INTÉGRER LES BIO-INDICATEURS POUR LA PRISE EN COMPTE DE LA SANTÉ DES SOLS DANS LA MÉTHODOLOGIE NATIONALE DE GESTION DES SITES ET SOLS POLLUÉS

Enjeux et perspectives

Jennifer Harris, Virginie Derycke et co-auteurs des projets de recherche ISLANDR, REECOL, RESPONSE, RECORD, DECINECO-BCA, EDF-fonction des sols

26/06/2025

Funded by the European Union

Panorama de la gestion française des sites et sols pollués

Par où on commence?

Parties prenantes

- Administration
  DGPR/DREAL/ARS/DGPR
- Collectivité
- Public
  (particulier/association)
- Experts
  (ingénierie/AMO/R&D)
- Donneur d'ordre
  (exploitant industriel/propriétaire foncier/aménageur)

Documents structurant la démarche de gestion

Certification LNE SSP

Méthodologie nationale 2007 – MAJ 2017

Série de normes NFX31-620

Réglementation

- ICPE
- Déchets (hors site)
- Hors ICPE/Déchets
- CASIAS
- SIS/SUP
- Tiers-demandeur

Typologie des données

Qualitatives :

- Archives
- Observations terrain
- Témoignages
- BDD InfoSols
- Représentations qualitatives

Quantitatives:

- BDD
- Echantillonnage
- Analyse
- Calculs
- Représentations quantitatives

Outils intégrateurs : synthèses/décisions/ Dialogue: experts/DO/administration

Schéma conceptuel S-T-C

Projet ADEME RESPONSE

Bilan Coût Avantage

Projet R&D EDF DECINECO-BCA
Thèse C. Dalquier

Projets ISLANDR/REECOL/RESPONSE/BIOTUBES, etc,,

Funded by the European Union

ENJEU

Ce que cela signifie de considérer la santé des sols dans la gestion des SSP

Une approche fondée sur les risques en matière de santé des sols vise à maintenir ou restaurer les fonctions du sol tout en gérant les risques posés par les contaminants ou autres facteurs de stress.

Elle consiste à faire correspondre l'adéquation de l'usage des terres aux différentes classifications de risque et aux exigences fonctionnelles du sol.

➡️ **Établir un lien entre la contamination des sols, la remédiation et l'usage des terres**

Dans le processus de prise de décision, il s'agit de trouver un équilibre entre :

- le niveau de santé des sols requis pour un usage futur des terres,
- le niveau de décontamination nécessaire (dans le cadre de la gestion des risques),
- la prévention d'une dégradation supplémentaire des fonctions du sol.

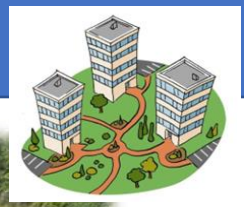
Géosciences pour une Terre durable
brgm

Quand intégrer les bio-indicateurs de l'évaluation de la santé des sols ?

Diagnostic initial

Dépollution

Réhabilitation



Contrôles/certification

Usage ciblé

Caractérisation de la dégradation des sols

Aide au choix des techniques de dépollution et réhabilitation

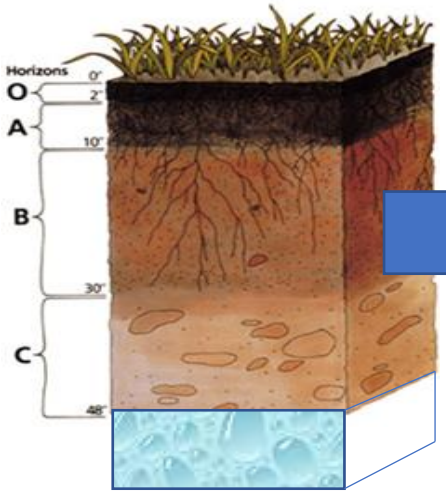
Monitoring à court et long terme

Méthodes de Dépollution

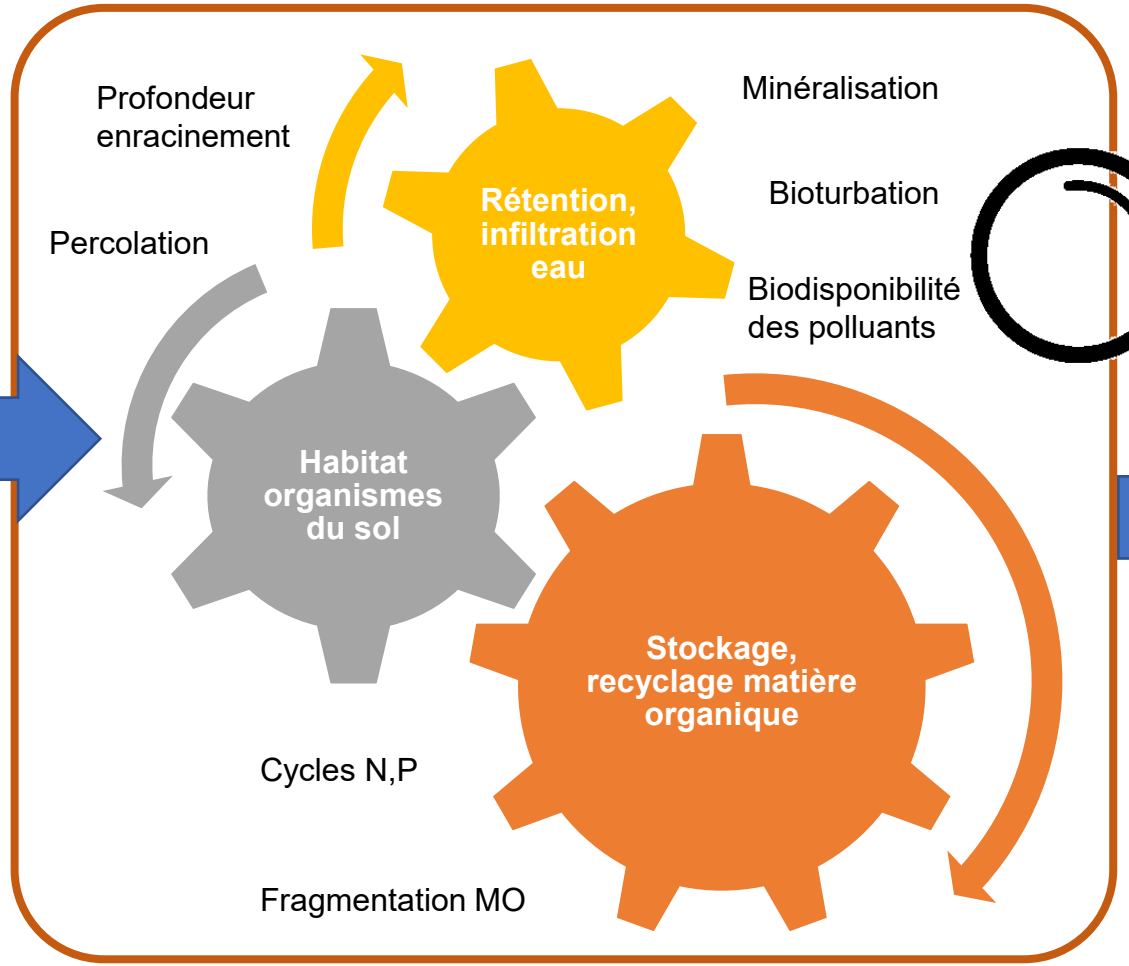
Sélection de NBS

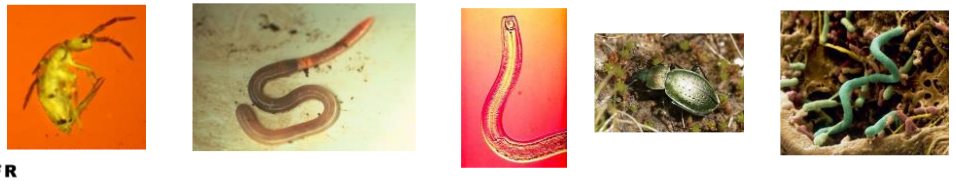
Suivie

Des indicateurs, aux fonctions, à la santé



Fonctions du sol



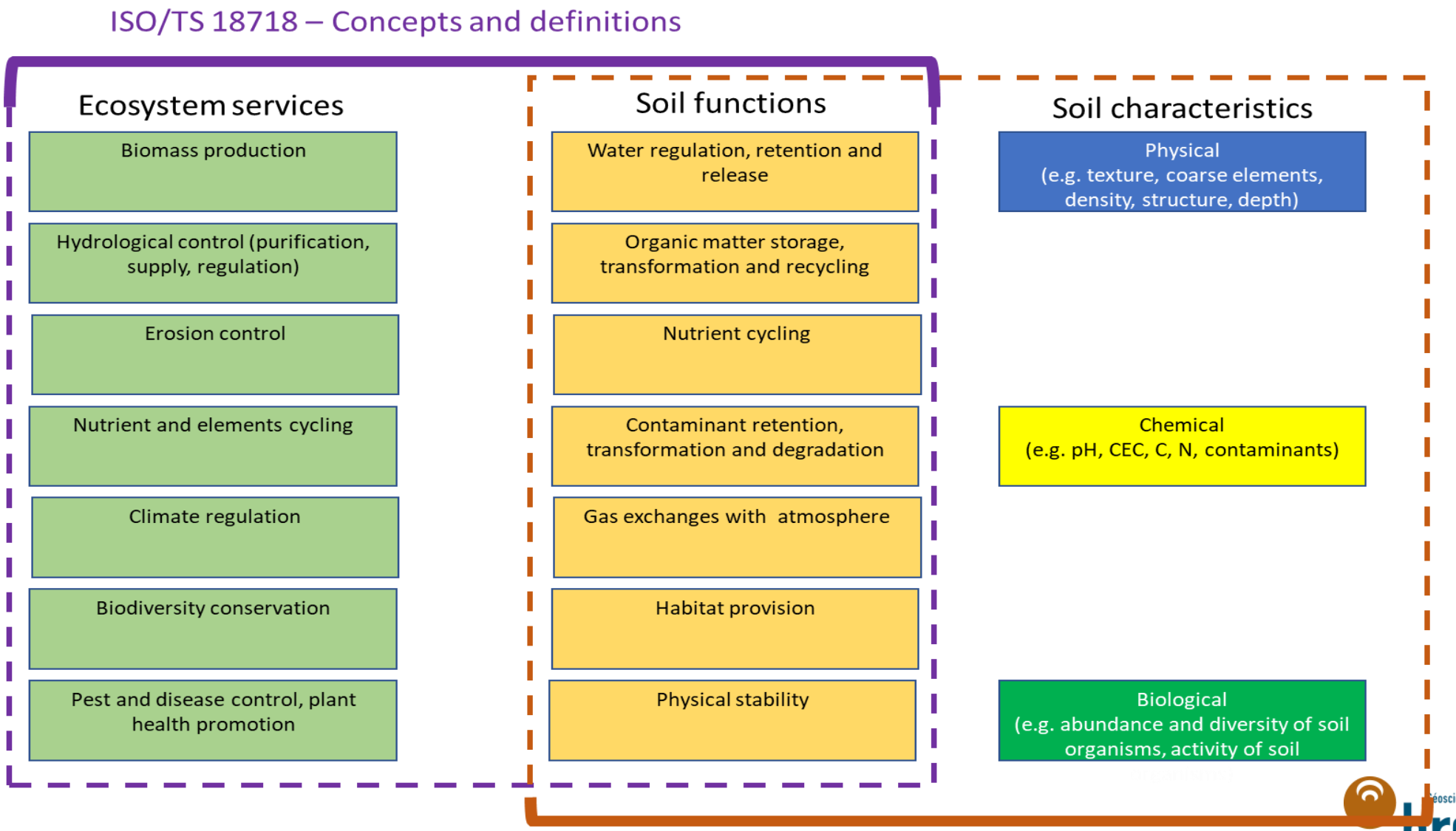


Indicateurs des fonctions

- Paramètres physico-chimiques
- Paramètres biologiques

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Projet de normalisation en cours (ISO/TS 18718 et ISO/TS 18721)



Quand intégrer les bio-indicateurs de l'évaluation de la santé des sols ?

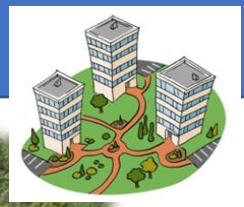
Diagnostic initial

Caracterisation de la degradation des sols

Dépollution

Aide au choix des techniques de dépollution et réhabilitation

Réhabilitation



Contrôles/certification

Usage ciblé

Monitoring à court et long terme

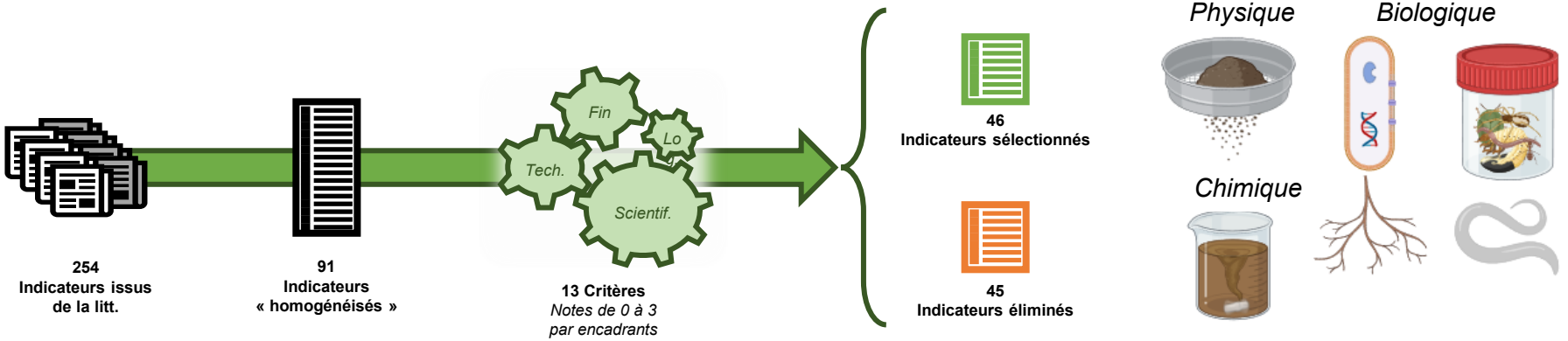
Méthodes de Dépollution

Sélection de NBS

Suivie

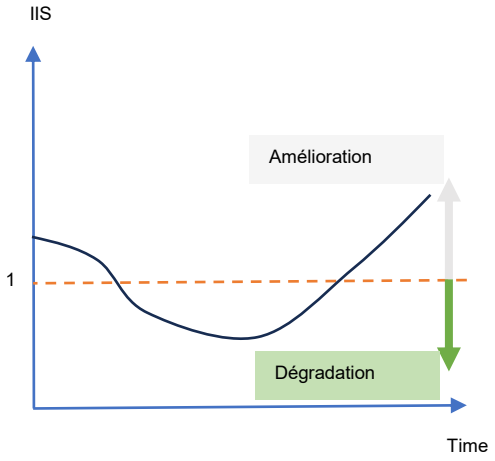
DIAGNOSTIC/MONITORING

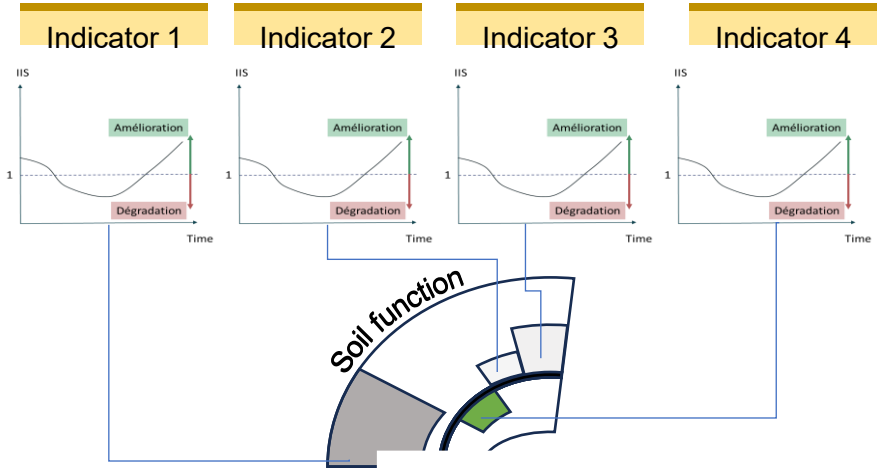
Thèse Caroline Dalquier (en cours)
Développement d'une approche intégrée de gestion des sols dégradés, depuis le diagnostic fonctionnel jusqu'à la mise en place de solutions



Caractérisation initiale de la santé des sols

Projets Biotubes/Response
Choix de bioindicateurs pour évaluer l'efficacité de la réhabilitation à court/long terme





Scoring

Flash poster Oliver HULLOT

DEMARCHE

Quelles fonctions mesurer pour quel usage ?

	Support for Plant Growth	Nutrient Cycling	Water Storage and Regulation	Water Filtration	Carbon	Biological Habitat	Erosion control	Buffering pH
Agricultural								
Urban								
Industrial								
Artificial land								
Cropland								

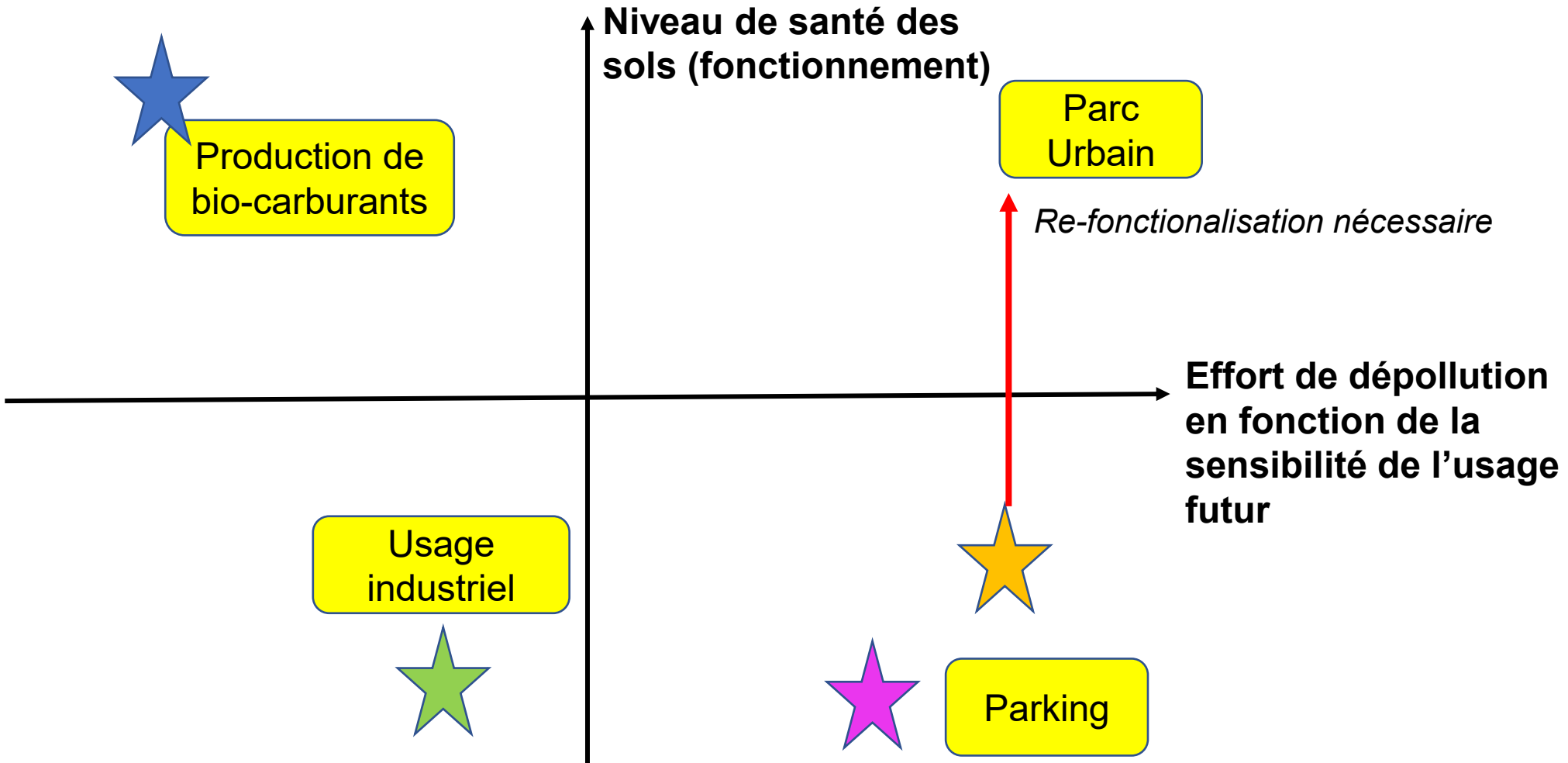
Funded by the European Union

Views and opinions extressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Research Executive Agency (REA).
Neither the European Union nor the granting authorithy can be held responsible for them.
ISLANDR has recieved funding through the European Union's Horizon Europe Research and Innovation Programme under Grant Agreement 1001112889

Quel niveau de dépollution et quelle « santé » pour quel usage ?

Technique de dépollution

- In situ stabilization
- Attenuation Naturelle
- Désorption thermique
- Oxidation Chimique



Funded by the European Union

Views and opinions extressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Research Executive Agency (REA).
Neither the European Union nor the granting authorithy can be held responsible for them.
ISLANDR has recieved funding through the European Union's Horizon Europe Research and Innovation Programme under Grant Agreement 1001112889

Quand intégrer les bio-indicateurs de l'évaluation de la santé des sols ?

Diagnostic initial

Caracterisation de la degradation des sols

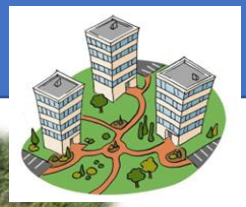
Dépollution

Aide au choix des techniques de dépollution et réhabilitation

Méthodes de Dépollution

Sélection de NBS

Réhabilitation



Monitoring à court et long terme

Contrôles/certification

Usage ciblé

Suivie

Comment choisir le scénario de dépollution pour être en adéquation avec le futur usage ?

Etat initial =
Caractéristiques du site

Evaluation de la santé des sols initiale

Bilan coûts avantages intégrant les fonctions

Choix du scénario de depollution

- Atteinte d'un seuil de coupure (gestion pollution)
- Atteinte d'un niveau de fonctionnalité souhaité (gestion de la santé du sol)

Seuil de dépollution validé par une ARR (scénario d'exposition)

Etat final =
Usage futur envisagé

santé des sols envisagée

Oriente :
- Les **scenarios d'exposition** retenus pour le PG
- Le **scenario de multi-fonctionnalité des sols** (fonctions du sol retenus/privilégiées)
- La trajectoire pédologique envisagée

Quand intégrer les bio-indicateurs de l'évaluation de la santé des sols ?

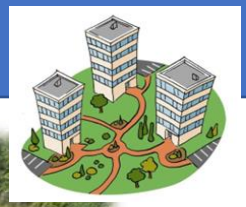
Diagnostic initial

Caracterisation de la degradation des sols

Dépollution

Aide au choix des techniques de dépollution et réhabilitation

Réhabilitation



Contrôles/certification

Usage ciblé

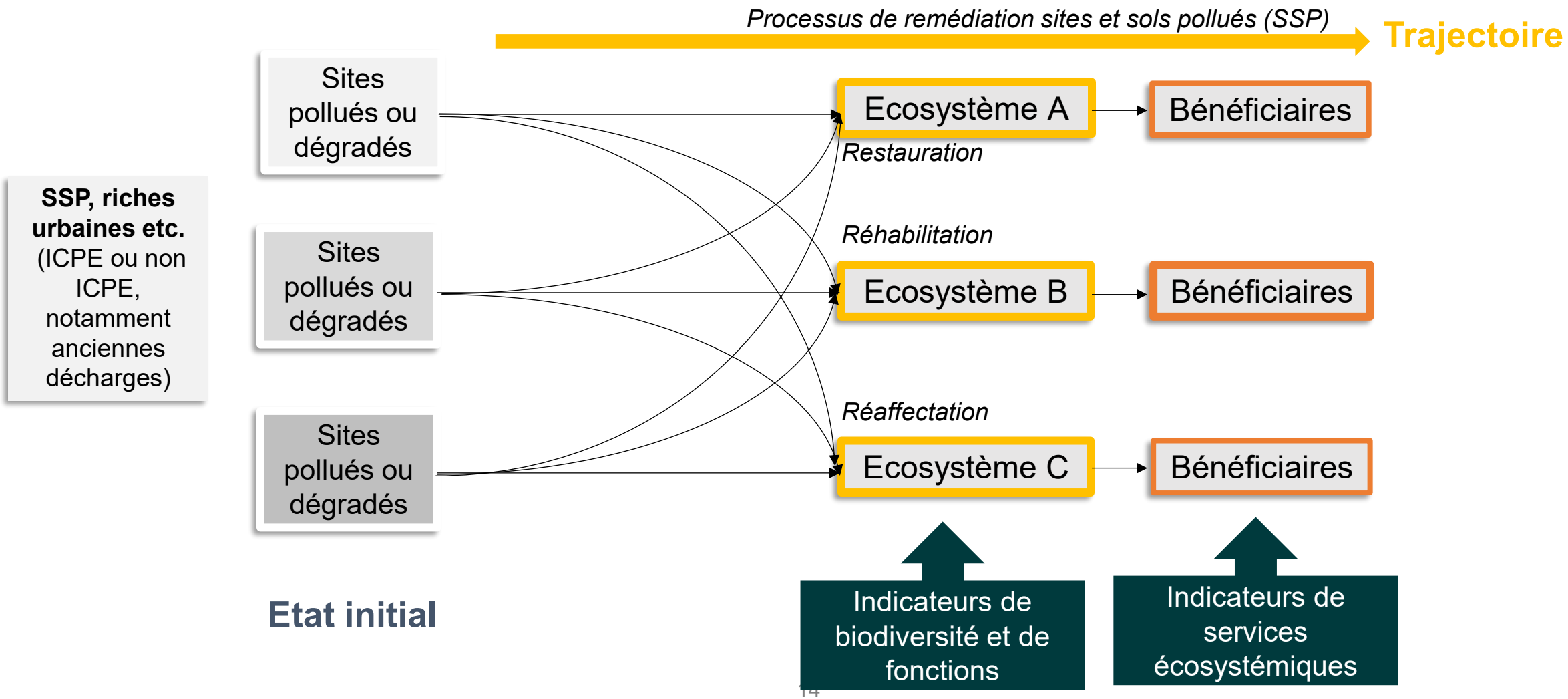
Monitoring à court et long terme

Méthodes de Dépollution

Sélection de NBS

Suivie

Quelle approche pour évaluer le succès d'une réhabilitation ?



Outil de conception et de suivi de la réhabilitation écologique de sites dégradés intégrant les Solutions Fondées sur la Nature

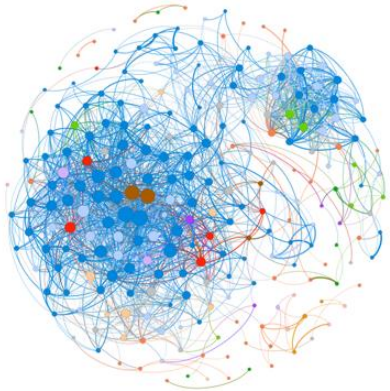
Contexte du site	SfN préconisées	Indicateurs RISQUE	Indicateurs SE	Indicateurs Fonction	Synthèse	Suivi
• Décrivez le contexte de votre site • Qualifiez les enjeux	Découvrez la liste de SfN préconisées et affinez votre sélection	En cas de pollution sur site, prenez connaissance des indicateurs qui peuvent témoigner d'un risque pour l'environnement	Découvrez la liste des indicateurs de SE pour suivre le succès de la réhabilitation	Découvrez la liste des indicateurs de fonction pour suivre le succès de la réhabilitation	Découvrez les résultats présentés de manière synthétique	Mettez en place un suivi de la réhabilitation en modifiant les graphes proposés

Seule une sélection d'indicateurs est proposée.
La liste complète des indicateurs disponibles est disponible dans les onglets :
- BD_RISQUES_Vf
- BD_SE_Vf
- VD_Fonctions_Vf

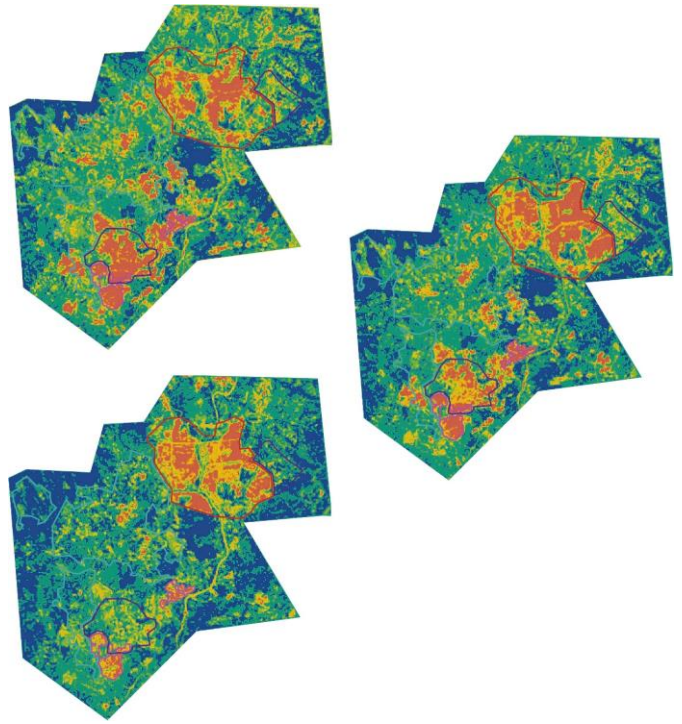
Notice d'utilisation de l'outil disponible sur www.record.org

REECOL Ecological rehabilitation and long term monitoring of post mining areas

Monitoring des la rehabilitation de sites miniers à différentes échelles temporelles et spatiales



+



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Research Executive Agency. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Co-funded by the European Union

Research Fund for Coal & Steel

Géosciences pour une Terre durable brgm

Intégration progressive des bio-indicateurs pour prendre en compte la santé des sols en gestion SSP

- **Travaux de R&D** (différents niveaux de TRL)
  - *Développer des bio-indicateurs*
  - *Tester les domaines d'application*
  - *Développer des référentiels associés*
  - *Développer des outils d'utilisation des bio-indicateurs*
  - *Avancées dans les outils métrologiques*
  - *…*
- **Normes :**
  - *Fonctions des sols et services : ISO/TS 18718 et ISO/TS 18721*
  - *Méthode TRIADE (ERE)*
- **Directives européennes:**
  - *Directive relative à la surveillance et à la résilience des sols (votes en cours)*
  - *Loi européenne sur la restauration de la nature (2024)*
- **Législation française :**
  - *Loi ZAN (2023)*

1) Fiches techniques innovantes

- **Diagnostic**
- **Gestion de la pollution**
- **Surveillance environnementale**

Article UPDS Mag avril 2025
LES BIOINDICATEURS
AU SERVICE DES SITES ET SOLS POLLUES

TRL>7

2) Méthodologie nationale de gestion des SSP et/ ou code de l'environnement

3) Expertise BE/labo et choix DO
→ Besoin de validation de l'administration pour les ICPE (perçu comme un risque pour les DO)

Les Bio- indicateurs en SSP: messages clés

- **Répondent à des enjeux variés** (biodispo, dépoll, santé des sols, écotox)
- **objectif ET contexte** : pour quoi, pour qui, dans quel cadre
- Choix d'indicateurs : **compromis** sur besoins scientifiques (exactitude, précision) et contraintes techniques, économiques, sociétales (coût, délai, modalité de prélèvement)

- Constitution de **référentiels** pour l'utilisation opérationnelle
- Elaboration de **documents guides** adaptés aux contextes et aux utilisateurs (ex. pour les SSP : Guide du donneur d'ordre – méthodologie nationale pour les experts)

Utilisation des indicateurs avec précaution en SSP
Importance de l'articulation entre données qualitatives et quantitatives

2007 : suppression d'indicateur 'seuil sols' dont Valeurs de Définition de Source Sol (VDSS)
privilégier des questions : source?/transfert?/cible? ET une action proportionnée par rapport aux enjeux

Eviter **l'effet Mc Namara** (biais cognitif)
"If it can't be measured, it doesn't exist"

Merci de votre attention.

Avez-vous des questions ?

Funded by
the European Union