



ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



# Evaluation des fonctions et des services écosystémiques fournis par les sols



A. Blanchart<sup>1</sup>, C. Calvaruso<sup>2</sup>, A. Pierart<sup>3</sup>, T. Eglin<sup>3</sup>, C. Grand<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sol & co / Laboratoire Sols et Environnement, Université de Lorraine, Inra

<sup>2</sup> EcoSustain, Inra

<sup>3</sup> Ademe

# Objectifs de l'étude



- 🎯 **Projets R&D co-financés par l'Ademe = développer méthodologies de mesure permettant prise en compte qualité sols dans politiques publiques :**
  - ➡ Urbanisme durable
  - ➡ Gestion durable des sols (agriculture/forêt)
  - ➔ **Synthèse de projets de recherche nationaux et internationaux**
- 🎯 **Nécessité réunir différents partenaires (recherche, CA, BET, agences publiques, laboratoires analyses) pour échanger sur concepts, méthodes de mesure et co-construire méthodologie d'évaluation des fonctions et des services sols**
  - ➔ **Synthèse ateliers d'échanges autour d'un contexte de réaménagement urbain**
- 🎯 **Mettre en lumière verrous scientifiques et/ou techniques qui persistent**

# Etat de l'art

## Etat des lieux projets R&D



### Sélection projets de recherche et paramètres étudiés

#### Tableaux de synthèse de projets de recherche

- ❖ Identification de projets de recherche et de porteurs de projet - lien avec Ademe
- ❖ Tableau synthétique envoyé par l'Ademe aux porteurs de projets pour renseignement
- ❖ 11 tableaux retournés complétés

❖ ~ 30 projets de recherche

#### Analyse bibliographique

- ❖ Identification de projets nationaux et internationaux majeurs
- ❖ Lien avec les projets déjà étudiés pour le projet Doudi-QS
- ❖ ~ 200 articles scientifiques et techniques consultés

❖ ~ 10 projets de recherche

~ 40 projets de recherche analysés

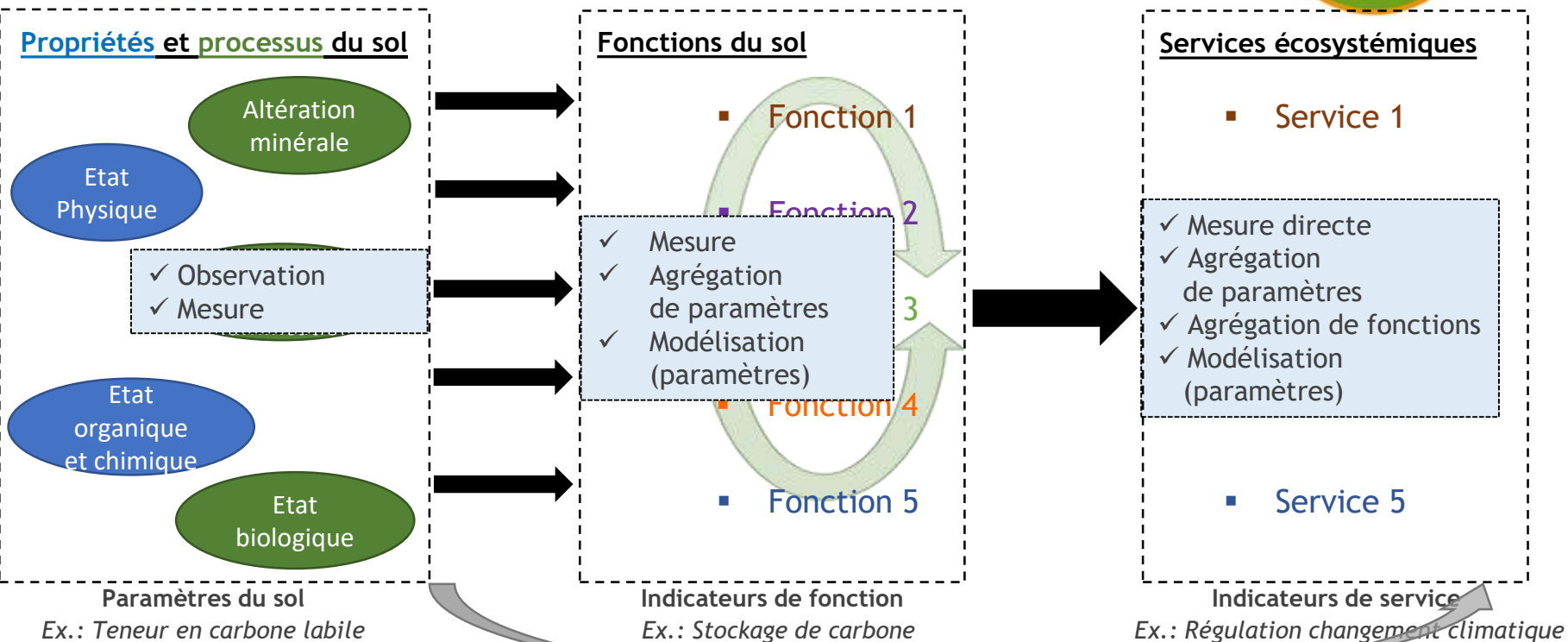
- ❖ Sélection **paramètres** → fréquence utilisation et/ou potentiel (réponse, protocole normalisé, TRL élevé, etc.)

- 150 paramètres identifiés
- 99 paramètres étudiés

- ❖ Difficultés analyse et traitement données

- Données manquantes littérature → qualité référentiel ;
- Plusieurs termes utilisés pour définir même paramètre ;
- Confusion fonctions/services

## Lien paramètres - fonctions - services



# Résultats état de l'art



## Contexte

- Recherche liée évaluation qualité des sols → principalement contexte agricole
- Plus grande diversité des paramètres identifiés en **milieu agricole** (94) qu'en **milieu urbain** (38)

## Echelle

- Environ **75%** projets de recherche étudiés = évaluation à l'échelle **parcelle agricole / site de projet**
- Echelle du territoire plus intégrée en **milieu urbain**

## Cible

- Peu de différence concernant les cibles / contextes agricole et urbain → **décisionnaires de projet, gestionnaires des sols pour adapter les usages et pratiques aux caractéristiques des sols**

# Résultats état de l'art

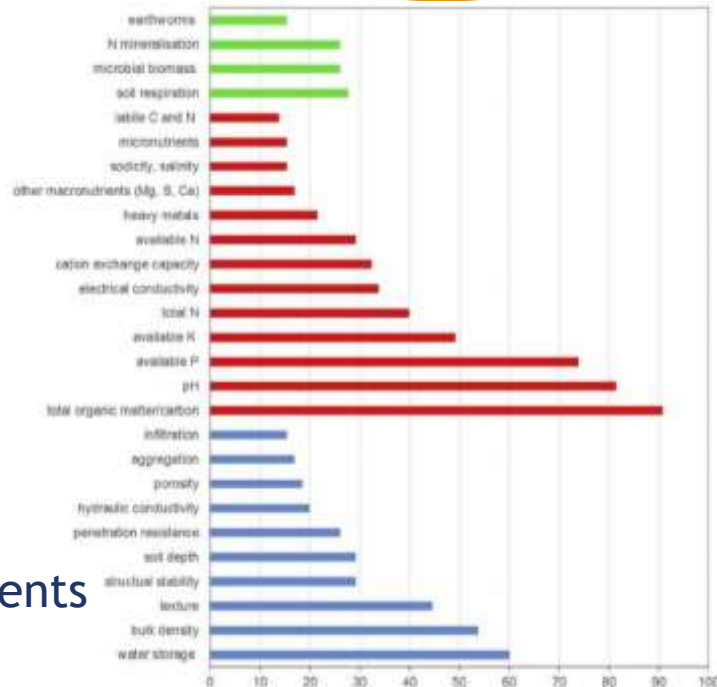


## Fréquence de citation des paramètres

Class	Physique	Chimique	Biologique
1	Compacité	pH	Biomasse moléculaire microbienne
2	Texture	ETM Totaux	Abondance, diversité, structure ver de terre
3	Structure	Teneur éléments assimilables	Abondance, diversité, structure nématodes
4	Épaisseur de sol	C/N	Diversité microbienne
5	Infiltration eau	CTO Totaux	SET escargot
6	Réserve utile	Teneur oligo elements	Indice Omega-3
7	Stabilité agrégats	Capacité d'échange cationique	Densité racinaire
8	Hydromorphie	Teneur matière organique	Activités enzymatiques
9	Porosité	Stockage de C org	Biomasse microbienne
10	Etat d'humidité	Teneur en Corg et N total	Respiration basale

10 paramètres les plus cités (projets Ademe + internationaux)

Büneman et al., 2018



Fréquence de citations des paramètres dans 45 études

Büneman et al., 2018

Accord avec littérature → synthèse ISQAPER

Mais quelques paramètres beaucoup plus fréquents

→ Contexte urbain / industriel

→ Équipes de recherche très actives dans ces domaines

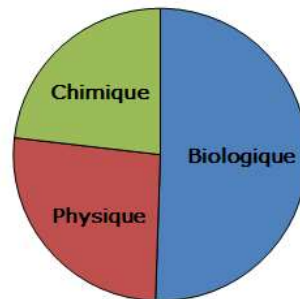
# Résultats état de l'art



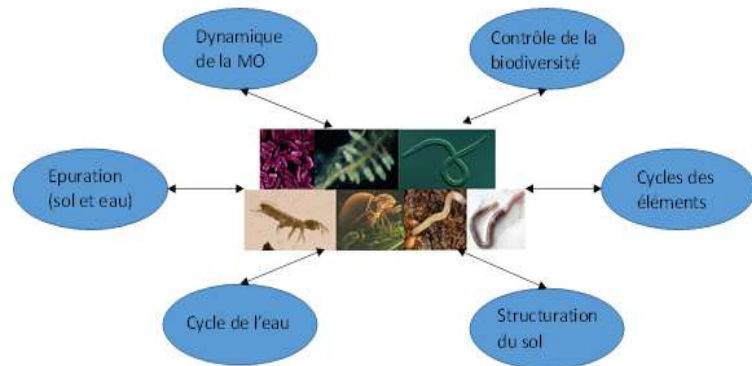
## Le récent « boom » des paramètres biologiques

- Paramètres biologiques représentés  
→ 50% des paramètres listés ; +/- présents
- Importance compartiment « biologique »
- Paramètres sensibles = réponse rapide/adaptée
- Développement continu méthodologies acquisition + émergence laboratoires analyses

- Construction de paramètres biologiques (*bio indicateurs*) : organismes variés et fonctions diverses + méthodes d'analyses différentes
- Grande diversité de paramètres



Distribution des types de paramètres



Les paramètres biologiques comme réponse une diversité d'enjeux



# Résultats état de l'art



## Niveau d'opérabilité des paramètres contrastés

Niveau d'opérationnalité



Te : terrain  
Me : mesure  
La : laboratoire  
An : analyse  
Mo : modèle

Paramètres	Groupe	Opérationnalité	Paramètre	Groupe	Opérationnalité
Réserve en eau utile	Mo	Orange	pHeau/pHKCl	Te-Me ou La-An	Vert
Etat de surface (traces d'érosion/trouée de battance)	Te-obs	Vert	Teneur en éléments assimilables (Ca, Mg, K, Na, P)	La-An ou Te-Me	Vert
Vitesse d'infiltration de l'eau	Te-Me	Orange	Teneur oligoéléments	La-An	Vert
Traces d'hydromorphie	Te-Obs	Vert	Teneur et stocks en MO et C organique	Te-Obs ou La-An	Vert
Humidité du sol	Te-Obs ou Me-La	Vert	Evolution des teneurs et stocks de C org.	Mo	Orange
Densité, état racines, prof. enracinement	Te-Obs	Vert	Pool carbone labile	Te-Me ou La-An	Orange
Abondance et diversité vers de terre	Te-Obs	Vert	Pool carbone stable	La-An	Orange
Abondance et diversité mésofaune (collemboles)	La-An	Red	Teneur N total	La-An	Vert
Abondance et diversité mésofaune (cloportes-carabes)	La-An	Red	Teneur N labile	Te-Me et/ou La-An	Orange
Abondance et diversité de la microfaune	La-An-(Mo)	Vert	Rapport C/N	Mo	Vert
Biomasse microbienne	La-An	Orange	Teneur en métaux lourds, HAP, PCB... (agri)	La-An	Vert
Biomasse moléculaire microbienne	La-An-(Mo)	Vert	Mobilité des métaux lourds (agri)	La-An	Vert
Respiration basale	Te-Me ou La-An	Orange	Bioindicateurs - réponse- végétation	Te-Obs	Vert
Vitesse de décomposition MO	Te-Me	Orange	Bioindicateurs - accumulation- indice SET - végétaux	La-An	Vert
Diversité taxonomique microbienne	La-An-(Mo)	Vert	Bioindicateurs - accumulation- indice SET - escargots	La-An	Vert
Ratio champignons/bactéries	La-An-(Mo)	Vert	Indice oméga 3	La-An	Vert
Activités enzymatiques ciblant des éléments	La-An	Orange	Niveau d'activité biologique (Lamina Bait)	Te-Me	Orange
Structure/porosité	Te-Obs	Vert	Epaisseur de sol	Te-Obs	Vert
Stabilité des agrégats	Te-Me	Orange	Texture du sol	Te-Obs ou La-An	Vert
Densité apparente/compacité	Te-Obs ou Te/Me	Vert	Pierrosité	Te-Obs ou La-An	Vert
Sensibilité à la compaction	Te-Obs+Mo	Vert	Teneur calcaire total et calcaire actif	La-An et Te-obs	Vert
Capacité d'échange cationique et taux de saturation	La-An	Vert			



## Niveau d'opérabilité des paramètres contrastés

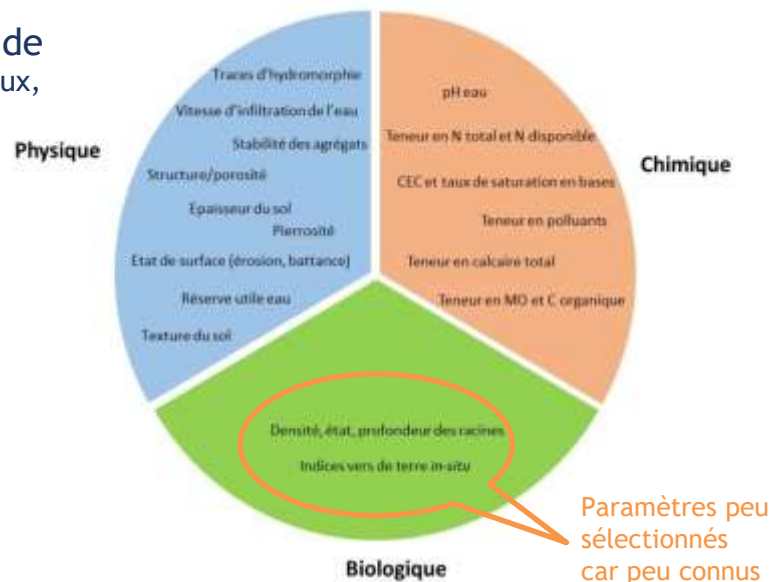
- Paramètres physiques et chimiques
  - Consensus entre les groupes
  - Opérationnels avec référentiel robuste pour la plupart
  - Evalués depuis nombreuses années
  - Lien avec conseil agronomique éprouvé
  - Nouvelles méthodes en développement pour répondre aux besoins

- Paramètres biologiques
  - Fort potentiel de ces paramètres (intérêt reconnu)
  - Caractère opérationnel variable : protocoles et méthodes analyses standardisées, émergence de plateformes d'analyse, qualité référentiels variable et difficile à évaluer
  - Interprétation des résultats d'analyse parfois complexe (agrégation de paramètres) : difficulté d'engager des conseils pour une gestion durable des sols

## Sélection des paramètres lors des ateliers (3 groupes de 6 à 8 personnes)

- Résultats issus des groupes de l'atelier « urbain »
- Contexte : création d'un parc naturel urbain + zone humide avec forte valeur écologique et récréative (observation oiseaux, jeux enfants)
- Paramètres cités au moins trois fois pour répondre au contexte proposé :  
17 paramètres (/43) - 2 biologiques (/16)

- ➔ Liste « à minima » de paramètres pouvant être retenus pour évaluer les fonctions du sol
- ➔ Majorité de ces paramètres bénéficie d'un référentiel d'interprétation



# Résultats des ateliers



## Sélection fonctions et services lors de la mise en situation

Consensus par tous les groupes sur le choix des services sélectionnés

- Lien avec contexte donné
- Un service repose sur 2 à 3 fonctions

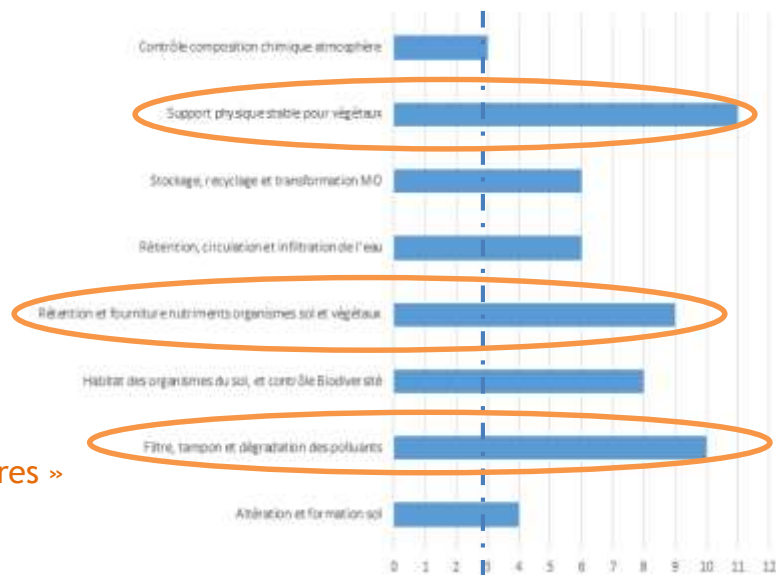
5 services / 7 retenus par tous les groupes

Services « eau » : services sur lesquels reposent beaucoup de fonctions

Sélection des fonctions

- 8 fonctions / 10 ont été sélectionnées au minimum 3 fois
- Une fonction peut renseigner plusieurs services
- Certaines fonctions peuvent être considérées comme « majeures »

Choix des fonctions disparate entre les groupes



Occurrences des fonctions sélectionnées dans les ateliers

# Conclusion / Perspectives



- ① **Evaluation qualité sols = enjeu majeur pour aider politiques publiques** à proposer actions concrètes pouvant être mises en œuvre par les professionnels afin de favoriser préservation des sols
- ① Recherche française = **active / développement**
  - ➔ Méthodologiques
  - ➔ Technologiques
  - ➔ Conseil
- ① **Clarification terminologie** relative à l'évaluation fonctions et services rendus par les sols
- ① **Poursuivre la mise en réseau d'acteurs pour co-construction**
- ① **Poursuivre retours expériences / améliorer référentiels interprétation**
- ① **Mettre en place des projets de communication / formation**



## Pour aller plus loin...

- Anne Blanchart, Christophe Calvaruso, Thomas Eglin, Antoine Pierart et Cécile Grand, 2019. Méthodologies d'évaluation des fonctions et des services écosystémiques rendus par les sols, Synthèse séminaire du 12 juin 2019, INRA Orléans. Cet ouvrage est disponible en ligne [www.ademe.fr/mediatheque](http://www.ademe.fr/mediatheque)
- Calvaruso C., Blanchart A., Bertin S., 2019. Diagnostic de la qualité des sols agricoles et forestiers : indicateurs de suivi et stratégies de déploiement. 80 pages + Annexes. Cet ouvrage sera prochainement disponible en ligne [www.ademe.fr/mediatheque](http://www.ademe.fr/mediatheque)
- Calvaruso C., Blanchart A., Bertin S., 2019. Synthèse - Diagnostic de la qualité des sols agricoles et forestiers : indicateurs de suivi et stratégies de déploiement. 21 pages. Cet ouvrage sera prochainement disponible en ligne [www.ademe.fr/mediatheque](http://www.ademe.fr/mediatheque)





# Evaluation des fonctions et des services écosystémiques fournis par les sols

A. Blanchart<sup>1</sup>, C. Calvaruso<sup>2</sup>, A. Pierart<sup>3</sup>, T. Eglin<sup>3</sup>, C. Grand<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sol & co / Laboratoire Sols et Environnement, Université de Lorraine, Inra

<sup>2</sup> EcoSustain, Inra

<sup>3</sup> Ademe

[anne.blanchart@sol-et-co.fr](mailto:anne.blanchart@sol-et-co.fr)

[cecile.grand@ademe.fr](mailto:cecile.grand@ademe.fr)

