



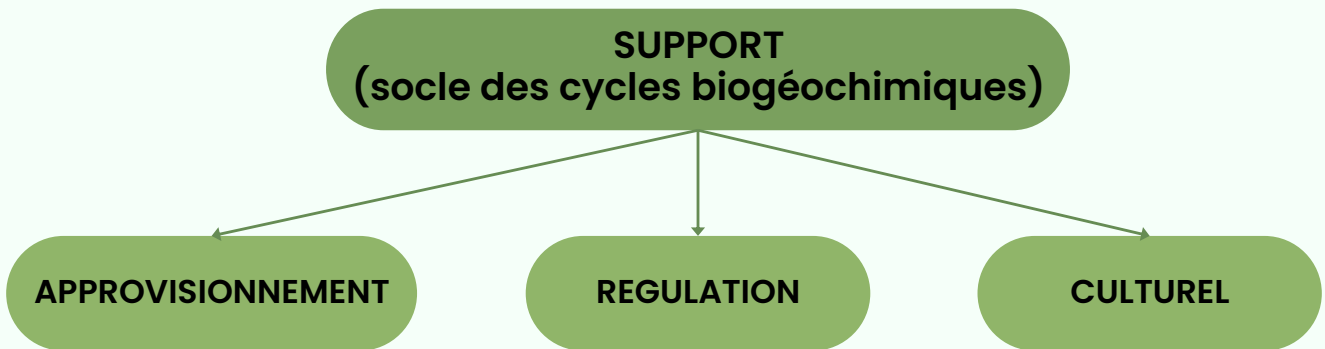
ÉVALUATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES PRAIRIAUX ET FORESTIERS EN GRAND EST : TEST DE LA GÉNÉRALISATION D'UN OUTIL D'ÉVALUATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES RENDUS PAR LES SOLS : DESTI'SOL



COUTANSON Lucie, EMMANUELLI Clémentine, LUGUE Mewen

06/01/2026

Les services écosystémiques : bénéfices que tire l'homme des écosystèmes



(MEA,

2

Ecosyst= 1 complexe dynamique avec commu VG, animales et microorganismes + nature inerte.

INTERACTIONS

H = partie intégrante

Taille et type variables

Bénéf. tirés des écosyst : prélèvement (nourriture, eau)/ régulation (inondations, sécheresse, dégradation sols, maladies) / auto-entretien (formation sols, dvlpmnt cycle nutritionnel) / culturels (agrément, spirituel, religieux , autres avantages immatériels)

Bê H : éléments de base pour vie agréable, liberté et possibilité choisir, santé, relations sociales, sécurité.

SuR continuum : bê = opposé pauvreté (=“absence prononcée de bê”).

Dépend situations, conditions

géo, culturelles et écologq locales.

Pourquoi évaluer les services écosystémiques ?

Des écosystèmes menacés mais essentiels :

- Soutiennent le bien-être humain
- Aident à faire face aux changements globaux

Matérialiser la contribution des écosystèmes :

- Quantifier les SE pour éclairer la décision publique
- Intégrer la biodiversité dans l'aménagement du territoire

Mieux connaître pour mieux gérer :

- Prioriser les actions aux milieux sensibles
- Favoriser les solutions fondées sur la nature



Le projet Life Biodiv'Est



- Mettre en oeuvre la stratégie Régionale pour la Biodiversité
- Répondre aux ambitions européennes du Cadre d'Action Prioritaire Natura 2000



- Subventions et soutien de la commission européenne pour des projets de préservation de l'environnement et du climat.



- « Accélérer la mobilisation de tous en faveur de la biodiversité »
- « Démultiplier et accélérer les projets liés à la restauration et la préservation de la biodiversité en Grand Est »
- « Construire collectivement les conditions pour l'action »

Life
Biodiv'Est

(Plaque Life Biodiv'est, 2025 ; Life Biodiv'est, 2022)

Le projet Life Biodiv'Est



La Région
Grand Est



**26 millions
d'euros**

**7 co-
financeurs**

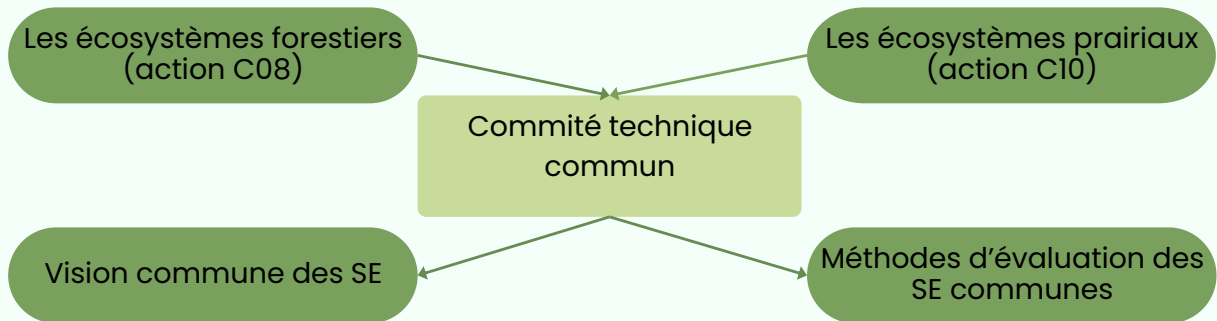
**14
partenaires**

27 actions

=> lancé en 2022 pour une durée de 10 ans

Mise en place d'actions concrètes

=> Programme d'amélioration des connaissances de l'impact du changement climatique et des services rendus par :



Les services écosystémiques forestiers et prairiaux

APPROVISIONNEMENT



Matériaux et fibres



Eau douce



Biomasse à vocation énergétique



Production de fourrage

REGULATION



Séquestration de carbone



Offre d'habitat, de refuge et de nurserie



Régulation du climat local



Maintien de la qualité des eaux

CULTUREL



Activités récréatives



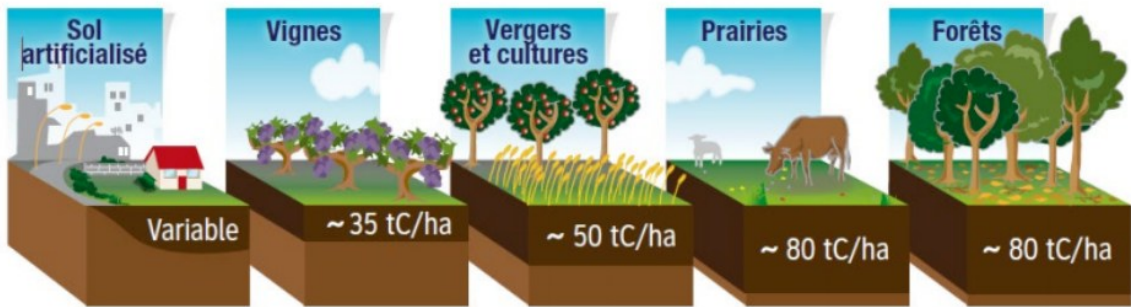
Connaissance et éducation



Héritage (passé ou futur) et existence

(CR COTECH Life Biodiv'est, 2025)

Le stockage de carbone dans le sol



Estimation du stock de carbone dans les 30 premiers centimètres du sol

Source GIS Sol / ADEME, Carbone organique des sols, l'énergie de l'agro-écologie, une solution pour le climat

source GIS sol

(ROBERT et Saugier., 2003)

8

=> Les écosystèmes captent et stockent le carbone atmosphérique (principalement via la photosynthèse ($\text{CO}_2 \rightarrow \text{MO}$))

Photosynthèse : Les plantes transforment C en biomasse (tronc, feuilles, racines) = stock

Végétation et sols retiennent C

Flux de C : respiration, décomposition, feux, déforestation = relâchent dans l'atmosphère

= puits et sources de C

Stockage de C dans écosystèmes :

Limite l'augmentation du CO_2 atmosphérique et atténuation du CC

permet de valoriser les écosystèmes dans les politiques publiques en lien avec les objectifs neutralité C... et ce types de législation/d'accords....

LES OBJECTIFS

A - Comprendre le projet grâce une synthèse de Salomé Schlosser

B - Comprendre un modèle identifié par Salomé : Desti'Sol

C - Récupérer les données nécessaires à l'échelle du Grand Est

A- Prise de connaissance du sujet et synthèse bibliographique

Sol

Activités humaines

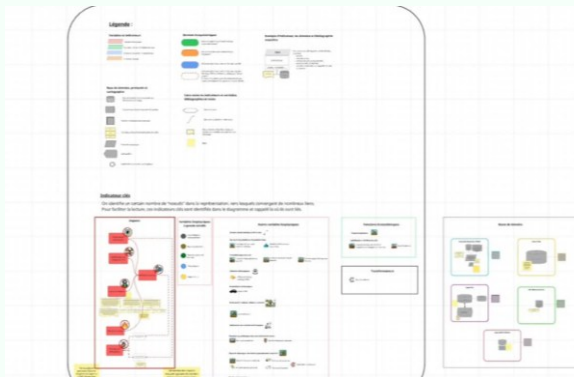
Eaux bleues

Bois







Biodiversité

Carbone

Climat



Base de données, protocole et cartographie

-  Base de données liée à la variable, aux indicateurs ou à l'usage
-  Plateforme où les données sont disponibles
-  Donnée directement téléchargeable
-  Profondeur, fréquence et densité des données
-  Protocole scientifique
-  Cartographie
-  Outil d'aide à la décision ou à la gestion

(SCHLOSSER, Salomé, 2025)

mobiliser deux grandes bases de données publiques et standardisées : le RMQS sols, et CORINE Land Cover occupation du sol.

= Premier travail de synthèse à l'échelle du Grand Est

B – Partir d’un modèle existant : Desti’Sol

“Les sols, une opportunité pour un aménagement urbain durable”



Sol scellé (imperméabilisé > 90 %)		Sol semi-scellé (50 % < imperméabilisé < 90 %)		Sol non scellé (imperméabilisé < 50 %)				
Bâti	Voies de circulation	Voies de circulation	Voies de circulation	Non bâti	Non bâti	Non bâti	Non bâti	Non bâti
Sans végétation	Sans végétation	Sans végétation	Pelouse et prairie urbaines	Sans végétation	Pelouse et prairie urbaines	Jardin potager et ornemental	Arbustes	Arbres

Tableau 8 : Nomenclature des couvertures du sol considérées dans l’outil DestiSol

Favoriser la prise en compte des sols dans l’aménagement urbain et se défaire d’une visions négative et contraignante pour la construction ou la dépollution.

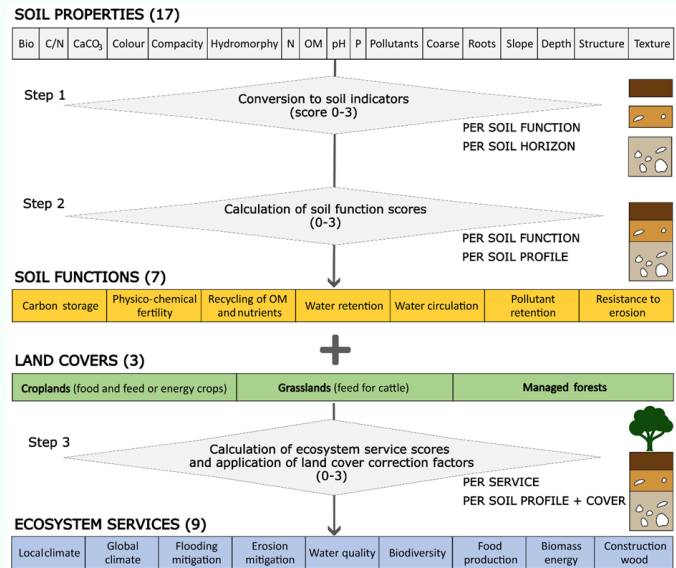
Catégorie	Service écosystémique		
	Régulation de la qualité de l’air		
Régulation	Régulation du climat	Climat local	
		Climat global	
	Régulation des aléas naturels	Inondations	
		Erosion	
	Stockage des déchets		
Approvisionnement	Purification de l’eau		
	Habitat pour la biodiversité		
	Aliments		
	Ressources ornementales	Herbacées / Fleurs	
		Arbustes	
		Arbres	
	Energie	Production de biomasse	
	Support physique d’infra / superstructures		Voie légère / stationnement
			Voie lourde
			Bâtiment
Support d’activités humaines		Réseaux VRD	
		Activités sensibles et très sensibles (e.g. école, centre de soins, résidentiel)	

Tableau 4. Liste de services écosystémiques fournis par les sols en milieu urbain.

B – Un modèle qui a été adapté aux prairies et forêts

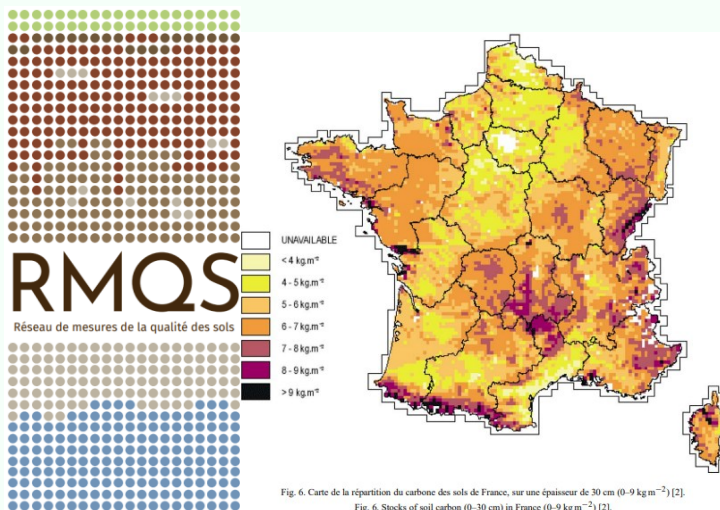
Adaptation aux milieux agricoles et forestiers, le logiciel demande quatre fichiers excels :

- 1 fichier sur le site (5 informations)
- 1 fichier sur le profil du sol (4 variables)
- 1 fichier sur les horizons (8 variables)
- 1 fichier sur l'occupation (15 variables)



(CHIROL, Clémentine, [non publié])

C – Réunir les données nécessaires à Desti'Sol



Directive cadre sur les sols (2006/0086 (COD))

Deux campagnes de prélèvements :

- o 2000-2009
- o 2016-2027

Une maille de 16km de côté

(2170 points en France dont 227 en Grand Est)

Des données de granulométries, de pollutions, d'activités biologiques...

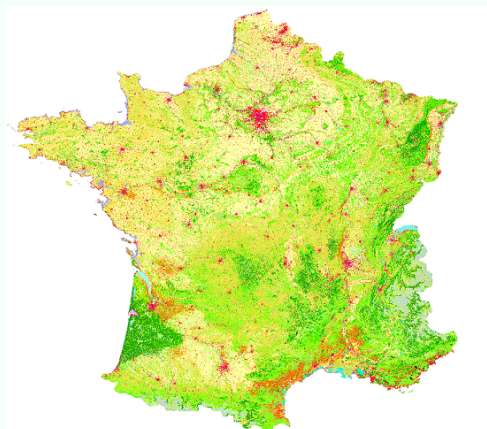
Mais : Les données sont difficiles d'accès et non-concaténées.

C – Réunir les données à l'échelle du Grand Est

Projet européen d'unification des nomenclatures d'occupation des sols
Avec des intérêts réglementaires : ZAN ; Directive Cadre sur les sol...

Des campagnes régulières qui favorise l'étude des changements d'usages :

- o 1990 → 2000 → 2006 → 2012 → 2018



Legend:

Agro-forestry areas	Fruit trees and berry plantations	Pastures
Airports	Glaciers and perpetual snow	Peat bogs
Annual crops associated with permanent crops	Green urban areas	Permanently irrigated land
Bare rocks	Industrial or commercial units	Port areas
Beeches, dunes, sands	Inland marshes	Rice fields
Broad-leaved forest	Intertidal flats	Road and rail networks and associated land
Burnt areas	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	Salinies
Coastal lagoons	Mineral extraction sites	Salt marshes
Complex cultivation patterns	Mixed forest	Sclerophyllous vegetation
Coniferous forest	Moors and heathland	Sea and ocean
Construction sites	Natural grasslands	Sparsely vegetated areas
Continuous urban fabric	Non-irrigated arable land	Sport and leisure facilities
Discontinuous urban fabric	Olive groves	Transitional woodland-shrub
Dump sites		Vineyards
Estuaries		Water bodies
		Water courses

Mais une échelle large :
Données précise à 20m
Seul les ensembles de 25 Ha sont conservés

(Corine Land Cover, 2025. Wikipédia)

Synthèses des données

Sources de données mobilisées

- RMQS : données pédologiques (2016-2027)
- CORINE Land Cover : occupation du sol (2012)

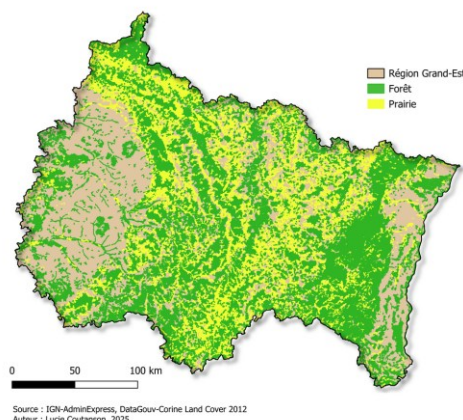
Recensement des données manquantes au fonctionnement de Desti'sol

- Sol : 9 variables manquantes
- Couverture : Toutes les variables sauf type

Surfaces de recouvrement en Grand Est

Prairies : 9 135,66 km²
Forêts : 20 269, 09 km²

Répartition des prairies et des forêts dans la région Grand-Est en 2012



(ROBERT et al., 2003)

15

Destisol s'appuie sur quatre fichiers d'entrée distincts : SITE, PROFIL, HORIZON et COUVERTURE.

En croisant RMQS et CORINE, nous avons constaté qu'un certain nombre de variables nécessaires étaient absentes.

Données sol = 9 variables sont manquantes et parmi elles 3 importantes pour simuler correctement le stockage de carbone.

- (1) L'hydromorphie, qui renseigne sur l'aération et les périodes d'engorgement en eau.
→ Un sol hydromorphe ralentit l'oxydation du carbone et favorise son accumulation.
- (2) La densité racinaire, qui correspond aux apports de carbone via les racines.
→ la majorité du carbone stabilisé dans les sols provient des racines et non de la litière aérienne.
- (3) L'activité biologique = décomposition et humification par les champignons, bactéries, faune du sol.

Les données liées à la couverture manquent toutes à l'exception du type de couvert. On ne peut pas différencier une prairie permanente pâturée d'une prairie fauchée intensive, ou un vieux peuplement forestier d'une coupe récente.

La carte de répartition des prairies et des forêts dans le Grand Est met en évidence un gradient ouest-est assez marqué.

- À l'ouest, les paysages sont dominés par des systèmes bocagers à dominante prairiale,
- à l'est, le massif des Vosges forme un bloc forestier continu.

Cette organisation est déterminante pour le stockage du carbone dans les sols, car les prairies et les forêts n'alimentent pas les sols en carbone de la même manière.

- Les prairies favorisent une accumulation importante de carbone dans les horizons superficiels via des systèmes racinaires denses et renouvelés,
- les sols forestiers stockent du carbone à la fois dans la litière et dans les horizons minéraux, avec des vitesses de stabilisation différentes.

Ce gradient recoupe aussi des contrastes d'altitude et de substrat.

- En zone de montagne comme dans les Vosges, sur des substrats acides, la décomposition est plus lente, ce qui favorise une plus grande stabilisation du carbone dans les sols.
- À l'inverse, dans les plaines calcaires, le carbone du sol est plus dynamique, avec des turnovers plus rapides.

Extrapolation des données carto

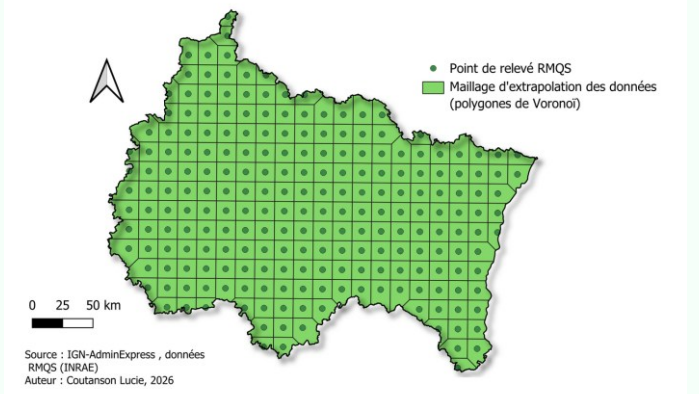
Pré-traitements réalisés

- Sélection de l'horizon 0–30 cm
- Moyennage des mesures par site RMQS
- Découpage à l'échelle régionale
- Simplification des classes d'occupation du sol

Construction du jeu de données final

- Extrapolation spatiale des points RMQS
- Superposition RMQS / CLC
- Sélection des zones forestières et prairiales

Extrapolation des données RMQS et Corine Land Cover sur la région Grand-Est



16

(ROBERT et al., 2003), (CHIROL, 2025)

Dans un premier temps, plusieurs pré-traitements ont été réalisés. Nous avons d'abord sélectionné uniquement l'horizon 0–30 cm. Choix méthodologique et pratique : profondeur la mieux renseignée et la plus homogène dans la base RMQS, permet d'uniformiser le jeu de données, puisqu'on ne dispose pas de profondeurs supérieures de manière systématique.

De plus, le carbone du sol ne présente pas les mêmes dynamiques en profondeur sous forêt et sous prairie

Les mesures ont ensuite été moyennées par site RMQS, triplicat, afin d'obtenir une valeur représentative par point. Nous avons également découpé les données à l'échelle de la région Grand Est et simplifié les classes d'occupation du sol issues de Corine Land Cover pour ne conserver que les grandes catégories Prairie et Forêt.

Dans un second temps, nous avons construit le jeu de données final. Les points RMQS, qui sont ponctuels, ont été extrapolés spatialement à l'aide de polygones de Voronoï. Cette méthode consiste à attribuer à chaque polygone la valeur du point RMQS le plus proche, ce qui permet de transformer les points en une couverture spatiale continue sur un maillage, en supposant que chaque zone est représentative du point d'échantillonnage auquel elle est rattachée.

Ces polygones de Voronoï ont ensuite été superposés avec la couche Corine Land Cover. À partir de là, nous avons sélectionné uniquement les zones forestières et prairiales, qui constituent le cœur de notre étude.

L'ensemble de ces étapes aboutit à une table finale, prête à être intégrée dans Destisol, combinant informations pédologiques, spatiales et d'occupation du sol à l'échelle régionale.

Confrontation aux limites techniques

Outils et environnement de travail

- Programme Access de Destisol : environnement lourd, macros non fonctionnelles par défaut

Limites liées aux données

- Manque de données pour certaines variables explicatives
 - Limite l'exploration des effets sur le stockage de carbone

Limites d'échelle et de représentativité

- Densité du RMQS : environ 1 point pour 16 km de côté
 - Problème : représentativité à l'échelle régionale

=> Compromis entre résolution spatiale et disponibilité de mesures précises

Limites en compétences techniques

- Besoins importants en traitement de données et en automatisation

=> Développer des compétences en informatique et en codage/Faire appel à un spécialiste

Pour discuter les principales limites techniques rencontrées dans le cadre de ce travail :

Tout d'abord, l'environnement de travail. L'outil Destisol repose sur un programme Access relativement lourd, avec des macros qui ne sont pas toutes fonctionnelles par défaut.

Ensuite, il y a des limites liées aux données elles-mêmes. Certaines variables explicatives importantes pour simuler correctement le stockage de carbone dans les sols sont peu ou mal renseignées à l'échelle régionale comme hydromorphie ou act bio.

Pour les données de couverture, pas diff prairie permanente ou intensive et fauchée = pbtq car le stockage de carbone dépend fortement de la gestion du couvert végétal. Cela restreint les analyses possibles et implique que certains facteurs potentiellement déterminants n'ont pas pu être pleinement intégrés, ce qui peut avoir un impact sur la robustesse et la finesse des résultats.

Un autre point central concerne l'échelle. Le réseau RMQS repose sur une densité d'environ un point tous les 16 kilomètres. À l'échelle du Grand Est, cela donne une bonne vision régionale, mais cela reste insuffisant pour représenter finement l'hétérogénéité locale des sols. Augmenter artificiellement la résolution spatiale par extrapolation améliore la lecture cartographique, mais ne crée pas de nouvelles mesures

-> compromis entre détail spatial apparent et précision réelle des données.

Enfin, ce travail met en évidence un décalage entre les compétences initialement mobilisées, plutôt orientées vers l'écologie, et les besoins importants en traitement de données, en SIG et en codage.

Confrontation aux limites pratiques

Limites liées à l'outil et à sa conception

- Destisol initialement développé pour des sols urbains
- Modèle paramétré à partir de variables pondérées selon le milieu
 - A dire d'experts

Transférabilité du modèle

- Extension à des sols non urbains : forêts et prairies
 - Question de l'applicabilité à des sols granitiques



Sols calcaires



Sols granitiques

limites pratiques et conceptuelles liées à l'utilisation de Destisol dans un contexte qui dépasse son cadre initial de développement.

Destisol est à l'origine un outil conçu pour l'étude et la gestion des sols urbains. Les variables environnementales y sont intégrées sous forme de paramètres pondérés, dont la valeur dépend du milieu considéré.

Ces pondérations s'appuient à la fois sur des données mesurées et sur de l'expertise, ce qui signifie que le fonctionnement du modèle repose sur des hypothèses écologiques et pédologiques préalables

Choix et poids des variables

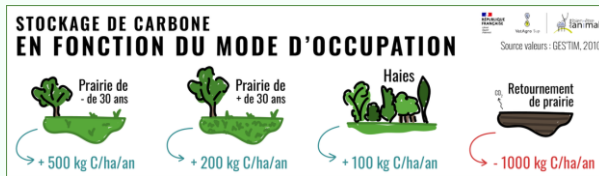
Un premier enjeu scientifique est donc celui de la transférabilité écologique du modèle. Destisol a été développé et calibré sur des sols calcaires, notamment à partir des données du site de Bure dans le cadre de projets menés avec l'ANDRA. Or, dans notre étude, nous l'appliquons à des contextes pédologiques et écologiques très différents, en particulier à des sols forestiers et prairiaux, parfois développés sur substrats granitiques. Ces sols se distinguent fortement par leur minéralogie, leur pH, leurs communautés microbiennes et leurs dynamiques de matière organique. Cela implique que les mécanismes de stabilisation du carbone,

interroge la validité directe des paramètres utilisés.

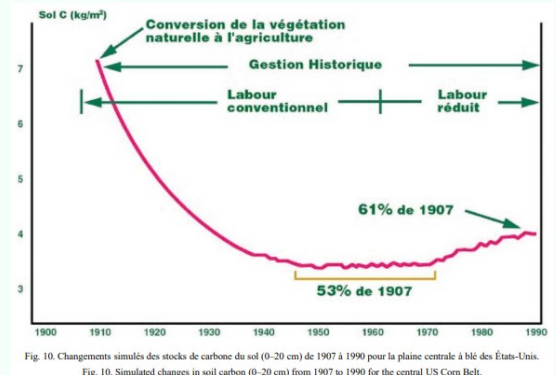
Perspectives

Nouveaux paramètres

- Prise en compte du changement d'usage des sols



- Continuités écologiques, effet du paysage



(ROBERT, 2003) et (GESTIM, 2010)

19

intégration de nouveaux paramètres qui permettraient d'améliorer la compréhension et la modélisation du stockage de carbone dans les sols.

Un premier axe important concerne la prise en compte du changement d'usage des sols. Aujourd'hui, notre approche repose essentiellement sur des états d'occupation du sol relativement statiques. Or, on sait que les transitions entre usages — par exemple de prairie à culture, de culture à forêt, ou inversement — induisent des ruptures majeures dans les bilans de carbone des sols. Intégrer une dimension temporelle, à travers l'historique d'occupation des sols, permettrait donc de mieux expliquer les trajectoires d'évolution des stocks de C plutôt que de simples états.

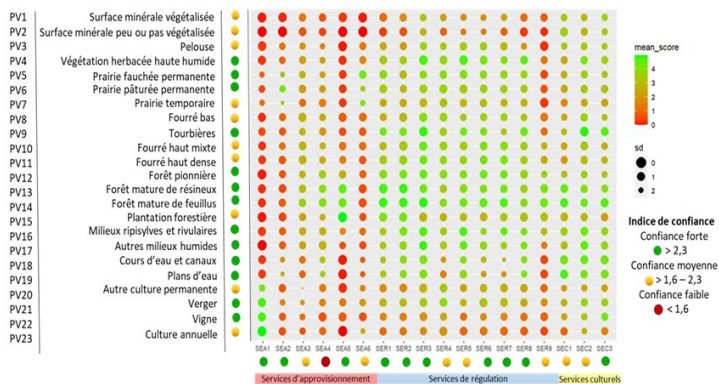
Un second axe de perspective concerne les continuités écologiques et l'effet du paysage. Le fonctionnement des sols ne dépend pas uniquement de la parcelle elle-même, mais aussi de son insertion dans une matrice paysagère. Par exemple, en contexte prairial, la présence de haies, de lisières, de bosquets ou d'une mosaïque de milieux peut influencer les apports de litière, l'humidité du sol, l'activité biologique et donc les processus de stabilisation du carbone.

Intégrer des indicateurs de structure paysagère, comme la densité de haies, la fragmentation des milieux ou les continuités écologiques, permettrait ainsi de dépasser une approche strictement "par type d'occupation du sol"

Perspectives

Validation du modèle

- Bases de données régionales ou nationales
- Matrice des capacités CarHba-SE



**But final : Evaluer tous les types de SE identifiés
Nouveau calculateur ?**

(RAJOELISOA, 2023)

20

étape clé si l'on veut aller vers un outil robuste et opérationnel : validation du modèle

Un premier objectif est de mettre en place une véritable chaîne de calcul, c'est-à-dire un enchaînement clair et reproductible des traitements, depuis les données d'entrée jusqu'aux sorties finales. vérifier que les valeurs produites sont cohérentes avec des estimations déjà existantes.

Cette validation passerait par des comparaisons avec des résultats issus d'autres démarches : d'une part des approches statistiques indépendantes basées sur de grandes bases de données régionales ou nationales.

Une autre perspective de validation concerne la superposition avec la matrice des capacités développée dans le cadre de CarHab-SE. Cette matrice vise à relier des types d'habitats à des capacités de fourniture de services écosystémiques. À ce stade, cette approche reste une phase de test, notamment parce que certains territoires, comme la Meuse, sont encore manquants ou incomplets, ce qui limite la portée de la validation.



BIBLIOGRAPHIE

- Biodiversité Grand Est & Région Grand Est. (2021). Detailed description of action [PDF]. <https://biodiversite.grandest.fr/wp-content/uploads/2021/06/c-detailed-description-of-action.pdf>
- Birot J. Lelarge K. 2021 – Etude de la séquestration de carbone par les écosystèmes de la Réserve naturelle du Pinail. Édité par GEREPI. Vouneuil-sur-Vienne, France. 26 p ; https://www.reserve-pinail.org/wp-content/uploads/2022/01/S%C3%A9questrationCarbone_RNNPinail_2021.pdf
- CHIROL, Clémentine, SÉRÉ, Geoffroy, REDON, Paul-Olivier, CHENU, Claire et DERRIEN, Delphine, 2025. Depth dependence of soil organic carbon additional storage capacity in different soil types by the 2050 target for carbon neutrality. SOIL. 5 février 2025. Vol. 11, n° 1, pp. 149-174. DOI 10.5194/soil-11-149-2025.
- CHIROL, Clémentine, DERRIEN, Delphine, SAINT-ANDRÉ, Laurent, REDON, Paul-Olivier, SÉRÉ, Geoffroy, [non publié], Territorial mapping of soil type and land cover influence on ecosystem services, Univeristé de Lorraine, Nancy
- Compte-rendu du Comité Technique des actions C08 et C10.1 du Programme Life Biodiv'Est, avril 2025
- Corine Land Cover, 2025. Wikipédia [en ligne]. [Consulté le 8 janvier 2026]. Disponible à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Corine_Land_Cover&oldid=231724925
- Margot Didier & al. 2017 - DESTISOL : LES SOLS, UNE OPPORTUNITE POUR UN AMENAGEMENT URBAIN DURABLE, <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-territoires-et-sols/3923-destisol-les-sols-une-opportunite-pour-un-amenagement-urbain-durable.html#>

BIBLIOGRAPHIE

- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). Ecosystems and Human Well-being : A Framework for Assessment ; <https://millenniumassessment.org/documents/document.6.aspx.pdf>
- Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. (2017). Théma – Efese – Le cadre conceptuel [PDF]. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/publications/Thema%20-%20Efese%20-%20Le%20cadre%20conceptuel.pdf>
- Rajoelisoa Orlana, 2023 - Evaluation de la capacité des habitats naturels et semi-naturels à fournir des services écosystémiques à l'échelle de la région Grand Est : Application de la méthode de la Matrice des capacités, Université de Strasbourg, Strasbourg
- Région Grand Est & Plateforme pour la Biodiversité du Grand Est. (2025). Le projet – LIFE Biodiv'Est. Site web Biodiversité Grand Est. <https://biodiversite.grandest.fr/life-biodivest/le-projet/>
- Région Grand Est & Plateforme pour la Biodiversité du Grand Est. (2025). Plaquette LIFE Biodiv'Est (juin 2025). <https://biodiversite.grandest.fr/wp-content/uploads/2025/07/plaquette-life-biodivest-06-2025-hd.pdf>
- Réseau de mesure de la qualité des sols, 2025. Wikipédia [en ligne]. [Consulté le 8 janvier 2026]. Disponible à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R%C3%A9seau_de_mesure_de_la_qualit%C3%A9_des_sols&oldid=228707025
- ROBERT Michel et SAUGIER Bernard, 2003. Contribution des écosystèmes continentaux à la séquestration du carbone. Comptes Rendus Geoscience. 1 juin 2003. Vol. 335, n° 6, pp. 577-595. DOI 10.1016/S1631-0713(03)00094-4.

BIBLIOGRAPHIE

- SCHLOSSER, Salomé, 2025 - Évaluation des services écosystémiques forestiers du Grand-Est, AgroParisTech, Nancy

Les services écosystémiques

Bénéfices tirés des écosystèmes (services écosystémiques) :

Services de support : formation des sols, développement et maintien des cycles nutritifs, photosynthèse, ...

Services d'approvisionnement (prélèvement) : nourriture, eau, matières premières, ...

Services de régulation : inondations, sécheresses, dégradation des sols, maladies, climat, ...

Services culturels : bénéfices immatériels : valeurs spirituelles, religieuses, esthétiques et récréatives.

Bien-être humain :

Eléments nécessaires pour mener une vie agréable et digne ; satisfaction des besoins fondamentaux : liberté et possibilité de choisir, santé, bonnes relations sociales et sécurité.

IDépend des situations et des conditions géographiques, culturelles et écologiques locales.

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. (2017). Théma – Efese – Le cadre conceptuel [PDF].
<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/publications/Thema%20-%20Efese%20-%20Le%20cadre%20conceptuel.pdf>

Les partenaires et les financeurs du Life Biodiv'Est

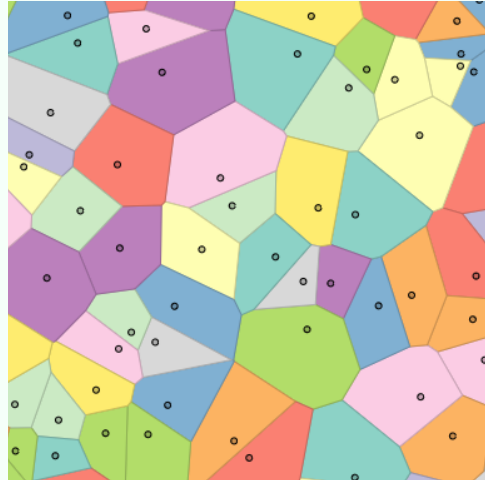


Région Grand Est & Plateforme pour la Biodiversité du Grand Est. (2025). Plaqueette LIFE Biodiv'Est (juin 2025). <https://biodiversite.grandest.fr/wp-content/uploads/2025/07/plaqueette-life-biodivest-06-2025-hd.pdf>

La méthode des Polygones de Voronoï

Chaque zone contient un seul point de prélèvement.

N'importe quel endroit situé à l'intérieur d'un carré (on peut spécifier le type de polygone souhaité) est plus proche du point de cette zone que de n'importe quel autre point de la carte.



Le cycle du carbone

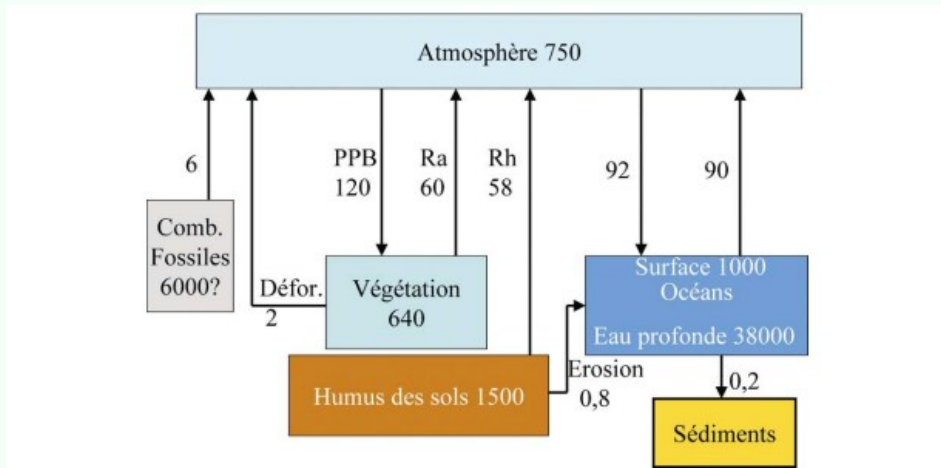


Fig. 1. Bilan global du carbone. Les boîtes représentent les stocks en milliards de tonnes et les flèches, les flux en milliards de tonnes par an (d'après [19], réactualisé d'après [21]).

Fig. 1. Global carbon balance. Boxes represent stocks in billion tons and the arrows the fluxes in billion tons per year (after [19], updated after [21]).

(Robert et Saugier, 2003)