



HAL
open science

Caractériser les sols et les services écosystémiques auxquels ils contribuent : Etat des lieux des connaissances

Antonio Bispo, Isabelle Cousin

► To cite this version:

Antonio Bispo, Isabelle Cousin. Caractériser les sols et les services écosystémiques auxquels ils contribuent : Etat des lieux des connaissances. Journée Mondiale des Sols, Association Française pour l'Etude du Sol (AFES). FRA., Dec 2017, Poitiers, France. 9 p. hal-02785696

HAL Id: hal-02785696

<https://hal.inrae.fr/hal-02785696>

Submitted on 4 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

INRA
SCIENCE & IMPACT

Caractériser les sols et les services écosystémiques auxquels ils contribuent

Etat des lieux des connaissances

Antonio BISPO et Isabelle COUSIN - INRA Orléans

04 / 12 / 2017

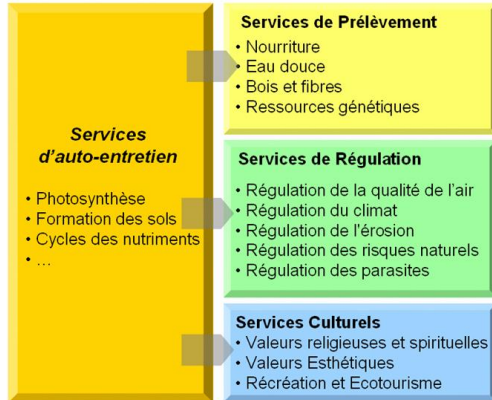
SOMMAIRE

- ❖ Les services écosystémiques – rappels du MEA (2005)
- ❖ Quelles approches pour les sols ?
- ❖ Les bases de données « sols » existantes
- ❖ Exemples d'utilisation
- ❖ Conclusions

Le Millenium Ecosystem Assessment

Services **écosystémiques** = services rendus par les **écosystèmes**

LES SERVICES ECOSYSTÉMIQUES



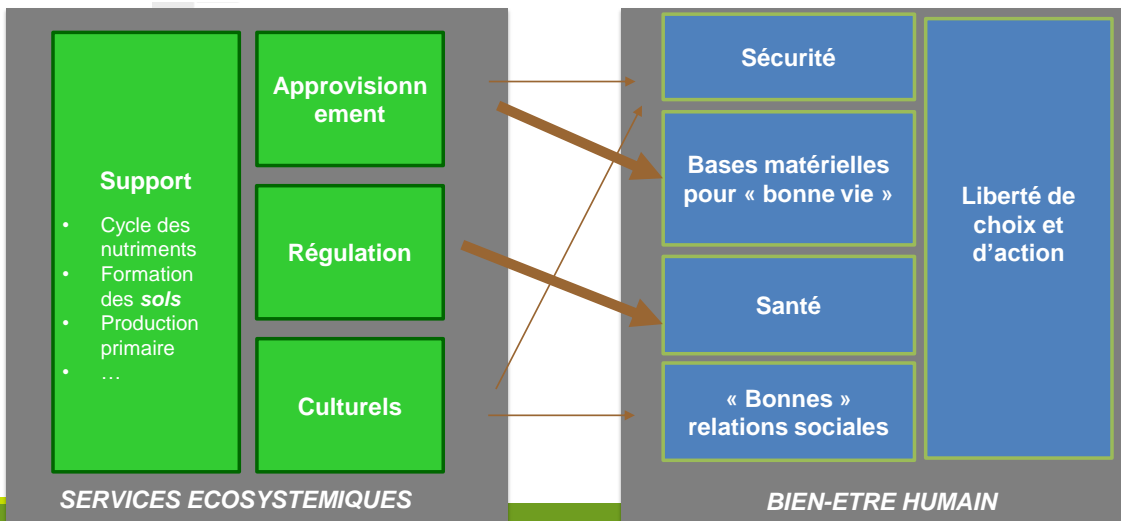
Rizières en terrasse à Longsheng dans le Guangxi
<http://www.chine-informations.com/membres/photos/>

Adapté de MEA - (2005)



.03

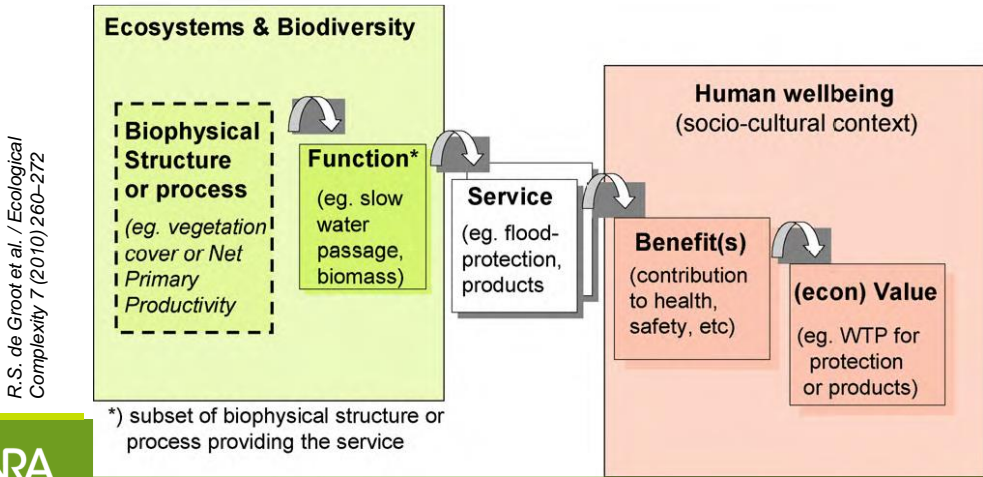
Les services assurent le bien-être



.04

Une cascade

Biodiversité → Fonctions → Services → « Bien-être humain »



.05

Fonctions et services rendus par les sols agricoles

- Production de biomasse alimentaire & non alimentaire (énergie, textile, bois...)
- Support physique
- Régulation des flux d'eau
- Dégradation des contaminants
- Contrôle biologique des pathogènes
- Réservoir de biodiversité
- Réservoir de matériaux
- Formation des sols
- Cycle des nutriments
- Séquestration C

Support

Filtre

Réservoir

Habitat

Tampon



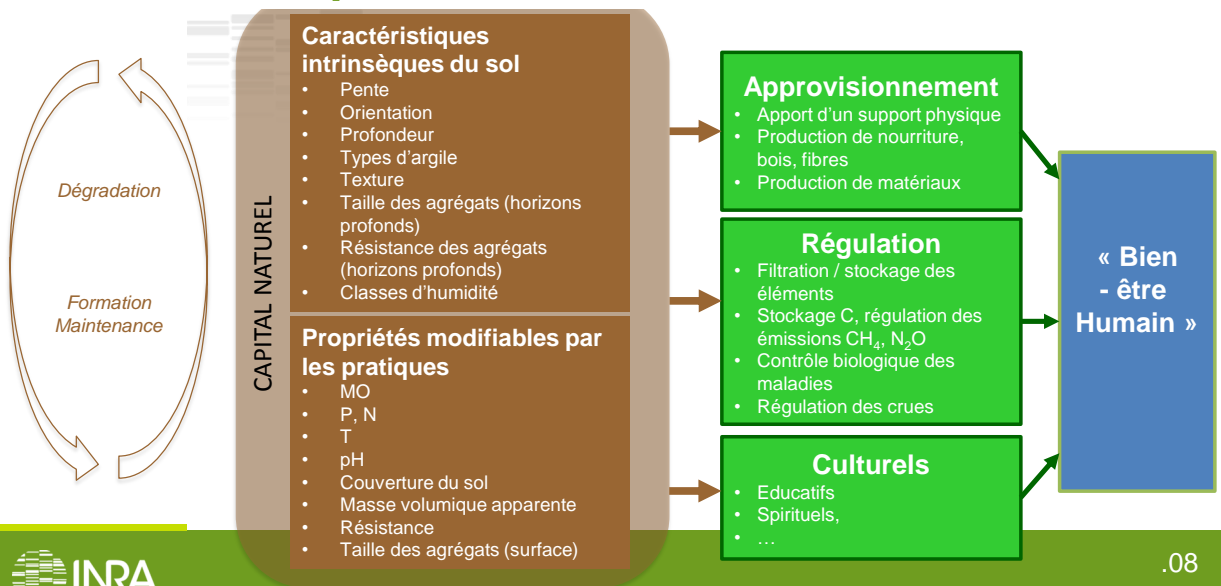
.06



.07

Le sol un capital naturel

(Dominati et al., 2010)



.08

Passer des services aux fonctions...

toprule	Ecosystem service	Soil function
Supporting		
1	Primary production	Support for terrestrial vegetation
2	Soil formation	Soil formation processes
3	Nutrient cycling	Storage, internal cycling and processing of nutrients
Provisioning		
4	Refugia	Providing habitat for resident and transient populations
5	Water storage	Retention of water in landscape
6	Platform	Supporting structures
7	Food supply	Provisioning plant growth
8	Biomaterials	Provisioning plant growth
9	Raw materials	Provisioning source materials
10	Biodiversity and genetic resources	Sources of unique biological materials and products
Regulating		
11	Water quality regulation	Filtration and buffering of water
12	Water supply regulation	Regulation of hydrological flows
13	Gas regulation	Regulation of atmospheric chemical composition
14	Climate regulation	Regulation of global temperature, precipitation, and other biologically mediated climatic processes
15	Erosion control	Soil and colloid retention within an ecosystem
Cultural		
16	Recreation	Providing a platform for recreational activities
17	Cognitive	Opportunities for noncommercial activities
18	Heritage	Holds archaeological record of terrestrial occupancy and civilisations

P.M. Haygarth and K. Ritz / Land Use Policy
26S (2009) S187–S197



.09

Passer des services aux fonctions... et aux indicateurs

(Walter et al., 2015)

Relations entre les services fournis par les sols,
les fonctions associées et les indicateurs de ces services ou fonctions
(Le tableau n'est pas exhaustif, mais focalisé sur certains services de régulation)

Service	Fonction	Mesure, indicateur
Régulation du cycle de l'eau	Infiltration, ruissellement, rétention de l'eau, transfert de l'eau dans le sol, évaporation, absorption par les plantes	Réserve utile en eau, vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol, différence entre précipitations et ruissellement, quantité d'eau drainée par le sol
Régulation de l'érosion	Infiltration, ruissellement, agrégation – désagrégation, transports solides	Quantité de terre érodée (t terre/ha/an)
Régulation du climat global via la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)	Production / transformation de GES, stockage de C, biodégradation minéralisation des matières organiques, dénitrification, nitrification	Variation du stock de C du sol (t C/ha/an), émission de GES (t eq CO ₂ /ha/an)
Régulation de la qualité de l'environnement, atténuation de contaminants	Filtration, adsorption, biodégradation, assimilation, précipitation, transfert	Capacité d'échange cationique (CEC), teneur en C, minéralisation potentielle de C ou N, biomasse microbienne, activité microbienne hétérotrophe...



.010

Passer des services aux fonctions... et aux indicateurs

← Services/fonctions →

Ranking	Parameter	Total score	1. Production			2. Resistance, adaptation		3. Environment (buffer en reactor)			4.	
			a. Nutrient retention and release	b. Soil structure, stable aggregates, profile opening	c. Natural disease suppressiveness	a. Resistance and resilience	b. Adaptation, flexibility, land use change options	a. Regeneration and mineralization SOM	b. Natural attenuation, clean groundwater	c. Water retention, release and transport		d. Climate function (air, greenhouse gases, filtering, temperature)
1	Rotation	118	13	13	19	10	10	10	11	16	3	13
2	Soil organic matter (% dw)	115	17	12	13	10	10	10	10	19	4	10
3	Abundance earthworms (number per m ²)	95	14	14	9	7	8	12	7	14	3	7
10	Biomass bacteria (mg C per g dw)	86	12	10	10	6	7	11	11	9	4	7
12	pH (KCl)	85	14	10	11	6	6	10	9	5	4	11
13	Diversity earthworms (number of taxa)	85	9	10	9	8	9	7	7	9	3	14
19	Diversity nematodes (number of taxa)	83	11	6	12	9	9	7	7	4	2	16
21	Physiological diversity bacteria (Biolog CLPP: Hill's slope)	83	9	5	10	9	9	10	8	6	4	13
24	Potential C mineralisation	74	15	7	7	5	7	11	7	8	2	4
26	Diversity micro-arthropods (number of taxa)	72	6	4	12	8	9	5	5	5	2	16
32	Potential N mineralisation	68	17	5	5	4	7	10	6	8	2	4
40	Water soluble P (Pw) and extractable P (PAL)	64	13	6	4	6	6	7	8	5	2	6
47	Nematode plant-parasites (number per 100 g soil)	51	5	3	15	4	3	4	3	5	2	7
50	Metal concentrations (mg per g dw)	47	4	4	6	6	5	4	8	4	2	5

↑ Indicateurs ↓



.011
(Rutgers et al., 2011)

Passer des services aux fonctions... et aux indicateurs

Natural capital stocks	Soil ecosystem services							
	Provision of food		Provision of physical support	Provision of raw materials	Flood mitigation	Filtering of nutrients and contaminants	Detoxification and recycling of wastes	Carbon storage and regulation of N ₂ O and CH ₄
Support	Water	Nutrients						
<i>Inherent properties</i>								
Depth		X			X	X	X	
Structure	X	X	X		X	X	X	X
Texture	X	X	X		X	X	X	
Soil strength		X	X					
Stone content		X	X	X	X	X		
Clay content		X	X	X	X	X	X	X
Fragipane	X	X		X	X			
Drainage class of subsoil		X	X		X		X	
Inherent mineral contents		X		X	X	X		
<i>Manageable properties</i>								
Biodiversity		X			X	X	X	X
Organic matter	X	X		X	X	X	X	X
Dissolved organic matter		X			X	X		
Anion storage capacity		X			X	X		
Cation exchange capacity		X			X	X		
pH		X			X	X		X
Porosity	X	X	X	X	X		X	X
Bulk density	X		X					
Nutrients status		X				X	X	X
Trace-elements status		X						X
Saturation levels		X				X		
Temperature		X				X		X
Soil water content	X	X	X	X	X		X	X
Field capacity	X	X		X	X		X	
Saturation capacity		X		X			X	
Available water capacity		X			X			
Plastic limit	X		X					
Drainage class of topsoil		X	X	X	X		X	X



Dominati et al., 2014)

.012

Quelles sont les bases de données ?

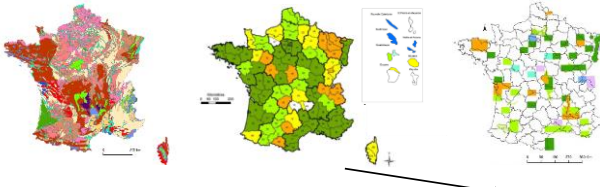


Inventaires de sols

Cartographies, caractéristiques pérennes

Inventaires de sols multi-échelles
Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS)

1/1 000 000 → 1/250 000 → 1/100 000 →

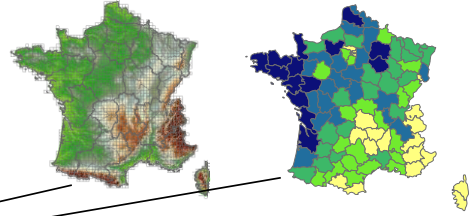


Surveillance des sols

Paramètres évolutifs, dimension temporelle

Surveillance systématique
Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS)

Données thématiques
Base de données des analyses de terre (BDAT)



Système d'information national Sol



Utilisateurs λ

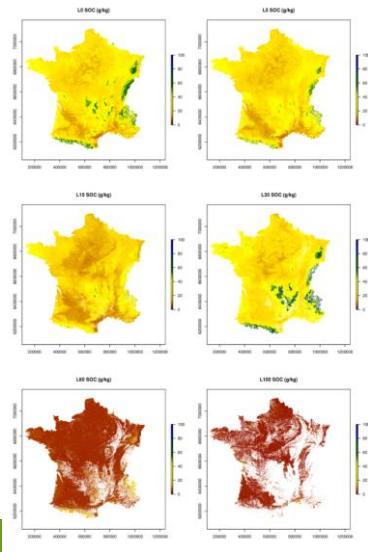


.013

www.gissol.fr

Calcul et spatialisation des services

Ex 1 : Calcul des stocks de C dans les sols, à différentes profondeurs par cartographie numérique (spatialisation 3D !)



Mulder et al., Geoderma, 2016

.014

Calcul et spatialisation des services

Ex 2 : Atténuation naturelle des contaminants dans les sols

$$NAC = 10 - \left(\frac{\log\left(\frac{FMA_{ref}}{FMA_{ref}}\right) + \log\left(\frac{pH_{ref}}{pH_{ref}}\right) + \log\left(\frac{SOM_{ref}}{SOM_{ref}}\right) + \log\left(\frac{PAL_{ref}}{PAL_{ref}}\right) + \log\left(\frac{PotC_{ref}}{PotC_{ref}}\right) + \log\left(\frac{PotN_{ref}}{PotN_{ref}}\right)}{6} \right)$$

and in few grid cells:

$$NAC = 10 - \left(\frac{\log\left(\frac{pH_{ref}}{pH_{ref}}\right) + \log\left(\frac{PAL_{ref}}{PAL_{ref}}\right) + \log\left(\frac{PotC_{ref}}{PotC_{ref}}\right) + \log\left(\frac{PotN_{ref}}{PotN_{ref}}\right) - \log\left(\frac{FMA_{ref}}{FMA_{ref}}\right) - \log\left(\frac{SOM_{ref}}{SOM_{ref}}\right)}{6} \right)$$

Natural attenuation
 < 0.5
 0.5 - 0.65
 0.65 - 0.8
 > 0.8

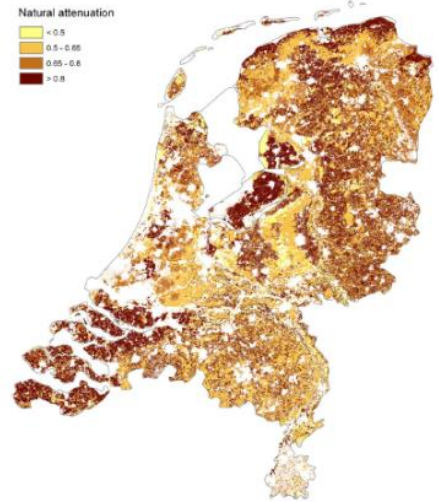


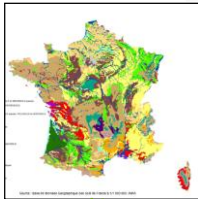
Fig. 3. Ecosystem service "natural attenuation of pollutants", based on six soil properties.



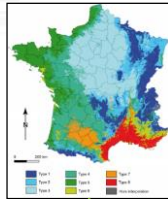
(van Wijnen H.J. et al., 2011)

Calcul et spatialisation des services (EFESE)

Soil databases
(BDGSF – 318 units)



Climate database
(8x8km) - (30 years)



Cropping systems



Agricultural practices



Pedoclimatic units
~23000

Pedoclimatic units
X
crops
~50000

Pedoclimatic units
X
crops
X
agricultural practices
~200 000

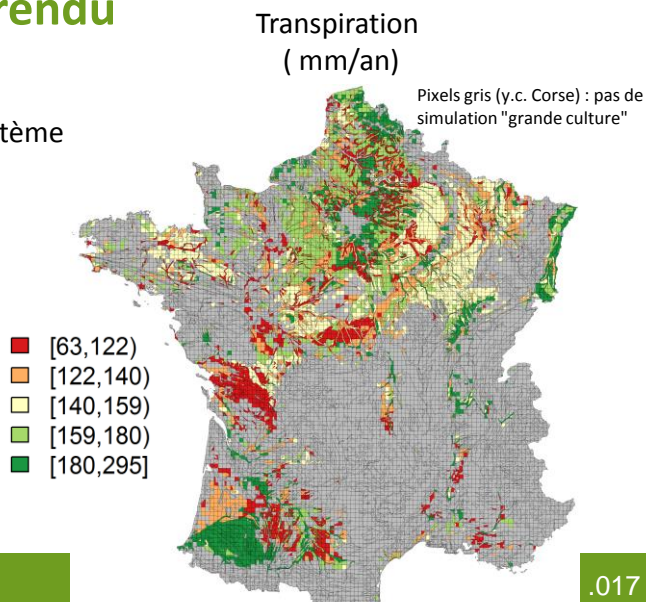
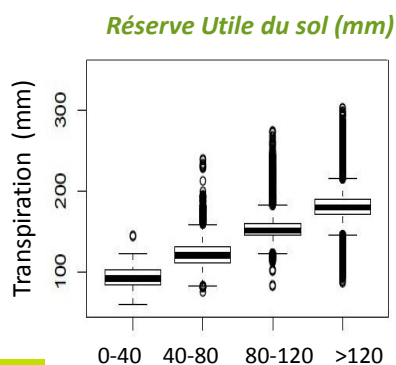
Pedoclimatic units X crops
X agricultural practices
X soil properties
~300 000



.016

Niveau absolu de service rendu par l'agro-écosystème

Ex 3 : Calcul de la transpiration de l'écosystème
(lien fort avec la RU du sol)



<http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/EFESE-services-ecosystemiques-rendus-par-les-ecosystemes-agricoles#>

.017

CONCLUSION

- De nombreux services sont liés aux sols
- Utilisation croissante des données « sol » pour calculer les SE
- Demandes d'accès aux BD de plus en plus fréquentes (attention à la propriété des données...)
- Utilité de poursuivre l'acquisition de données et de capitaliser l'existant dans des outils collectifs communs (ex : Donesolweb3)
- Nouvelles échelles à investiguer et paramètres à renseigner (ex : biologiques)
- R&D à poursuivre sur l'évaluation des SE (tant biophysique qu'économique)



.018

04 / 12 / 2017