

Bilan de transition foncière

**Financer la régénération
urbaine et la sobriété foncière**



Institut
de la **Transition**
Foncière

Bilan de transition foncière

**Financer la régénération
urbaine et la sobriété foncière**

Un projet initié, conduit, édité par l’Institut de la Transition foncière.

Partenaires : Agence nationale de la cohésion des territoires (ANCT), Altarea, AORIF, Ville de Montbrison.

Auteur.ice.s : Jean Guiony, Mehdi Attané, Azilis Bas, Margot Holvoet

Coordination : Jean Guiony, Margot Holvoet.

Conception graphique et mise en page : Juliette Drumain.

Infographies : Capucine Madelaine, Maëlle Giroud, William Rahard.

Contact : contact@transitionfonciere.fr

L’Institut remercie chaleureusement tou.te.s ses adhérent.e.s, partenaires, et expert.e.s ayant contribué à la réalisation de ce rapport, par leur participation aux groupes de travail et/ou aux expérimentations.

Remerciements

Nos remerciements particuliers vont aux soutiens financiers et opérationnels du bilan de transition foncière :

Pour l'Université de la Ville de demain, Méka Brunel, présidente de la Fondation Palladio, et Emmanuelle Cosse, présidente de l'UVD

Pour l'Agence nationale de la Cohésion des territoires, Christelle Breem et Paul Gigot

Pour le groupe Altarea, Nathalie Bardin, Directrice exécutive Marketing Stratégique, RSE, Innovation et Antonin Vorkaufer

Pour l'AORIF, Anne-Katrin Le Doeuff, directrice générale, Céline Oriol et Mathilde Robert

Pour le groupe I3F, Nazir Safla et Claudine Pays

Pour la ville de Montbrison et Loire Forez Agglo, M. le Maire Christophe Bazile, Kevin Brun, et Arnaud Carré

Pour l'EPORA, Sophie Cartroux

Pour la ville de Montigny-lès-Cormeilles, Sylvie Vatonne

Pour la ville de Massy, Olivier Toubiana

Introduction 8

Constat 11

Un modèle économique déséquilibré

De la croissance extensive des villes à la sobriété foncière	12
Des sols absents dans les bilans de promotion et d'aménagement	12
Faire apparaître les sols dans les bilans, tout en conservant le même langage	13
Agir pour la sobriété foncière : une action qui rapporte plus à long terme qu'elle ne coûte maintenant	13

Défi 15

Intégrer les impacts des projets sur les fonctions écologiques et les valoriser économiquement

Définir un modèle économique tenant compte de la préservation des sols : un contexte réglementaire foisonnant	16
Une entrée par les fonctions pour décrire la santé des sols	17
Transformer le bilan : une opportunité de repenser la fabrique de l'aménagement en fonction du vivant	19
Les enjeux soulevés par la prise en compte des sols dans le bilan d'opération	21

Méthodologie 22

Un bonus-malus dans les bilans d'opération

Trois surfaces à déterminer	23
Etablissement d'un diagnostic sols vivants et détermination des valeurs des trois dettes	27
Intégration des valeurs au bilan d'opération	38
Tableau récapitulatif de la méthodologie	41

Expérimentation 42

4 tests de terrain avec des acteurs clefs, publics, privés, sociaux

Pourquoi une phase test ?	43
Les acteurs de la phase de test	43
Présentation des opérations retenues	45

Résultats 53

Un outil fonctionnel, succès de la preuve de concept

Construction-réhabilitation de 130 logements en conception-réalisation à Corbeil-Essonnes (91)	54
Requalification du secteur Tuileries à Massy (91)	58
Création d'un centre-ville à Montigny-lès-Cormeilles (95)	63
Renaturation d'une friche touristique à Chalmazel-Jeansagnière (42)	67
Tableau récapitulatif des résultats des tests	69

Avantages 71

De la théorie à la pratique, un outil fonctionnel

Éviter la monétarisation des services écosystémiques	72
Éviter la compensation écologique délocalisée	73
Pas de valorisation de « droits à artificialiser »	73

Limites 75

Et perspectives d'évolution

Fiabilisation du calcul de la surface d'artificialisation évitée	76
Exclusion des coûts de maintien dans le temps du bon état écologique des surfaces naturelles ou renaturées	76
Application concrète au moment du diagnostic sols	77
Mise en perspective des valeurs dans les bilans	77
Coût du diagnostic	77

Usages et déploiement 79

Dans les pratiques et les politiques publiques

Utilisation du bilan et financement par les acteurs publics de l'aménagement	80
Financer le bonus-malus	80
À quelle échelle ?	82

Conclusion 83

Bibliographie 84

L'INSTITUT DE LA TRANSITION FONCIÈRE ET SES OUTILS

L’Institut de la Transition foncière est une association loi 1901, fondée à l’initiative d’acteurs publics et privés, ayant pour objectif de réunir une filière autour de la transition foncière. Il s’agit de replacer la préservation des sols vivants au centre de la question urbaine et territoriale, tant dans les milieux liés à l’aménagement et à la construction que dans la société civile, et de devenir un lieu de rassemblement et d’élaboration de pensée autour de cette question au niveau local, national et européen.

L’Institut de la Transition foncière, en parallèle de ses activités d’accompagnement de la recherche appliquée dans le cadre de la Chaire Transition foncière (en partenariat avec l’Université Gustave-Eiffel), propose une méthode de développement, en co-construction avec les membres de la filière, d’outils directement opérationnels pour les professionnels engagés dans la préservation des sols (privés comme publics, promoteurs, aménageurs, collectivités, architectes, bureaux d’études) ou dont l’activité a un impact sur la consommation des sols (investissement, assurance, etc.).

L’objectif de cette démarche de co-développement d’outils opérationnels est de faire muter la fabrique du territoire et converger vers de nouvelles pratiques intégrant la dimension des sols vivants comme bien commun à gérer durablement. La création d’outils opérationnels, connectés directement aux pratiques de la filière, est indispensable pour créer des standards et des critères reconnus, appropriables par tous, ainsi que d’assurer un passage à l’échelle de la sobriété foncière.

L’outil *bilan de transition foncière* est devenu une action collective lors du Sommet de l’Université de la Ville de Demain (6 et 7 juillet 2023). Réunissant dirigeants publics, privés et associatifs, près de 30 dirigeants de collectivités, promoteurs, foncières, architectes, agences d’urbanisme, ont apporté leur soutien à cette démarche. Les actions collectives sont le mode opératoire de l’UVD (une initiative de la Fondation Palladio), et consistent à lancer ou mettre à l’échelle des initiatives à fort impact environnemental ou social, qui requièrent par leur nature-même une coalition entre plusieurs acteurs publics et privés. Elles reposent sur un engagement volontaire des participants et ne nécessitent pas de changement de réglementation.



Ce livrable final présente les objectifs du bilan de transition foncière et revient sur les différents enjeux mis en avant dans le cadre des groupes de travail (dont les 4 séances se sont tenues entre le 30 septembre et le 15 décembre 2023) ainsi que sur les résultats de la phase test du bilan. Cette phase test a concerné quatre projets d’aménagement, dans des contextes territoriaux diversifiés afin de mesurer l’alourdissement ou allègement induit de l’équilibre financier du bilan d’opération. **Le présent document fait la synthèse de cette démarche en présentant le fonctionnement de l’outil, ses conditions d’utilisation, ses limites et les opportunités identifiées.**

Introduction

Jean GUYON, président de l’Institut de la Transition foncière, membre du Conseil national de l’habitat.



Jean-Yves Letéour, Forum de la Transition foncière, 2025 |

La terre, avec le travail et la monnaie, comme nous le rappelle Karl Polanyi dans son magistral essai de 1948 *La Grande Transformation*, ont subi un « désencastrement ». Ces éléments autrefois régulés par des systèmes coutumiers et « encastrés » dans une dimension matérielle et symbolique locale et spécifique (voire religieuse), sont devenus des « marchandises fictives ». Ces entités ont été progressivement redéfinies dans leur identité, pour être soumises à une marchandisation. Le travail, c'est bien connu, est devenu un facteur de production, qui s'échange sur un marché « de l'emploi ». La monnaie est devenue non seulement un support des échanges, mais une réserve de valeur, elle est même devenue fiduciaire. La terre, quant à elle, c'est-à-dire nos sols vivants, sont devenus des fonciers. Des biens-fonds, correspondants aux limites précises d'un découpage cadastral largement aveugle des réalités biologiques, hydrologiques, agronomiques, écologiques de cette terre qu'il découpe en parcelles.

Le foncier, c'est la terre faite bien marchand.

Bien qu'imparfaites, des instances de régulation et des règles puissantes ont été mises sur pied au XX^e siècle pour corriger les effets pervers de la marchandisation du travail et de la monnaie : les systèmes d'État-

providence et leurs corps intermédiaires, les banques centrales et leur rôle régulateur... Rien de semblable n'a encore vu le jour pour les entités naturelles.

Et parmi les nombreux problèmes qui sont nés de cette *reductio ad pecuniam* de la terre, on trouve le faible nombre de fondations pour sa valeur économique. Seuls les usages humains directs et de court-terme, d'habitat, d'industrie, de commerce ou de loisir, ont été désignés sources de valeur économique.

Exit, donc, les innombrables fonctions, qu'elles soient écologiques, paysagères, patrimoniales, archéologiques, sanitaires, remplies par les sols : celles-ci sont presque intégralement absentes de la valeur – péculinaire – d'une parcelle dans une économie marchande.

En urbanisme et en aménagement, ce biais a produit des conséquences directes : de nombreuses facettes des sols sont ignorées dans l'économie du projet. Quand on en exclut les sources de valeurs contingentes ou conjoncturelles, la source structurelle de l'économie d'un projet urbain, c'est la charge foncière, c'est-à-dire le prix que vendeur et acheteur donnent aux droits à construire. *A contrario*, rien, ou très peu, depuis quelques années, n'incite financièrement les acteurs à appliquer un ambitieux recyclage urbain, des espaces déjà bâtis ou tout simplement déjà artificialisés.

Il s'ensuit, on le comprend bien, une incitation forte à la destruction des sols, très rémunératrice et pudiquement appelée « consommation » de terres agricoles, naturelles, forestières. Réciproquement, on constate une désincitation forte à l'évitement, et même à la réduction de cette destruction.

C'est pour tenter de répondre à ce problème fondamental qui fait obstacle au déploiement serein de nos politiques de lutte contre l'artificialisation des sols, de revitalisation des centres-villes, et de renouvellement urbain, que l'Institut de la Transition foncière a développé une méthodologie alternative à l'économie traditionnelle d'une opération.

Au cœur de l'outil de base de valorisation, le bilan d'opération, nous avons tenté de montrer qu'il est possible d'introduire d'autres sources de valeur que la charge foncière.

Il en ressort un bonus-malus facilement calculable à quiconque s'est familiarisé avec les étapes. Nous avons conduit une phase de recherche et d'élaboration théorique, suivie d'expérimentations avec des organisations pionnières (bailleur social, promoteur, collectivité) : leurs résultats sont positifs et ils indiquent une voie pour élargir les sources de la valeur dans l'économie d'un projet.

Cette tentative de valoriser des impacts positifs ou négatifs ignorés, qu'en économie on appelle

«internalisation des externalités», fait surgir deux risques majeurs en matière écologique, dont nous étions conscients tout au long de la démarche. Le premier risque, c'est d'établir un système de droits à détruire (sur le modèle du marché du CO₂) – dans notre cas, de droits à artificialiser, en permettant qu'une opération d'évitement, ou de renaturation, à un endroit donné, permette de «créditer» une artificialisation à un autre endroit. Le second risque, connu lui aussi, était que la méthode repose sur une monétarisation de chaque service, voire de chaque élément d'un écosystème : le m³ d'eau, la quantité de taxons pour la biodiversité, le poids de matière organique, etc.

Nous avons, je le crois, évité ces deux écueils : la méthodologie qui est présentée dans ce rapport permet à la fois de rester à l'échelle d'une seule opération, et d'avoir une valorisation globale en se fondant sur un devis de travaux global émis par un expert (pas de monétarisation des services écosystémiques).

Les expérimentations sur des terrains réels nous ont fourni de nombreux éclairages sur les perfectionnements possibles de l'outil, les besoins d'amélioration de calculs, connaissances ou hypothèses. J'invite les territoires intéressés à saisir de cette méthode pour la tester, et j'espère que la poursuite des expérimentations accompagnées par l'Institut n'empêchera pas d'introduire, dès à présent, les principes fondamentaux de cette méthode dans nos outils de politiques publiques : outils de financement nationaux, régionaux ou locaux, outils de reporting, mais également, *in fine* je l'espère, dans le droit de l'urbanisme. La loi climat et résilience, qui pose enfin un cadre et un objectif de sobriété foncière, date de l'été 2021...

Les plus de 20000 hectares que nous détruisons chaque année d'une ressource non renouvelable à l'échelle humaine – les sols – sont une invitation à agir sans tarder davantage pour doter l'aménagement de son nouveau modèle économique.

Constat

Un modèle économique déséquilibré

DE LA CROISSANCE EXTENSIVE DES VILLES À LA SOBRIÉTÉ FONCIÈRE

La mutation nécessaire du secteur de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme opérationnel s'inscrit aujourd'hui dans le contexte de l'**objectif zéro artificialisation nette¹** (ZAN). Cette transition marque une évolution significative des paradigmes d'aménagement, dont le modèle favorisait une croissance extensive de la ville et une consommation importante de fonciers naturels, agricoles et forestiers (Enaf). Ce modèle s'appuie sur des conditions économiques favorables à la construction neuve et à l'étalement urbain, les Enaf se révélant souvent moins chers, plus faciles à aménager et à construire².

En effet, dans le paradigme de croissance extensive des villes (et donc d'étalement urbain), **le coût de la transformation de l'espace naturel est très faible, au regard de la création de valeur permise par son urbanisation³**. La comparaison entre les coûts nécessaires à la viabilisation d'un terrain nu, et les coûts nécessaires à la dépollution d'un terrain reconverti depuis un usage industriel, ou ceux nécessaires au curage d'un bâtiment existant à réhabiliter, illustre les raisons de la préférence du système de l'aménagement pour l'extension urbaine et pour la construction neuve⁴.

De fait, les opérations de renouvellement urbain (soit la transformation de bâtis existants, la transformation de leurs usages, la construction sur des friches, etc.) présentent des surcoûts par rapport au coût d'une opération débouchant sur la même surface de plancher, mais sur un sol dit « nu » – le plus souvent un terrain agricole, dans 90 % des cas⁵.

Dès lors, la transformation du secteur vers la sobriété foncière doit s'accompagner d'une évolution des outils, et en particulier, des modes de comptabilité et des principes régissant le modèle économique des projets. **Les bilans d'aménagement et les bilans de promotion, qui sont des modélisations de la faisabilité technico-économique des projets, ont vocation à livrer des informations essentielles**

dans les prises de décision et les arbitrages quant aux choix de conception. Ce sont les outils d'allocation des coûts et recettes, qui permettent de piloter des optimisations sous contrainte.

Ainsi, **le bilan d'opération fonctionne comme un outil d'aide à la décision pour l'opérateur (et donc la décision de faire ou de ne pas faire)** ; il donne une image à un instant t de l'acte prévisionnel de transformation du foncier matérialisé par une faisabilité urbaine et architecturale, utilisé dans une logique comparative entre plusieurs scénarios afin de trouver le programme optimum. À date, c'est un budget prévisionnel de l'opération qui est actualisé tout au long de la réalisation du projet jusqu'à sa livraison.

DES SOLS ABSENTS DANS LES BILANS DE PROMOTION ET D'AMÉNAGEMENT

Si les coûts de transformation de l'espace en extension urbaine mentionnés dans le paragraphe précédent sont aussi faibles, c'est aussi que nous ne prenons en compte que certaines données pour les calculer : en l'occurrence, le coût de la viabilisation ou le coût du terrassement qui sont fonction du travail nécessaire pour les mener. À titre d'exemple, **il est extrêmement rare d'intégrer dans ce coût de transformation de l'espace, le coût de sa remise en état initial (c'est-à-dire à l'état naturel) à la fin du cycle de vie du projet** – y compris lorsqu'il existe des obligations légales à terme, si l'activité cesse et que le foncier est cédé, par exemple pour les grands ensembles commerciaux et industriels⁶.

1 Objectif à horizon 2050, issu de la loi climat et résilience du 22 août 2021 en application de la Stratégie européenne pour les sols (non contraignante).

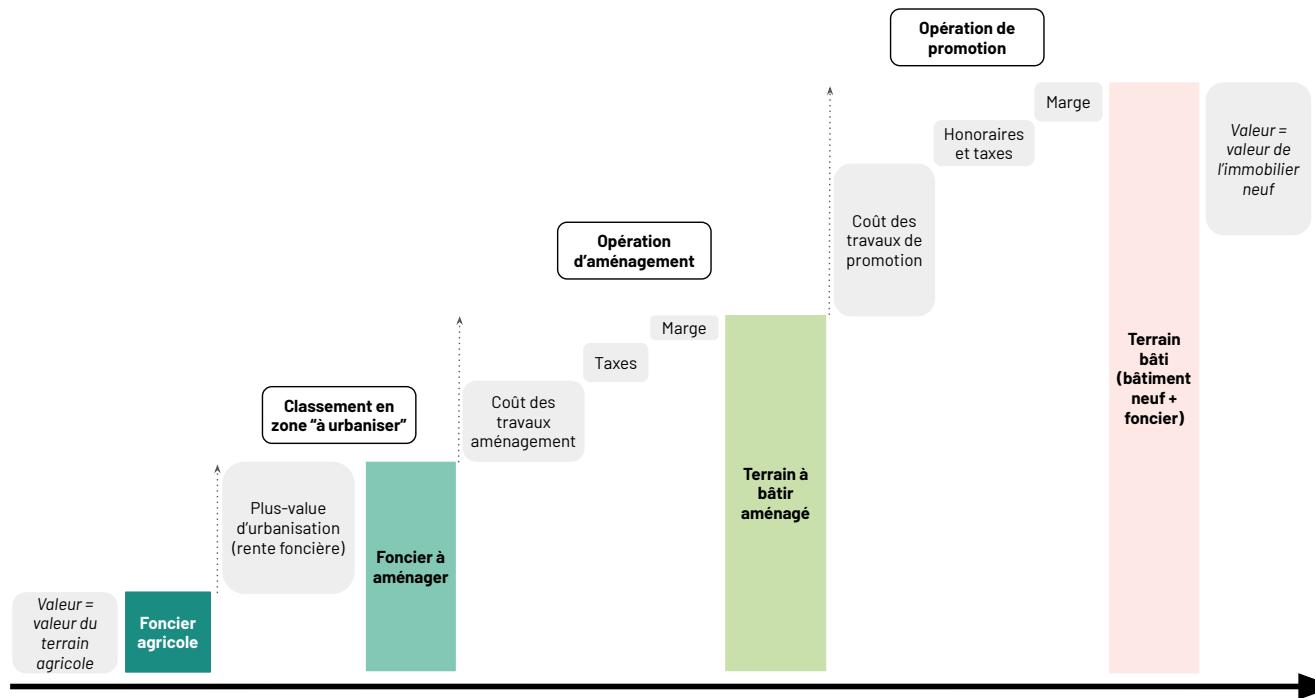
2 Baraud-Serfaty, I., Rio, N., Delhay, H., Fourchy, C. (septembre 2022). *Nouveaux modèles économiques urbains*.

3 Institut de la Transition foncière (mars 2024). ZAN : Pour une politique nationale des sols. Contribution aux travaux du Sénat.

4 LIFTI (janvier 2025). *Vers de nouveaux modèles économiques de l'aménagement : les périmètres et les valeurs en jeu*.

5 Ministère de la Transition écologique (2012).

6 La loi Alur (24 mars 2014) a introduit, à l'article L. 752-1 du code de commerce, un dispositif anti-friches qui impose au propriétaire du site, bénéficiaire de l'autorisation, le démantèlement des implantations et la remise en état du terrain, en fin d'exploitation et si aucune réouverture au public n'intervient dans un délai de 3 ans sur le même emplacement



Economie de l'extension urbaine, Maxence Naudin (Institut de la Transition foncière, 2024) |

Les bilans d'aménagement et de promotion, tels qu'ils existent aujourd'hui, sont donc muets quant à un certain nombre d'informations, qui, si elles étaient prises en compte, pourraient modifier des arbitrages entre les projets, ou des scénarios de conception de projet. Nous proposons donc d'étudier comment la prise en compte d'autres informations, pertinentes dans le cadre de l'objectif zéro artificialisation nette (c'est-à-dire l'objectif de préservation des sols et de leurs fonctions écologiques), pourrait modifier l'économie de projet.

coûts et recettes. Cette approche chiffrée a par ailleurs l'avantage de permettre une comparaison facile de différents scénarios de projet.

AGIR POUR LA SOBRIÉTÉ FONCIÈRE : UNE ACTION QUI RAPPORTE PLUS À LONG TERME QU'ELLE NE COÛTE MAINTENANT

Comme dans de nombreux domaines de la lutte contre la crise écologique, les coûts de l'action sont à mettre en regard des coûts de l'inaction. À cet égard, plusieurs études internationales ont permis d'établir indiscutablement que **les coûts de l'inaction en matière de « dégradation des terres », ou « changement d'affectation d'usage des sols », excèdent de loin, à moyen et long terme, les coûts de leur restauration ou préservation initiale**.

«Le coût de l'inaction face à la dégradation des terres est au moins trois fois plus élevé que le coût de l'action. En moyenne, les bienfaits de la restauration sont dix fois plus élevés que son coût, d'après des estimations dans neuf biomes différents.»

Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), 2018

FAIRE APPARAÎTRE LES SOLS DANS LES BILANS, TOUT EN CONSERVANT LE MÊME LANGAGE

Il s'agit de revoir la nomenclature du bilan actuel et d'ajouter de nouvelles lignes structurelles d'échange de valeur au sein d'un bilan, des **lignes qui reflètent les recettes et les coûts de la sobriété foncière et de la protection des écosystèmes** (à travers les fonctions des sols) afin de rendre ces derniers visibles.

En effet, afin de s'assurer de l'utilisation du bilan de transition foncière, celui-ci doit s'inscrire et correspondre aux pratiques des acteurs de l'aménagement. Son adoption par les porteurs de projet doit être facilitée par l'utilisation du langage usuel des opérations d'aménagement : le rapport entre

À cela doit s'ajouter un point de vue plus directement opérationnel. En France, la multiplication des systèmes de prise en compte de la préservation et restauration des écosystèmes, et de financement de la séquence éviter, réduire, compenser (ERC), permet d'entrevoir un **intérêt stratégique pour les entreprises et les aménageurs à maîtriser cette séquence, son objectivation et sa valorisation.** En effet, de nombreux territoires mettent en place des coopératives carbone (Région Île-de-France), des démarches de compensation ou de restauration régionales (Région Grand Est) ou locales (conduites, par exemple, par les conservatoires d'espaces naturels). C'est dans ce cadre que la prise en compte des externalités environnementales positives et négatives d'un projet d'aménagement au sein du bilan d'opération apparaît particulièrement pertinente pour définir un modèle économique tenant compte de la préservation des sols.

Défi

Intégrer les impacts des projets sur les fonctions écologiques et les valoriser économiquement

DÉFINIR UN MODÈLE ÉCONOMIQUE TENANT COMPTE DE LA PRÉSÉRATION DES SOLS : UN CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE FOISONNANT

Que ce soit au niveau européen ou au niveau national, la réglementation se développe pour assurer une meilleure prise en compte de l'environnement dans les activités économiques. Ainsi, la taxonomie européenne introduit le principe de double matérialité pour évaluer l'impact de l'environnement sur les entreprises et inversement. En parallèle, la préservation et la santé des sols font l'objet de nouvelles obligations avec l'introduction de l'objectif zéro artificialisation nette (ZAN, ou Zéro Net Land Take) et l'adoption au niveau européen d'une directive sur la surveillance et la résilience des sols. **L'esprit de notre bilan de transition foncière s'inscrit dans cette dynamique de prise en compte de l'impact environnemental des activités économiques pour orienter les choix des porteurs de projet.**

Taxonomie européenne

Le 31 juillet 2023 a eu lieu l'adoption des «European Sustainability Reporting Standards»⁷ (ESRS) à la suite de la mise en œuvre de la directive sur le «Corporate Sustainability Reporting» (CRSD). Cette dernière renforce le reporting des entreprises sur les questions environnementales, sociales, et de gouvernance (ESG). Elle introduit le **principe de la double matérialité**, auquel sont soumis tous les critères ESG, comme point de départ de ce reporting. La double matérialité oblige les entreprises à prendre en compte à la fois :

- les enjeux de durabilité susceptibles d'**impacter leur performance financière** ;
- les impacts négatifs et positifs de leurs activités **sur leur environnement économique, social et naturel**.

La double matérialité a donné naissance à la **méthodologie CARE** (comptabilité adaptée au renouvellement de l'environnement) qui vise à intégrer l'environnement directement dans les comptes des entreprises. **Notre démarche de bilan de**

transition foncière s'inscrit dans cette philosophie en permettant de prendre en compte la préservation des sols directement dans les documents comptables des aménageurs et promoteurs.

Zéro artificialisation nette (ZAN)

L'objectif ZAN est issu de la **loi climat et résilience (2021)**. Il vise la réduction progressive de l'artificialisation des sols en mettant en place la sobriété foncière afin d'atteindre l'absence d'artificialisation nette en 2050. Le point de bascule de 2031 se rapproche⁸, à partir duquel il faudra progressivement tendre vers un modèle d'aménagement où à toute artificialisation devra correspondre une renaturation ou désartificialisation sur une surface équivalente, avec une équivalence totale en 2050. En outre, des réflexions importantes sont en cours au sein du Gouvernement comme du Parlement sur le modèle économique permettant de financer cette contrainte quantitative.

Ainsi, la commission des finances du Sénat a lancé le 29 février 2024 une **mission d'information sur le financement du «zéro artificialisation nette», toujours en cours**, dont les rapporteurs sont Jean-Baptiste Blanc (Les Républicains, Vaucluse) et Hervé Maurey (Union centriste, Eure). En parallèle, la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire de l'Assemblée nationale a confié, le 20 novembre 2024, aux députées Sandrine Le Feur (Ensemble pour la République, Finistère) et Constance de Pélichy (Libertés, indépendants, outre-mer et territoires, Loiret), une **mission visant à examiner les politiques publiques affectant l'artificialisation des sols**. Cette mission, achevée le 9 avril 2025, a permis d'aboutir à une proposition de loi, déposée le 20 mai 2025, nommée « Réussir la transition foncière » et visant à doter les élus locaux et les acteurs territoriaux de nouveaux outils d'aménagement adaptés. **Notre proposition de bilan de transition foncière s'intègre dans cette réflexion autour de l'émergence de nouveaux outils d'aménagement permettant de rendre visible la prise en compte des sols.**

Le Gouvernement a confié en mars 2025 à l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) et à l'Inspection générale des finances (IGF) une **mission relative aux conséquences de la sobriété foncière sur l'économie de l'aménagement du territoire**, qui vise notamment à mesurer les conséquences fiscales et financières de la mise en œuvre du ZAN à court, moyen et long terme pour les collectivités territoriales, et à proposer des mesures permettant d'assurer la neutralité financière pour ces dernières ; à émettre des propositions sur les leviers

⁷ Les ESRS représentent les catégories de reporting de la CRSD. On retrouve notamment les critères environnementaux, sociaux et de gouvernance.

⁸ Loi du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.

à activer pour mettre la fiscalité en cohérence avec l'objectif de lutte contre l'artificialisation ; à étudier les modalités de mise en place des outils de compensation foncière ; enfin, à examiner l'ensemble des leviers pouvant être mobilisés pour favoriser des modes d'aménagement plus sobres en foncier. La publication du rapport issu de cette mission est attendue prochainement.

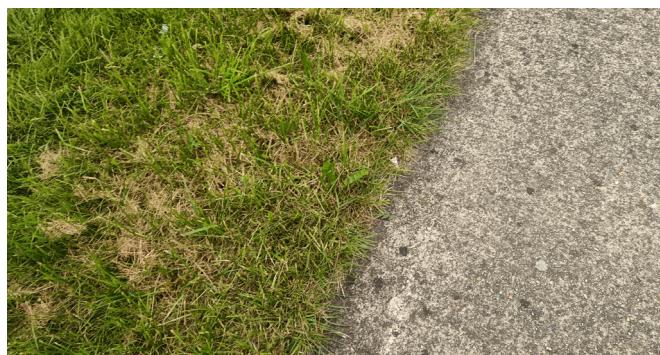
Enfin, le Conseil national de l'habitat (CNH) doit également prochainement publier un rapport intitulé *Habiter sans dénaturer. Modèles économiques, techniques et politiques pour la sobriété foncière*. Des propositions de refonte des modèles de propriété et de gouvernance du foncier devraient être formulées, pour corriger les logiques économiques où la sobriété coûte encore plus qu'elle ne rapporte.

L'absence de modèle économique dédié à la sobriété foncière est le premier frein cité par les acteurs de l'aménagement parmi les principaux rencontrés sur le terrain dans la mise en œuvre du ZAN : ils sont 59 % à le signaler⁹. Dans ce contexte, il apparaît urgent de **proposer des solutions de financement issues de l'opérationnel, concertées avec la filière, les structures associatives et la recherche scientifique**. C'est donc dans ce cadre que l'Institut de la Transition foncière développe son modèle de bilan de transition foncière.

Santé des sols

Le projet de directive visant à instaurer un cadre cohérent de surveillance pour les sols de l'Union européenne a été **voté le 23 octobre 2025 par le Parlement européen : l'objectif est de parvenir à des sols en bonne santé d'ici à 2050 en développant un cadre de surveillance de la santé des sols au niveau européen** (définition légale des sols en bonne santé, collecte de données sur l'état des sols, référentiel sur une gestion durable des sols et sur le traitement des sols pollués). Si le texte final ne fixe pas d'objectifs contraignants ni ne décrit les bonnes pratiques à suivre pour améliorer la santé des sols – contrairement aux versions initiales du texte –, il marque un jalon important pour la prise de conscience communautaire de l'importance de préserver les sols. Surtout, **il offre un cadre cohérent et harmonisé pour la mesure de la santé des sols**. En articulation avec le règlement Restore, qui, lui, fixe des objectifs de restauration « *pour les écosystèmes dont l'état est connu* », cette directive est une étape vers une meilleure préservation et restauration des sols. **La préservation des sols passe en premier lieu par leur prise en compte lors de la conception des projets d'aménagement en tant qu'écosystème**

vivant remplissant des fonctions, ce que permet notre bilan de transition foncière.



Wattignies (Institut de la Transition foncière, 2025)

UNE ENTRÉE PAR LES FONCTIONS POUR DÉCRIRE LA SANTÉ DES SOLS

Avant de pouvoir valoriser économiquement les impacts sur les sols, il est nécessaire au préalable de **définir la méthode de caractérisation des sols et de leur état de santé** afin de pouvoir objectiver les niveaux d'impact du projet de transformation foncière sur ces derniers.

La santé d'un sol correspond à sa « *capacité à fonctionner sur le long terme comme un système vivant, c'est-à-dire capable d'assurer une productivité de biomasse végétale compatible avec le maintien à long terme des fonctionnalités écologiques de l'écosystème naturel ou cultivé* »¹⁰. Sa santé dépend largement des dégradations subies. L'Observatoire européen des sols évalue la santé des sols à partir de 8 types de dégradations : artificialisation, perte de biodiversité, perte de carbone organique, pollution, excès de nutriments, tassement, érosion et salinisation¹¹. En résumé, la santé des sols correspond à leur état physique, chimique et biologique qui détermine leur capacité à fonctionner comme un système vivant et à fournir des services écosystémiques. Elle dépend d'éléments dynamiques.

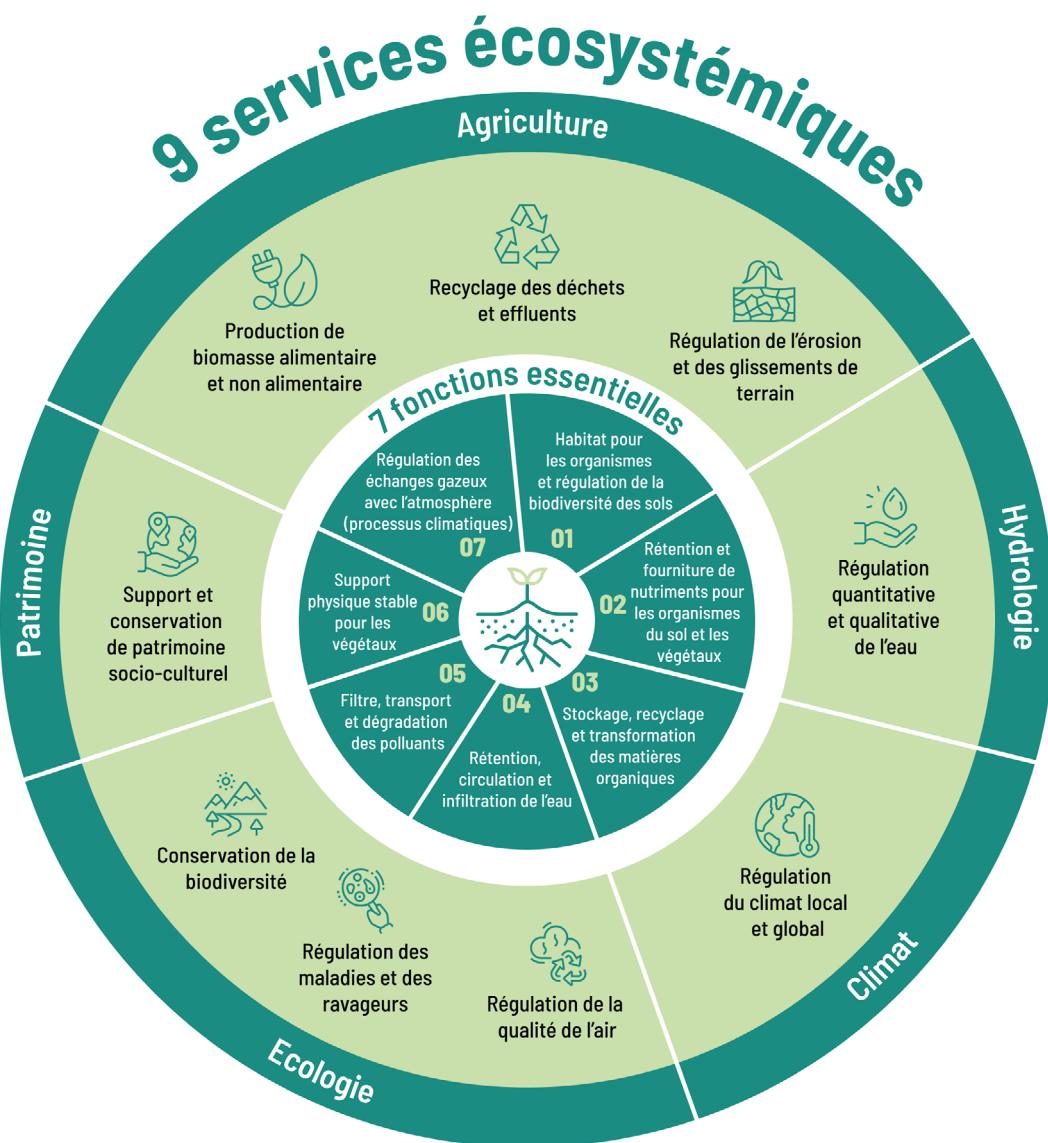
Nous proposons une entrée de la santé des sols par les fonctions écologiques et non les services écosystémiques. En effet, afin de pouvoir en retirer des services écosystémiques, les sols ont besoin d'être fonctionnels et donc en bonne santé.

► [Veuillez vous reporter au schéma à la page suivante](#)

⁹ Cosatto, S., Sougrati E., Guichardet J. (octobre 2024). *Objectif ZAN. le temps des projets. 3e édition*.

¹⁰ Santé des sols : Dictionnaire d'agroécologie. (s. d.)

¹¹ European Thematic Strategy for Soil Protection, EU Soil Observatory (EUSO)



Les sept fonctions des sols définies au niveau académique et les services écosystémiques associés (adapté par l'Institut de la Transition foncière-Maëlle Giroud, 2025, d'après GECO, site modéré par l'Acta et l'Inrae)

Au niveau académique, on reconnaît sept fonctions des sols (cf. Figure 2). Au niveau légal, le code de l'urbanisme, dans sa version modifiée par la loi climat et résilience¹², en retient quatre :

- **Potentiel agronomique** : source de biomasse ;
- **Fonction biologique** : habitat et régulation de la biodiversité ;
- **Fonction hydrique** : rétention et infiltration de l'eau ;
- **Fonction climatique** : séquestration de carbone.

C'est aussi le parti pris méthodologique du projet Muse, piloté par le Cerema, sur la multifonctionnalité des sols avec un vocabulaire différent : source de biomasse, régulation du cycle de l'eau, réservoir de carbone, réservoir de biodiversité¹³.

Principe méthodologique

Pour le bilan de transition foncière, nous partons des quatre fonctions énumérées par la loi climat et résilience pour caractériser l'état d'un sol et assurer la cohérence des initiatives en faveur de la sobriété foncière.

12 L'artificialisation y est définie comme « l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage ».

13 Plus d'informations sur le projet Muse, piloté par le Cerema, porté par un consortium d'acteurs (Cerege, GIS Sol, INARE, Université Aix Marseille, Université Gustave-Eiffel, BRGM, Chambre d'agriculture Indre-et-Loire, IRSTV), et cofinancé par l'ADEME, Sols et Territoires et le ministère de la Transition écologique : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/muse-methode-cartographier-multifonctionnalite-potentielle>

TRANSFORMER LE BILAN : UNE OPPORTUNITÉ DE REPENSER LA FABRIQUE DE L'AMÉNAGEMENT EN FONCTION DU VIVANT

Les différents **outils existants pour rendre compte de la qualité d'un projet** sont souvent des solutions d'analyse du projet *a posteriori*, difficilement appropriables par les opérateurs en phase amont (**études du projet**) et des outils utilisés à côté du **bilan d'opération**, avec un risque que les informations ne soient pas prises en compte dans le cadre de la décision.

■ Panorama des méthodologies existantes

Ces outils ont été mentionnés par les participants lors des groupes de travail.

Outils générant des flux financiers entrant à destination des projets de renaturation :

- **Charge foncière verte** : source de financement expérimentée par l'Etablissement public foncier d'Ile-de-France (Epfif) destinée à la création d'espaces verts. Il s'agit d'ajouter un montant aux droits à construire, fléché à cette fin.
- **Convention de projet urbain partenarial (PUP)** : outil permettant de faire participer les opérateurs privés et les propriétaires fonciers au financement des équipements publics au sein d'une opération à laquelle ils sont associés, répartissant ainsi le risque financier entre secteurs privé et public.

Ces outils n'influencent pas les choix d'aménagement à l'échelle du projet, et ne permettent pas la comparaison entre plusieurs projets.

Outil prenant en compte les retombées économiques et environnementales d'un projet d'aménagement :

- **Bénéfriches** : développé par l'Ademe, il permet de mesurer les retombées économiques, sociales et environnementales de la réhabilitation des friches comparées à l'extension sur des Enaf. Il permet de comparer soit le rapport coûts/bénéfices d'un même projet dans deux endroits, soit deux scénarios sur un même site.

Cet outil ne s'applique qu'à ce type particulier de foncier et les sols ne sont pas pris en compte explicitement.

Outil de prise en compte qualitative de l'impact environnemental des flux financiers :

- Le « **bilan coloré** » : il s'agit d'une méthode de scoring permettant d'évaluer le bilan opérationnel avec des gradations qui catégorisent les investissements et permettent de mettre en avant ceux qui ont une action favorable au sol (préservation ou restauration) :
 - rouge (défavorable),
 - neutre (on fait la ville sur la ville),
 - verte (on travaille la restauration des fonctionnalités du sol).

Il s'agit d'une analyse qualitative qui intervient *a posteriori*, lorsque le bilan est déjà réalisé, et laisse de la place à la subjectivité lors de l'évaluation.

Outils permettant d'évaluer l'impact de la prise en compte des sols avec une vision avant / après du projet :

- **Quali'ZAN**, développé par EPAMarne : outil d'aide à la décision considérant le sol comme une donnée d'entrée du projet d'aménagement. Le référentiel d'évaluation est établi sur une analyse qualitative des opérations réalisées et l'évaluation de l'état pédologique des sols avant et après le projet. Il caractérise l'opération sur 3 niveaux (intensité urbaine, fonctionnalité écologique des sols, services écosystémiques) selon une classification allant de faible à forte.
- **Coefficient de biotope par surface harmonisé (CBSH)** : outil proposé par le Groupement d'intérêt écologique (GIE), visant à évaluer les services écosystémiques des sols dès les phases amont des projets. Il permet d'évaluer le potentiel biodiversité du site avant et après mise en œuvre du projet et de comparer facilement des scénarios. Cependant, il n'intègre pas d'indications monétaires.

Ces outils ne proposent pas de modèle économique pour financer la prise en compte des sols (approche non monétarisée).

Outils permettant d'identifier les sols à préserver en priorité :

- **MUSE** : outil développé par le Cerema, permettant d'identifier les sols à préserver en priorité grâce à une cartographie agrégeant les quatre fonctions des sols.
- **DESTISOL** : outil d'aide à la décision développé par l'Ademe qui aide à la spatialisation des projets d'aménagement en permettant d'identifier les usages du sol envisageables selon la qualité du sol. Cependant, il ne permet pas de projection.

Ces outils ne proposent ni une projection avant/après ni un modèle économique.

Mais aussi : IQ Sol, l'indice de biodiversité locale (IBL), le label terratech, Graphabe, les indicateurs UPGE, le score GENESIS, l'indice d'éco-potentialité, etc. **Tous ces outils aident à identifier les sols à préserver mais ne permettent pas d'intégrer ces informations au modèle économique de l'aménagement.**

C'est pourquoi l'Institut a choisi de partir du bilan d'opération classique pour assurer la prise en compte des sols dans les choix d'aménagement et les financer : c'est l'objectif du bilan de transition foncière.

Les différentes approches existantes ont fait l'objet de discussions lors des groupes de travail sur les défis et interrogations qu'elles soulèvent, et sur la manière de les dépasser.

Tout d'abord, **les informations strictement extra-financières générées par certaines de ces approches risquent d'être reléguées en fin de dossier**, considérées comme des éléments secondaires par rapport aux aspects financiers. Cette hiérarchisation soulève des questions sur l'utilité de ces informations en tant qu'outils de comparaison entre projets et de prises de décision.

De plus, se pose la **question de l'utilisation des informations environnementales comme leviers de négociation**. Si l'information sur la pollution des sols a déjà prouvé son efficacité à cet égard (les surcoûts de dépollution pouvant être un facteur de négociation à la baisse des prix fonciers dans le cadre d'opérations), il reste à **déterminer si des éléments tels que les besoins en restauration peuvent également être mobilisés dans les négociations** avec les parties prenantes du projet. L'ampleur réelle de leur influence dans les arbitrages demeure à explorer, soulignant la **nécessité d'une recherche appliquée pour éclairer cette dimension** encore peu étudiée de la planification urbaine et de la gestion foncière.

Tout l'avantage de s'intéresser au bilan d'opération est qu'il est présent dans la totalité des projets, tout au long de leur développement dès la phase amont ; la manière dont il est structuré influe sur les données à produire et donc les indicateurs regardés au moment des prises de décision.



LES ENJEUX SOULEVÉS PAR LA PRISE EN COMPTE DES SOLS DANS LE BILAN D'OPÉRATION

A partir du moment où il a été décidé d'intégrer la prise en compte des sols directement au sein du bilan d'opération, plusieurs enjeux ont été soulevés, afin qu'ils soient considérés lors des choix méthodologiques. Ils sont présentés succinctement ici, pour introduire la méthodologie du bilan de transition foncière, détaillée dans la partie suivante.

Enjeux temporels

Les sols sont une matière biophysique, vivante, rattachée à un écosystème complexe et dont le processus de création dépasse les temporalités humaines. Cependant, les **intérêts à agir sur le temps long varient en fonction de l'acteur qui porte l'opération de transformation foncière**. En tant qu'acteur de la transformation foncière à un temps t , l'aménageur ou le promoteur expriment dans leurs bilans des postes de recettes et de coûts limités à la temporalité du projet. À l'inverse, un propriétaire exploitant (bailleur social, foncière, etc.) caractérise financièrement son actif par sa capacité à générer des revenus via des loyers perçus sur une durée. Il peut ainsi être sensible à d'autres arbitrages et équilibres dépassant la temporalité de l'opération de transformation urbaine et donc être davantage incité à utiliser un modèle de bilan qui intègre la préservation des sols, en anticipant les services écosystémiques qui seront induits.

Enjeux de cadrage

Puisqu'il s'agit d'un système complexe et interconnecté, la quantification exacte de la projection de la qualité d'un sol peut être difficilement appréciable. La **définition d'une boussole claire, et restreinte, des fonctions écologiques des sols retenues dans l'analyse** paraît dès lors nécessaire. Nous avons fait le choix pour le bilan de transition foncière de retenir les quatres fonctions des sols indiquées par la loi climat et résilience.

Enjeux éthiques

Valoriser économiquement la sobriété foncière revient-il à marchandiser la nature ? Ou simplement à internaliser une externalité positive liée à la préservation des sols ? S'il nous semble **indispensable d'objectiver le rôle des sols et leurs externalités positives, il est plus aisés de visualiser le coût de**

la dégradation des ces externalités positives.

Notre choix est de faire apparaître dans un outil de modélisation financière une valorisation économique de la valeur des sols, aussi bien au titre de nouvelles recettes que de nouveaux coûts, en utilisant les coûts projetés de la renaturation d'un espace dégradé ou artificialisé pour attribuer un malus du montant équivalent. Cette méthode permet d'éviter une monétarisation des services écosystémiques rendus par les sols.

Enjeux de comptabilité

La traduction en système de coûts/recettes des actions en faveur des sols permet aussi de connecter le bilan de transition foncière avec d'autres typologies de budgets (budget d'une collectivité, comptes d'une entreprise, comptabilité des écosystèmes, comptabilité nationale, etc.). Dans cette perspective, l'approche développée par la comptabilité écologique, en particulier le modèle CARE, nous semble pertinente, même si nous pensons utile de **reporter la dette écologique concrètement dans un outil comme le bilan**.

En résumé

Dans cette perspective, les **objectifs** de notre bilan de transition foncière sont de :

- **Transmettre une vision fonctionnelle des sols aux acteurs privés comme publics ;**
- **Rendre visibles les actions sur les sols : évitement, réduction, compensation et restauration ;**
- **Proposer une boussole de la santé des sols adaptée avec des indicateurs reconnus et mesurables fondée sur les quatre fonctions reconnues par la loi climat et résilience ;**
- **Comparer différents scénarios de projet, entre eux ainsi que vis-à-vis d'un état initial ;**
- **Faire apparaître dans un outil de modélisation financière une valorisation économique de la valeur des sols, aussi bien au titre de nouvelles recettes que de nouveaux coûts.**



Méthodologie

Un bonus-malus dans les bilans d'opération

Nous présentons dans cette partie la méthodologie du bilan de transition foncière. Cette méthodologie a vocation à s'appliquer à l'échelle d'une opération, qui fait donc l'objet d'un bilan d'opération classique, mais sur lequel on vient **ajouter la prise en compte d'un bonus-malus de transition foncière**.

C'est l'application de la méthodologie du bilan de transition foncière qui permet justement le calcul de ce bonus-malus.

Cette méthodologie comporte **trois étapes** :

01 - Détermination des différentes surfaces du projet ;

02 - Recours à un bureau d'études pour déterminer les valeur des trois dettes écologiques ;

03 - Intégration des valeurs au bilan d'opération, après ajustement de celles-ci.

Le type d'opération visées par le présent bilan de transition foncière correspond à toute opération de transformation foncière et comprend dès lors la partie aménagement et promotion d'une opération. La matrice du bilan tel que proposé peut aussi intégrer la phase exploitation.

Une proposition de tableau de bilan de transition foncière est jointe en annexe.

Trois surfaces à déterminer

Trois types de surfaces doivent être distinguées. Cela revient à isoler les trois types d'impacts que peuvent avoir une opération : l'artificialisation, l'évitement de l'artificialisation et la renaturation.

i. Surface artificialisée

La surface artificialisée correspond à l'artificialisation brute qui est réalisée par l'opération.

Le code de l'urbanisme, dans sa version modifiée par la loi climat et résilience, définit l'artificialisation comme « *l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage* »¹⁴.

Sont donc prises en compte dans la surface artificialisée l'ensemble des surfaces dont les fonctionnalités écologiques des sols sont altérées de manière durable par l'artificialisation de toute nature, que ce soit en raison de sa nouvelle occupation (sols bâtis, revêtus, stabilisés, etc.) ou de son nouvel usage.

ii. Surface d'artificialisation

évitée

La surface d'artificialisation évitée correspond à la superficie dont on évite l'artificialisation grâce au déploiement de pratiques de recyclage urbain. Il peut s'agir du recyclage d'une emprise déjà artificialisée (comme une friche urbaine ou un parking), du recyclage d'un bâtiment vacant, d'une densification d'un bâtiment (par surélévation, notamment), etc.

Dès lors, la surface d'artificialisation évitée est la somme des superficies suivantes :

- Emprise au sol d'un **bâtiment existant faisant l'objet d'une réhabilitation complète hors surélévation** (notamment, en cas de transformation d'usage, comme une transformation d'un immeuble de bureaux en immeuble de logements) ;
- Emprise des **constructions nouvelles sur sol déjà artificialisé i.e. sur sol scellé (parking, etc.) ou sur l'emplacement d'un bâtiment déconstruit au préalable** ;
- **Prorata** d'évitement lors d'une **surélévation**. Ce prorata est appliqué à l'emprise au sol du bâtiment densifié, et correspond au ratio entre la surface de plancher créée et la surface totale avant projet, comme l'indique l'encadré en page suivante.

Il est à noter que la construction de **voies et espaces publics** obéit à la même logique : les surfaces concernées, créées sur des surfaces déjà artificialisées, doivent être ajoutées à la surface d'artificialisation évitée, le cas échéant.

¹⁴ Article L. 101-2-1 du code de l'urbanisme : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043967077

Calcul du prorata d'évitement lors d'une surélévation

Pour un bâtiment densifié, le calcul de l'évitement repose sur un prorata appliqué à l'emprise au sol du bâtiment densifié, correspondant au ratio entre la surface de plancher créée et la surface totale avant projet :

$$\text{évitement} = \text{emprise au sol du bâtiment} \times \frac{\text{surface créée}}{\text{surface totale avant projet}} \quad (\text{bâtiment densifié})$$

Ce prorata représente la part de l'opération contribuant à l'évitement de l'artificialisation, **par rapport à l'état initial**. Ce choix de rapporter la création à l'état initial et non pas à l'état final reflète le fait que l'évitement traduit l'effort de densification par rapport à l'état initial. Ce choix permet aussi de mieux valoriser l'évitement.

Exemple de calcul d'une surface d'artificialisation évitée : si un bâtiment de 9 étages est construit sur une emprise de 400 m² correspondant à un ancien parking et un ancien bâtiment de 2 étages qui a été déconstruit, 400 m² sont crédités. Si, lors de la même

opération, un bâtiment de 3 étages, dont l'emprise au sol est de 300 m², est surélevé d'un étage, alors 100 m² (= 1/3 · 300 m²) viennent s'ajouter à la surface d'artificialisation évitée. Au total, cette opération a une surface d'artificialisation évitée de 500 m².

Comment bonifier l'intensification d'usage d'un bâtiment ?

Les catégories indiquées ci-dessus ne prennent pas en compte l'évitement de l'artificialisation lié à une intensification de l'usage d'un bâtiment. Une réhabilitation d'un immeuble déjà occupé n'a pas le même impact qu'une réhabilitation qui permet la sortie de la vacance de la totalité ou d'une grande partie des biens qu'il programme.

De même, des pratiques font « plus avec l'existant », en jouant sur la disponibilité temporelle du bâtiment, la superposition, la diversification, la mutualisation de ses usages ou son ouverture à de nouvelles personnes.

La surface d'artificialisation évitée liée à l'intensification d'un bâtiment doit être mesurée, pour pouvoir être valorisée. Toutefois, il est difficile aujourd'hui, sans complexité additionnelle à la démarche, d'en objectiver le calcul.

Le même type de formule que celle utilisée pour le calcul du prorata d'évitement, dans le cas de la surélévation, pourrait être mobilisé, en définissant une notion d'intensité d'usage pour le bâtiment, qui aurait une valeur avant le projet et une valeur après le projet.

Ces réflexions méritent d'être approfondies, afin de définir des notions d'intensité d'usage pour chaque pratique d'intensification, dans le but de permettre l'objectivation de l'évitement lié à l'intensification d'usage.

Déterminer la surface d'artificialisation évitée suppose donc l'élaboration d'hypothèses par le maître d'ouvrage, qui devront être détaillées lors de l'application du bilan de transition foncière. Comme détaillé dans la suite de ce rapport, une méthode alternative de calcul de la surface d'artificialisation évitée, fondée sur l'élaboration d'un scénario de référence dans les limites des prescriptions du plan local d'urbanisme, pourra être développée ultérieurement.

iii. Surface renaturée

Le code de l'urbanisme¹⁵ définit la renaturation d'un sol (ou désartificialisation) comme «*des actions ou des opérations de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol, ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non artificialisé.*»

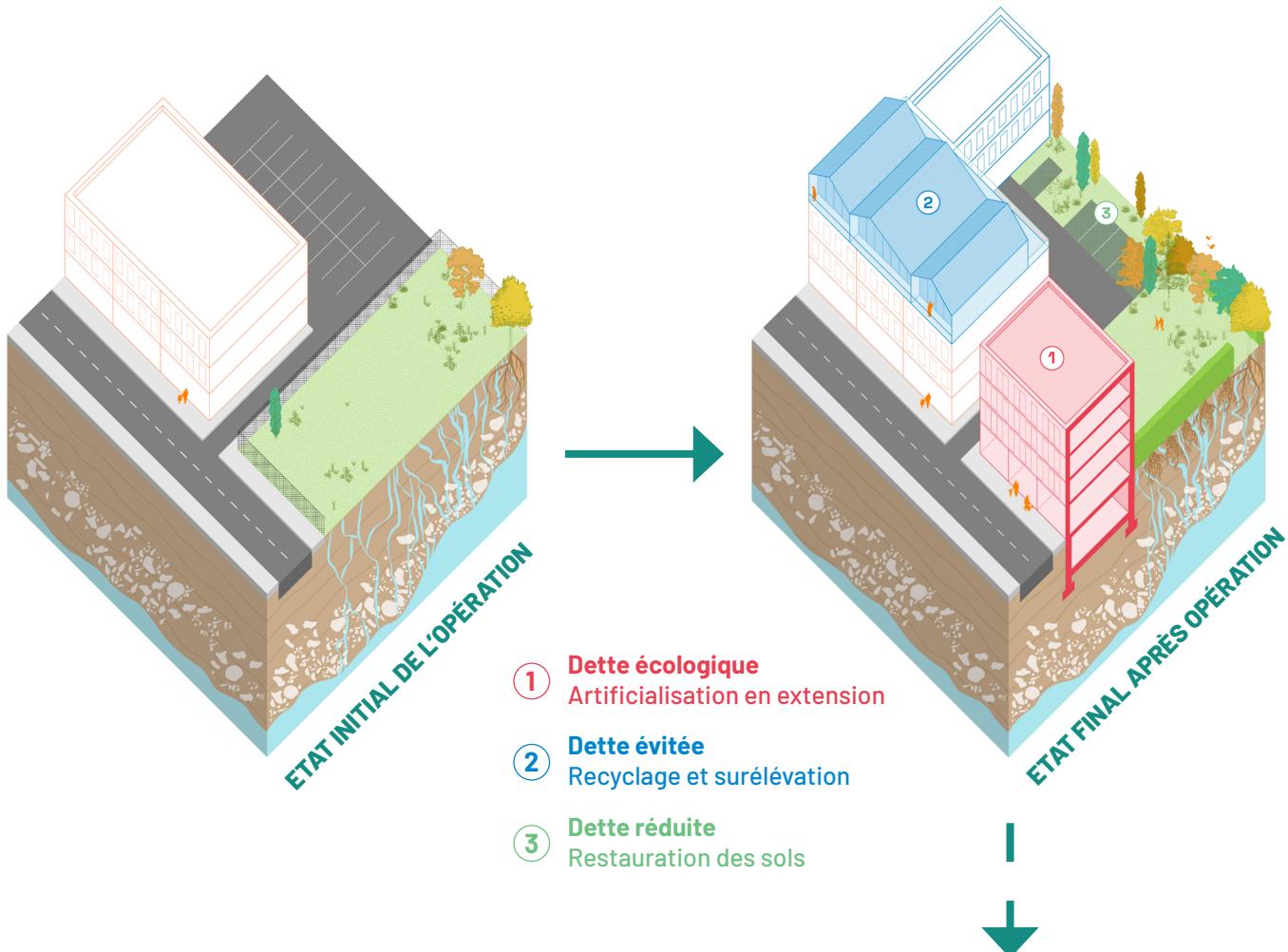
La surface renaturée correspond donc à l'ensemble des emprises ayant fait l'objet de travaux de restauration ou d'amélioration des fonctions écologiques des sols lors de l'opération, ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non artificialisé. Ces travaux relèvent du génie écologique : descellement des sols, décompactage, restauration du cycle de l'eau, apport de matière organique, etc.

L'Institut de la Transition foncière finalise actuellement ses travaux pour l'élaboration d'un référentiel renaturation des sols¹⁶, qui se positionne à l'échelle du projet. Ce référentiel propose une lecture multifonctionnelle des sols dégradés : il permet aux maîtres d'ouvrage de déterminer les fonctions des sols à prioriser selon l'usage prévu, et d'arbitrer entre différentes méthodes de renaturation selon leurs contraintes. **Ce référentiel peut être utilisé afin de qualifier les surfaces qui feront l'objet d'une renaturation lors de l'application du bilan de transition foncière.**

15 Article L. 101-2-1 du code de l'urbanisme : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043967077

16 Plus d'informations ici : <https://www.transitionfonciere.fr/referentiel-renaturation-des-sols>

Identification des trois surfaces par comparaison de l'état initial et de l'état final de l'opération

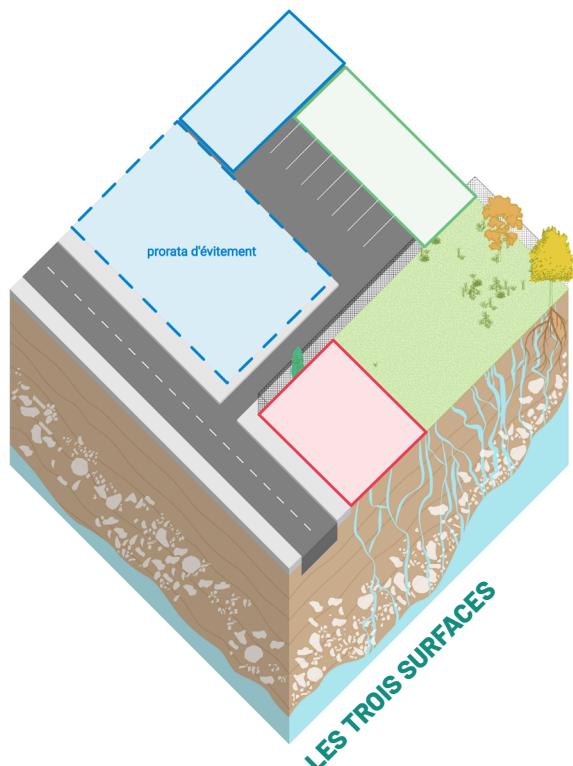


Cette opération débouche donc sur :

- une artificialisée en extension ①
- une surface d'artificialisation évitée ②, correspondant à la densification d'un bâtiment par surélévation et à la construction d'un bâtiment sur un parking, sol déjà scellé,
- une surface renaturée ③

Remarque

Cette méthodologie ne tient pas compte des surfaces naturelles qui restent naturelles au cours de l'opération.



Etablissement d'un diagnostic sols vivants et détermination des valeurs des trois dettes

Le diagnostic sols vivants

Après avoir déterminé les trois surfaces de l'opération, il est fait appel à un bureau d'études sols vivants. Son rôle est d'estimer le niveau de fonctionnalité des quatre fonctions écologiques rendues par les sols définies dans la partie précédente. Pour ce faire, il réalise la mesure des **paramètres physiques, chimiques et biologiques** relatifs à chacune de ces quatres fonctions. Ces paramètres sont détaillés dans l'encadré ci-dessous.

Les échantillons doivent être réalisés de manière à obtenir des **valeurs représentatives pour chacune des trois surfaces**. La stratégie d'échantillonnage est détaillée dans les sous-parties correspondantes.

La mesure doit permettre d'estimer les fonctionnalités écologiques à différentes phases de l'opération :

- l'**état initial (ou ex ante)** : quel est l'état des fonctions écologiques sur le site avant l'opération d'aménagement ?
- l'**état final (ou ex post)** : quel est l'état projeté ou mesuré des fonctions écologiques à l'issue de l'opération d'aménagement ?
- le **seuil de bon état écologique** : quel est le seuil de bon état écologique des fonctions des sols ? Le bureau d'études est chargé d'estimer ce seuil à partir d'une comparaison locale comme défini dans l'encadré de la page suivante.

A partir de ces valeurs, le bureau d'études établit une **estimation du coût des travaux pour restaurer le seuil de bon état écologique**. Ceci correspond à la définition de la **régénération des sols** qui est fournie par la directive européenne sur la surveillance des sols, c'est-à-dire «*une action intentionnelle visant à modifier l'état des sols en les faisant passer d'un état dégradé à un état sain*», mais aussi à la définition de la renaturation présente dans la loi climat et résilience comme vu plus haut.

Paramètres physiques, chimiques et biologiques des sols à mesurer

Afin d'évaluer les fonctions des sols, il est nécessaire de considérer les paramètres physiques, chimiques et biologiques des sols, soit les propriétés et processus présents dans le sol. Pour constituer les indicateurs de qualité des sols, certains des paramètres suivants peuvent être retenus en étant associés aux quatre fonctions. Des indicateurs complémentaires pour rattacher le sol à son contexte territorial peuvent être ajoutés¹⁷. Il revient au bureau d'études de déterminer l'ensemble des indicateurs pertinents à mesurer.

Potentiel agronomique : source de biomasse

- pH
- Capacité d'échange cationique
- Teneur en azote total
- Teneur en phosphore disponible
- Teneur en potassium disponible

Fonction hydrique : rétention et infiltration de l'eau

- Degré d'hydromorphie
- Conductivité hydraulique à saturation
- Réservoir en eau utilisable maximum

Fonction climatique : séquestration de carbone

- Teneur en carbone organique du sol
- Stock de carbone
- Fractions du carbone

Fonction biologique : habitat et régulation de la biodiversité

- Biomasse moléculaire microbienne
- Diversité taxonomique microbienne

Il est à noter que la directive européenne sur la surveillance des sols qualifie ces paramètres de « *descripteur du sol* » à savoir un « *paramètre décrivant une caractéristique physique, chimique ou biologique de la santé des sols* ». Certains des paramètres retenus ici figurent dans la directive européenne comme le niveau de pH ou la teneur en carbone organique du sol.

- Abondance et diversité des lombriciens
- Abondance et diversité des nématodes
- Abondance et diversité des microarthropodes
- Abondance et diversité des enchytréides

Paramètres transversaux aux différentes fonctions

- Épaisseur de sol et des horizons
- Caractère calcaire
- Compacité
- Structure
- Texture/Granulométrie
- Teneur en éléments grossiers
- Conductivité électrique
- Rapport carbone sur azote

Indicateurs complémentaires d'intérêt pour évaluer la qualité d'un sol par rapport à son contexte

- Connectivité à des trames écologiques/ potentiel écologique

La définition d'un seuil de bon état écologique par le bureau d'études

Le cadre posé par la directive européenne sur la surveillance des sols identifie un certain nombre d'indicateurs de suivi (« *descripteur de sols* ») qui peuvent être associés à des « *valeurs cibles durables non contraignantes* » que les indicateurs doivent respecter pour que le sol soit considéré comme « *en bonne santé* ». Au contraire, des « *valeurs de déclenchement opérationnelles* » indiquent le seuil de dégradation d'un sol.

Certaines valeurs cibles sont définies à l'échelle européenne dans la directive (par exemple, la perte de carbone organique des sols dans les sols minéraux), d'autres sont définies par chaque État

¹⁷ Voir l'étude de référence : Cousin I. (coord.), Desrousseaux M. (coord.), Angers D. et al. (2025). Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs. Rapport d'étude, Inrae.

membre, éventuellement en tenant compte des conditions pédologiques locales (comme ce qui concerne les excès de nutriments dans les sols).

L'application du bilan de transition foncière suit l'esprit de la directive européenne : une **valeur cible caractérisant le bon état écologique doit être définie pour chacun des paramètres analysés listés dans l'encadré précédent.**

C'est la comparaison entre l'état objectif du site et ces valeurs cibles qui permet de calculer les dettes écologiques du site.

Principe méthodologique :

Un « seuil de bon état écologique » dépend de la nature des sols dans le territoire, de leur couvert (herbacés, ligneux, etc), et de leurs caractéristiques d'évolution en dehors des facteurs venus les dégrader sur l'emprise du projet. Il apparaît donc nécessaire de confier la détermination de ce seuil, ainsi que du scoring de la dégradation des fonctions, à une **expertise scientifique se fondant sur une comparaison locale.**

Parmi les acteurs susceptibles de fournir un tel seuil :

- Privés : bureaux d'études sols, bureaux d'expertise agronomique ;
- Publics : centres de l'Inrae (et laboratoire d'analyse des sols LAS, Inrae Hauts-de-France), Muséum national d'histoire naturelle, Laboratoires universitaires : Laboratoire Sol et Environnement (Université de Lorraine), Laboratoire d'Analyse des sols (Ecole et observatoire des sciences de la Terre, Université de Strasbourg), Centre de recherche INRAE Île-de-France - Versailles-Saclay (Université Paris Saclay, INRAE), etc.

Nous faisons le choix de confier la définition du seuil de bon état écologique, pour chaque paramètre et chaque surface, à un bureau d'études sols vivants.

i. Dette écologique : estimer le coût des travaux pour la restauration du bon état écologique sur la surface artificialisée

STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE

Le bureau d'études réalise des mesures à des points représentatifs de la surface qui fait l'objet d'une artificialisation.



1 Définition de la dette écologique Artificialisation en extension

A partir des mesures effectuées, le bureau d'études fournit une estimation du montant des travaux de restauration pour atteindre le **seuil de bon état écologique depuis les valeurs post-artificialisation** pour chaque fonction écologique. C'est le montant de la dette écologique.

Ces coûts de travaux théoriques intègrent les coûts de démolition de la dalle, d'évacuation de la dalle, de décompactage des sols, d'apport de sols fertiles (ex. : terre végétale) ou d'amendement organique, de plantation et d'ingénierie pédologique pour remise au seuil de bon état écologique.

Ces coûts sont en lien avec les caractéristiques des sols et leur aptitude à fournir des fonctions au moment où le diagnostic agropédologique a été réalisé.

A noter. Les coûts de démolition du bâti, le cas échéant, ne sont pas intégrés dans le montant

total des travaux de restauration des fonctions écologiques des sols (la démolition de la dalle est la première étape prise en compte). Il s'agit d'un choix méthodologique justifié par le fait que la modélisation de la dette écologique se base sur un horizon temporel long (de 60 ans dans notre expérimentation) après l'opération, comme expliqué ci-dessous. Dans un tel avenir, où le ZAN sera appliqué et les ressources naturelles seront encore plus limitées, il est fait le choix méthodologique de séparer le devenir *effectif* du *bâti*, qui sera conservé, et lui-même réhabilité ou transformé, de la nécessité de *modéliser théoriquement la restauration des sols sous ce bâti*. C'est pourquoi la démolition du bâtiment n'est pas considérée dans le calcul de la dette écologique.

ii. Dette évitée : estimer le coût évité des travaux pour la restauration du bon état écologique des surfaces d'artificialisation évitée

La dette évitée est une dette écologique inversée, la calculer suppose un raisonnement conceptuel.

STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE

Deux cas de figure se présentent :

- l'opération a lieu sur une parcelle à 100 % artificialisée à l'état initial : le bureau d'études, en lien avec la maîtrise d'ouvrage, doit identifier une parcelle d'espace naturel, agricole et forestier (Enaf) située à proximité de l'opération, la **parcelle naturelle témoin**, pour y réaliser ses mesures ;
- l'opération a lieu sur une parcelle qui compte des surfaces non artificialisées à l'état initial, elles serviront de **surface naturelle de référence** pour le bureau d'étude ;

On admet que l'artificialisation évitée, si elle n'avait pas été évitée par des mesures de sobriété foncière, se serait produite sur la parcelle naturelle témoin dans le premier cas, et sur la surface naturelle de référence dans le second cas (et ce, même si la surface en question est inférieure à celle de l'artificialisation évitée). Le bureau d'études sols peut donc réaliser la mesure des paramètres sur la parcelle naturelle témoin, ou sur la surface naturelle de référence selon le cas.



② Définition de la dette évitée Recyclage et surélévation

Le bureau d'études est chargé d'estimer la valeur des paramètres si les sols de la surface naturelle de référence avaient été artificialisés. Ensuite, il évalue le montant des travaux de restauration pour atteindre le seuil de bon état écologique depuis les valeurs estimées en cas d'artificialisation. Ce montant constitue la dette évitée.

Ces coûts de travaux théoriques incluent les mêmes postes de dépenses que ceux relatifs à la dette écologique.

iii. Dette réduite : estimer le coût des travaux effectués pour restaurer le bon état écologique des surfaces renaturées

STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE

La mesure est effectuée par le bureau d'études à des points représentatifs de la surface renaturée.



③ Définition de la dette réduite Restauration des sols

Le bureau d'études est chargé d'estimer la valeur des paramètres après les travaux prévus de renaturation et le seuil de bon état écologique. Il s'assure que les travaux conduisent à ce que les valeurs des paramètres ex post atteignent le seuil de bon état écologique, ce qui valide l'effectivité de l'opération de renaturation. Le montant des travaux de renaturation engagés par la maîtrise d'ouvrage, ou estimés par le bureau d'études, constitue la dette réduite.

La question de l'**effectivité de l'opération de renaturation**, au sens de la restauration des quatre fonctions écologiques prévues par la loi climat et résilience, doit être posée. En effet, selon la méthode présentée ici, restaurer l'une de ces fonctions, sans rétablir les autres, ne peut être qualifié de renaturation.

Par exemple, la désimperméabilisation d'un parking peut conduire à la restauration de la fonctionnalité hydrique d'un sol, mais les sols d'un parking désimperméabilisé ne peuvent pas être considérés comme en bon état écologique.

Nous pourrions penser que désimperméabiliser un parking participe à la diminution de la dette écologique (et donc à la *dette réduite*). En effet, le remboursement de la dette écologique d'un parking, c'est-à-dire la restauration de l'ensemble des fonctionnalités écologiques de ses sols, apparaît techniquement plus facile pour un parking qui a déjà fait l'objet d'une désimperméabilisation que pour un parking aux sols imperméables. Cette dernière affirmation n'est toutefois pas scientifiquement établie (un parking désimperméabilisé peut comporter de nombreux matériaux anthropiques, difficiles à retirer). L'absence d'atteinte du bon état écologique conduit donc à ne pas inclure le montant des travaux de désimperméabilisation dans la *dette réduite* de l'opération.

De même, la simple végétalisation d'un espace vert sans perspective multifonctionnelle (par exemple, sur dalle ou en jardinière) ne constitue pas une opération de renaturation et ne doit pas être inclue dans la dette réduite de l'opération.

i. Tableau 1: La dette écologique de l'artificialisation -

Exemple

FONCTION ÉCOLOGIQUE	EXEMPLE DE PARAMÈTRES	MESURE SUR SITE EX ANTE	MESURE ET/OU PRÉVISION EX POST	SEUIL DE BON ÉTAT ÉCOLOGIQUE	DETTE ÉCOLOGIQUE
POTENTIEL AGRONOMIQUE	pH				Montant des travaux de restauration pour atteindre le seuil de bon état écologique depuis les valeurs mesurées ou prévues post-artificialisation
	Capacité d'échange cationique				
RÉGULATION DU CYCLE DE L'EAU	Conductivité hydraulique à saturation				
	Réservoir en eau utilisable maximum				
RÉGULATION CLIMATIQUE/ STOCKAGE CARBONE	Teneur en carbone organique du sol				
RÉSERVE DE BIODIVERSITÉ	Biomasse moléculaire microbienne				
	Diversité taxonomique microbienne				
TRANSVERSE	Epaisseur				
	Compacité				
	Structure				
	Texture				

ii. Tableau 2 : La dette évitée par les mesures de sobriété foncière -
Exemple

FONCTION ÉCOLOGIQUE	EXEMPLE DE PARAMÈTRES	MESURE SUR LA SURFACE NATURELLE DE RÉFÉRENCE OU SUR LA PARCELLE NATURELLE TÉMOIN	VALEUR ESTIMÉE SI ARTIFICIALISATION	SEUIL DE BON ÉTAT ÉCOLOGIQUE	DETTE ÉVITÉE = DETTE ÉCOLOGIQUE INVERSÉE Montant des travaux de restauration pour atteindre le seuil de bon état écologique depuis les valeurs estimées post-artificialisation
POTENTIEL AGRONOMIQUE	pH				
	Capacité d'échange cationique				
RÉGULATION DU CYCLE DE L'EAU	Conductivité hydraulique à saturation				
	Réservoir en eau utilisable maximum				
RÉGULATION CLIMATIQUE/ STOCKAGE CARBONE	Teneur en carbone organique du sol				
RÉSERVE DE BIODIVERSITÉ	Biomasse moléculaire microbienne				
	Diversité taxonomique microbienne				
TRANSVERSE	Epaisseur				
	Compacité				
	Structure				
	Texture				

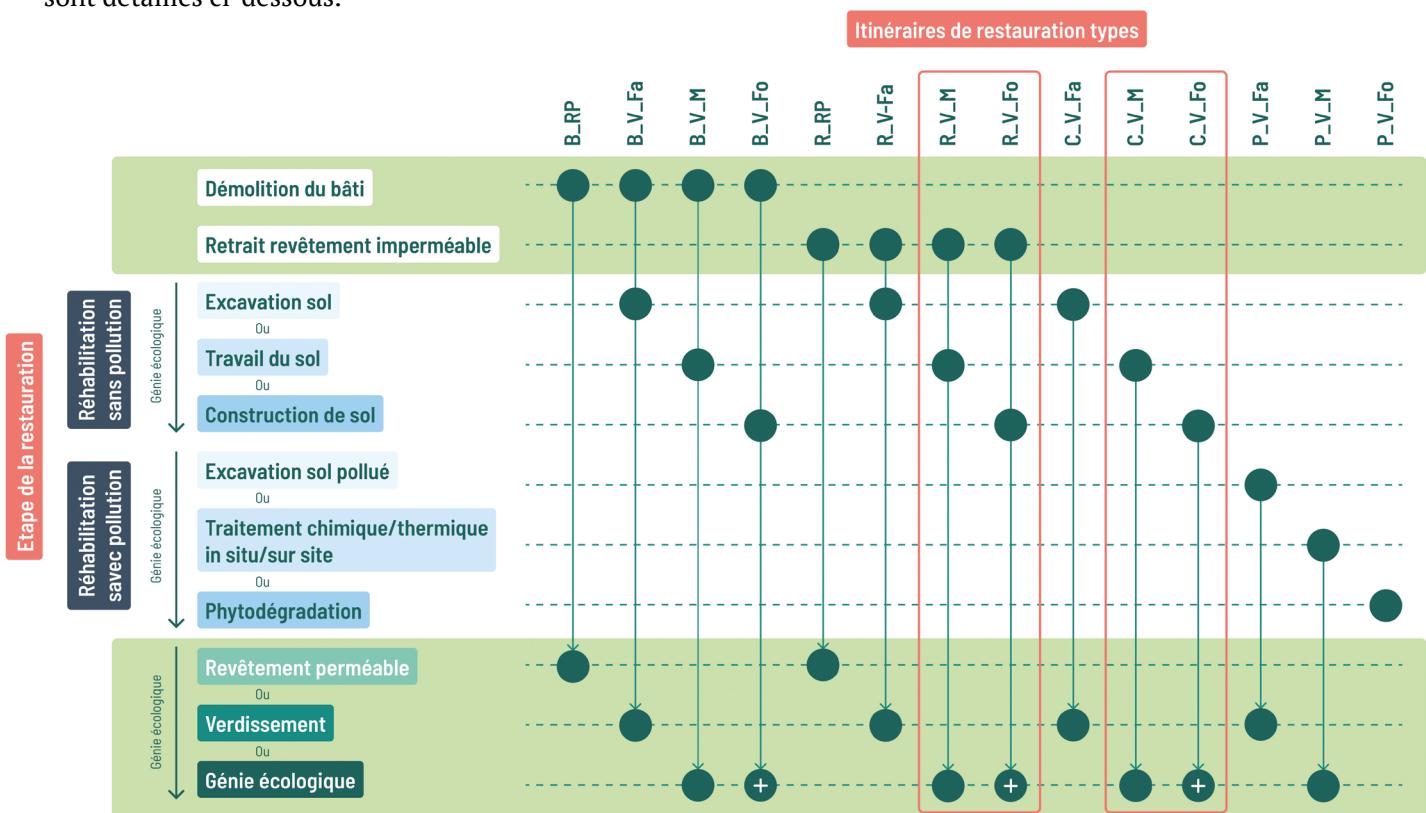
iii. Tableau 3 : La dette réduite par les mesures de préservation et restauration - Exemple

FONCTION ÉCOLOGIQUE	EXEMPLE DE PARAMÈTRES	MESURE SUR SITE EX ANTE	MESURE ET/OU PRÉVISION EX POST	SEUIL DE BON ÉTAT ÉCOLOGIQUE	DETTE RÉDUITE Montant des mesures pour atteindre le seuil de bon état écologique depuis les valeurs ex ante
POTENTIEL AGRONOMIQUE	pH				
	Capacité d'échange cationique				
RÉGULATION DU CYCLE DE L'EAU	Conductivité hydraulique à saturation				
	Réservoir en eau utilisable maximum				
RÉGULATION CLIMATIQUE/STOCKAGE CARBONE	Teneur en carbone organique du sol				
RÉSERVE DE BIODIVERSITÉ	Biomasse moléculaire microbienne				
	Diversité taxonomique microbienne				
TRANSVERSE	Epaisseur				
	Compacité				
	Structure				
	Texture				

Coûts moyens de restauration en l'absence de diagnostic sols

S'il n'est pas possible de faire appel à un bureau d'études sols pour élaborer un devis de restauration des fonctionnalités écologiques des sols, il est possible de faire appel aux coûts moyens de restauration qui ont été évalués par la littérature scientifique. Nous mobilisons dans ces travaux l'étude scientifique de référence, publiée en décembre 2024¹⁸.

Cette étude identifie différents itinéraires techniques de restauration des fonctionnalités écologiques des sols, selon l'état initial du sol, son état final souhaité et le niveau de recours à l'ingénierie écologique. Ceux-ci sont détaillés ci-dessous.



Note de lecture : Le nom de chaque itinéraire a la structure suivante : EtatInitial_Etat_Final_IngénierieEcologique, où l'Etat initial peut être bâti (B), couvert d'un revêtement imperméable (R), compacté (C) ou pollué (P); l'Etat final peut être un revêtement perméable (RP) ou de la végétation (V); et enfin de recours à l'ingénierie écologique peut être faible (Fa), modéré (M) ou fort (Fo). Les cercles avec un signe "+" indiquent une ambition plus élevée en terme d'ingénierie écologique.

Itinéraires de restauration type (adapté par l'Institut de la Transition foncière – Maëlle Giroud d'après Mathilde Salin, Charles Claron, Elodie Nguyen-Rabot, Nicolas Mondolfo, Harold Levrel. Les coûts de la restauration des sols urbains. CIRED Working Paper n°2024-96-FR. 2025.)

La méthodologie du bilan de transition foncière conduit à privilégier **les itinéraires débutant en « R » (revêtement imperméable) ou en « C » (sol compacté)**, le cas des sols bâtis (B) et des sols pollués (P) n'étant pas pris en compte dans le rapport. Nous privilégions également les itinéraires finissant en « M » (niveau d'ingénierie écologique modéré) ou en « Fo »

(fort niveau d'ingénierie écologique) afin d'assurer une restauration des fonctionnalités écologiques au seuil de bon état écologique (cf. itinéraires encadrés en rose saumon sur le schéma précédent).

L'étude définit le niveau modéré d'ingénierie écologique comme des actions consistant « à essayer »

18 Salin M., Claron, C., Nguyen-Rabot, E., Mondolfo, N., Levrel, H. (2025). « Les coûts de la restauration des sols urbains ». CIRED Working Paper, n°2024-96-FR. : <https://enpc.hal.science/CIRED/hal-04904897v1>

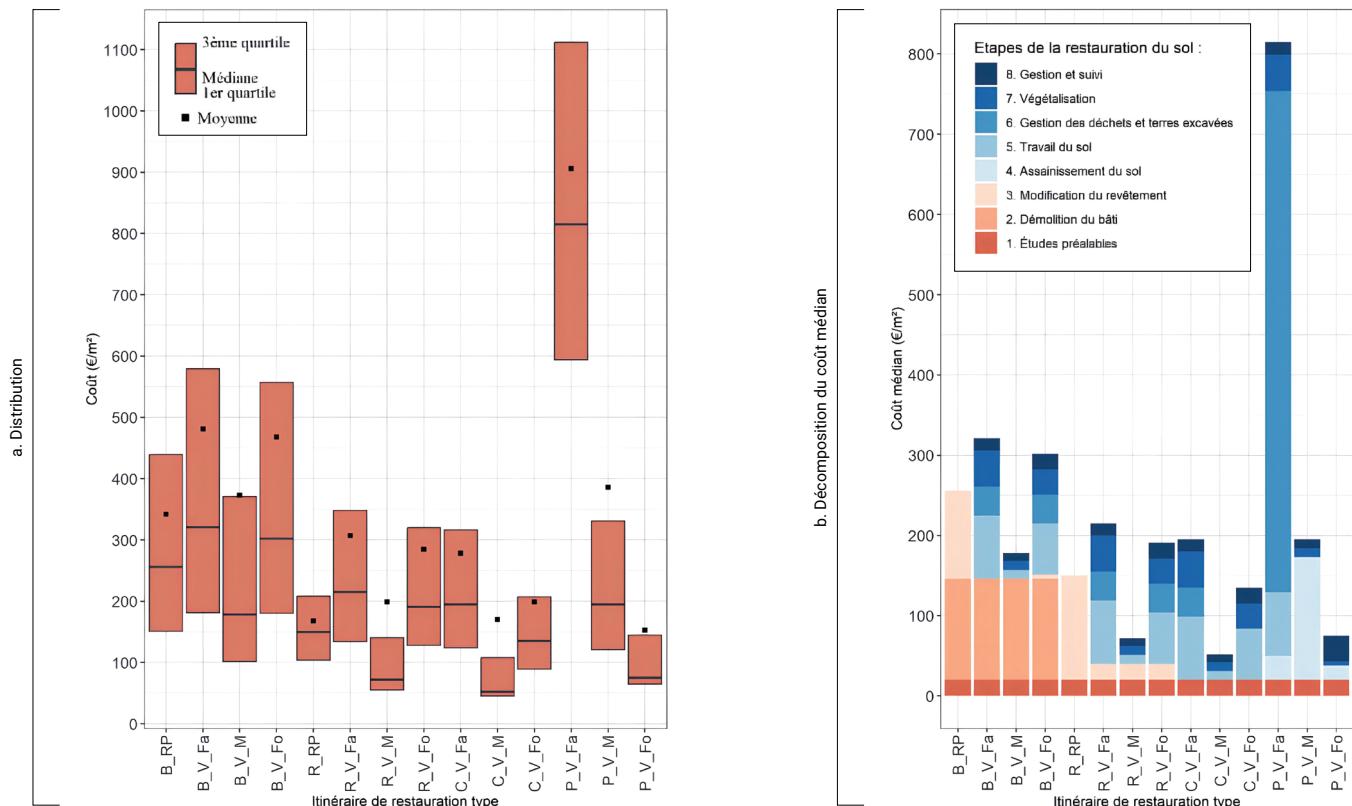
d'améliorer le sol (non pollué) en l'état, en le décompactant et en l'agrandant avec du compost.»

Elle définit également le haut niveau d'ingénierie écologique comme la « **reconstruction complète du sol (non pollué)** : les déchets de construction ou les terres excavées sont combinés avec du compost pour recréer les horizons du sol, selon une approche d'ingénierie pédologique. Elle est suivie d'une phase de végétalisation ambitieuse (plantation de graines multi-espèces et locales, de petits arbres, création d'habitats comme une mare) sans aucun suivi (évolution libre).»

Le choix des scénarios et des travaux/apports à mettre en place (niveau modéré ou haut niveau d'ingénierie écologique) est réalisé selon la typologie du site et des caractéristiques pédologiques et agronomiques des sols présents sur le site.

Nous obtenons quatre itinéraires d'intérêt, à mobiliser selon l'état initial du sol et selon le niveau d'ingénierie écologique à déployer : R_V_M, R_V_Fo, C_V_M et C_V_Fo.

Pour chacun de ces scénarios, l'étude présente les coûts de restauration types (médiane, moyenne, premier et troisième quartiles), ainsi que la décomposition du coût médian.



Nous obtenons donc les ordres de grandeur des coûts médians ci-dessous, à retenir pour nos estimations :

NOM CODÉ DU SCÉNARIO	DESCRIPTION DU SCÉNARIO	COÛT MÉDIAN DE L'ITINÉRAIRE DE RESTAURATION (€/M ²)
R_V_M	Etat initial revêtu, état final végétalisé avec recours modéré à l'ingénierie écologique	70
R_V_FO	Etat initial revêtu, état final végétalisé avec recours fort à l'ingénierie écologique	190
C_V_M	Etat initial compacté, état final végétalisé avec recours modéré à l'ingénierie écologique	50
C_V_FO	Etat initial compacté, état final végétalisé avec recours fort à l'ingénierie écologique	130

Il convient ensuite de multiplier le coût médian selon la typologie de surface concernée par la surface elle-même.

Il est à noter que cette méthode ne permet que d'obtenir un ordre de grandeur du coût de la restauration des fonctionnalités écologiques, et ne tient pas compte des caractéristiques propres à l'opération.

Intégration des valeurs au bilan d'opération

Il convient désormais de reporter au bilan d'opération, dans des lignes *ad hoc* dédiées :

AU TITRE DES COÛTS

- Le total des montants du tableau 1, la dette écologique relative à la dégradation des fonctions liée à l'artificialisation multipliée par le coefficient d'ajustement (3,28) déterminé ci-dessous : on obtient ainsi le malus artificialisation.

AU TITRE DES RECETTES

- Le total des montants du tableau 2, la dette évitée relative aux surfaces non artificialisées par le recours à des pratiques de sobriété foncière multipliée par le coefficient d'ajustement (3,28) : on obtient ainsi le bonus évitement.
- Le total des montants du tableau 3, la dette réduite relative à la restauration des fonctions, c'est le bonus renaturation.

Actualisation temporelle des valeurs obtenues et justification du coefficient d'ajustement

Cette partie vise à détailler la manière dont les valeurs des dettes obtenues doivent être actualisées dans le temps pour obtenir les valeurs du bonus-malus.

Sur le plan temporel, la dette écologique ne sera considérée « éteinte » qu'à l'issue du cycle de vie de l'opération, en modélisant la renaturation théorique de la surface artificialisée. Toutefois, les coûts écologiques sont intégrés dans le modèle économique de l'opération dès son démarrage.

Le même principe s'applique à la dette évitée, qui n'aura pas à être remboursée à l'issue du cycle de vie de l'opération, et pour laquelle on modélise une renaturation théorique qui n'aura donc pas à être effectuée sur la surface d'artificialisation évitée. Ce bonus évitement est intégré dans le modèle économique de l'opération dès son démarrage.

La dette réduite correspond quant à elle à des coûts travaux réalisés à la date initiale, au démarrage du modèle. Le bonus renaturation est donc également intégré dès à présent.

Cela suppose donc de déterminer la durée de vie de l'opération : celle-ci est fixée à 60 ans par hypothèse.

Pourquoi une durée de vie d'opération fixée à 60 ans ?

Pour l'étude du cycle de vie d'une opération, il convient de se fixer par convention une période d'étude de référence : 60 ans dans notre cas. On considère que la future opération qui transformera en profondeur la surface du projet aura lieu 60 ans après l'opération faisant l'objet du bilan de transition foncière.

Il s'agit d'une période plus longue que celle de 50 ans prévue par la réglementation environnementale de 2020 (RE 2020) pour l'analyse du cycle de vie d'un bâtiment¹⁹. Cette valeur, qui est adaptable selon les expérimentations et usages de la présente méthodologie, reflète la durée retenue lors des 4 tests dont les résultats sont présentés ici. Il s'agit par exemple de la durée du prêt foncier consenti par la Banque des territoires à l'opération de logement social de Corbeil-Essonnes, qui donne une indication de la durée de vie foncière de l'opération que projette l'investisseur. A noter que la Caisse des dépôts accorde des prêts locatifs à usage social (PLUS) dont la partie foncière peut courir jusqu'à 80 ans en zone tendue²⁰.

La valeur de la dette réduite peut être intégrée telle quelle, sans ajustement, dans le bilan d'opération. Toutefois, la valeur de la dette évitée et de la dette réduite doivent être actualisées, afin de tenir compte

de leur valeur à l'horizon de la fin du cycle de vie théorique du projet – c'est-à-dire dans 60 ans, selon l'hypothèse retenue ici.

Actualisation en économie standard

Le raisonnement économique standard aurait conduit à procéder à une actualisation de la dette écologique et de la dette évitée, qui aurait donc déprécié la valeur fournie par le bureau d'études (en euros actuels).

En effet, la formule de l'actualisation est la suivante en économie classique :

$$V_{\text{actualisée}} = V_0 \frac{(1+i)^n}{(1+r)^n}$$

où i est le taux d'inflation, r est le taux d'intérêt nominal, V_0 est la valeur fournie par le bureau d'études (en euros actuels) et n est la durée de l'opération (60 ans ici).

On comprend donc que, si le taux d'intérêt nominal est supérieur à l'inflation, la valeur $V_{\text{actualisée}}$ est inférieure à la valeur V_0 .

L'approche de l'économie standard suppose qu'une provision pour dette écologique est constituée à la date initiale, ce qui n'est pas le cas dans les modèles actuels.

De plus, cette façon de penser ne conduit pas à favoriser structurellement l'évitement, car il s'agit simplement d'anticiper une dépense probable dans le futur (c'est une forme d'assurance).

L'objectif du bilan de transition foncière étant de transformer les modèles actuels, nous faisons le choix de fixer $r = 0$ et $i = 0,02$.

Ce taux d'intérêt nul est également proposé pour mieux prendre en compte le futur dans les décisions économiques relatives à l'environnement. Le poids des dépenses/bénéfices futurs est le même que celui des dépenses/bénéfices immédiats.

En fixant un taux nul, on valorise les générations futures, ce qui suppose une forte préférence collective pour le futur.

Nous obtenons donc que : $V_{\text{actualisée}} = V_0(1+i)^n = V_0(1,02)^{60} \approx 3,28V_0$

Nous constatons donc que la valeur actualisée des travaux est multipliée par un coefficient d'ajustement égal à 3,28.

19 Voir : <https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/>

20 Voir : <https://www.banquedesterritoires.fr/produits-services/prets-long-terme/pret-plus>

Pourquoi une inflation i fixée à 2 % par an ?

Il a été choisi de se fonder sur les prévisions de l'inflation. Ainsi, pour les économies avancées, les banques centrales ciblent un objectif chiffré d'inflation à moyen et long terme de 2 %²¹. De plus, selon la Banque de France, les attentes des chefs d'entreprise à moyen terme – i.e. 3-5 ans – sont stables à 2 %²².

Pour cette raison, l'inflation est fixée dans le modèle à 2 % pendant toute la durée de vie de l'opération.

Ces choix méthodologiques – nullité du taux d'intérêt nominal et inflation fixée à 2 %, conduisant à un coefficient d'ajustement de 3,28 – ont été effectués en cohérence avec les principes portés par l'Institut de la Transition foncière. Ils traduisent une volonté de **défendre la préférence collective pour le futur**, selon laquelle les bénéfices et les coûts à venir ont la même valeur que ceux observés aujourd'hui. D'autres hypothèses pourraient toutefois être retenues en fonction du modèle de société qui est projeté, et la réflexion autour des nouveaux modèles économiques écologiques peut être poursuivie.

21 Voir : <https://cepr.org/voxeu/columns/inflation-targeting-its-current-state-and-key-challenges>, <https://www.elibrary.imf.org/display/book/9781557759917/ch04.xml>, <https://www.reuters.com/markets/europe/ecb-survey-sees-lower-inflation-2-over-longer-term-2025-07-25/> et <https://www.ecb.europa.eu/mopo/strategy/pricestab/html/index.en.html>

22 Voir : <https://www.banque-france.fr/fr/statistiques/inflation/anticipations-dinflation-2025-q2>

Tableau récapitulatif de la méthodologie

	SURFACE ARTIFICIALISÉE	SURFACE D'ARTIFICIALISATION ÉVITÉE	SURFACE RENATURÉE
COMMENT LA CALCULER (EN M ²)?	Surface artificialisée par l'opération	Somme des emprises au sol de bâtiments existant faisant l'objet d'une réhabilitation complète, des emprises de bâtiments construits sur sol déjà artificialisés et du prorata d'évitement lors d'une densification	Surface renaturée au cours de l'opération
TYPE DE DETTE GÉNÉRÉE	Dette écologique	Dette évitée	Dette réduite
SIGNIFICATION DE LA VALEUR MONÉTAIRE	Estimation du coût des travaux nécessaires à la restauration du bon état écologique sur la surface artificialisée	Estimation du coût évité des travaux pour la restauration du bon état écologique des surfaces d'artificialisation évitée (sur la parcelle naturelle témoin ou surface naturelle de référence selon le cas)	Estimation du coût des travaux effectués lors de la restauration du bon état écologique des surfaces renaturées
BONUS OU MALUS ?	Malus artificialisation	Bonus évitement	Bonus renaturation
ACTUALISATION TEMPORELLE DE LA VALEUR	Application d'une hypothèse d'inflation de 2 % par an pendant 60 ans venant alourdir la dette écologique (multipliée par le coefficient d'ajustement de 3,28)	Application d'une hypothèse d'inflation de 2 % par an pendant 60 ans entraînant une augmentation bénéfique de la dette évitée (multipliée par le coefficient d'ajustement de 3,28)	Coûts travaux actuels

Expérimentation

4 tests de terrain avec des acteurs clefs, publics, privés, sociaux

POURQUOI UNE PHASE TEST ?

A la suite de quatre groupes de travail organisés dans le cadre de l'Université de la Ville de demain, une première version de l'outil bilan de transition foncière a été publiée dans un livrable intermédiaire²³. Ce livrable intermédiaire présentait un premier modèle de bilan, fondé sur un certain nombre d'hypothèses et de conditions. Afin de **confirmer la robustesse de la méthodologie envisagée et des hypothèses retenues**, une phase de tests a été menée. Il s'agissait également d'éclaircir les obstacles à son fonctionnement le cas échéant, et les acteurs capables de le mettre en œuvre.

En particulier, les hypothèses suivantes devaient être confirmées :

- Définitions des trois types de surfaces :
 - Surfaces d'artificialisation évitée : quelles hypothèses sont retenues pour les calculer ? Comment projeter une emprise foncière d'une somme de surfaces de plancher (en surélévation, en recyclage, en transformation d'usage, en densification en dents creuses) en surfaces correspondantes qui auraient fait l'objet d'artificialisation sur sol nu avec un scénario classique d'extension urbaine ?
 - Surfaces artificialisées : quelles surfaces ont fait débat ?
- Seuil de bon état écologique : quel périmètre de référence doit être privilégié ? Comment inscrire dans le temps la recette relative aux travaux de restauration ?
- Devis et calcul des trois dettes : quel horizon temporel retenir pour calculer les travaux nécessaires au retour de bon état écologique des sols sur les 4 fonctions ?
- Combien de structures au total sont intervenues pour réaliser ce test ?

LES ACTEURS DE LA PHASE DE TEST

Pour mener à bien cette phase test et obtenir des réponses aux questions susmentionnées, il s'agissait de confronter la construction théorique de l'outil avec les contraintes de terrain et les spécificités de chacun des projets, et d'en vérifier l'adaptation à plusieurs typologies de sites (friche industrielle, immeuble, zones commerciales, etc.) et de projets (économique, mixte, résidentiel, renaturation, etc.), à différentes échelles et temporalités. Le choix des sites tests a donc suivi cette logique, et le tableau ci-dessous synthétise les typologies de site et les partenaires associés. Deux opérations accompagnées par l'Agence nationale de la cohésion des territoires (ANCT) dans le cadre du plan de transformation des zones commerciales ont pu être inscrites dans la démarche, permettant ainsi de tester, outre la méthodologie du bilan de transition foncière elle-même, la pertinence de l'usage du bilan pour la puissance publique.

²³ Le livrable intermédiaire est disponible à ce lien : <https://www.transitionfonciere.fr/bilan-de-transition-fonci%C3%A8re>

PROJET	LIEU	TYPE DE SITE	PARTENAIRE DE TEST DU BILAN	MAÎTRE D'OUVRAGE DE L'OPÉRATION
Renaturation d'une friche touristique à Chalmazel-Jeansagnière	Saint-Bonnet-le-Château, Sortie de bourg	Centre de vacances en friche Site touristique, paysager et environnemental majeur	Ville de Montbrison	Loire Forez Agglomération
Création d'un centre-ville à Montigny-lès-Cormeilles	Montigny-lès-Cormeilles (Val-d'Oise)	Zone commerciale souffrant de vacance	ANCT	Ville de Montigny-lès-Cormeilles
Requalification du secteur Tuilleries à Massy	Massy (Essonne)	Vaste centre commercial	ANCT, Altarea	Ville de Massy
Construction-réhabilitation de 130 logements en conception-réalisation à Corbeil-Essonnes	30, chemin des Mozards, Corbeil-Essonnes (Essonne)	130 logements en conception-réalisation	AORIF	Immobilière 3F

Ainsi, les tests ont concerné différentes typologies de projets :

- un projet totalement en renaturation (Montbrison)
- un projet de requalification de zone commerciale pour créer un centre-ville (Montigny-lès-Cormeilles)
- un projet de requalification de centre commercial (Massy)
- un projet de réhabilitation pour des logements sociaux (Corbeil-Essonnes)

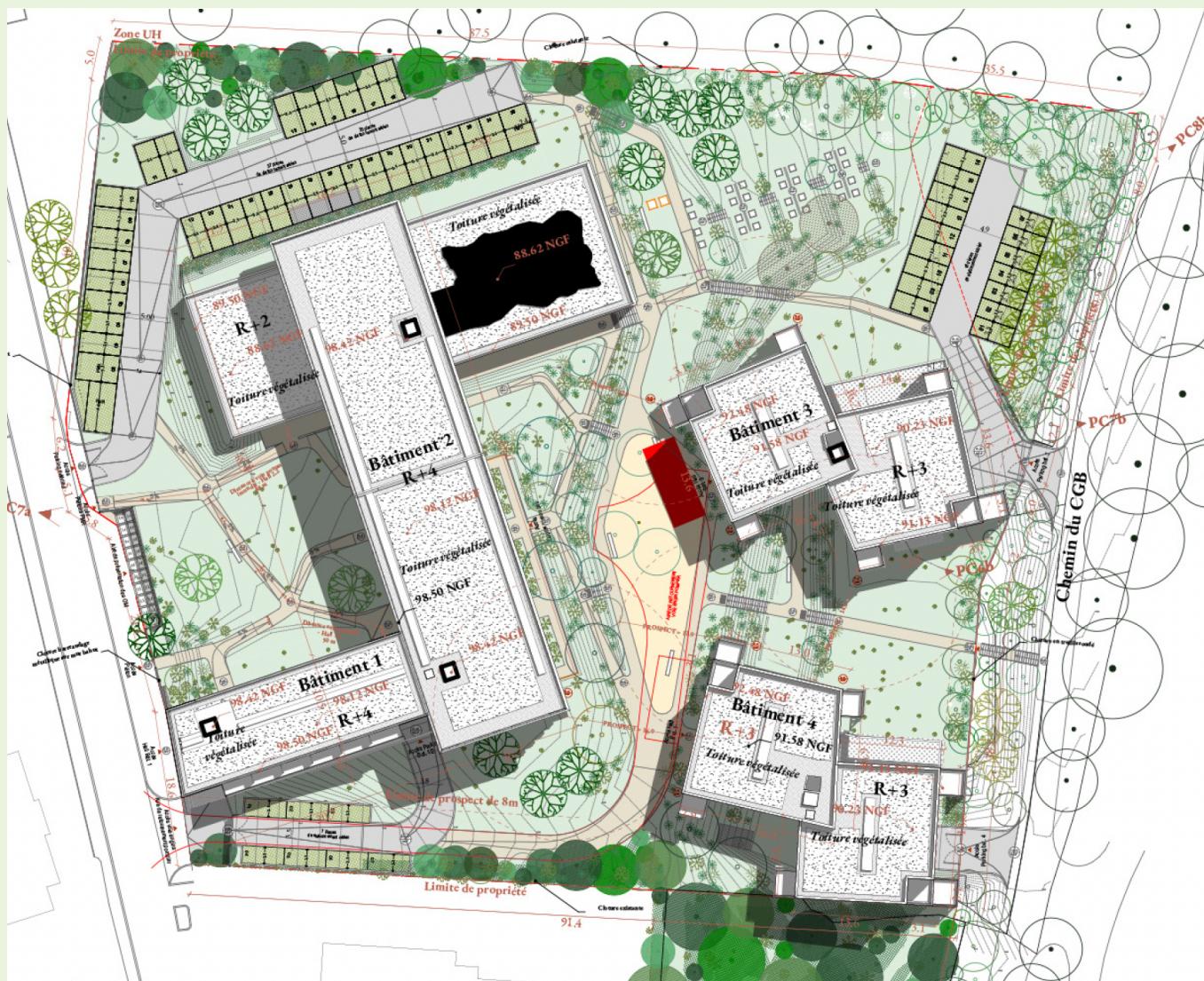
Et différentes typologies de partenaires :

- opérateur d'Etat (ANCT)
- acteurs du logement social (AORIF/I3F)
- promoteur (Altarea)
- collectivité (Montbrison, Montigny-lès-Cormeilles).

PRÉSENTATION DES OPÉRATIONS RETENUES

EXPÉRIMENTATION 1

Construction-réhabilitation de 130 logements en conception-réalisation à Corbeil-Essonnes (91)



Notice Architectural APD - CORBEIL |

► SITE

Le site de projet est constitué de deux parcelles (environ 10 000 m² et 1 800 m²), situées sur un coteau ouest de la Seine. Marqué par une forte déclivité vers la Seine, il s'inscrit dans un territoire structuré par des équipements majeurs tels que l'hôpital, le groupe scolaire Malraux et le gymnase Louise-Michel. Le site est l'ancien Institut de formation en soins infirmiers (Ifsi), bâtiment construit à la fin des années 60, qui a fait l'objet de travaux en 2012 et qui se présente comme un bâtiment moderne à toiture-terrasse en béton.

► PROJET

Le projet consiste en la transformation du bâti pour créer 97 logements locatifs intermédiaires (LLI) dont 30 logements pour le personnel du Centre hospitalier Sud francilien et 33 logements locatifs sociaux (LLS), ainsi que des places de stationnement.

► MAÎTRE D'OUVRAGE

Immobilière 3F

► PARTENAIRE EN CHARGE DE L'EXPÉRIMENTATION DU BTF

AORIF

► BUDGET TOTAL DU PROJET

31,6 millions d'euros

► ENGAGEMENT DU PORTEUR DE PROJET

Immobilière 3F a acquis auprès du Centre Hospitalier Sud Francilien (CSHF) ce site à Corbeil-Essonnes qui accueillait précédemment un institut de formation des soins infirmiers, l'Ifsi. Les bâtiments présentaient une vétusté certaine qui a amené à l'arbitrage du déménagement de l'Ifsi par le CSHF. Ainsi, ce site a été acquis par Immobilière 3F pour la réalisation d'une opération de 130 logements destinés à loger en partie des salariés de l'hôpital.

Au-delà du caractère social de l'opération, Immobilière 3F a fait le choix de faire du projet des Mozards, une opération remarquable d'un point de vue environnemental, architectural et paysager. Le site est inscrit dans une pente conséquente plongeant visuellement dans la vallée de la Seine.

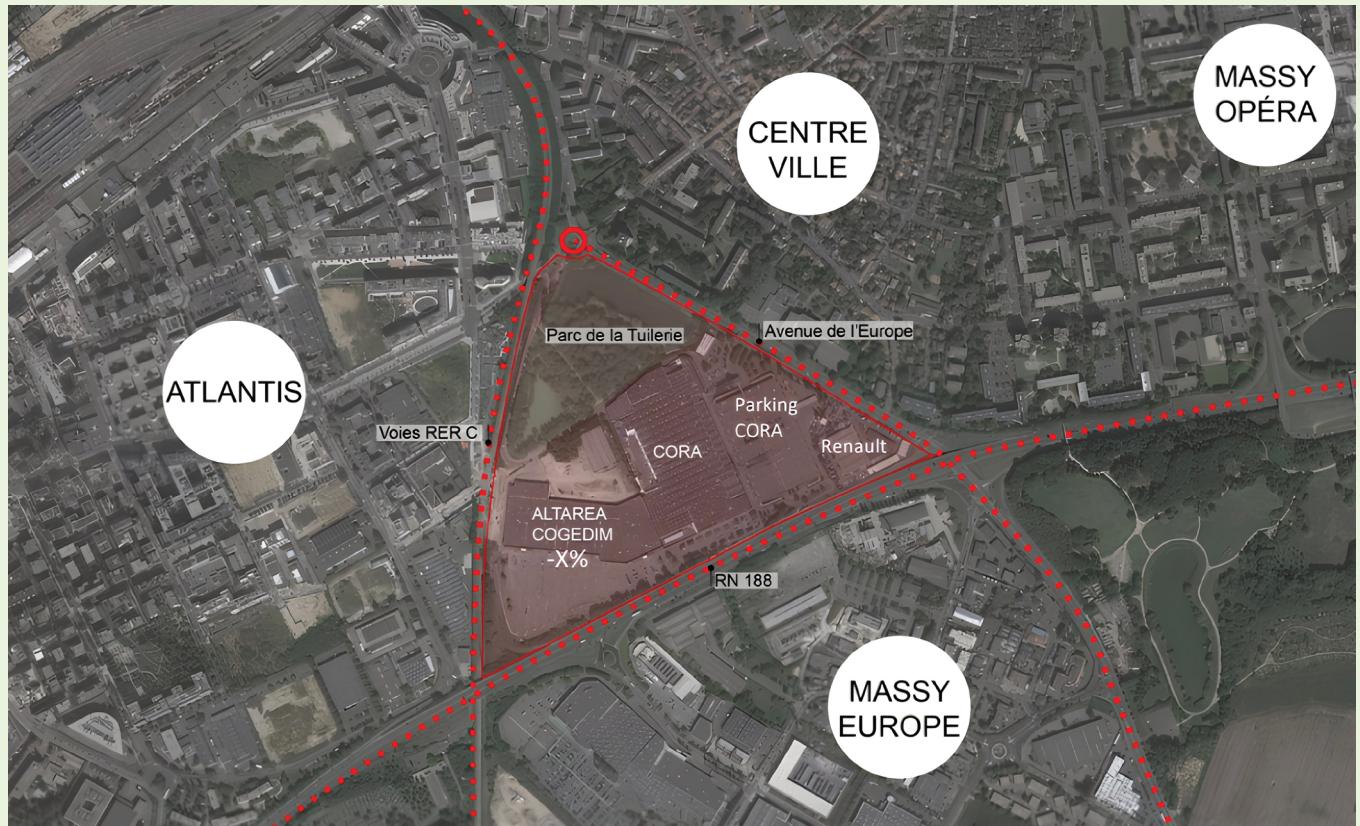
Le projet est pensé comme une intensification du paysage du site en dessinant un parc habité, se déployant du plateau à la Seine, à travers le coteau : transformer le bâtiment existant en opérant par épaisseissement, optimisant le bilan carbone de l'opération en conservant le déjà-là et en densifiant ainsi la partie déjà construite pour minimiser l'impact sur le sol.

L'application de la méthodologie du bilan de transition foncière vient récompenser l'ensemble de cette démarche, en objectivant l'effort d'évitement de notre opération, ce qui ouvre la voie à sa valorisation économique.

»
Claudine Pays, directrice de projets chez I3F
Nazir Safla, directeur du développement Ile-de-France
chez I3F

EXPÉRIMENTATION 2

Requalification du secteur Tuileries à Massy (91)



Ville de Massy |

► SITE

Le secteur des Tuilleries, d'une superficie de 23 hectares, se trouve au centre géographique de la commune de Massy, à l'interface entre les quartiers Atlantis, à dominante bureaux, Opéra, à dominante logements, ZAC de la Bonde, à dominante activités, et le parc Georges-Brassens. Il comprend un ensemble commercial composé notamment de deux polarités commerciales adjacentes (la galerie commerciale -X%, un centre-commercial constitué d'un hypermarché Carrefour et d'une galerie commerciale), une concession Renault, un parking silo de près de 2000 places de stationnement et du parc de la Tuilerie, d'une superficie de 5 hectares. L'emprise, hors parc de la Tuilerie, est imperméabilisée à plus de 95%.

Florissant dans les années 1970, l'ensemble commercial est aujourd'hui vieillissant et en grande partie vacant, principalement sur la galerie commerciale -X%. Par ailleurs, la fermeture des différentes enseignes, notamment dans la galerie commerciale -X%, laisse de grandes emprises de parking de moins en moins utilisées. La galerie commerciale -X% s'est peu à peu transformée en friche urbaine, alors qu'autour, les autres quartiers de Massy se transforment et se développent. Ce secteur, conçu comme une zone commerciale de périphérie, a été rattrapé par l'urbanisation environnante, sans pour l'instant s'y intégrer pleinement. Une partie des études en cours portent sur la requalification du site en nouveau quartier à dominante résidentielle.

► PROJET

Le projet propose la transformation du site en un quartier mixte comprenant la relocalisation de l'hypermarché Carrefour et le développement de l'offre de commerces, des logements, activités, équipements et des espaces publics de qualité. Le prérequis du projet est la relocalisation sans rupture d'exploitation de l'hypermarché Carrefour sur le site, permettant de pérenniser l'offre commerciale au bénéfice des Massicois. Ce nouveau quartier de Massy favorisera les porosités entre les différents quartiers aux alentours et vise la désimperméabilisation de 5 hectares, venant ainsi doubler les espaces végétalisés actuels du parc de la Tuilerie. Il s'agit donc de transformer un site intégralement imperméabilisé en un quartier alliant à la fois renaturation et mixité urbaine. Une place importante est donnée au paysage avec le maintien du parc de la Tuilerie et la requalification et la création d'espaces publics. Le projet cherche à réduire les

surfaces imperméabilisées et créer un quartier pluriel accueillant logements, commerces, activités, loisirs et équipements publics, donnant place à un nouveau quartier actif, ouvert sur la ville, à destination des Massicois et favorisant le développement de la biodiversité et la renaturation des sols.

► MAÎTRE D'OUVRAGE

Ville de Massy

► PARTENAIRES EN CHARGE DE L'EXPÉRIMENTATION DU BTF

Altarea, ANCT

► BUDGET TOTAL DU PROJET

76 millions d'euros

► ENGAGEMENT DU PORTEUR DE PROJET

Le projet des Tuilleries s'inscrit pleinement dans la vision de la ville bas Carbone incarnée par Altarea en matière de transition foncière : faire la ville sur la ville, en redonnant vie à un foncier entièrement artificialisé. Ce nouveau quartier de ville permettra de renforcer le dynamisme de la ville de Massy, d'accueillir de nouveaux Massicois et de proposer une offre commerciale renouvelée, tout en renaturant les espaces et en revitalisant les sols, l'intérêt écologique de notre démarche étant objectivé par l'expérimentation du bilan de transition foncière. Cette requalification donnera naissance à un quartier mixte et vivant – logements, commerces, activités, loisirs et équipements publics – conçu pour et avec les Massicois. Notre ambition est de transformer un ensemble commercial vieillissant en un lieu de destination, de lien et de vie, conciliant attractivité urbaine et renaturation.

Altarea

EXPÉRIMENTATION 3

Création d'un centre-ville à Montigny-lès-Cormeilles (95)



Groupe scolaire de 14 classes avec accueil de loisirs et parvis
Crédits : Badia Berger (architectes)

► SITE

La ville de Montigny-lès-Cormeilles, située dans le Val d'Oise et intégrée dans la communauté d'agglomération du Val Parisien, est une commune de 23 000 habitants dont le développement a été marqué par une urbanisation croissante, avec l'arrivée de grands ensembles HLM dans les années 80, et un développement de l'axe commercial de la RD 14, sur la base d'un tissu pavillonnaire important et d'un fort patrimoine naturel.

Depuis 10 ans, la municipalité a fait le constat que la commune était dépourvue d'un véritable centre-ville, c'est-à-dire d'un secteur central, proposant commerces et services de proximité, activités, loisirs, un lieu de rencontre entre les habitants.

En effet, la ville est aujourd'hui coupée en deux (nord-sud) par le boulevard Victor-Bordier (RD 14), césure urbaine accentuée par l'autoroute A 15, parallèle à cet axe départemental. Formant deux entrées de ville sur un axe est-ouest, le boulevard est également le centre géographique du territoire communal.

C'est actuellement un secteur à vocation commerciale uniquement, considéré comme le principal pôle économique du Val d'Oise (de Sannois à Pierrelaye) et la deuxième zone commerciale en France en termes de chiffre d'affaires.

Surnommé «la route du meuble», le boulevard Bordier se démarque par un taux de vacance commerciale en hausse, l'apparition de friches, mais conserve un fort niveau d'attractivité du fait d'un dynamisme économique toujours bien présent. Toutefois, sa forte fréquentation, notamment le week-end, engendre des nuisances importantes pour les habitants (pollution, bruit, embouteillages, etc.).

► PROJET

La municipalité a donc souhaité s'engager dans une mutation profonde du boulevard, considérant que celui-ci ne répond plus aux enjeux de développement urbain durable (forte artificialisation des sols, aucune place à d'autres mobilités que la voiture, circulation et nuisances importantes, absence de végétalisation, etc.).

Cette transformation urbaine consiste à recoudre le nord et le sud de la ville sur la base d'un nouveau quartier en cœur de ville, à travers notamment la construction de nouveaux logements avec rez-de-

chaussée actifs, la création de nouveaux espaces publics, la désimperméabilisation des sols et la renaturation des espaces publics et privés, la construction d'équipements publics, le développement des mobilités douces et durables, etc.

Dans le cadre de ce projet, l'expérimentation du BTF porte sur le terrain situés 121 à 127 boulevard Victor-Bordier, destiné à accueillir un groupe scolaire de 14 classes sur un terrain de 5 830 m², avec au premier plan un parvis en partie végétalisé.

► MAÎTRE D'OUVRAGE

Ville de Montigny-lès-Cormeilles

► PARTENAIRE EN CHARGE DE L'EXPÉRIMENTATION DU BTF

ANCT

► BUDGET TOTAL DU PROJET

20,4 millions d'euros

► ENGAGEMENT DU PORTEUR DE PROJET

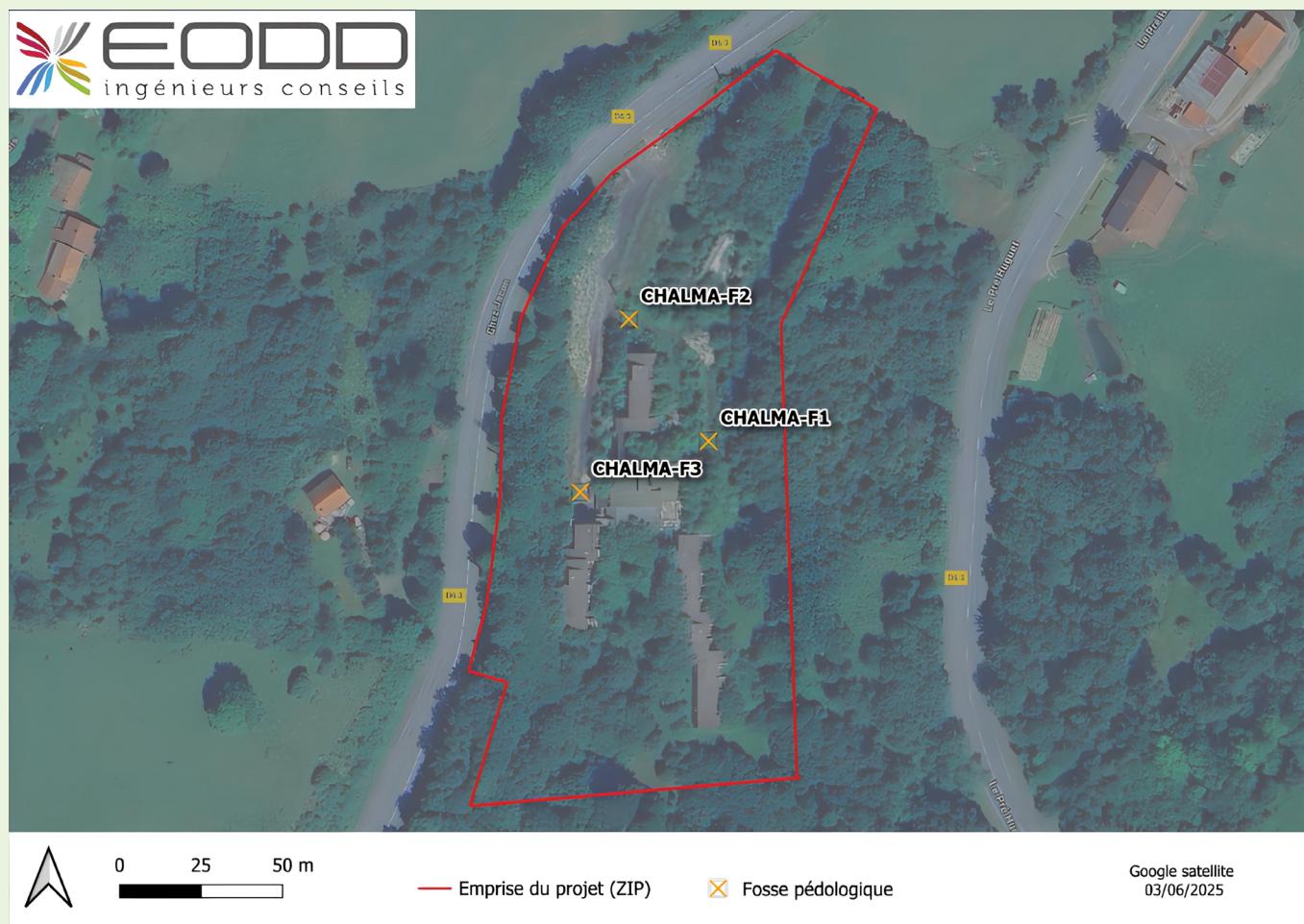
Avec ce projet, la ville souhaite répondre à un triple impératif : urbain, écologique et économique. Urbain, car il permet à la commune de respecter ses engagements en matière de construction de logements, tout en restant une ville à taille humaine avec une évolution démographique maîtrisée. Écologique, en créant un centre-ville végétalisé et relié aux différents sites naturels de la commune, et élaboré sur une logique de développement durable respectueux de son environnement. Économique, en permettant un renouveau de l'offre sur ce secteur, une diversification également, favorisant les circuits courts et répondant aux besoins des habitants. Ainsi, ce projet s'attachera à maintenir une mixité programmatique entre le développement de l'activité économique (commerces et services de proximité, loisirs), de l'habitat, des espaces publics et privés végétalisés et des équipements publics.

L'élaboration du bilan de transition foncière permet ainsi à la commune de disposer d'un outil qui mesure les impacts écologiques de l'opération sur les sols (artificialisation brute, en évitement, ou en renaturation). Cela participe à la volonté municipale d'inscrire ce projet dans un processus de transition écologique et de développement durable.

Le pôle développement urbain durable de la ville de Montigny-lès-Cormeilles

EXPÉRIMENTATION 4

Renaturation d'une friche touristique à Chalmazel-Jeansagnière (42)



EODD d'après Google Satellite |

► SITE

Le site, ancien centre de vacances VVF, présente une superficie de 2 ha et compte 4 bâtiments. Il est aujourd’hui propriété de l’Epora, établissement public foncier d’Etat de l’ouest Rhône-Alpes. Le site est fermé depuis 2005 et est actuellement dégradé, avec la végétation qui a repris en partie ses droits, et la présence d’amiante et de pollutions ponctuelles.

► PROJET

Le projet vise à renaturer le site avec comme objectifs :

- la mise en place des conditions d’une meilleure résilience écologique
- la restauration d’un corridor écologique entre plusieurs réservoirs de biodiversité

► MAÎTRE D’OUVRAGE

Loire Forez Agglomération

► PARTENAIRE EN CHARGE DE L’EXPÉRIMENTATION DU BTF

Ville de Montbrison

► BUDGET TOTAL DU PROJET

1,2 million d’euros

► ENGAGEMENT DU PORTEUR DE PROJET

Ce site, à l’abandon depuis deux décennies, sera restitué à la nature. C’est un acte fort qui illustre notre volonté de préserver notre cadre de vie et la biodiversité. Nous avons inscrit notre collectivité dans la démarche « Territoire Engagé pour la Nature ». La renaturation de la friche Orvale est ainsi emblématique à plus d’un titre : elle démontre qu’il est possible de transformer une friche en espace naturel, en cohérence avec notre plan climat, et d’intégrer dans nos politiques publiques des actions fortes pour la reconquête écologique.

Le partenariat avec l’Institut de la Transition foncière nous a permis de réaliser un diagnostic précis des sols amenés à être renaturés. Nous pouvons ainsi projeter l’ampleur de l’amélioration des fonctions écologiques des sols de notre opération et mesurer notre contribution à la réduction de la dette écologique du territoire.

Cette opération est portée par Loire Forez Agglomération en partenariat avec l’Epora, dans une logique de renaturation exemplaire. Ce projet illustre notre responsabilité collective : agir pour la qualité de vie et l’attractivité durable du Forez. Il est la première étape d’un plan de renaturation plus important encore, à l’échelle du territoire de Loire Forez, dont l’étude est menée conjointement avec le Cerema.

Christophe Bazile, maire de Montbrison et président de Loire Forez Agglomération

Résultats

Un outil fonctionnel, succès de la preuve de concept

Le bilan de transition foncière a donc été expérimenté dans quatre cas réels d'opérations d'aménagement, qui sont riches d'enseignements et montrent la fonctionnalité de l'outil.

CONSTRUCTION-RÉHABILITATION DE 130 LOGEMENTS EN CONCEPTION-RÉALISATION À CORBEIL-ESSONNES (91)

Sur une surface totale de 12 500 m², l'opération de Corbeil-Essonnes comporte 1 500 m² d'artificialisation nouvelle. L'artificialisation évitée a été estimée à 4 500 m². Cette valeur correspond à l'emprise du bâtiment existant qui fera l'objet d'une réhabilitation à laquelle a été ajouté le périmètre du nouveau bâtiment construit sur un parking (sol artificialisé), à l'est du site. Par ailleurs, 400 m² ont fait l'objet d'une renaturation.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

Pour les tests, le bureau d'études EODD a réalisé un diagnostic des sols de l'opération et a été chargé d'évaluer le montant des dettes et bonus-malus associés, selon trois scénarios d'ambition.

Pourquoi trois scénarios ?

Le cas de Corbeil-Essonnes correspondant à une expérimentation, la méthode décrite dans la partie précédente a été adaptée par le bureau d'études. Trois scénarios ont été élaborés, suivant le niveau d'ambition de restitution des fonctionnalités écologiques des sols.

Le scénario 3, le plus ambitieux, correspond à la restauration du seuil de bon état écologique. C'est donc celui pour lequel les valeurs des trois dettes sont, en valeur absolue, les plus importantes.

Toutefois, il est utile de garder à l'esprit les deux autres scénarios qui, dans une première application du bilan, peuvent fournir des pistes de réflexion à la maîtrise d'ouvrage.

Le malus artificialisation retenu est de 319 000 € (et 182 000 € dans le scénario le moins ambitieux), ce qui correspond à un montant de 209 €/m² artificialisé. Le bonus évitement est de 890 000 € (et 483 000 € dans sa version minorée) soit 198 €/m² d'artificialisation évitée. Enfin, le bonus renaturation s'élève à 35 000 € soit 88 €/m² renaturé.

	SURFACE ARTIFICIALISÉE	SURFACE D'ARTIFICIALISATION ÉVITÉE	SURFACE RENATURÉE
VALEUR	1500 m ²	4 500 m ²	400 m ²
TYPE DE DETTE ASSOCIÉ ?	Dette écologique	Dette évitée	Dette réduite
BONUS OU MALUS ?	Malus artificialisation · Scénario 1 (faible ambition sols) $= -182\,000 \text{ €}$ · Scénario 3 (forte ambition sols) $= -319\,000 \text{ €}$	Bonus évitement · Scénario 1 (faible ambition sols) $= +483\,000 \text{ €}$ · Scénario 3 (forte ambition sols) $= +890\,000 \text{ €}$	Bonus renaturation + 35 000 €

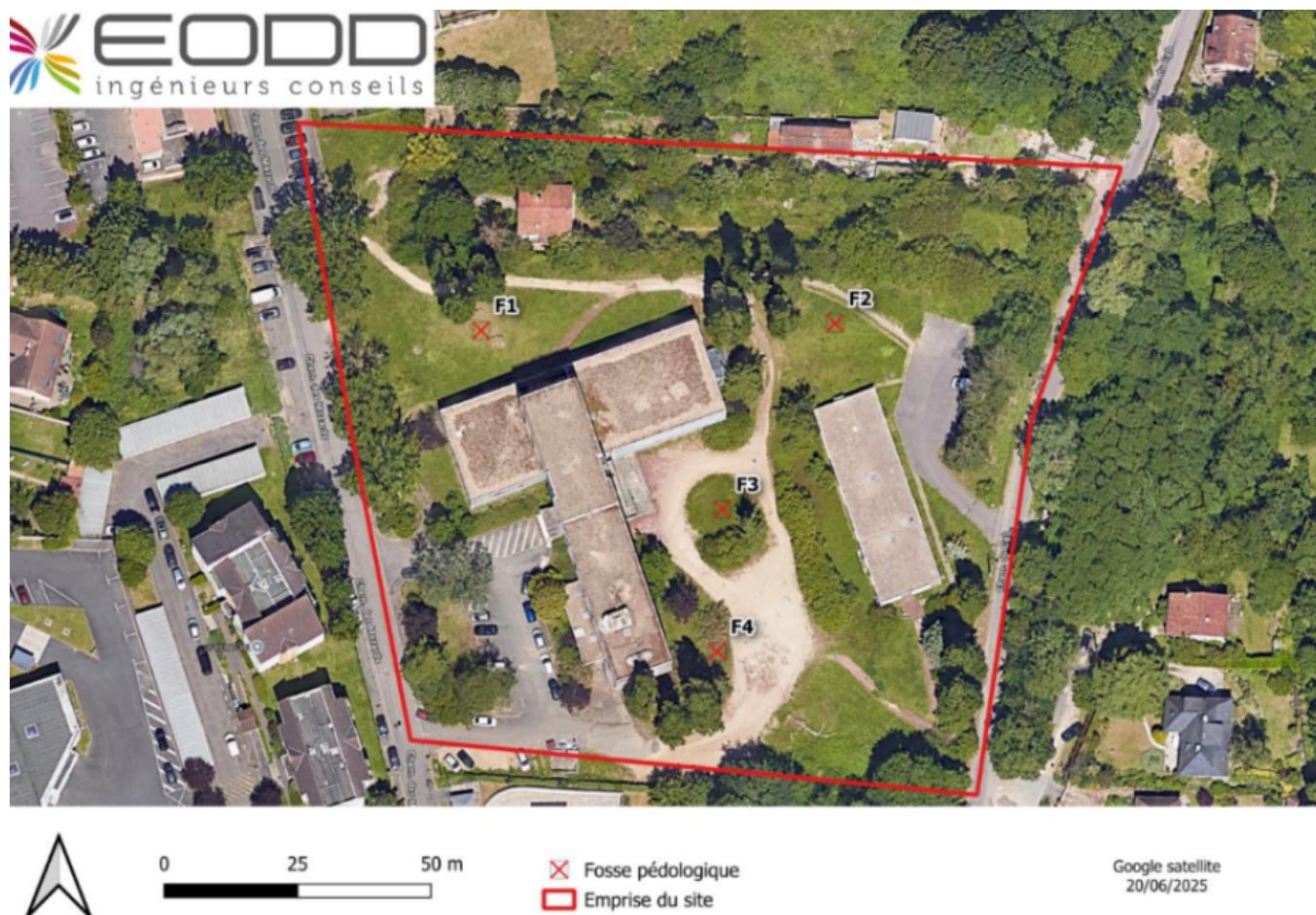
On observe donc qu'une opération dont la surface d'artificialisation nette est positive, à 1 100 m² (1 500 m² – 400 m²), possède tout de même un bilan bonus-malus positif à 606 000 €. Ceci s'explique par l'effort très important de recyclage que l'opération réalise, avec 4 500 m² d'artificialisation évitée. Cet effort, qui représente un coût important pour la maîtrise d'ouvrage, est récompensé par le bonus-malus calculé par le bilan de transition foncière.

Ces valeurs sont à comparer avec le montant global de l'opération, qui s'élève à 31,6 millions d'euros. Le bonus brut (bonus évitement et bonus renaturation), d'un montant de 925 000 €, représente environ 3 % du coût de l'opération, ce qui, tout en restant limité, peut permettre à une opération d'atteindre l'équilibre économique. Si on soustrait le malus artificialisation, on obtient un bonus net de 606 000 €, représentant environ 2 % du coût de l'opération.

Détail de la méthodologie

1. DIAGNOSTIC DE QUALITÉ DES SOLS

Le bureau d'études EODD a réalisé quatre fosses pédologiques afin de mesurer les fonctions rendues par les sols à l'état initial.



Plan d'échantillonnage du site d'étude – EODD |

Les valeurs des fonctions mesurées, avant l'opération, sont les suivantes.

Fonctions rendues par les sols à T=0		
FONCTIONS	UNITÉ	VALEUR
Fertilité	%	73
Perméabilité	cm / h	1,94
Stockage de carbone	tC / ha	83
Habitat pour la biodiversité	%	65

On remarque que l'ensemble des indicateurs définis par la méthodologie théorique n'ont pas été mesurés. Les fonctions potentiel agronomique et réserve de biodiversité font l'objet d'un indicateur agrégé en pourcentage.

Le pourcentage de fertilité correspond au potentiel agropédologique du sol. Ce potentiel est obtenu en combinant les données pédologiques (profondeur des sols et des horizons, teneur en éléments grossiers, présence d'hydromorphie, etc.) et les données agronomiques (pH, teneur en matières organiques, en cations échangeables, etc.) des sols. Le pourcentage de biodiversité est lui obtenu par l'observation de la macrofaune épigée du sol, en étudiant les indicateurs d'abondance, de diversité taxonomique et d'équilibre.

2. CALCUL DE LA DETTE ÉCOLOGIQUE

Nous détaillons ci-dessous le **calcul de la dette écologique** (pour le scénario 3).

L'impact de l'artificialisation sur les fonctions écologiques des sols estimé par le bureau d'études est détaillé dans le tableau suivant :

Impact sur les fonctions de l'artificialisation par rapport à l'état initial	
FONCTIONS	IMPACT
Fertilité	-
Perméabilité	- - -
Stockage de carbone	- -
Habitat pour la biodiversité	- - -

Contrairement à la méthodologie théorique, cet impact sur les fonctions est déterminé de manière qualitative, et non quantitative. Un approfondissement de l'estimation des valeurs des fonctions écologiques sur les surfaces artificialisées pourrait être effectué. Il est également possible d'envisager que le bureau d'études mesure ces valeurs quelques années après l'artificialisation de la surface, afin de préciser le calcul de la dette écologique.

Le devis établi par le bureau d'études pour la restauration des fonctionnalités écologiques des surfaces artificialisées (scénario 3) est le suivant :

POSTE	UNITÉ	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	HYPOTHÈSE
DÉMOLITION DE LA DALLE	euros / m ³	20	9138	Dalle de 30 cm
EVACUATION DE LA DALLE	euros / tonne	12	13 707	Densité : 1 m ³ = 2,5 T
DÉCOMPACTAGE	euros / m ³	10	1523	sur 10 cm
AMENDEMENTS ORGANIQUES	euros / m ³	20	1827,6	20 % de compost sur 30 cm
PLANTATION	euros / m ²	40	60 920	Type pelouse
INGÉNIERIE PÉDOLOGIQUE POUR REMISE À HAUT NIVEAU DE FONCTION	forfait	10 000	10 000	
TOTAL SANS APPLICATION DU COEFFICIENT D'AJUSTEMENT			97 116	
TOTAL APRÈS APPLICATION DU COEFFICIENT D'AJUSTEMENT			318 540	coefficient d'ajustement : 3,28

Ce devis correspond au coût de la restauration des quatre fonctions à un seuil de bon état écologique à la suite de l'artificialisation de 1 500 m².

Dans les scénarios moins ambitieux (1 et 2), le poste plantation est notamment moins important, ce qui explique le moindre niveau de la dette écologique correspondant à une plus faible restitution des fonctionnalités écologiques des sols.

Le tableau ci-dessous détaille les données de sortie après les travaux de renaturation sur les surfaces artificialisées au temps 0 et renaturées au temps $t = 60$ ans, estimées par le bureau d'études, qui correspondent au seuil de bon état écologique.

Fonctions rendues par les sols après renaturation		
FONCTIONS	UNITÉ	VALEUR
Fertilité	%	[65 - 90]
Perméabilité	cm / h	[0,5 - 5]
Stockage de carbone	tC / ha	[60 - 95]
Habitat pour la biodiversité	%	[60 - 85]

L'avis de l'Aorif

Le bonus-malus ne devrait-il pas intégrer d'autres enjeux que les sols, comme le réemploi de matériaux, l'empreinte énergétique des bâtiments, voire des enjeux sociaux... ? Si des dispositifs similaires devaient être déployés sur chaque enjeu, la superposition serait inapplicable.

Ne devrait-il pas intégrer une réflexion sur les usages des sols dans les projets ?

La méthode attribue une valeur au sol selon ses qualités, mais ne prend pas en compte la valeur d'usage des projets. Il nous semble important d'intégrer une « intensité d'usage des bâtiments ». Tous les usages ne peuvent être mis sur le même plan (logements sociaux/bureaux/hôpital/ station-service...), ils rendent des services différents avec une attente locale (et un pilotage de l'Etat) plus ou moins fort.

Pourrait-il pas intégrer une modulation en fonction du territoire ? Il pourrait être envisagé que la valeur d'un sol naturel et fonctionnel ne soit pas la même en milieu urbain dense ou en milieu rural peu artificialisé.

Des critères extra-financiers pourraient-ils être intégrés ? Il semblerait que la méthode se limite à une approche comptable (combien cela coûte pour revenir à un bon état écologique) au détriment des enjeux sociaux, écologiques et territoriaux. Comment estimer les bénéfices sociaux et les bénéfices écologiques (puits de carbone, développement de la biodiversité, effet de refroidissement, etc.) de conserver des sols naturels et fonctionnels ? Comme évoqué ci-dessus, les bénéfices d'un sol naturel sont différents d'un territoire à l'autre, ainsi, en zone de risque inondations, un sol naturel perméable pourrait avoir une valeur plus importante par exemple.

L'échelle d'analyse est-elle la bonne ? L'analyse à la parcelle permet de mieux comprendre les fonctions écologiques des sols à une échelle micro locale et de connaître leurs qualités finement. Cependant les organismes de logement social émettent des doutes sur la pertinence de cette échelle pour piloter des politiques de sobriété foncière. Les enjeux de pilotage, de choix, se situent surtout à l'échelle communale ou intercommunale.

Sur le choix méthodologique de l'horizon de 60 ans : dans les faits, un terrain dédié à du logement social restera très vraisemblablement bâti et occupé en tant que logement social bien au-delà de cet horizon.

REQUALIFICATION DU SECTEUR TUILERIES À MASSY (91)

L'opération menée à Massy s'étend sur une superficie totale de 19 hectares. Au total, elle conduit à la renaturation de 45 000 m². Par ailleurs, la conception du projet permet d'éviter près de 140 000 m² d'artificialisation, tandis que 5 000 m² font l'objet d'une artificialisation nouvelle.

Résultats issus de l'analyse

du bureau d'études

C'est le bureau d'études EODD qui a réalisé un diagnostic des sols de l'opération et qui a été chargé d'évaluer le montant des dettes et bonus-malus associés pour l'opération de Massy.

Le malus artificialisation retenu est de 525 000 €, ce qui correspond à un montant de 105 €/m² artificialisé. Le bonus évitement est de 13 400 000 € soit 96 €/m² d'artificialisation évitée. Enfin, le bonus renaturation s'élève à 3 400 000 € soit 76 €/m² renaturé.

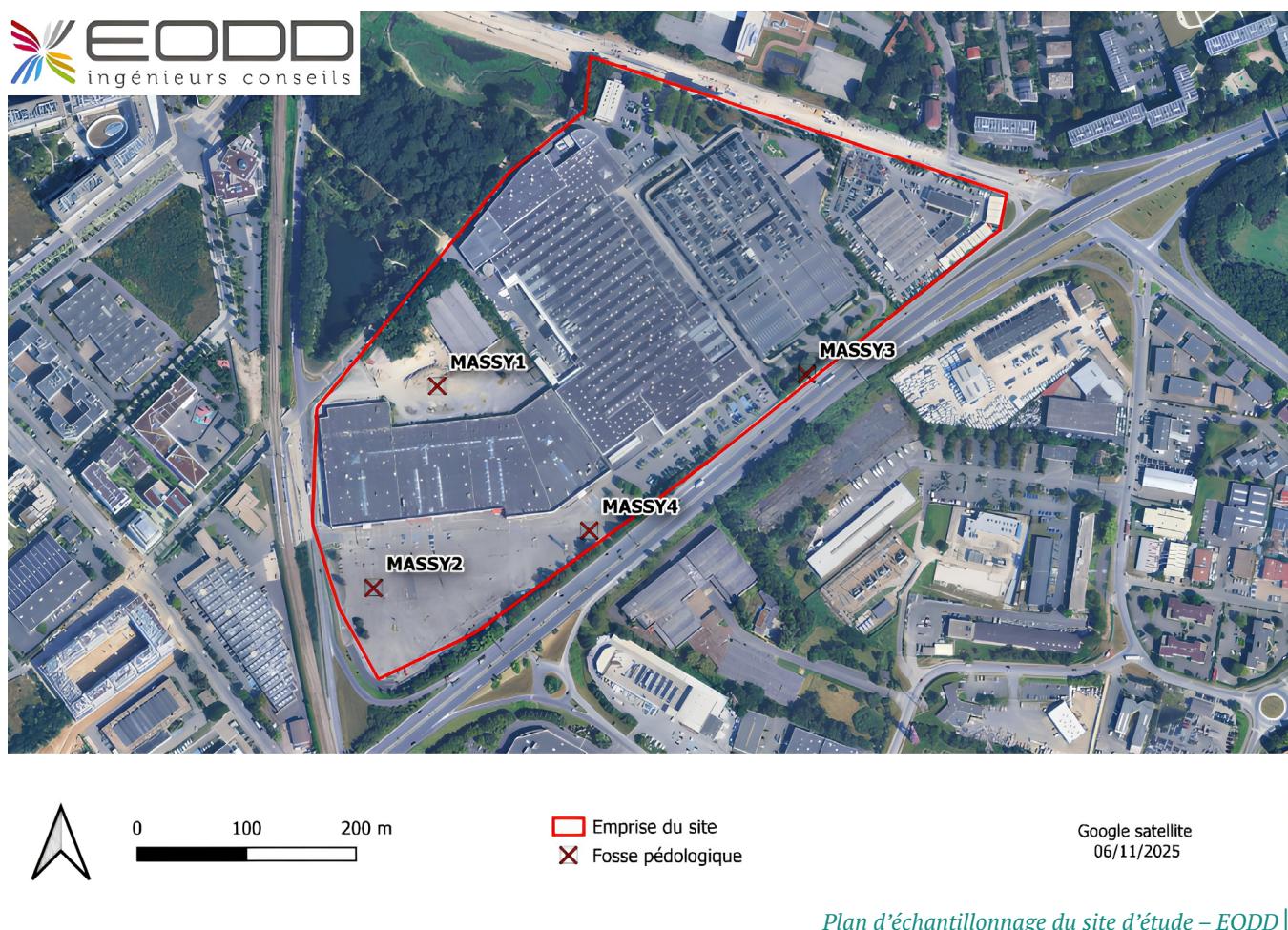
	SURFACE ARTIFICIALISÉE	SURFACE D'ARTIFICIALISATION ÉVITÉE	SURFACE RENATURÉE
VALEUR	5 000 m ²	140 000 m ²	45 000 m ²
TYPE DE DETTE ASSOCIÉ ?	Dette écologique	Dette évitée	Dette réduite
BONUS OU MALUS ?	Malus artificialisation 525 000 €	Bonus recyclage 13 400 000 €	Bonus renaturation 3 400 000 €

Cette opération présente donc un bonus net s'élevant à 16,3 millions d'euros. Ce montant conséquent s'explique à la fois par le solde d'artificialisation nette de l'opération qui est négatif et par l'effort très important de recyclage qui est de près de 14 ha d'artificialisation évitée. Ces deux aspects sont récompensés par l'application du bilan de transition foncière.

Il est intéressant de noter que ce bonus net pourrait contribuer à couvrir une partie du déficit prévisionnel de l'opération. Ce dernier, selon des hypothèses de travail d'octobre 2023, s'élève à 17,8 M€ pour une opération dont le coût total est de 95,6 M€.

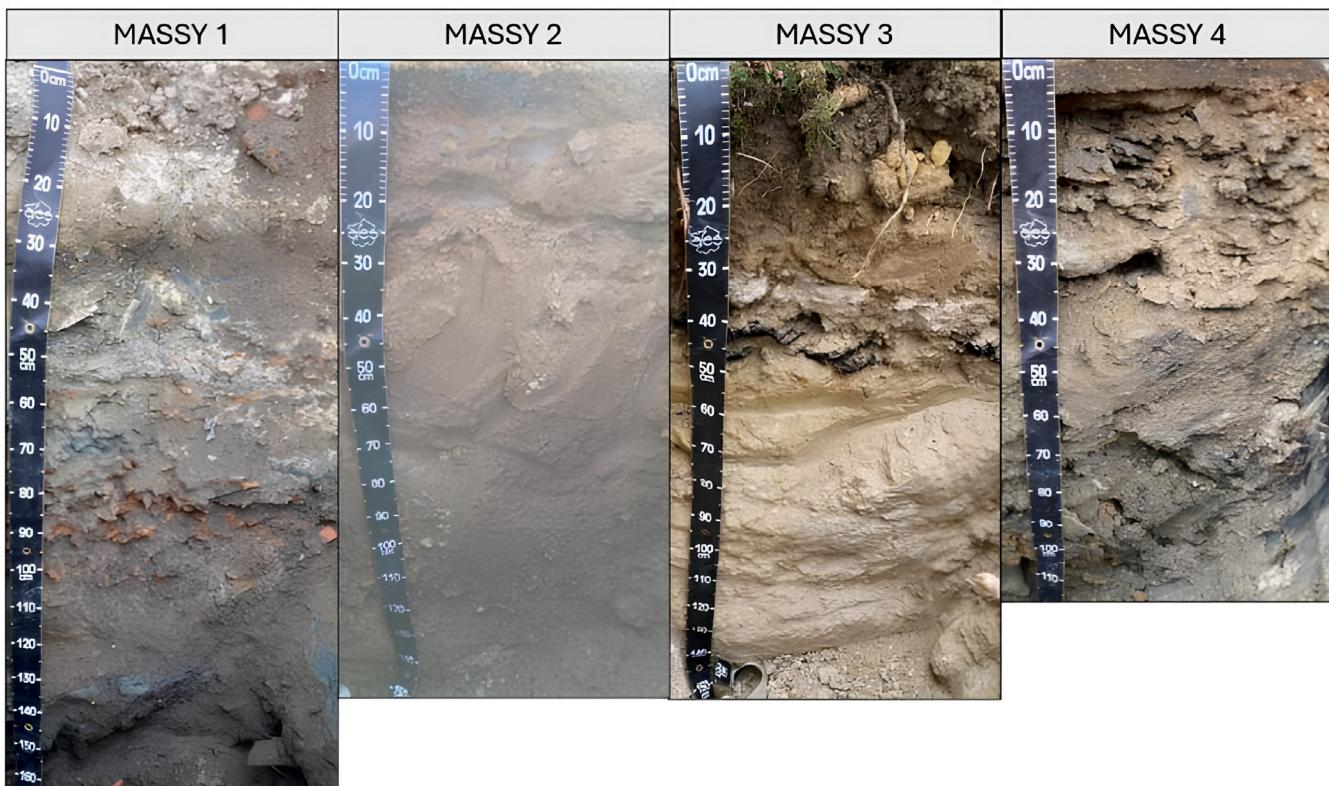
Détail de la méthodologie

Le bureau d'études EODD a réalisé quatre fosses pédologiques afin de mesurer les fonctions rendues par les sols à l'état initial. La campagne de terrain a eu lieu le 15 octobre 2025.



L'une des fosses de sondage – EODD |

Les photographies des différentes fosses pédologiques ouvertes à l'occasion de la campagne de terrain sont présentées ci-dessous. Ces solums mettent en évidence la présence de deux à quatre horizons distincts (H1 à H4).



Photographies des fosses pédologiques – EODD |

Les valeurs des fonctions mesurées, avant l'opération, sont les suivantes.

Fonctions rendues par les sols à T=0		
FONCTIONS	UNITÉ	VALEUR
Fertilité	%	34
Perméabilité	cm / h	5,11
Stockage de carbone	tC / ha	16
Habitat pour la biodiversité	%	15

Il est rappelé par le bureau d'études que le pourcentage de fertilité correspond au potentiel agropédologique du sol. Ce potentiel est obtenu en combinant les données pédologiques (profondeur des sols et des horizons, teneur en éléments grossiers, présence d'hydromorphie, etc.) et les données agronomiques (pH, teneur en matières organiques, en cations échangeables, etc.) des sols.

Le pourcentage de biodiversité est quant à lui obtenu par l'observation de la macrofaune épigée du sol, en étudiant les indicateurs d'abondance, de diversité taxonomique et d'équilibre.

Détail du calcul de la dette écologique

L'impact de l'artificialisation sur les fonctions écologiques des sols estimé par le bureau d'études est détaillé dans le tableau suivant :

Impact sur les fonctions de l'artificialisation par rapport à l'état initial	
FONCTIONS	IMPACT
Fertilité	-
Perméabilité	- - -
Stockage de carbone	- -
Habitat pour la biodiversité	- - -

Le bureau d'études a ensuite élaboré trois scénarios de renaturation, et donc trois devis, pour la restauration des fonctions écologiques des surfaces artificialisées à l'issue du cycle de vie de l'opération.

Ces trois scénarios impliquent des méthodes distinctes de renaturation, et n'ont pas le même effet escompté de restauration des fonctions écologiques. Ceci est résumé dans le tableau ci-dessous :

Méthode de renaturation	Fertilité (%)	Eau (cm/h)	Carbone (tC/ha)	Biodiversité (%)	Montant actualisé des travaux
1 – Végétalisation avec strate herbacée et apport de terre végétale	[28-55]	[4-8]	[10-75]	[35-55]	525 013 €
2 – Restauration avec pelouse enherbée uniquement et apport de terre végétale	[25-49]	[3-8]	[10-70]	[20-45]	525 013 €
3 – Renaturation avec prairie calcicole	[26-50]	[5-11]	[35-75]	[35-60]	387 197 €

Les valeurs les plus favorables sont mises en gras.

On observe que les fourchettes de valeur pour les fonctions à l'issue de la renaturation ne permettent pas de trancher en faveur de la méthode 1 (strate herbacée et apport de terre végétale) ou de la méthode

3 de renaturation (prairie calcicole). **C'est pourquoi nous retenons pour la valeur de la dette écologique la valeur conservatoire de 525 000€.**

POSTE	UNITÉ	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	HYPOTHÈSE
DÉMOLITION DE LA DALLE	euros / m ³	20	30 000	Dalle de 30 cm
EVACUATION DE LA DALLE	euros / tonne	12	45 000	Densité : 1 m ³ = 2,5 T
APPORT DE TERRE VÉGÉTALE	euros / m ³	30	45 000	Apport sur 30 cm
PLANTATION	euros / m ²	5	25 000	Type pelouse
INGÉNIERIE PÉDOLOGIQUE POUR REMISE À HAUT NIVEAU DE FONCTION	forfait	15 000	15 000	
TOTAL SANS APPLICATION DU COEFFICIENT D'AJUSTEMENT			160 000	
TOTAL APRÈS APPLICATION DU COEFFICIENT D'AJUSTEMENT			525 013	coefficient d'ajustement : 3,28

Comparaison avec les valeurs issues de la littérature

Sur ce cas test, nous avons également estimé les valeurs des dettes écologiques à partir des valeurs typiques de la littérature scientifique telles que reproduites ci-dessus.

Concernant la surface artificialisée, nous avions privilégié l'itinéraire de restauration des fonctions d'un sol revêtu avec un niveau modéré d'ingénierie écologique en raison de la santé estimée des sols en place après artificialisation : nous avions retenu le montant de 70 €/m² et obtenons un malus artificialisation de 350 000 € au temps t , soit **1,1 M€ après application du coefficient d'ajustement**.

De même, concernant la surface d'**artificialisation évitée**, nous avions privilégié l'itinéraire de restauration des fonctions d'un sol revêtu avec un niveau modéré d'ingénierie écologique en raison de la santé des sols estimée en cas d'artificialisation des ceux-ci : nous avions retenu le montant de 70 €/m² et obtenons un bonus évitement de 9,8 M€ au temps t , soit **31,2 M€ après application du coefficient d'ajustement**.

Concernant la surface renaturée, nous avions privilégié l'itinéraire de restauration des fonctions d'un sol revêtu (le sol est majoritairement un parking) avec un fort niveau d'ingénierie écologique (le centre commercial existe depuis plus de 50 ans, les sols en place étant donc en mauvaise santé, et difficiles à préserver) : nous avions retenu le montant de **190 €/m²** et obtenu un **bonus renaturation de 8,6 M€**.

Avec cette simulation, le bonus-malus net s'élevait au montant positif de **38,7 M€**, en raison de l'effort de recyclage très important de l'opération et de la superficie conséquente de renaturation.

	SURFACE ARTIFICIALISÉE	SURFACE D'ARTIFICIALISATION ÉVITÉE	SURFACE RENATURÉE
VALEUR	5 000 m ²	140 000 m ²	45 000 m ²
TYPE DE DETTE ASSOCIÉ ?	Dette écologique	Dette évitée	Dette réduite
BONUS OU MALUS ?	Malus artificialisation	Bonus recyclage	Bonus renaturation
ESTIMÉ PAR LE BUREAU D'ÉTUDES EODD	525 k€	13,4 M€	3,4 M€
ESTIMÉ AVEC LA LITTÉRATURE	1,1 M€	31,2 M€	8,6 M€

La comparaison entre les valeurs obtenues à partir de la littérature et celles estimées par le bureau d'études fait apparaître un écart d'un facteur 2 à 3. Ceci est expliqué par deux raisons principales. D'une part, le bureau d'études a pu tenir compte de potentielles économies d'échelles dues aux surfaces conséquentes en jeu, ces dernières n'étant pas prises en compte par la littérature qui donne un ratio en €/m². D'autre part, le bureau d'études a pu préciser les méthodes de renaturation envisagées pour privilégier celles qui conduisaient au rétablissement du seuil de bon état écologique des fonctions dans le contexte précis de ce site.

CRÉATION D'UN CENTRE-VILLE À MONTIGNY-LÈS-CORMEILLES (95)

L'opération de Montigny-lès-Cormeilles comporte 225 m² d'artificialisation nouvelle. L'artificialisation évitée a été estimée à 450 m² et 285 m² ont fait l'objet d'une renaturation.

Le bureau d'études EODD a réalisé un diagnostic des sols de l'opération et a été chargé d'évaluer le montant des dettes et bonus-malus associés.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

Le malus artificialisation retenu est de 24 000 €, ce qui correspond à un montant de 105 €/m² artificialisé. Le bonus évitemen t est de 58 000 € soit 129 €/m² d'artificialisation évitée. Enfin, le bonus renaturation s'élève à 22 000 € soit 78 €/m² renaturé.

Le bonus net de l'opération s'élève à 56 000 €, venant récompenser l'effort d'évitement et de réduction de la dette écologique de l'opération.

	SURFACE ARTIFICIALISÉE	SURFACE D'ARTIFICIALISATION ÉVITÉE	SURFACE RENATURÉE
VALEUR	225 m ²	450 m ²	285 m ²
TYPE DE DETTE ASSOCIÉ ?	Dette écologique	Dette évitée	Dette réduite
BONUS OU MALUS ?	Malus artificialisation - 24 000€	Bonus recyclage + 58 000€	Bonus renaturation + 22 000€

Détail de la méthodologie

Nous détaillons la méthodologie suivie par le bureau d'études pour le calcul de la dette écologique.

1. DIAGNOSTIC DE QUALITÉ DES SOLS

EODD a réalisé un plan d'échantillonage comportant quatre fosses pédologiques lors de sa campagne de terrain, qui a eu lieu le 13 mai 2025.



0 25 50 m

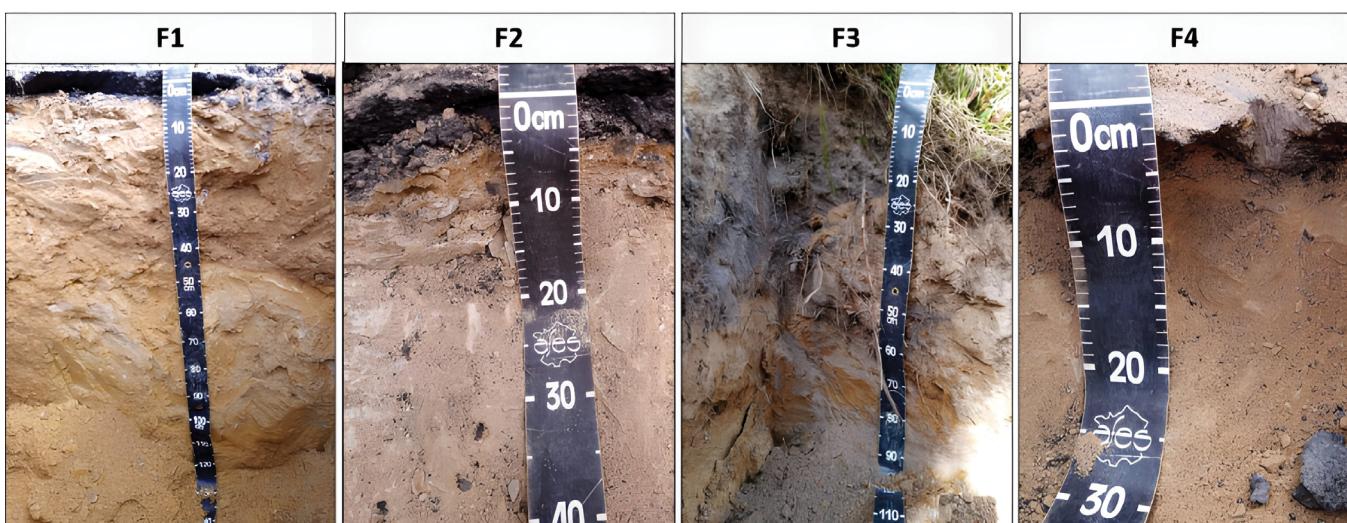
Fosse pédologique

 Emprise du site

Google satellite
14/04/2025

EODD |

Les photographies des différentes fosses pédologiques ouvertes à l'occasion de la campagne de terrain sont présentées ci-dessous. Ces solums mettent en évidence la présence d'1 à 3 horizons de sol distincts (H1 à H3).



EODD |

Les valeurs des fonctions mesurées, avant l'opération, sont les suivantes.

Fonctions rendues par les sols à T=0		
FONCTIONS	UNITÉ	VALEUR
Fertilité	%	42
Perméabilité	cm / h	11,01
Stockage de carbone	tC / ha	38
Habitat pour la biodiversité	%	20

L'impact de l'artificialisation sur les fonctions écologiques des sols estimé par le bureau d'études est détaillé dans le tableau ci-contre :

Impact sur les fonctions de l'artificialisation par rapport à l'état initial	
FONCTIONS	IMPACT
Fertilité	-
Perméabilité	- - -
Stockage de carbone	- -
Habitat pour la biodiversité	- - -

2. CALCUL DE LA DETTE ÉCOLOGIQUE

Concernant la surface d'artificialisation, deux scénarios ont été élaborés par le bureau d'études, aboutissant à deux valeurs pour la dette écologique.

Dans le premier cas, la surface artificialisée fait l'objet à la fin du cycle de vie de l'opération d'une renaturation qui voit **l'appart de terre végétale et un enherbement**. La dette écologique est évaluée à 24 000 €.

POSTE - SCÉNARIO 1	UNITÉ	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	HYPOTHÈSE
DÉMOLITION DE LA DALLE	euros / m ³	20	1350	Dalle de 30 cm
EVACUATION DE LA DALLE	euros / tonne	12	2025	Densité : 1m ³ = 2,5 T
APPORT DE TERRE VÉGÉTALE	euros / m ³	30	2025	Apport sur 30 cm
PLANTATION	euros / m ²	5	1125	Type pelouse
INGÉNIERIE PÉDOLOGIQUE POUR REMISE À HAUT NIVEAU DE FONCTION	forfait	15 000	681	
TOTAL SANS APPLICATION DU COEFFICIENT D'AJUSTEMENT			7206	
TOTAL APRÈS APPLICATION DU COEFFICIENT D'AJUSTEMENT			23 646	coefficient d'ajustement : 3,28

Dans le second cas, la surface voit **seulement l'apport d'amendements organiques et celle-ci est convertie en prairie calcicole**. Dans ce cas, la dette écologique est évaluée à 17 000 €.

POSTE - SCÉNARIO 2	UNITÉ	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	HYPOTHÈSE
DÉMOLITION DE LA DALLE	euros / m ³	20	1350	Dalle de 30 cm
EVACUATION DE LA DALLE	euros / tonne	12	2 025	Densité : 1 m ³ = 2,5 T
APPORT DE TERRE VÉGÉTALE	euros / m ³	20	135	10 % de compost sur 30 cm
PLANTATION	euros / m ²	5	1125	Prairie calcicole
INGÉNIERIE PÉDOLOGIQUE POUR REMISE À HAUT NIVEAU DE FONCTION	forfait	15 000	681	
TOTAL SANS APPLICATION DU COEFFICIENT D'AJUSTEMENT			5 316	
TOTAL APRÈS APPLICATION DU COEFFICIENT D'AJUSTEMENT			17 444	coefficient d'ajustement : 3,28

A l'issue de cette opération, les fonctions écologiques sont évaluées comme suit :

Fonctions rendues par les sols à T=60		<i>Les valeurs les plus favorables sont indiquées en gras</i>	
FONCTIONS	UNITÉ	VALEUR SCÉNARIO 1	VALEUR SCÉNARIO 2 (PRAIRIE CALCICOLE)
Fertilité	%	[35-55]	[35-50]
Perméabilité	cm / h	[7-12]	[8-13]
Stockage de carbone	tC / ha	[35-75]	[35 - 70]
Habitat pour la biodiversité	%	[40-60]	[40-65]

On observe donc que les fourchettes de valeur pour les fonctions à l'issue de la renaturation ne permettent pas de trancher pour un scénario ou pour l'autre. C'est

pourquoi nous retenons pour la valeur de la dette écologique la valeur conservatoire de 24 000€.

RENATURATION D'UNE FRICHE TOURISTIQUE À CHALMAZEL- JEANSAGNIÈRE (42)

L'opération de Montbrison est un cas limite d'utilisation du bilan de transition foncière, car une seule des trois surfaces est mobilisée : celle faisant l'objet d'une renaturation. Ainsi, sur une surface d'opération de 18 916 m², 1 737 m² font l'objet d'une renaturation.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

Le bonus renaturation lié à la dette réduite de l'opération est évalué par le bureau d'études à la valeur de 74 564 €. Cela correspond à 43 €/m² renaturé.

Le montant total de l'opération s'élevant à 1,2 millions d'euros, le bonus net lié à l'application du bilan de transition foncière représente 6 % de ce montant, ce qui est significatif.

	SURFACE ARTIFICIALISÉE	SURFACE D'ARTIFICIALISATION ÉVITÉE	SURFACE RENATURÉE
VALEUR	0 m ²	0 m ²	1 737 m ²
TYPE DE DETTE ASSOCIÉ ?	Dette écologique	Dette évitée	Dette réduite
BONUS OU MALUS ?	Malus artificialisation 0 €	Bonus recyclage 0 €	Bonus renaturation + 74 564 €

Détail de la méthodologie

Le bureau d'études EODD a été chargé d'élaborer un diagnostic des sols. Les fonctions rendues par les sols avant l'opération sont mesurées et reproduites ci-dessous.

Fonctions rendues par les sols à T=0		
FONCTIONS	UNITÉ	VALEUR
Fertilité	%	25
Perméabilité	cm / h	4,73
Stockage de carbone	tC / ha	30
Habitat pour la biodiversité	%	50

Les devis des travaux des travaux de renaturation est établi comme suit :

POSTE	UNITÉ	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	HYPOTHÈSE
DÉMOLITION DE LA DALLE	euros / m ³	20	10422	Dalle de 30 cm
EVACUATION DE LA DALLE	euros / tonne	12	15633	Densité : 1m ³ =2,5 T
AMENDEMENTS ORGANIQUES	euros / m ³	20	2084,4	20 % de compost sur 30 cm
PLANTATION	euros / m ²	40	69480	Type arbres et herbacées
INGÉNIERIE PÉDOLOGIQUE POUR REMISE À HAUT NIVEAU DE FONCTION	forfait	3000	3000	
TOTAL			74 564	

Les valeurs rendues par les sols après renaturation sont estimées comme suit. Elles correspondent à l'atteinte du seuil de bon état écologique :

Fonctions rendues par les sols après renaturation		
FONCTIONS	UNITÉ	VALEUR
Fertilité	%	[40-50]
Perméabilité	cm / h	[2-4]
Stockage de carbone	tC / ha	[65-114]
Habitat pour la biodiversité	%	[60-80]

Une fois l'opération réalisée, il sera intéressant de comparer le montant estimé des travaux de renaturation par le bureau d'études sols, avec le montant des travaux effectivement engagés pour la renaturation.

TABLEAU

RÉCAPITULATIF DES

RÉSULTATS DES TESTS

	DETTE ÉCOLOGIQUE		
Projet	m ² artificialisés	Malus artificialisation	Ratio en €/m ²
Construction-réhabilitation de 130 logements en conception-réalisation à Corbeil-Essonnes	1500	319 000 €	213
Requalification du secteur Tuilleries à Massy (littérature)	5 000	1100 000 €	220
Requalification du secteur Tuilleries à Massy (EODD)	5 000	525 000 €	105
Création d'un centre-ville à Montigny-lès-Cormeilles	225	24 000 €	105
Renaturation d'une friche touristique à Chalmazel-Jeansagnière	0	N/A	N/A

	DETTE ÉVITÉE		
Projet	m ² d'artificialisation évités	Bonus évitement	Ratio en €/m ²
Construction-réhabilitation de 130 logements en conception-réalisation à Corbeil-Essonnes	4 500	890 000 €	198
Requalification du secteur Tuilleries à Massy (littérature)	140 000	31200 000 €	223
Requalification du secteur Tuilleries à Massy (EODD)	140 000	13 400 000 €	96
Création d'un centre-ville à Montigny-lès-Cormeilles	450	58 000 €	129
Renaturation d'une friche touristique à Chalmazel-Jeansagnière	0	N/A	N/A

	DETTE RÉDUITE		
Projet	m ² renaturés	Bonus renaturation	Ratio en €/m ²
Construction-réhabilitation de 130 logements en conception-réalisation à Corbeil-Essonnes	400	35 000 €	88
Requalification du secteur Tuilleries à Massy (littérature)	45 000	8 600 000 €	191
Requalification du secteur Tuilleries à Massy (EODD)	45 000	3 400 000 €	76
Création d'un centre-ville à Montigny-lès-Cormeilles	285	22 000 €	78
Renaturation d'une friche touristique à Chalmazel-Jeansagnière	1 737	74 564	43

La comparaison des valeurs obtenues pour les trois dettes dans les quatre opérations nous permet d'observer que les ratio en €/m² sont dans la même fourchette : de 105 à 213€ pour la dette écologique, de 129 à 223 € pour la dette évitée et de 43 à 191 pour la dette réduite. Les ratios en €/m² de cette dernière dette sont globalement plus faibles, car elle ne fait pas l'objet de l'application du coefficient d'ajustement.

L'opération de Massy est celle qui présente les plus grandes surfaces et, par voie de conséquence, les plus grands montants de bonus-malus associés. La surface d'artificialisation évitée est très importante, et correspond à un bonus évitement conséquent.

De même, le bilan de transition foncière, appliqué sur une portion de la vaste opération de renouvellement urbain de Montigny-lès-Cormeilles, permet de valoriser l'effort d'évitement.

Ces opérations illustrent la possibilité d'appliquer le bilan de transition foncière pour le recyclage des zones commerciales anciennes.

L'opération de Corbeil-Essonnes se voit attribuer un bonus évitement important, en raison de l'ampleur de sa surface d'artificialisation évitée : transformer un ancien hôpital en logements est valorisé par le bilan de transition foncière.

L'opération de Chalmazel-Jeansagnière ne comporte qu'un type de surface parmi les trois, la surface renaturée : la méthode fournit une valeur pour le bonus renaturation, venant récompenser la réduction de la dette écologique.

Le bilan de transition foncière peut donc s'adapter à l'ensemble des typologies d'opérations d'aménagement.

Avantages

**De la théorie à la pratique,
un outil fonctionnel**

Le bilan de transition foncière présente plusieurs avantages. D'abord, il ne se borne pas à financer la sobriété foncière, il organise également l'**amoindrissement de l'importance de la charge foncière** dans le modèle économique de l'aménagement. **Les droits à construire deviennent moins centraux dans la création de valeur** : ils sont accompagnés des devoirs *de préserver* et des devoirs *de réparer*.

Ensuite, dans l'ensemble, notre démarche s'inscrit dans la philosophie de la méthodologie CARE (comptabilité adaptée au renouvellement de l'environnement), mentionnée plus haut. Rappelons que la comptabilité écologique vise à mettre la comptabilité au service d'une transition écologique. Elle distingue **trois types de capitaux différents** : capital financier, capital humain et capital naturel, qui sont non substituables et ne peuvent se compenser entre eux.

La comptabilité écologique repose sur le principe de la **double matérialité** : conjonction entre **matérialité financière** (ou simple) qui correspond à l'impact de l'environnement économique, social et naturel sur les performances de l'entreprise et la **matérialité d'impact** qui correspond à l'impact des activités de l'entreprise sur son environnement économique, social et naturel. Cette approche est retenue dans le cadre de la directive européenne dite « CSRD » (*Corporate Sustainability Reporting Directive*) qui impose la publication d'un reporting de durabilité et s'applique progressivement depuis le 1^{er} janvier 2024.

Voici les principes qui la caractérisent :

1. Matérialité double, matérialité financière et matérialité socio-environnementale
2. Définition de l'état de référence par les bons états écologiques
3. Valorisation monétaire avec une approche fondée sur les coûts de préservation
4. Intégration dans des outils intégrés
5. Structuration : impacts sur le résultat et le bilan financier

L'approche du bilan de transition foncière présentée ici reprend plusieurs des principes caractérisant la méthode CARE, et donc les avantages qui lui sont associés.

Toute transformation physique d'un foncier doit se manifester dans le bilan d'opération, information aujourd'hui absente de ce document central du projet et que les acteurs doivent reconstituer d'autres façons pour établir des indicateurs extra-financiers correspondant par exemple aux exigences européennes (CSRD).

Par ailleurs, la traduction en système de coûts/recettes de ces actions en faveur des sols permet aussi de faire des liens avec d'autres typologies de budgets (budget d'une collectivité, comptes d'une entreprise, comptabilité des écosystèmes, comptabilité nationale, etc.).

Toutefois, ces deux méthodologies diffèrent dans la mesure où le bilan d'une opération ne correspond pas au bilan comptable d'une organisation.

ÉVITER LA MONÉTARISATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

En privilégiant une approche fondée sur les coûts de travaux nécessaires à l'atteinte du bon état écologique des sols, notre méthodologie évite les travers de la monétarisation des services écosystémiques.

■ Les questions non résolues posées par la monétarisation des services écosystémiques

La monétarisation des services écosystémiques ne fait pas consensus au sein de la communauté scientifique car elle soulève des problèmes pour lesquels des réponses satisfaisantes n'ont pas encore été apportées²⁴. La réduction de la nature à une valeur marchande est contestable sur le plan éthique. L'échangeabilité de la nature peut conduire à renforcer les inégalités entre des acteurs plus ou moins puissants. Les pratiques internationales de compensation écologique peuvent conduire à des appropriations occidentales de la nature dans les pays des suds globaux. Enfin, la mise en place de marchés écologiques peut entraîner des pratiques spéculatives et l'enrichissement d'acteurs particuliers au lieu de permettre une réelle préservation de la nature.

La méthodologie du bilan de transition foncière ne donne pas de valeur économique à la nature : la valeur du carbone stockée dans les sols n'est pas

²⁴ Pour approfondir le sujet, voir : Virginie Maris. (2014). *Nature à vendre. Les limites des services écosystémiques*.

estimée, pas plus que la valeur de la biodiversité microbienne des sols, etc. Toutefois, son application permet bien d'obtenir une valeur monétaire, mais celle-ci est à comparer avec les autres valeurs plus classiques du bilan d'opération. La force de cette démarche réside dans le fait qu'elle compare des coûts de travaux (réalisés, à réaliser dans le futur ou dont on évite d'avoir à les payer) à d'autres coûts de travaux effectués par le maître d'ouvrage.

Cette méthode démontre au maître d'ouvrage que la dégradation des fonctions des sols coûte parfois cher, au sens où il porte une dette écologique. Celle-ci n'est pas chiffrée en évaluant les services écosystémiques perdus, mais par l'effort qu'il devra déployer pour atteindre le seuil de bon état écologique. L'approche est donc profondément différente.

L'impact écologique de l'opération est objectivé par l'intégration **dans le bilan d'opération de l'externalité négative de la dégradation des sols et l'externalité positive de leur restauration**. Ceci rend possible d'évaluer son éligibilité à des politiques publiques de soutien.

ÉVITER LA COMPENSATION ÉCOLOGIQUE DÉLOCALISÉE

Notre méthode a recours à une forme de rééquilibrage écologique : en effet, le malus artificialisation peut être – pour tout ou partie – compensé par les bonus évitement et renaturation. Toutefois, **cette compensation intervient à l'échelle même de l'opération, dans le même contexte pédoclimatique**, elle n'est donc pas délocalisée ou abstraite. Le maître d'ouvrage est gestionnaire dans le temps long de toutes les parties de l'opération en question : celles en artificialisation, celles en artificialisation évitée et celles en renaturation.

Cette approche permet donc d'éviter les limites inhérentes à la compensation qui ont été abondamment documentées par la littérature²⁵.

Dans le cadre du bilan de transition foncière, il est établi que les opérations de renaturation réalisées participent à l'atteinte du seuil de bon état écologique des sols, à partir de sols artificialisés. Il est à noter que, parmi les opérations de renaturation actuelles,

seules 8 % d'entre elles sont effectuées sur des surfaces artificialisées. Dans le cadre du bilan de transition foncière, il est établi que les opérations de renaturation réalisées participent à l'atteinte du seuil de bon état écologique des sols, à partir de sols artificialisés. Il est à noter que, parmi les opérations de renaturation actuelles, seules 8 % d'entre elles sont effectuées sur des surfaces artificialisées²⁶.

PAS DE VALORISATION DE « DROITS À ARTIFICIALISER »

Il est rappelé que le bilan de transition foncière a vocation à s'appliquer dans un contexte où le zéro artificialisation nette des sols (ZAN) est effectif. Il s'applique donc pour les opérations qui sont autorisées dans ce cadre, c'est-à-dire qui ont obtenu leur droit à construire dans le cadre du plan local d'urbanisme (PLU). Le bilan permet de faire en sorte que l'artificialisation résiduelle finance l'artificialisation évitée et la renaturation.



Reims (Institut de la Transition foncière, 2024) |

²⁵ Voir, par exemple : Padilla B., Gelot S., Guette A., Carruthers-Jones J. (2024). *La compensation écologique permet-elle vraiment de tendre vers l'absence de perte nette de biodiversité?*

²⁶ Voir : Gelota S., Bigard C. (2022). *Des déclarations des aménageurs à leur mise en œuvre. Bilan et perspectives de l'analyse de la base de données nationale des mesures de compensation.*

En cela, notre outil prend le contrepied de la logique des « permis transférables » (PT) dont la pertinence est discutée par Charles Claron²⁷. Dans le cadre du ZAN, ces permis transférables permettent d'organiser le « rationnement » tout en conservant une certaine flexibilité. Alloués à des acteurs cibles, ils peuvent être utilisés directement ou échangés entre acteurs dans un « marché des droits ». Bien que disposant de bonnes propriétés d'après la théorie économique classique, ces permis transférables posent question.

D'une part, un système de permis transférable pourrait conduire à une répartition inéquitable et incohérente de l'artificialisation, favorisant certains territoires. Il n'est pas établi que la transférabilité des quotas d'artificialisation favorise l'acceptabilité de la politique ZAN.

Enfin, comme l'indique très bien Charles Claron, « *contrairement aux émissions de gaz à effet de serre, la dégradation des sols est une pollution non uniforme : ses impacts varient selon l'intensité d'artificialisation, la qualité des sols affectés et leur localisation. Garantir l'équivalence écologique des permis échangés est alors difficile, donc coûteux*, ce qui nécessite d'arbitrer entre l'efficacité économique et l'intégrité environnementale des dispositifs. »

Le bilan de transition foncière, qui se fonde par construction sur un diagnostic des fonctionnalités des sols dans leur contexte local, contourne ce problème.

Avantage supplémentaire

L'importance du malus

Cet outil a ceci d'ambitieux qu'il propose de pénaliser les pratiques dégradantes pour l'environnement. Le financement de la transition écologique, dans le secteur de l'aménagement du territoire comme dans d'autres secteurs, repose souvent sur une proposition, par le soutien de la puissance publique, de privatisation des améliorations écologiques, et de socialisation des pertes. L'Etat, par exemple, subventionne les voitures électriques (les organisations privées ou citoyens peuvent donc tirer un bénéfice individuel de leur contribution à l'amélioration écologique commune), mais il finance aussi les dépenses du système de santé liés à la pollution des voitures thermiques ainsi que les entretiens de voiries abîmées par les voitures lourdes (c'est la socialisation des pertes).

Le cap de la privatisation des pertes, c'est-à-dire des externalités négatives, est très rarement franchi. Ceci peut notamment s'expliquer par le fait que, sur ce qui touche au carbone, les liens de responsabilité individuelle sont plus difficiles à prouver que dans notre exemple, où un maître d'ouvrage bien identifié est responsable de l'artificialisation.²⁸

27 Voir cet article : <https://fonciers-en-debat.com/interview-de-charles-claron-quels-permis-transferables-pt-pour-lobjectif-zan/>

28 Pour approfondir le sujet, voir : Virginie Maris. (2014). *Nature à vendre. Les limites des services écosystémiques*.

Limites

Et perspectives d'évolution

Dans cette partie, nous pointons une série de limites que présente la méthodologie développée dans ce rapport. Ces limites sont amenées à être levées dans des versions ultérieures de cette méthodologie, qui nécessiteront toutefois des travaux complémentaires, réalisables sous réserve de financements.

contribution d'un architecte, éventuellement issu de la maîtrise d'œuvre de l'opération de base, pourrait s'avérer nécessaire afin de spatialiser le programme sur l'emplacement retenu.

La surface d'artificialisation évitée est alors l'emprise au sol artificialisée de cette opération de référence.

FIABILISATION DU CALCUL DE LA SURFACE D'ARTIFICIALISATION ÉVITÉE

La question du calcul de la surface d'artificialisation évitée est la plus délicate, et devra faire l'objet de travaux complémentaires. En effet, il s'agit de la valeur la plus abstraite des trois qui entrent en jeu pour le calcul des bonus-malus.

Améliorer la méthodologie

La méthodologie indiquée dans la partie précédente est perfectible, et nécessiterait l'élaboration d'une série d'hypothèses plus robustes. En effet, il s'agirait de recenser de manière exhaustive l'ensemble des méthodologies de recyclage qui, pour certaines, impliquent simplement un changement d'usage (intensification) et pour d'autres impliquent une transformation du bâti (densification, etc.). Pour chacune des méthodes d'intensification, une notion de densité d'usage du bâtiment devra être définie afin de calculer précisément le pro-rata d'évitement. Pour les méthodes de densification, une clarification de la surface totale à considérer sera nécessaire.

Vers l'élaboration d'un scénario de référence pour le calcul de l'évitement ?

Une **autre méthode du calcul de l'évitement** pourrait également être mobilisée. Il s'agirait **d'élaborer un scénario de référence**, en projetant un projet témoin, avec le même programme, c'est-à-dire le même nombre de logements, de bureaux, de services, d'équipements publics, mais en artificialisation brute.

Cette opération de référence serait implantée sur espaces naturels, agricoles et forestiers (Enaf) situés à proximité de l'opération, dont l'emplacement serait défini en concertation avec la maîtrise d'ouvrage. Ce scénario de référence chercherait à optimiser la densité de l'opération tout en respectant les prescriptions du plan local d'urbanisme (PLU). La

MÉTHODE DE CALCUL DE LA SURFACE D'ARTIFICIALISATION ÉVITÉE	
PRÉSENTÉE DANS CE RAPPORT	A DÉVELOPPER À L'AVENIR
Somme des emprises au sol de bâtiments existants faisant l'objet d'une réhabilitation complète, des emprises de bâtiments construits sur sol déjà artificialisés et du prorata d'évitement lors d'une densification	Projeter un projet témoin, de programme identique (même nombre de logements, bureaux, services, équipements, etc.), qui aurait été fait en artificialisation brute, i.e. sur des Enaf, en maximisant la densité par rapport aux prescriptions du plan local d'urbanisme (PLU)

Les résultats obtenus après application de chacune de ces méthodes pourront être comparés, pour éventuellement sélectionner la plus pertinente et la plus opérationnelle.

EXCLUSION DES COÛTS DE MAINTIEN DANS LE TEMPS DU BON ÉTAT ÉCOLOGIQUE DES SURFACES NATURELLES OU RENATURÉES

La question des coûts de maintien dans le temps du bon état écologique se pose tant pour les surfaces renaturées lors de l'opération que pour les surfaces naturelles qui sont restées naturelles.

Dans une version plus élaborée du bilan de transition foncière, il s'agira de modéliser un plan de gestion de maintien des fonctionnalités des sols vivants.

Une fois ce plan de gestion modélisé, son coût pourra être intégré au bilan sous la forme d'un bonus : *le bonus gestion des espaces naturels*, cela créerait donc une quatrième valeur.

APPLICATION CONCRÈTE AU MOMENT DU DIAGNOSTIC SOLS

Lors de l'élaboration du diagnostic sols, des difficultés opérationnelles peuvent conduire à ne pas mesurer l'ensemble des paramètres physiques, chimiques et biologiques des sols comme cela est prescrit par la méthodologie. Toutefois, ces difficultés peuvent être contournées.

Manque de représentativité géographique

Il n'est pas toujours possible d'obtenir des valeurs représentatives pour chacune des trois surfaces.

Par exemple, dans le cas de Corbeil-Essonnes, le bureau d'études n'a pas pu réaliser de sondage aux points qui auraient été les plus pertinents, mais a toutefois pu avoir un point de comparaison entre un sol en pleine terre et un sol scellé, ce qui lui a permis d'élaborer les devis des travaux de restauration pour chacune des trois surfaces et d'ainsi obtenir les valeurs des trois dettes.

Difficultés de mesures des quatre fonctions écologiques

Il n'est pas toujours aisés de mesurer les indicateurs relatifs aux quatre fonctions écologiques. Par exemple, dans le cas de Corbeil-Essonnes, la fonction biologique n'a pas pu être mesurée par le bureau d'études. Celui-ci a donc contourné le problème en recourant à une extrapolation à partir des autres indicateurs qui ont pu être mesurés.

Difficulté liée à la mesure des fonctions à chaque étape de l'opération

Suivant le moment où le bureau d'études effectue ses relevés sur le site (en fonction de l'état d'avancement de la programmation du projet), il peut manquer l'obtention des valeurs post-opération d'aménagement ; on a donc les valeurs fonctionnelles à l'état initial, le seuil de bon état écologique, mais il manque les valeurs à l'état *ex post*.

Toutefois, par l'élaboration d'un devis de restauration, le bureau d'études se projette *de facto* dans le scénario

de restauration du seuil de bon état écologique à partir de l'état *ex post*, et la difficulté est contournée.

MISE EN PERSPECTIVE DES VALEURS DANS LES BILANS

Après l'élaboration des montants du malus et des deux bonus, il convient de s'interroger sur la manière dont les mettre en perspective par rapport au bilan d'opération classique. A quoi faut-il comparer ces valeurs ? Elles pourraient être comparées au montant global de l'opération, au coût de portage du foncier ou bien à la charge foncière.

Dès lors, si les valeurs écologiques sont significatives par rapport au bilan général, elles peuvent conduire à faire évoluer le projet du maître d'ouvrage dans un sens plus vertueux.

Nous défendons donc l'idée que le bilan de transition foncière présenté ici doit fonctionner comme un outil qui peut être branché sur le bilan d'opération classique (*plug-in*) afin de l'affecter et que le maître d'ouvrage puisse comparer plusieurs propositions d'aménagement.

Cependant, sous l'angle de l'action publique, les bilans d'opération sont soumis au secret des affaires, et obtenir des informations peut s'avérer difficile. Il est toutefois possible d'accepter que seules les valeurs des trois dettes écologiques soient rendues publiques, car ce sont elles que la puissance publique peut chercher à compenser ou collecter.

A moyen terme, il conviendrait de connecter le bilan d'opération aux comptes de l'entreprise (*cf. reporting RSE*) voire des structures publiques porteuses de projets.

| COÛT DU DIAGNOSTIC

Un diagnostic pédologique peut coûter une somme importante, jusqu'à plusieurs milliers d'euros, et peut donc constituer un frein à la généralisation du bilan de transition foncière. Toutefois, ce coût est à rapporter au montant global de l'opération d'aménagement, ainsi qu'au montant des trois dettes écologiques qu'il permet de calculer.

De plus, il ne se résume pas à une perte nette : il peut générer des retombées positives.

D'abord, au stade de la programmation, le diagnostic pédologique peut permettre de faire évoluer la spatialisation du projet pour tenir compte des qualités des sols en place. Si les sols sont de bonne qualité, le diagnostic peut permettre d'éviter les dépenses liées à l'excavation et au transport des terres en place ainsi que celles liées à l'apport de terres végétales²⁹. Enfin, ces diagnostics pédologiques peuvent être couplés à des analyses de pollution, qui, dans certains cas, sont obligatoires.

Par ailleurs, l'Institut de la Transition foncière promeut la mise en œuvre d'un diagnostic de qualité des sols lors des mutations de terrain³⁰. Ainsi, les données de qualité des sols seraient progressivement rendues disponibles, et il ne serait plus nécessaire de réaliser des analyses de manière systématique.

Enfin, la filière de l'analyse pédologique est en développement, et il peut être attendu du coût du diagnostic qu'il diminue dans les prochaines années. Le rapport mentionné ci-dessus retient un **prix à l'observation d'environ 500 à 850 euros pour le premier point, avec par la suite des économies d'échelle correspondant environ à une réduction de 30% du prix par point**. Ce montant apparaît abordable pour les maîtrises d'ouvrage.

29 L'Institut de la Transition foncière mène actuellement un projet sur la gestion en circuit court des terres excavées en vue de leur réfonctionnalisation in situ ou à proximité. Davantage d'informations sont disponibles ici : <https://www.transitionfonciere.fr/les-outils/circuit-court-des-sols>

30 Le rapport *Connaitre la qualité des sols pour mieux les préserver : un diagnostic au moment des ventes ?* est disponible ici : <https://www.transitionfonciere.fr/diagnostic-sols>

Usages et déploiement

**Dans les pratiques et les
politiques publiques**

La méthodologie du bilan de transition foncière s'applique à l'échelle de la parcelle.

- Elle permet donc au maître d'ouvrage de discriminer entre plusieurs scénarios sur la même parcelle.
- Elle permet à un porteur de politique publique de discriminer entre plusieurs projets sur une même parcelle, de discriminer entre plusieurs emplacements pour un même projet ou de discriminer entre plusieurs projets sur plusieurs emplacements.
- Cela permet à une banque d'objectiver les impacts environnementaux d'une opération (et donc de bonifier les prêts) ou bien de distribuer des subventions pour un porteur de politiques publiques.

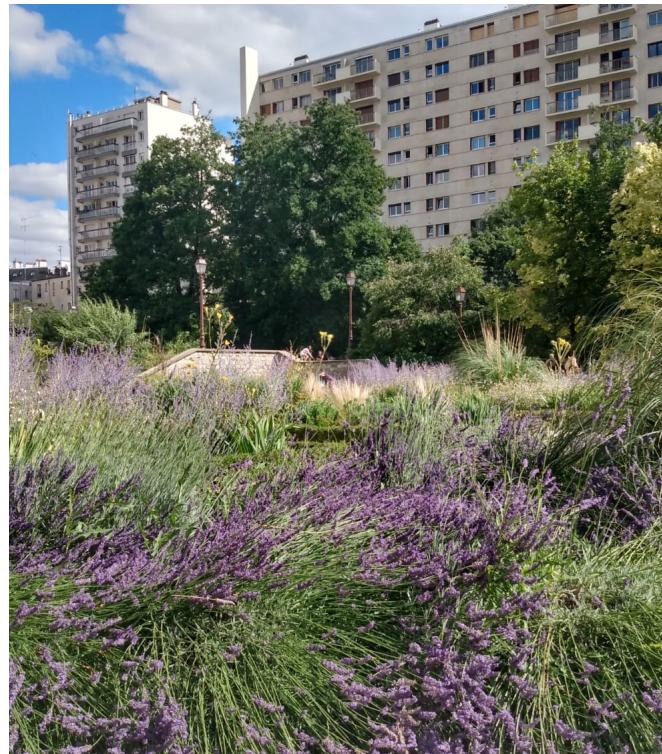
par la concession, l'exploitation en régie et la vente directe ou l'utilisation pour les locataires ou propriétaires du site) ; au stockage du carbone (par le financement sur le marché européen du carbone),

3. Un **reporting facilité** sur les grands enjeux écosystémiques : l'outil permet d'objectiver de nombreux éléments de la « matérialité d'impact » requise par la directive européenne CSRD aux grandes entreprises,
4. Une mesure des « métriques ZAN » à l'échelle de la parcelle, ressource utile à la collectivité également...
5. Un argument de sobriété foncière et d'externalités positives dans la recherche de financements publics (dossier fonds vert, etc), ou lors de réponses à des appels d'offres / appels à projets des collectivités.

UTILISATION DU BILAN ET FINANCEMENT PAR LES ACTEURS PUBLICS DE L'AMÉNAGEMENT

Sans attendre que les autorités publiques organisent la collecte du malus et le financement du bonus, l'usage de cet outil apporte déjà de nombreux bénéfices au montage d'une opération d'aménagement ou de promotion ou à son analyse.

1. Une **meilleure connaissance des sols de son opération** : le porteur d'un projet peut, à la suite de l'application de l'outil, apporter dans le dialogue avec les collectivités, les habitants, les associations, une connaissance fine du potentiel agronomique, du potentiel hydrique et de la contribution à l'infiltration des eaux ou à la gestion des inondations, des informations également sur la biodiversité pour les trames vertes, bleues, brunes...
2. Une inscription du projet en **temporalité longue** avec des recettes d'exploitation. Le maintien d'un bon état écologique d'un certain nombre des fonctions des sols permet également d'assurer la fourniture d'un certain nombre de services écosystémiques, comme nous l'avons vu plus haut. Il est utile, partout où cela est possible, de projeter dans le temps la fourniture de ces services et de savoir les valoriser économiquement. On pense en particulier : au maintien de l'infiltration des eaux et d'une réserve utile en eau dans les seuils normaux (financements des Agences de l'eau, des collectivités et de leurs services, des syndicats mixtes, des coopératives agricoles, etc), au maintien d'un potentiel agronomique (financement par le fermage là où c'est possible,



Paris (Margot Holvoet)

FINANCER LE BONUS-MALUS

L'apparition de cette nouvelle structure de coûts et de recettes sur le bilan pose la question de leur financement (qu'il s'agisse des coûts ou des recettes).

L'Institut soutient l'inscription de l'obligation de transmission d'un bilan d'opération avec bonus-malus lors d'une demande d'autorisation d'urbanisme pour les opérations les plus importantes. Cette piste requiert une mobilisation importante des ministères et de parlementaires.

En parallèle, il sera possible de :

1. EN FAIRE UN STANDARD D'ÉLIGIBILITÉ AUX « BANQUES LOCALES DE RENATURATION OU DE COMPENSATION »

De nombreuses « coopératives carbone » (exemple en Ile-de-France) ou banques locales de compensation sont en cours de montage en France (ex : Grand Est Transitions Compensation), par les collectivités locales, ou des acteurs à but non-lucratif. De même, des filiales de portage de long terme sont créées par les établissements publics fonciers (EPF), peut-être appelées à avoir au sein de leur portefeuille des espaces naturels, agricoles ou forestiers et plus largement des fonciers désartificialisés. Les uns comme les autres peuvent être des débouchés utiles, par financement ou par acquisition des parcelles, des efforts réalisés en matière de sobriété foncière.

En outre, ces acteurs sont en recherche d'outils permettant de canaliser et fiabiliser leurs financements vers de nouveaux enjeux qui ne se limitent pas au carbone. En effet, le règlement européen de restauration de la nature, la directive sols, la CSRD, constituent d'importantes incitations à élargir leur financement à l'ensemble de la séquence ERC sur les écosystèmes, et en particulier à la sobriété foncière et à la renaturation.

2. PROMOUVOIR L'USAGE DU BILAN DE TRANSITION FONCIÈRE DANS LES DISPOSITIFS PUBLICS

Les collectivités et puissances publiques interviennent de longue date dans les bilans d'opération, notamment du côté de l'aménageur, en apportant parfois une « subvention d'équilibre », ou en amont, notamment quand a lieu une maîtrise d'ouvrage directe par un opérateur privé, en jouant sur le prix de cession du foncier si elle en bénéficie. En outre, les autorités publiques ont mis sur pied ces dernières années de nombreux dispositifs de financement des déficits d'opérations complexes :

- le fonds friches, pour les opérations favorisant le recyclage foncier ;
- les agences de l'eau, importantes pourvoyeuses de subventions pour les projets de renaturation, et dont les financements publics sont moins dépendants des évolutions politiques, car financés par une redevance des consommateurs ;
- le fonds de requalification des locaux d'activités, équivalent du premier, portant sur les commerces, locaux professionnels et artisanaux de rez-de-chaussée ;
- le fonds de transformation des zones commerciales.

En résumé

Bien que très utiles pour solvabiliser des opérations de plus en plus complexes affichant des déficits importants, ces outils ne participent pas à l'établissement d'un modèle durable de financement de la sobriété foncière puisqu'ils financent actuellement un déficit global de l'ensemble de l'opération, au sein de laquelle le coût du foncier ou la charge foncière est souvent le facteur prépondérant. En somme, les dispositifs actuels financent une solvabilisation d'un marché foncier de plus en plus complexe et inflationniste, mais pas une préservation et restauration des écosystèmes à proprement parler, ou seulement très indirectement en sélectionnant des opérations de recyclage. À l'inverse, la reconnaissance par ces acteurs du modèle de bilan proposé par le présent livrable et joint en annexe, permettrait de ventiler leur subvention (même à subvention constante) différemment, en spécifiant les montants finançant l'évitement, la réduction et la restauration des sols comme écosystèmes.

3. INTRODUIRE LE BONUS-MALUS DANS LA LOI

Enfin, les méthodes précédentes constituent la partie la plus simple d'activation de l'outil dans les politiques publiques : par le financement de la partie « bonus ». Il est évident qu'aucun changement de paradigme n'est à attendre tant que le « malus » de la fraction artificialisante d'une opération n'est pas collecté. Cela soulève d'importantes questions de capacité contributive, d'égalité devant les charges publiques, que ce rapport n'a pas la prétention de résoudre.

Cependant, la piste la plus solide repose bien sur la création d'un lien intrinsèque entre l'autorisation d'aménagement et le modèle économique de cet aménagement. En d'autres termes, de rendre obligatoire, pour toute demande d'autorisation d'urbanisme – permis de construire, permis d'aménager, etc. – concernant les plus grandes opérations (ex.: au-dessus de 1 000 m² – seuil de passage en Commission départementale d'aménagement commercial pour les projets commerciaux) la production d'un bilan avec bonus-malus, détaillant *a minima* les trois natures de surfaces de l'opération projetée (surface artificialisée, d'artificialisation évitée, renaturée), quitte à ce que l'autorité instructrice (collectivité, EPA), si elle dispose d'informations suffisamment locales et fiables sur les fonctions écologiques des sols, produise le calcul du bonus-malus par elle-même à la suite du dépôt de la demande d'autorisation.

| À QUELLE ÉCHELLE ?

Concernant le financement de la sobriété foncière, il faut préciser que :

1. LE SEUL CIRCUIT EN BOUCLE DE L'ÉCHELLE COMMUNALE ET INTERCOMMUNALE EST À LA FOIS INSUFFISANT ET RISQUÉ.

Insuffisant car il y a d'évidents besoins de péréquation : certains territoires seront fortement créateurs de nouvelles ressources fiscales et d'autres fortement en besoin, dès lors qu'ils auront, par exemple, peu d'activité immobilière et beaucoup d'activité de renaturation ou de préservation des sols nécessaire. Risqué, car, on l'a vu, certains effets pervers peuvent apparaître avec un intérêt à l'activité immobilière toutes choses égales par ailleurs, pour des enjeux de finances locales.

2. LA NATIONALISATION DES RECETTES FISCALES ET LA CRÉATION D'UN RÉGIME DE COMPENSATION EST PROBLÉMATIQUE D'UN POINT DE VUE DÉMOCRATIQUE ET SUR LE PLAN DE L'EFFICACITÉ.

Du point de vue démocratique d'abord, puisque la gouvernance du ZAN s'effectue largement, à ce stade, au niveau régional avec les conférences de gouvernance (ex conférences régionales des SCoT). Du point de vue de l'efficacité, puisque la planification territoriale et les politiques publiques qui seront activées pour mettre en œuvre la sobriété foncière sont au niveau régional et local. Il est important de conserver une proximité entre le financement et les politiques publiques qu'il accompagnera.

En outre, de nombreuses régions sont en réflexion ou en préfiguration de structures de financement des enjeux de carbone, d'eau, de sols et de biodiversité. Nous suggérons donc que la création de ces outils, qui courrent le risque de reconnaître des standards tous différents, se voient attribuer une part substantielle des recettes fiscales de la neutralité foncière (du ZAN), et aient la charge de l'établissement et de la mise en application d'un modèle économique type sur lequel se fondera la collecte des droits comme la distribution des subventions (*cf. supra*).

3. IL EST DONC PERTINENT D'ENVISAGER LA DÉSIGNATION D'UNE STRUCTURE RÉGIONALE DE FINANCEMENT DE LA SÉQUENCE ERC À LAQUELLE SERAIT AFFECTÉE :

- le produit des droits et impôts, hors taxe foncière sur les propriétés bâties (TFPB) et non bâties (TFNB), dont l'assiette demeure proportionnelle à la surface ;
- le produit de la taxe d'aménagement (TA) relatif aux opérations dont la surface artificialisée est supérieure à la surface d'artificialisation évitée ;
- le produit des droits acquittés au titre de la *dette écologique* d'un projet lors d'une demande d'autorisation d'urbanisme.

La structure serait chargée par ailleurs de la distribution des subventions relatives à la *dette évitée* grâce aux actions de recyclage urbain ainsi qu'à celle de la *dette réduite* liée aux opérations de renaturation.

Il pourrait être pertinent d'associer à leur gouvernance les conférences régionales ZAN, ainsi que les acteurs indispensables à la mise en œuvre de cette politique publique (Caisse des dépôts et Banque des territoires, notamment).

Conclusion

Fruit de près de deux ans de travail, la méthodologie de « bonus-malus » présentée ici a donc fait la preuve, sur le terrain, de sa faisabilité. Aux côtés des réformes fiscales, bien nécessaires et déjà abondamment discutées, pour corriger les biais favorables à l'artificialisation de notre système fiscal actuel, elle constitue un relais indispensable. Le seul toilettage de la fiscalité existante ne suffira pas au nécessaire passage à l'échelle du recyclage urbain : réhabilitation, surélévation, transformation, intensification, renaturation, mobilisation des friches. Nous devons passer d'un système où ces pratiques sont marginales, à un système où elles sont largement majoritaires. Manquer cet objectif, c'est à coup sûr manquer l'atteinte de la neutralité foncière. La voie fiscale doit donc s'accompagner d'une refonte en profondeur de l'économie de l'aménagement, et nous proposons que cela passe par un bonus-malus dans les bilans d'opération en fonction de l'impact sur les écosystèmes.

La présente méthodologie a l'avantage d'éviter les écueils de la compensation et de la monétarisation des éléments naturels. Encore imparfaite, elle demande une stabilisation de certaines des méthodes de calcul : celle du nombre de m² d'artificialisation évitée par les pratiques « recyclantes » du projet ; celle du devis de renaturation à long terme ; ou encore un guide permettant de s'entendre sur cette durée de long-terme des externalités, c'est à dire en quelque sorte, le « cycle de vie », non pas du bâtiment, mais de la parcelle.

Fidèle à sa vocation opérationnelle et à son rôle de plaidoyer, l'Institut de la Transition foncière poursuivra donc aussi bien l'amélioration et les tests de cet outil, avec les territoires et organisations intéressés, que ses pratiques de sensibilisation des pouvoirs publics afin que ce système trouve une traduction législative, réglementaire et budgétaire.

Bibliographie

Ademe. (octobre 2025). *Produire du logement autrement : quels modèles économiques ?*

Afeissa H.-S. (dir.). (2007). *Textes clés d'éthique environnementale.*

Baraud-Serfaty, I., Rio, N., Delhay, H., Fourchy, C. (septembre 2022). *Nouveaux modèles économiques urbains.*

Calvaruso C. et Blanchart A., Bertin S., Grand C., Pierart A. et Eglin T. (2021). « Quels paramètres du sol mesurer pour évaluer les fonctions et les services écosystémiques associés ? Revue de la littérature et sélection de paramètres en ateliers participatifs. » *Etude et Gestion des Sols*, 28, 3-29

Conseil national de l'habitat (CNH). (en cours). *Habiter sans dénaturer. Modèles économiques, techniques et politiques pour la sobriété foncière.*

Cousin I. (coord.), Desrousseaux M. (coord.), Angers D. et al. (2025). *Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs. Rapport d'étude, INRAE.*

Cosatto, S., Sougrati E., Guichardet J. (octobre 2024). *Objectif ZAN. le temps des projets. 3e édition. SCET, CITADIA, Ville en œuvre.*

Gelot S., Bigard, C. (2023). « Des déclarations des aménageurs à leur mise en œuvre. Bilan et perspectives de l'analyse de la base de données nationale des mesures de compensation ». *Nat. Sci. Soc.*, 31 1, pp. 49-63.

Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) et Inspection générale des finances (IGF). (en cours). *Mission relative aux conséquences de la sobriété foncière sur l'économie de l'aménagement du territoire.*

Institut de la Transition foncière. (2025). *Connaitre la qualité des sols pour mieux les préserver : un diagnostic au moment des ventes ?*

Institut de la transition foncière. (mars 2024). *ZAN : Pour une politique nationale des sols. Contribution aux travaux du Sénat.*

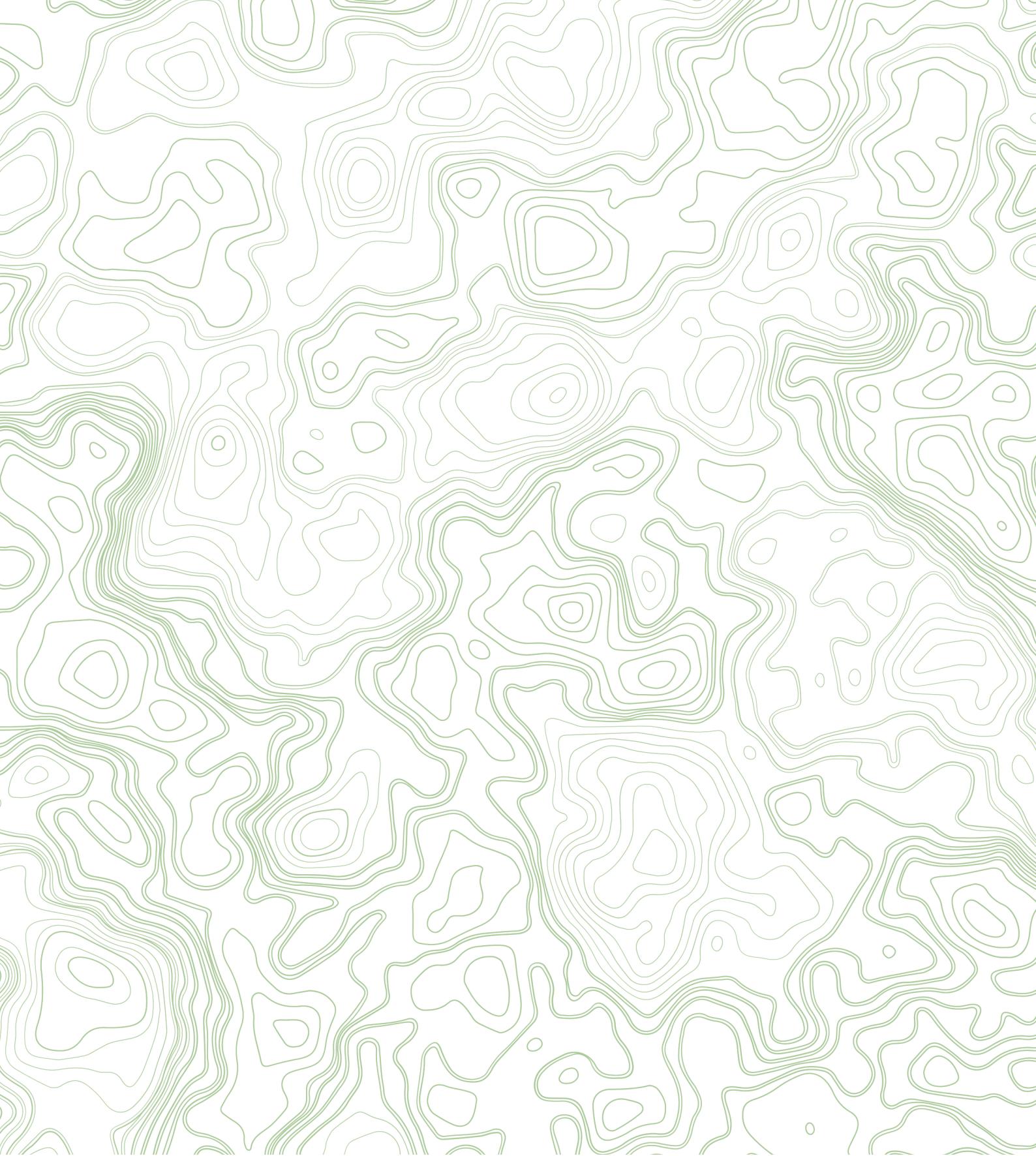
LIFTI (janvier 2025). *Vers de nouveaux modèles économiques de l'aménagement : les périmètres et les valeurs en jeu.*

Maris, V. (2014). *Nature à vendre. Les limites des services écosystémiques.*

Padilla B., Gelot S., Guette A., Carruthers-Jones J. (2024). *La compensation écologique permet-elle vraiment de tendre vers l'absence de perte nette de biodiversité ?*

Salin M., Claron, C., Nguyen-Rabot, E., Mondolfo, N., Levrel, H. (2025). « Les coûts de la restauration des sols urbains ». *CIRED Working Paper*, n°2024-96-FR.





Avec le soutien de



agence nationale
de la cohésion
des territoires

