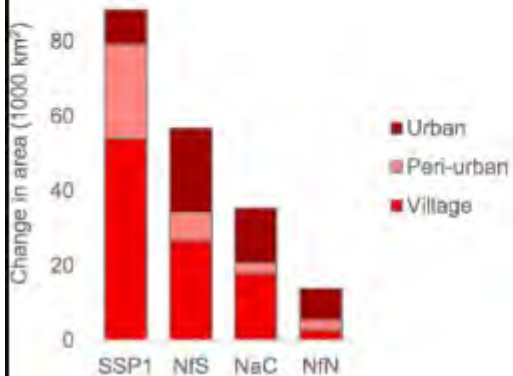
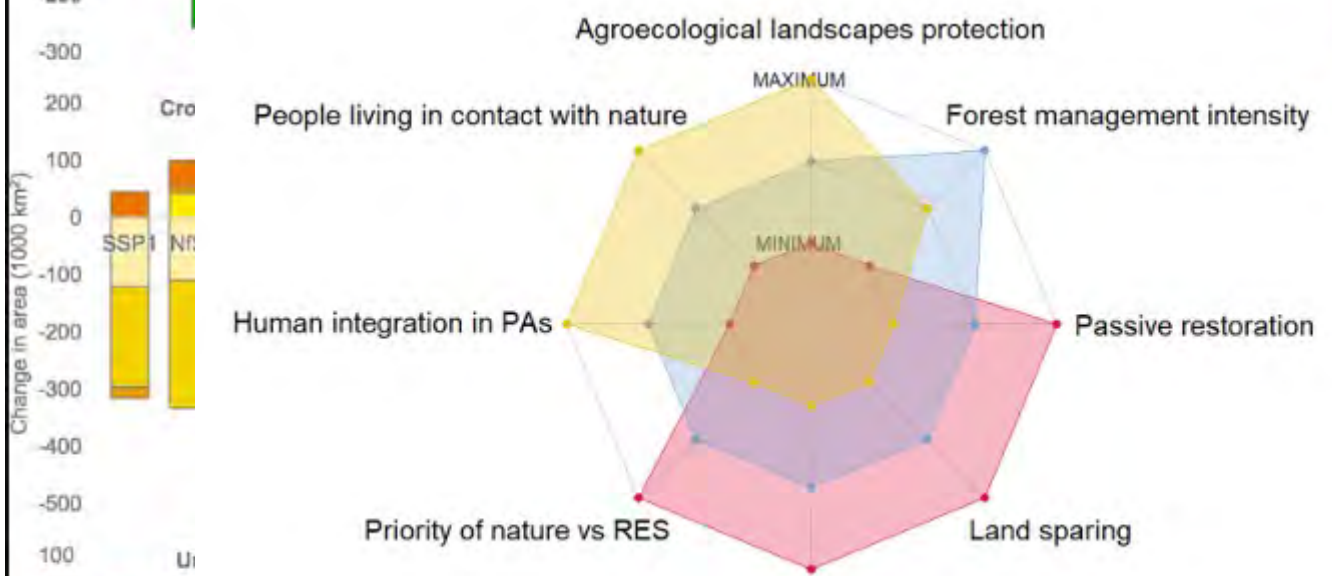
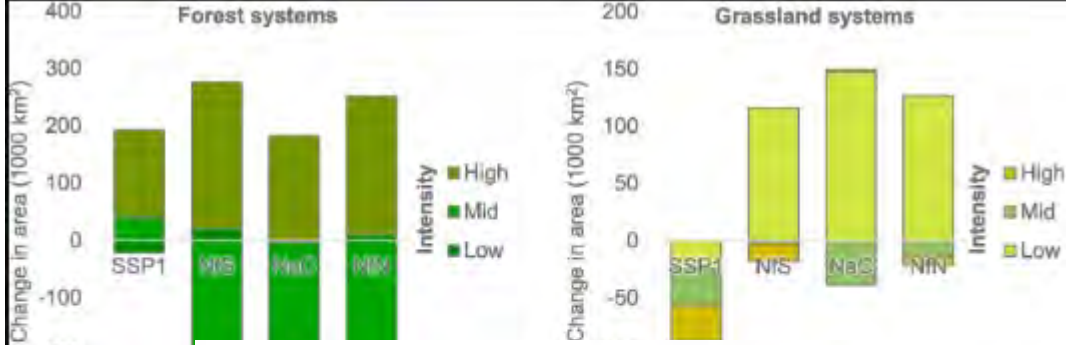
Projections de services écosystémiques



Scénarios basés sur des visions

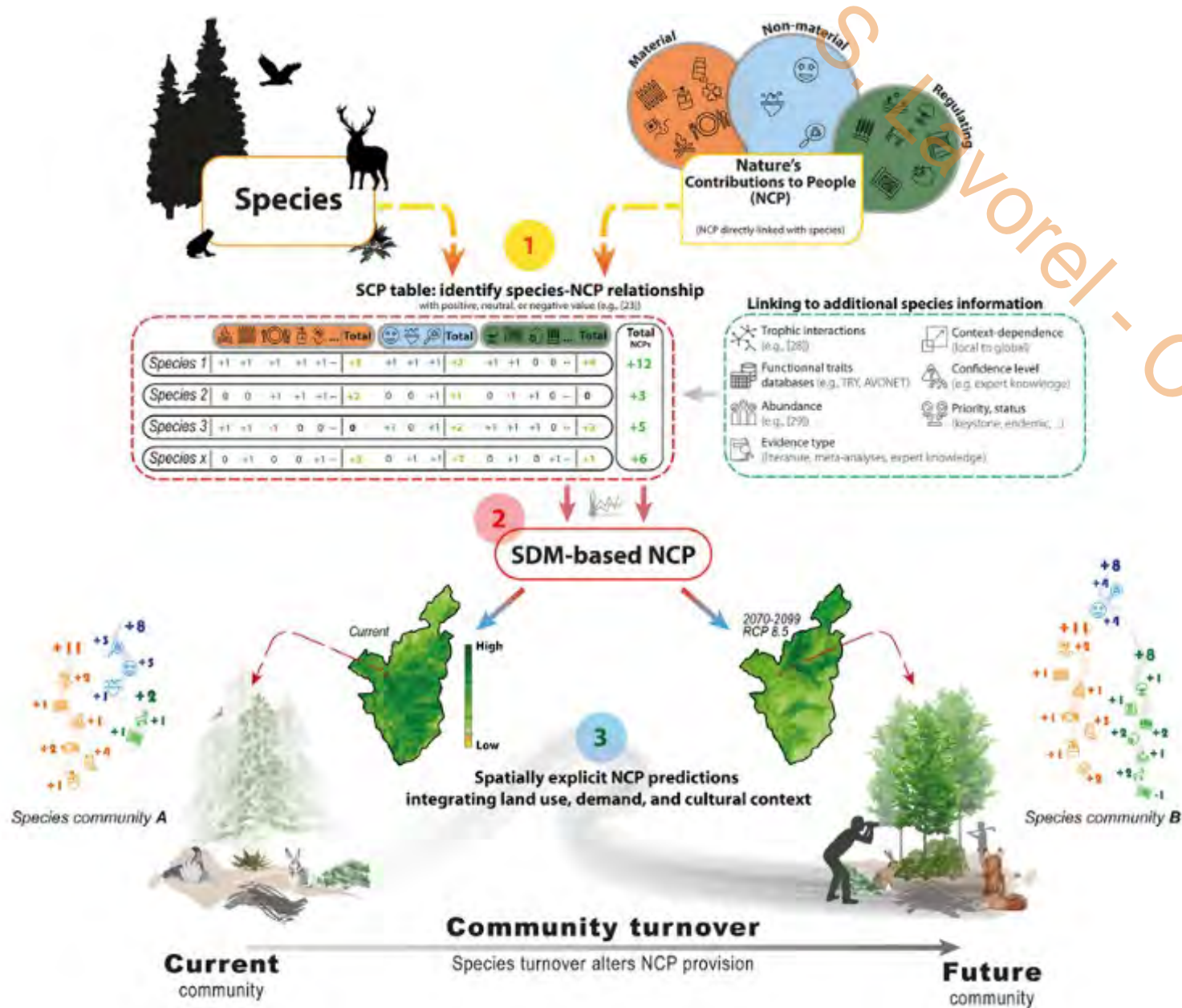


Pereira, LM et al. (2020) Developing multiscale and integrative nature–people scenarios using the Nature Futures Framework. People and Nature, 2, 1172-1195



D'Alessio, A et al. (2025) Narratives for Positive Nature Futures in Europe. *Environmental Management*, 75, 1071-1083

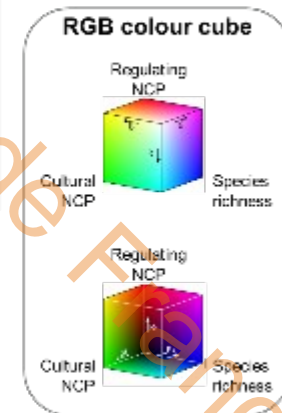
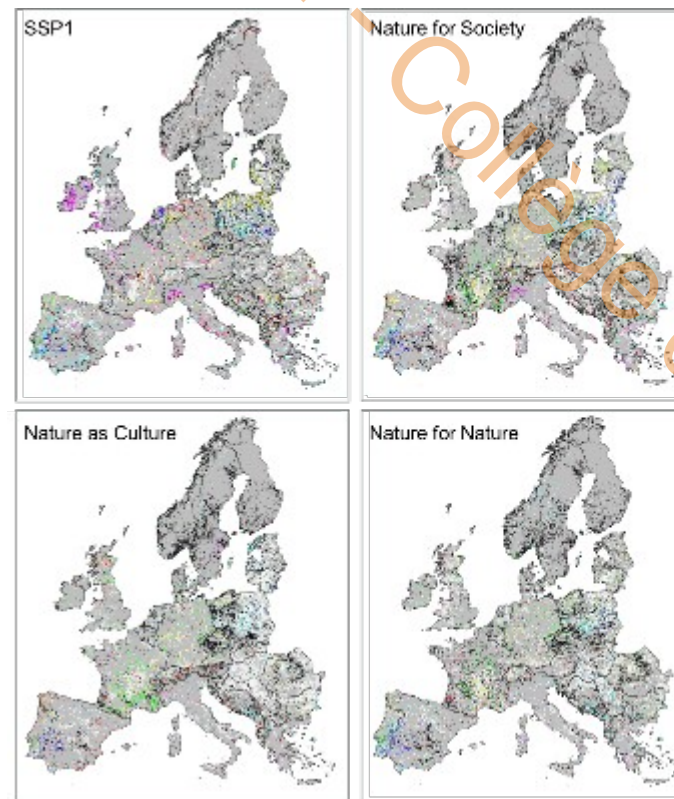
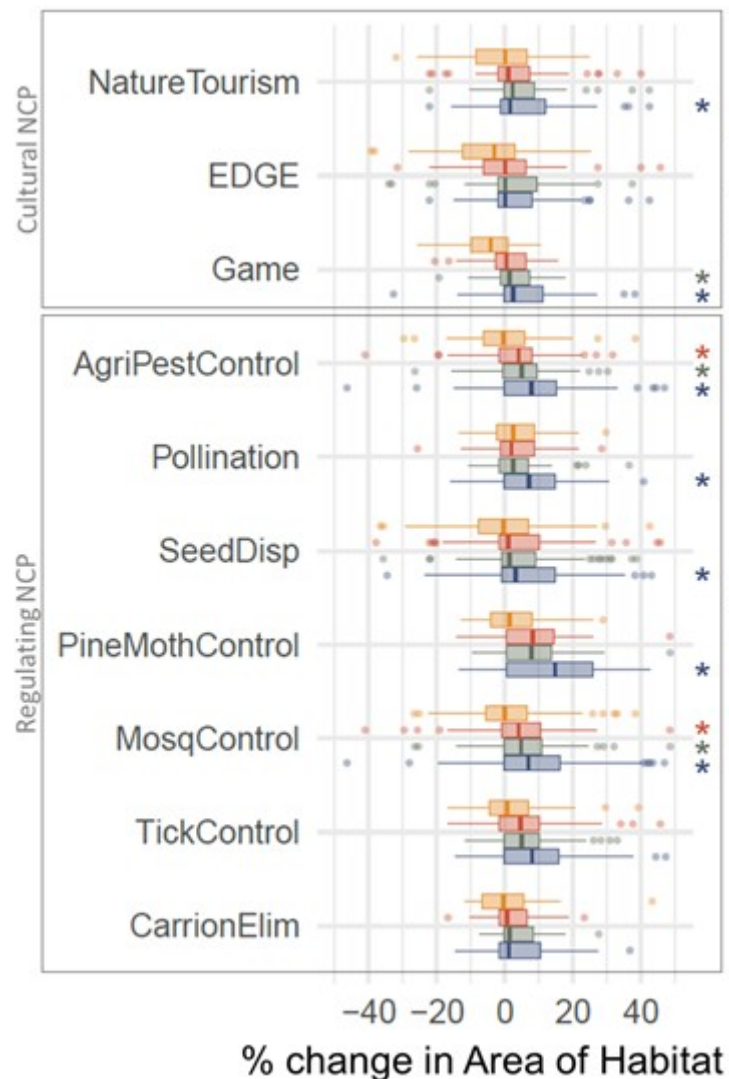
Dou, Y et al. (2023) Using the Nature Futures Framework as a lens for developing plural land use scenarios for Europe for 2050. *Global Environmental Change*, 83, 102766



Effets des scénarios sur les contributions culturelles et de régulation via les changements de distribution des espèces vertébrées terrestres

- Nature as Culture : gain maximum pour les vertébrés ; diversité d'habitats, mosaïques

Effets variables entre NCP et entre scénarios



Scénarios de visions d'avenir des territoires

VISION D'AVENIR COLLECTIVE POUR LE PAYS DE LA MEIJE EN 2040

Les valeurs portées par le territoire:

- + : Solidarité, identité locale et préservation culturelle et de la nature
- : Performance économique et capacité d'influence du territoire
- + ou - : Un territoire de loisirs et autonomie sur les ressources

Un tourisme doux et flexible

- ✓ Basé sur les atouts et spécificités du territoire
- ✓ Les cols, les refuges, les lacs comme destinations
- ✓ Nouvelles pratiques de la montagne
- ✓ Peu d'infrastructures
- ✓ Garder l'identité hivernale
- ✓ Favoriser les séjours longs

Un tourisme à la découverte du territoire

- ✓ Tourisme scientifique/ pédagogique
- ✓ Laboratoire à ciel ouvert sur les changements climatiques
- ✓ Un lien fort avec la vie locale et l'agriculture
- ✓ Formation, partage et sensibilisation à la culture et nature de montagne

Une vie locale active toute l'année

- ✓ Accès aux outils numériques
- ✓ Co-travail et télé-travail
- ✓ Une plus grande diversité d'emplois
- ✓ Des résidences habitées
- ✓ Plus de services résidentiels

Mobilité/Accessibilité facilitée

- ✓ Mobilité innovante et partagée entre les hameaux et les villages
- ✓ Autres modes de transport pour les visiteurs
- ✓ Echanges renforcés avec l'extérieur du territoire
- ✓ Une voie verte relie les points clés du Pays

Des produits locaux

- ✓ Diversification des produits agricoles et artisanaux basée sur les ressources naturelles
- ✓ Circuits-courts locaux/régionaux
- ✓ Valorisation, transformation locales/régionales

Indépendance énergétique

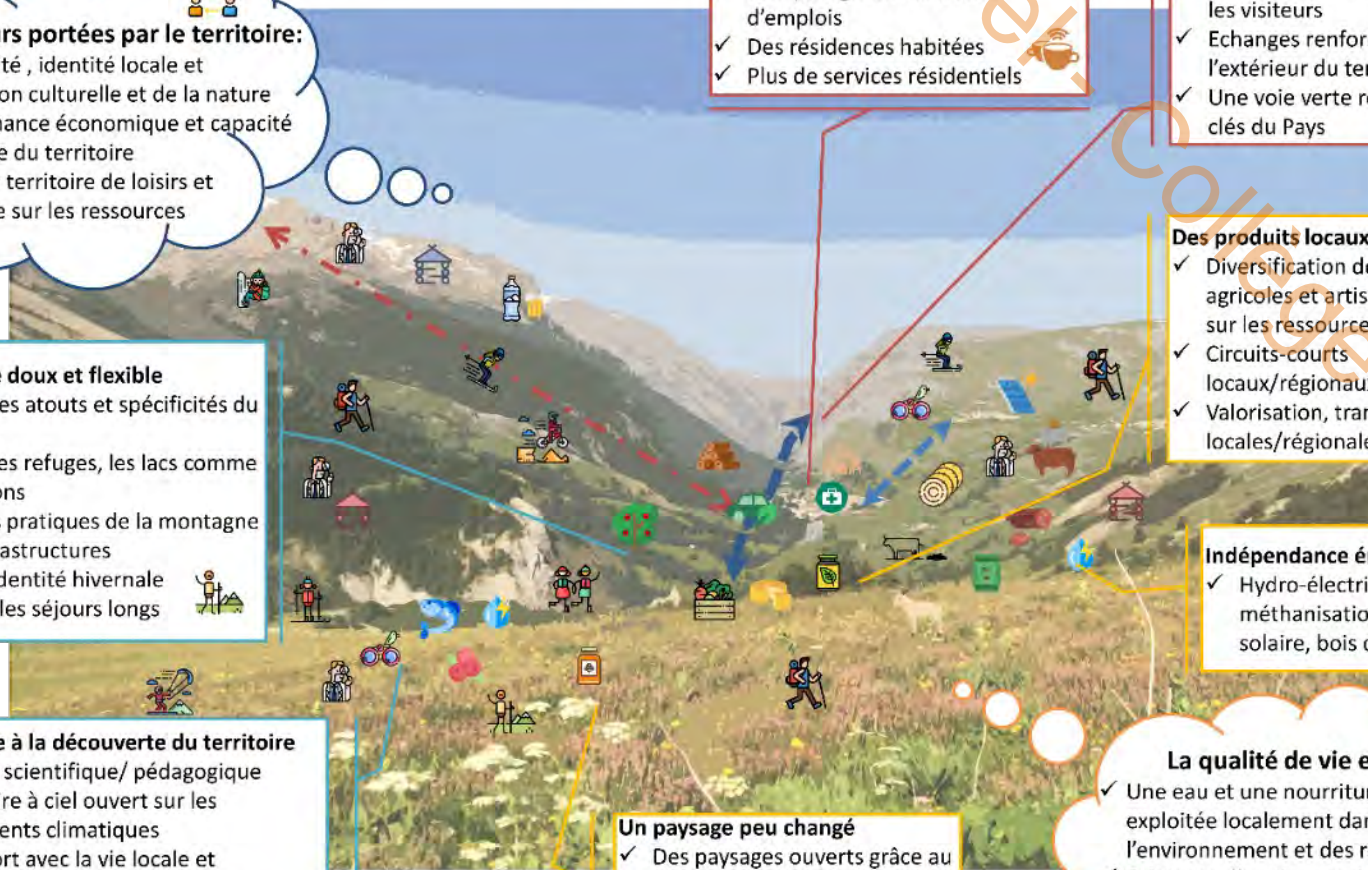
- ✓ Hydro-électricité, méthanisation, énergie solaire, bois de chauffage

Un paysage peu changé

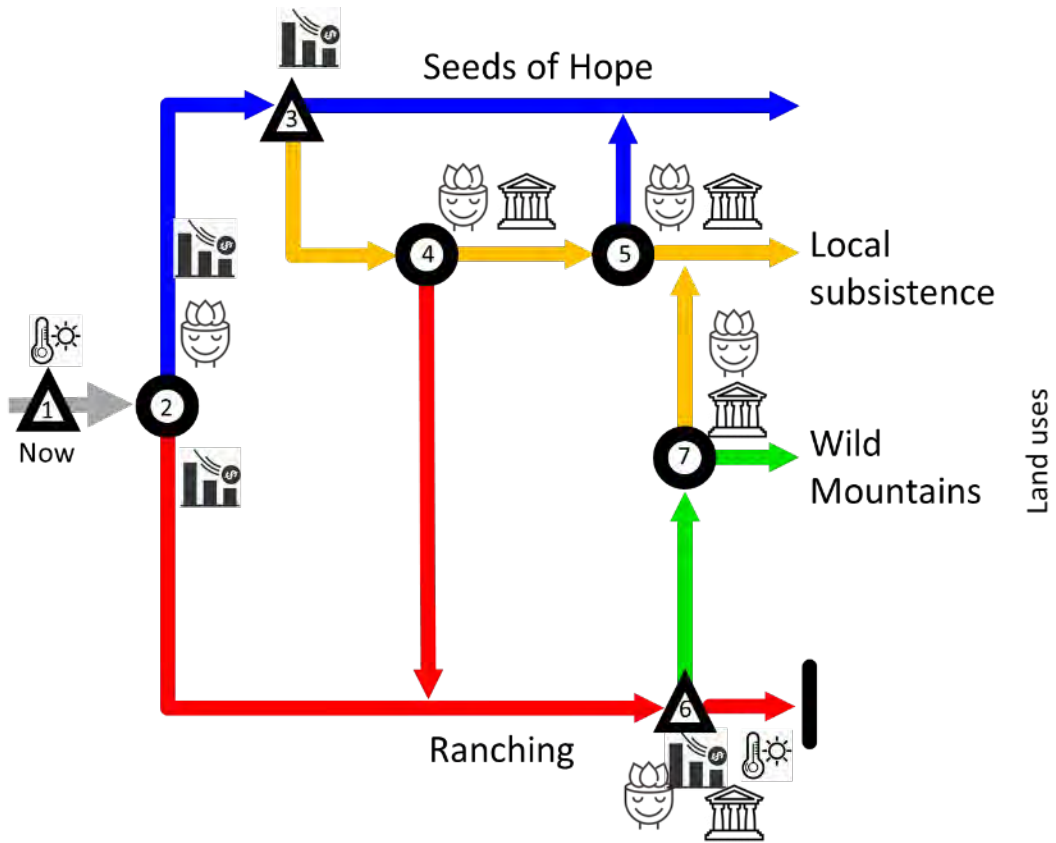
- ✓ Des paysages ouverts grâce au maintien des alpages et des terrasses par la fauche
- ✓ Marqueur de l'identité locale

La qualité de vie en 2040:

- ✓ Une eau et une nourriture produite et exploitée localement dans le respect de l'environnement et des ressources
- ✓ Existence d'un tissu social riche, partage, solidarité, terre d'accueil
- ✓ Accès à la santé garanti



Contributions de la nature pour les visions d'avenir



Land uses	Erosion control	Carbon storage	Shade	Aesthetic	Fodder	Fodder resilience	Connectivity	Transformability
Alpine summer pastures	●	●	●	●	●	●	●	●
Grazed or mown <i>P. paniculata</i> grasslands	●	●	●	●	●	●	●	●
Larch meadows	●	●	●	●	●	●	●	●
Mown and fertilized hay meadows	●	●	●	●	●	●	●	●
Grazed terraces	●	●	●	●	●	●	●	●

Synthèse

- Les écosystèmes et leur biodiversité assurent de multiples contributions indispensables à la qualité de la vie humaine individuelle et collective
- Les connaissances en écologie fonctionnelle permettent de quantifier ces contributions par la modélisation
- Leur analyse spatiale fournit des éléments de diagnostic et d'anticipation pour soutenir la décision et la gestion de la nature et des territoires

Merci

**COLLÈGE
DE FRANCE**

— 1530 —

S. Lavoirel - Collège de France



**Fondation
Jean-François
de Clermont-Tonnerre**