



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Journée technique d'information et de retour d'expérience de la gestion des sites et sols pollués

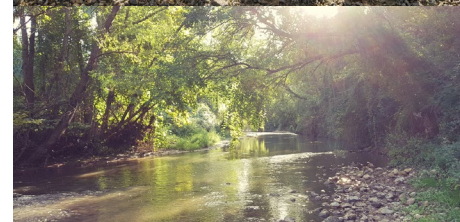
Jeudi 4 décembre 2025

**Organisée par l'Ineris et le BRGM,
en concertation avec le Ministère
en charge de l'environnement**

Table ronde 3

Usage de renaturation

Nouvelles opportunités pour les SSP



Usage de Renaturation

Nouvelles opportunités pour les SSP

Intervenants

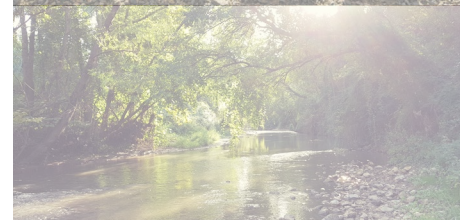
Valérie Bert, Directrice de recherche, Ineris

Cécile Grand, chef de projet SSP, Ademe

Hugo Maurer, Directeur stratégie, NEO-ECO

Jean-François Nau, Directeur métier Biodiversité & renaturation, EODD Ingénieurs Conseils

Zoé Raimbault, Ingénieur de recherche, Institut de Transition Foncière



La renaturation

A la croisée des enjeux environnementaux et réglementaires



Ré-ensauvagement des grands espaces naturels

Processus par lequel un espace, une espèce ou un écosystème reprend un caractère plus sauvage après avoir été modifié, domestiqué ou exploité par l'humain

Recréer / restaurer des zones humides

Favoriser les continuités écologiques



Revégétalisation de l'espace urbain

Recréer / restaurer les habitats écologiques

Promouvoir un écosystème autonome et fonctionnel

Recréer des forêts urbaines et des jardins partagés au cœur des milieux urbains



Désartificialisation des sols (loi Climat & Résilience, 2021)

Renaturation au titre du ZAN: toute action ou opération de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en sol non artificialisé



La Renaturation à différentes échelles

La renaturation à l'échelle de la planification

Renaturation pour répondre aux enjeux de l'adaptation au changement climatique et de la lutte contre la perte de la biodiversité et amélioration du cadre de vie

Renaturation des cours d'eau naturel, renaturation des cours d'eau busés, renaturer une zone humide

Restauration trame verte, amélioration corridors écologiques, descellement des sols urbains, nouvelles plantations sur des espaces végétalisés etc.

La renaturation à l'échelle du projet d'aménagement

Compensation écologique: compensation obligatoire des atteintes à la biodiversité (espèces, habitats, fonctions écologiques) lors de la mise en œuvre de la séquence « éviter-réduire- compenser » (ERC)

Désimperméabilisation: opération volontaire de rétablissement de la fonction hydrique des sols

Végétalisation: opération visant à mettre en place de façon spontanée ou assistée une couverture végétale

Restauration écologique: procédé par lequel on accompagne le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit

Restauration des sols, régénération des sols, rehabilitation des sols: techniques de génie-écologique, génie-pédologique

La renaturation

Un sujet transversal...

« La restauration écologique est le processus qui assiste le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit » (Society for Ecological Restoration , SER, 2004)

Objectif: rétablissement de tous les attributs de l'écosystème de référence

Vision eco-centrée

« La renaturation d'un sol, ou désartificialisation, consiste en des actions ou des opérations de restauration ou amélioration de la fonctionnalité d'un sol, ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non artificialisé » (Loi Climat&Résilience 2021)

Objectif: amélioration de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques, climatiques ainsi que de son potentiel agronomique

Vision pédo-centrée

La renaturation au cœur des nouveaux dispositifs réglementaires d'aménagement des territoires

Règlement européen de restauration de la nature - 2024

Stratégie nationale pour la biodiversité - 2023

Loi Climat&Résilience – 2021 Loi ZAN et ses 3 décrets d'application - 2023

Directive européenne sur la surveillance et la résilience des sols - 2025

Restaurer tous les écosystèmes terrestres, aquatiques et marins 2050

Restaurer la qualité des écosystèmes

Réduction de la pression sur la biodiversité 2022-2030

Restaurer la biodiversité

Atteinte du ZAN 2050
artificialisation  renaturation

Restaurer les fonctions des sols

Atteinte de la bonne santé des sols en 2050

Réhabilitation des sols

Contexte réglementaire

Définition

Décret n°2022-1588 du 19 décembre 2022 relatif à la définition des **types d'usages dans la gestion des sites et sols pollués**

- Entrée en vigueur : le 1er janvier 2023
- Usages retenus : industriel, tertiaire, résidentiel, récréatif de plein air, agricole, accueil de populations sensibles et **usage de renaturation** (nouvel usage, **critères spécifiques** et intention écologique)
- Mixité des usages possible (**critères communs** avec les autres usages)
- Centrée sur les enjeux environnementaux mais **n'exclut en rien la présence humaine**



« **Usage de renaturation**, impliquant une désartificialisation ou des opérations de **restauration** ou d'**amélioration de la fonctionnalité des sols**, notamment des opérations de désimperméabilisation, à des fins de développement d'habitats pour les écosystèmes »

Le parc des Aygalades, Marseille

Jean-François NAU, Hugo Maurer



**POLLUTION PARTIELLE
DES SOUS-SOLS DÛE AU PASSÉ INDUSTRIEL**

CONTEXTE GENERAL

**TRAVERSES DE CHEMIN DE FER
TRAITÉES À LA CRÉOSOTE**

CONTEXTE GENERAL

Operation d'intérêt national (OIN)

CRÉE EN 1995 PAR
L'ÉTAT ET LES
COLLECTIVITÉS LOCALES

L'Agence de développement
public Euroméditerranée
(EPA) conçoit, développe et
construit la ville
méditerranéenne durable de
demain au cœur de la
métropole Aix-Marseille-
Provence.



« Parc du ruisseau des Aygaldes »

Réaménagement des friches industrielles et économie circulaire.

Créer un parc de 16 hectares d'ici 2031 sur le site d'anciennes activités ferroviaires au nord de Marseille.

Objectifs

- Le cours d'eau retrouvera sa géographie historique :
 - Renaturation du ruisseau des Aygaldes, actuellement partiellement recouvert
 - Gestion des crues
- Aménagement paysager
- Lutte contre les îlots de chaleur urbains (ICU)
- Améliorer la biodiversité

➔ Nécessitera l'apport de 80 000 m³ de terres fertiles

Méthodes

- Consultation préalable des parties prenantes
- Communication continue
- Expérimentation
- Gouvernance forte (MOA = EuroMed) + collectivités dont les services gestionnaires
- Une MOA motivée par l'innovation et la recherche
- Le projet bénéficie de nombreux cofinancements : Banque des territoire, Agence de l'eau, Ademe, ...



Avant et Après

Participation citoyenne

2031
Fin de projet

128 M€
Cout global

dont 64 M€ pour les travaux



Soutenir l'évolution des pratiques par l'expérimentation

Le futur parc du ruisseau des Aygalades nécessite de grandes quantités de terre de qualité suffisante pour accueillir le public et permettre la croissance des plantes.

- Terres actuelles polluées ou inertes = incapables de répondre à ces objectifs.
- Impossible d'importer toute la terre nécessaire à la création de ce parc pour des raisons économiques et écologiques → solutions pour traiter et réutiliser la terre déjà présente sur le site.

Construire un sol fertile et aménager le parc à l'aide de matériaux provenant du site

80 000 m³ de terreau fonctionnel à construire à partir des matériaux du site



Euroméditerranée : La fabrique du parc

« Parc du ruisseau des Aygalades »



Le rôle de l'AMO

1 – prise de connaissance des données et synthèse



Programme d'investigations complémentaires

- Etudes faune/flore
- Diagnostic pollution
- Diagnostic agropédologique

2 - Définition du programme



Transcription des ambitions environnementales

- Gestion des pollutions
- Restauration de la qualité des sols
- Reconquête de la biodiversité
- Lutte contre les îlots de chaleur urbain (ICU)
- Restaurer le cycle de l'eau

3 – Choix de l'équipe de MOE



- Compétences transversales des équipes
- Participation au dialogue compétitif
- Analyse des réponses des candidats : sol/eau/biodiversité/ICU

4 – AMO lors de la conception



- Transmission des données
- Validation des choix techniques
- Assistance auprès de la MOA pour les arbitrages techniques

5 – AMO lors de la démarche expérimentale



- Mise en place d'un jardin d'expérimentation
- Validation des choix techniques
- Assistance auprès de la MOA pour les arbitrages techniques

Déroulé des principales étapes de la proposition de démarche méthodologique

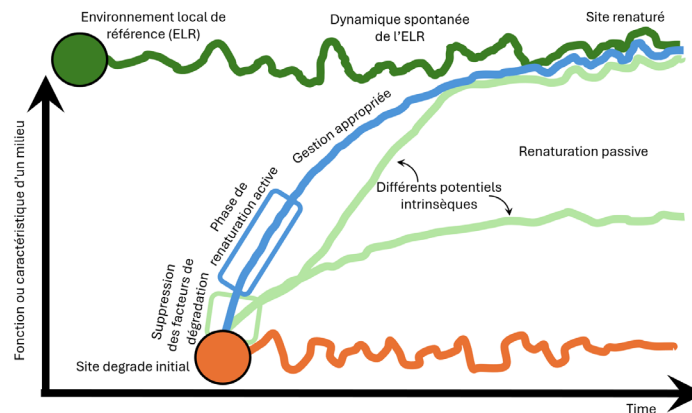
Choix du **milieu écologique type (MET)** visé

- **Typologie EUNIS**
- Etat écologique historique du site ?

A	Habitats marins
B	Habitats côtiers
C	Eaux de surface continentales
D	Tourbières et bas-marais
E	Prairies ; Terrains dominés par des espèces non graminicoïdes, des mousses ou des lichens
F	Landes, fourrés et toundras
G	Bois, forêts et autres habitats boisés
H	Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée
I	Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés
J	Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels

- **Déclinaison locale du MET visé**
→ **environnement local de référence (ELR)**

Milieu écologique proche du site pollué qui présente les objectifs de réhabilitation définis en fonction de l'usage futur déterminé pour le site.
Objectif de la renaturation.



« Parc du ruisseau des Aygalades »

Intégration de la démarche « sol » : une approche en recherche-action

FRICHECO | Recherche Ademe

1 – Caractérisation des sols

- Diagnostic pollution
- Diagnostic agropédologique

2 – Identification des mailles exploitables

- Compatibilité sanitaire
- Compatibilité agropédologique (fertilité / support de culture)

3 – Proposition de reconstitution de sols

- Définir les différents horizons
- Définir leurs qualités et les amendements nécessaires

4 – Expérimentation

Mise en place d'un
jardin d'expérimentation

Renaturation : différentes étapes



ÉTUDES PRÉALABLES



CONCEPTION



RÉALISATION



SUIVI & GESTION

Programme

AVP

PRO-DCE

ACT

EXE

Réception

Suivi post-livraison

Choix du site à
renaturer (1.1)

Etudes préalables et
diagnostic initial (1.2)

Evaluation des fonctions
des sols (3.1)

Identification des enjeux
(biodiversité, climat,
usages, etc.)

Recherche de financements et
concertation citoyenne (1.3.3)

Programmation spatiale
(1.3.1)

Planification temporelle
(1.3.4)

Définition des objectifs
de renaturation (1.3.2)

Définition des itinéraires
techniques de
renaturation

Travaux de préparation
(2.2)

Remise en état des sols
(2.3)

Réaménagement
écologique (2.4)

Chiffrage et élaboration des cahiers des charges

Anticipation et suivi de chantier (2.1)

Evaluation de la
fonction des sols (3.1)

Gestion et maintien des
fonctions du sol (3.2)

Suivi du bon état
écologique des sols

Suivi du bon état
écologique des
milieux

Rapport Intermédiaire

Référentiel de Renaturation

Outil d'aide à la décision pour les
projets de renaturation
Mai 2025

ministère
de l'écologie

ap a-strance

ICADE

République
française

Comparaison avec
les sites régionaux ou
nationaux similaires

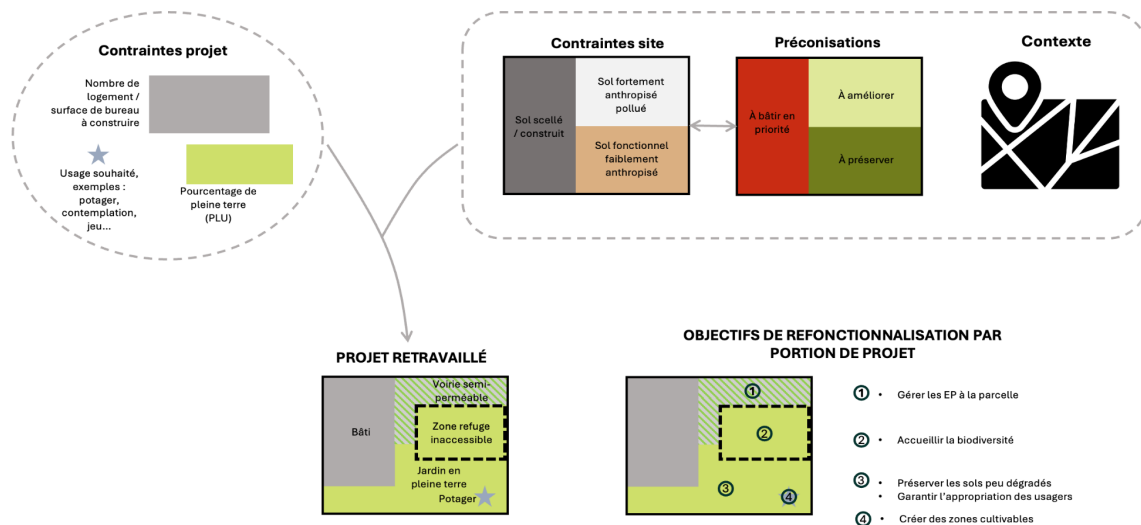
Structure du Référentiel
Renaturation, Rapport
intermédiaire, 2025

© Institut de la Transition foncière

Arp-Astrance



Hiérarchiser ses objectifs de refonctionnalisation



Cinq objectifs de refonctionnalisation

- Accueillir la biodiversité
- Améliorer la gestion des eaux pluviales
- Créer des zones cultivables
- Maximiser la fraîcheur
- Garantir l'appropriation des espaces par les usagers

Tout en gérant la pollution

Réaliser une opération de renaturation



RÉALISATION



Etapes de réalisation d'un projet de renaturation, Référentiel Renaturation, Rapport intermédiaire, 2025
© Institut de la Transition foncière / Arp-Astrance

PROJET DE RECHERCHE

Fricheco

Réaménagement des friches industrielles et économie circulaire

Objectif

- Promouvoir la réutilisation des matériaux urbains (terres excavées, limons, sédiments dragués, etc.) pour réhabiliter les zones dégradées et réaliser des projets d'aménagement paysager urbain.

Essais sur le terrain

- Site pilote 1 - carrière Bronzo Perasso : 11 formulations, des équipements industriels et 600 tonnes de matériaux valorisés
- Site pilote 2 – Parc des Aygalades : test de formulations pour créer 45 000 m³ de terreau fertile en recyclant jusqu'à 120 000 m³ de matériaux excavés sur le site à l'aide d'une plateforme sur place.

726 k€

Coût total du projet

60 mois

Durée du projet (2023-2028)



FRICHECO | Recherche Ademe

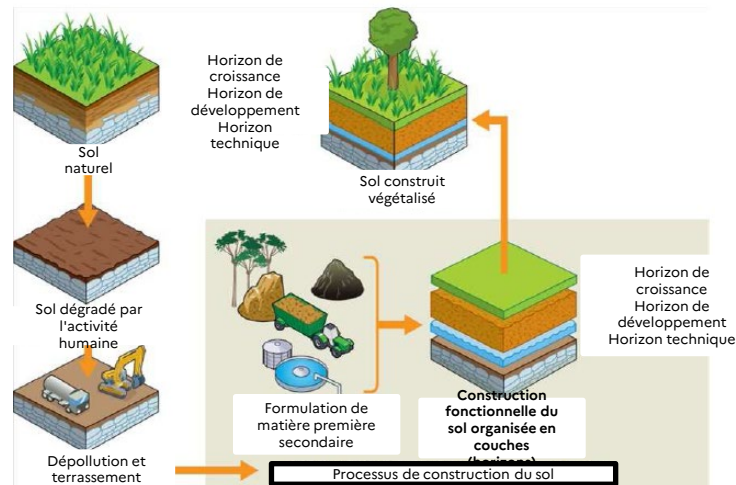


Schéma récapitulatif illustrant l'intégration du procédé de construction de sols (brevet INRA/INPL/TVD) pour la restauration d'environnements dégradés. © BRGM

Fricheco : pilote Aygalades

OBJECTIFS

1. Création de parcelles de 20/20 avec **différentes formulations** pour tester la compatibilité sol / plantes, suivant des gisements venants améliorer la terre moyenne du site ;
2. Identifier les défis opérationnels inhérents à une démarche de **valorisation de matières usagées**, avec des volumes importants et des obligations de résultats sur le parc final ;
3. Proposer des **protocoles de suivi** pour les sols construits (protocoles terrain et caractérisations nécessaires pour les indicateurs retenus) ;
4. **Sécuriser des stocks** et créer les conditions de réussite pour le futur Parc.



Préserver la qualité des sols: vers un référentiel d'indicateurs

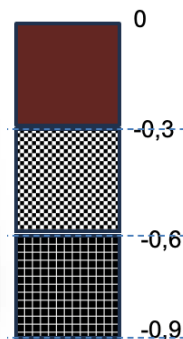
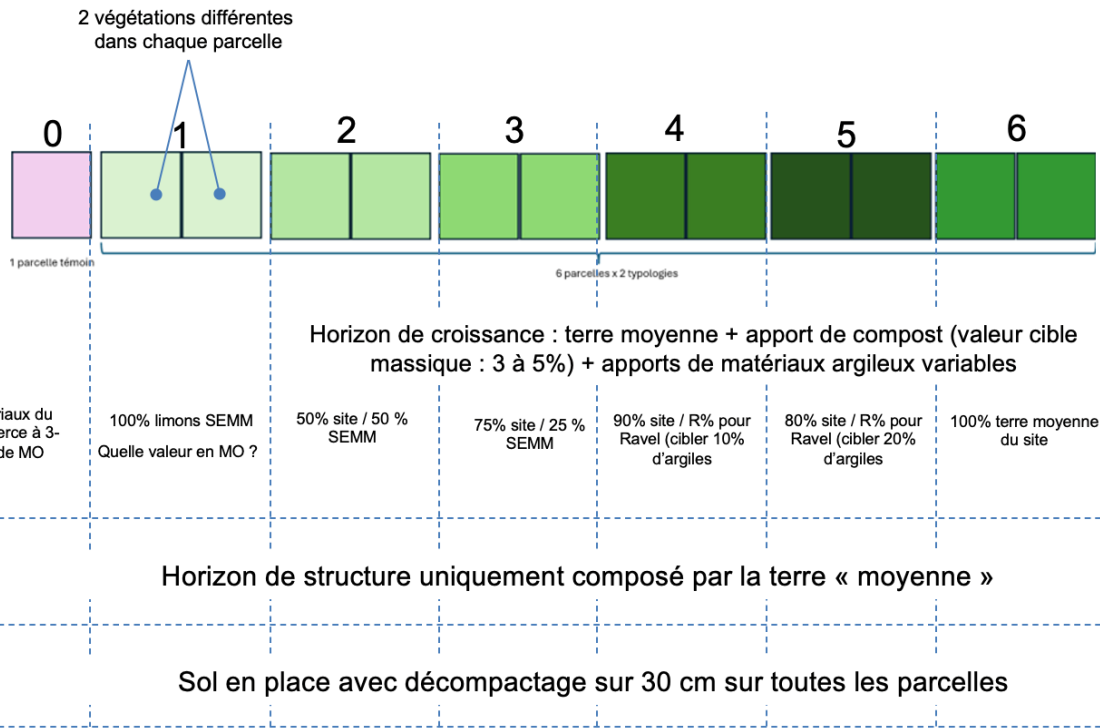


Schéma du design du Jardin Expérimental, version intermédiaire proposée par EODD lors des échanges techniques



Le contenu du rapport

- Collecte et analyse de 14 retours d'expériences (projets de terrain en lien avec la renaturation, en cours ou achevés, réalisés en France et hors contexte de recherche) → pratiques existantes
- Etude bibliographique pour préciser la définition réglementaire de l'usage de renaturation ;
- Proposition de démarche méthodologique** pour mener à bien un usage de renaturation (retours d'expériences collectés, travaux de définition, littérature scientifique et technique) → intégration/cohérence avec la **démarche du plan de gestion**

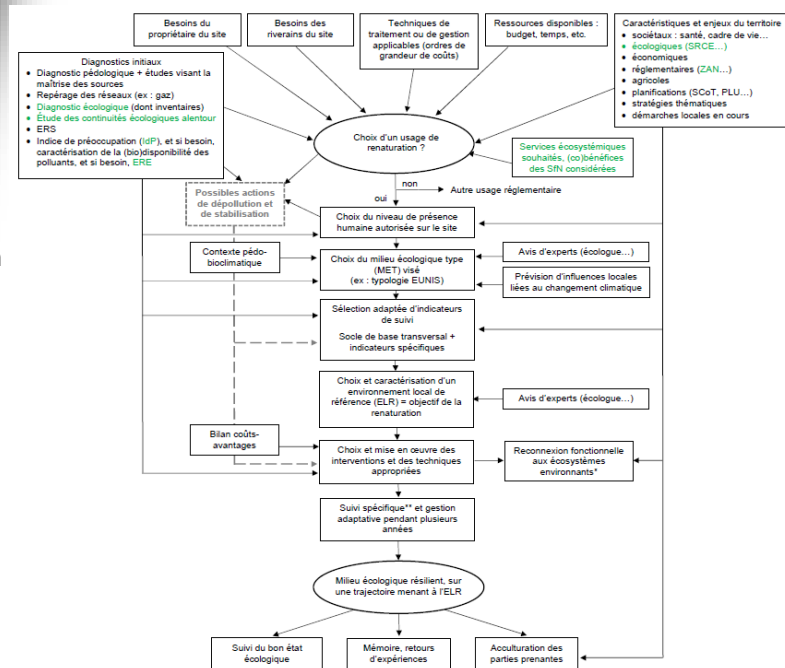
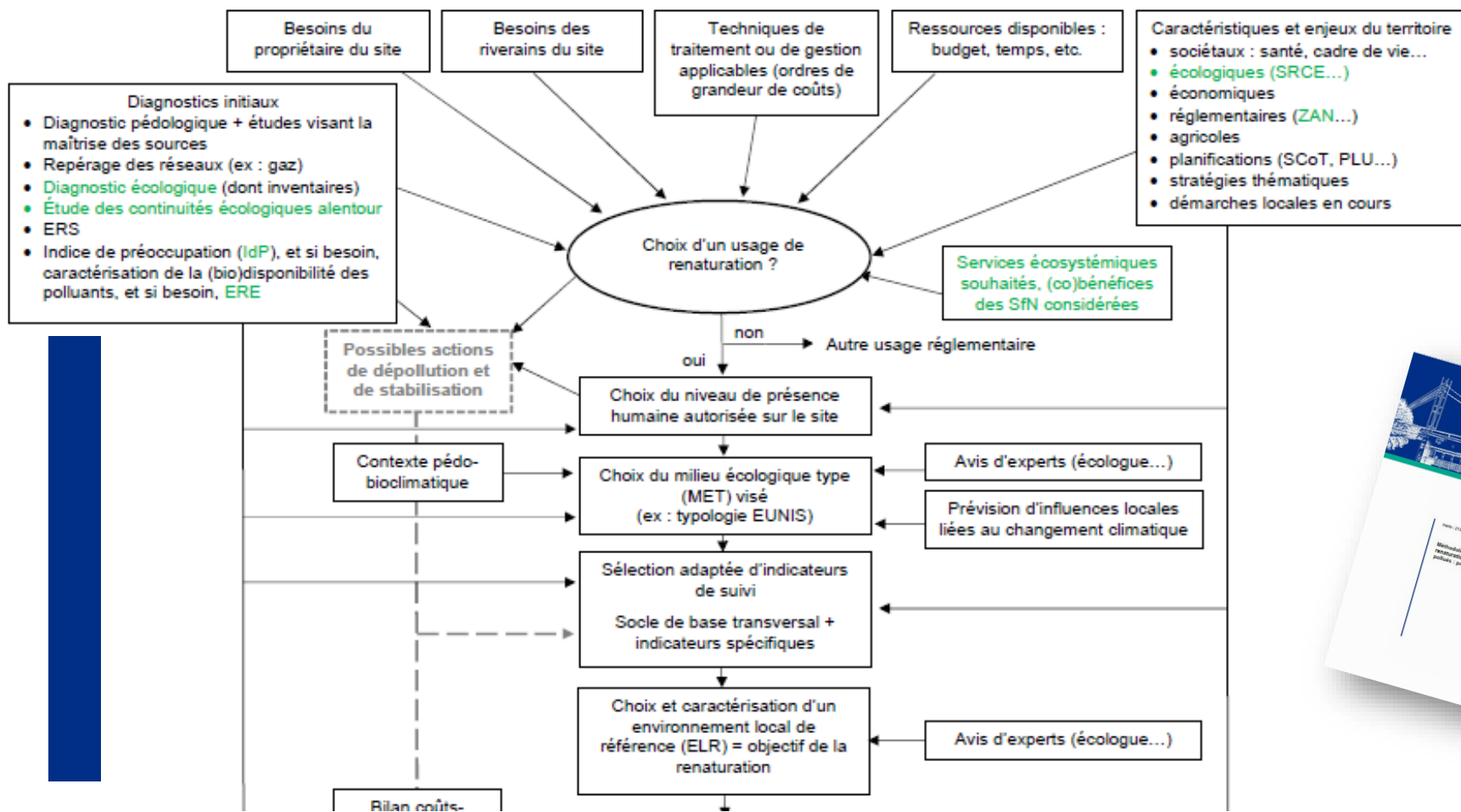


Figure 8 : Usage de renaturation : proposition de démarche méthodologique - logigramme

* On vise ainsi une refunctionalisation à l'échelle du site et à l'échelle du territoire.

** proportionné aux enjeux en présence (ex : rareté à l'échelle du territoire de certains milieux écologiques associés à l'ELR [DE], spécifique aux techniques retenues, ainsi qu'aux caractéristiques du site et de l'ELR.

En vert : critères liés à l'usage de renaturation



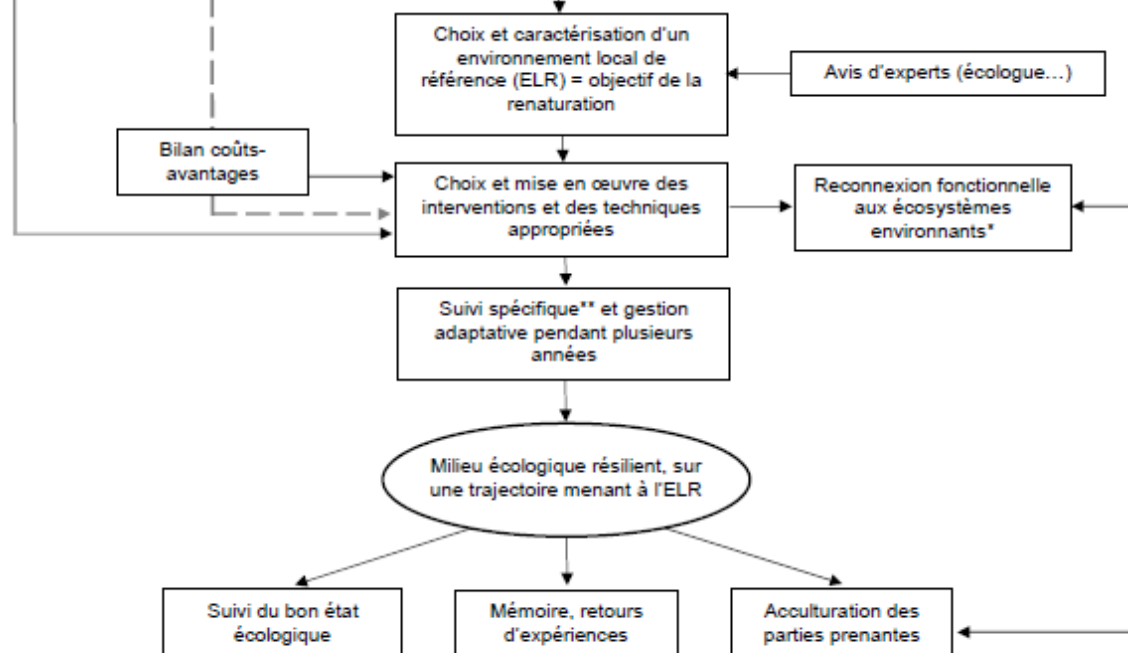


Figure 8 : Usage de renaturation : proposition de démarche méthodologique - logigramme

* On vise ainsi une refonctionnalisation à l'échelle du site et à l'échelle du territoire.

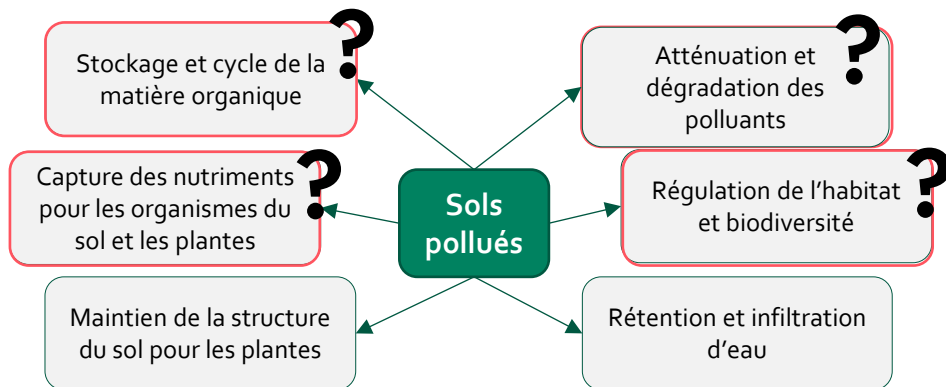
** proportionné aux enjeux en présence (ex : rareté à l'échelle du territoire de certains milieux écologiques associés à l'ELR [68]) ; spécifique aux techniques retenues, ainsi qu'aux caractéristiques du site et de l'ELR.

En vert : critères liés à l'usage de renaturation



Perspectives

- Actions à mener sur les sols selon l'état de dégradation initial des fonctions des sols → Sols à préserver ou à améliorer-restaurer-construire
- **Tests** sur de nouveaux projets de renaturation pour acquérir un REX
- Préciser les liens avec la **séquence ERC** (Site renaturé / Sites Naturels de Compensation, de Restauration et de Renaturation - SNCRR)



Directive sur la surveillance et résilience des sols (2025)



- intégrer les indicateurs de dégradation dû à la présence de pollution
- faire le lien avec un sol en bonne santé et le critère qualifiant cet état

"Reasonable assurance, ..., that an unacceptable risk to human health and the environment from soil contamination does not exist"

Ressources présentées lors de cette table ronde téléchargeables sur la plateforme

