

# **Connaître la qualité des sols pour mieux les préserver : un diagnostic au moment des ventes ?**



Institut  
de la **Transition**  
**Foncière**



Institut  
de la **Transition**  
**Foncière**

## Production de l'étude

**Une étude initiée, conduite, éditée par  
l'Institut de la Transition foncière.**

**Financée par l'Office Français de la biodiversité et l'ADEME.**

Auteure : Louise Barbier, aidée de Zoé Raimbault  
Coordination : Louise Barbier, Margot Holvoet  
et Jean Guiony  
Conception graphique : Juliette Drumain  
Mise en page : Juliette Drumain, Nolwenn Provostic,  
Vittoria Bellomonte  
Infographies : Félix Stive  
Illustration : Amélia Vigouroux (Mameth)

Contact : [contact@transitionfonciere.fr](mailto:contact@transitionfonciere.fr)

**L'Institut remercie chaleureusement tous ses adhérents,  
partenaires, et experts ayant contribué à la réalisation de ce  
rapport, par leur participation aux groupes de travail et  
relectures attentives.**

**Connaître la qualité des  
sols pour mieux les  
préserver :  
un diagnostic au moment  
des ventes ?**

# Avant Propos

Les sols. Exister, c'est, littéralement, se tenir hors d'eux – ex sistere. Est-ce pour cette raison que nous, citoyens, le connaissons si mal ? Si la France a la chance d'avoir une communauté de scientifiques qui a poussé loin la recherche sur les sols et permis des avancées pionnières, comme le Réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS) et l'établissement des Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP), l'immense majorité d'entre nous, cependant, ignore l'état des sols sous ses pieds. Les acteurs des politiques publiques, comme les entreprises qui construisent et aménagent, n'échappent pas à la règle.

Il est pourtant urgent de disposer de cette connaissance, partout où c'est possible. L'information sur les sols, c'est à dire sur l'état de leurs fonctions, est indispensable à la politique foncière et au Zéro artificialisation nette; indispensable à l'élaboration d'une politique agricole et alimentaire locale (Plans alimentaires territoriaux, etc.); indispensable à l'atténuation du changement climatique (pour maintenir ou améliorer la séquestration du carbone et de la matière organique); indispensable à l'anticipation et la gestion des risques naturels; indispensable à la préservation et la restauration du cycle de l'eau; indispensable, enfin, à l'adaptation aux conséquences du réchauffement.

Des collectivités, pionnières, ont montré la voie : Rouen, Ris-Orangis... en engageant des investigations inédites : atlas et cartographies fines, et parfois sondages sur terrains publics et privés. Elles sont ainsi beaucoup mieux préparées et outillées pour une gestion durable de leur territoire : urbanisme, protection et résilience vis-à-vis des catastrophes naturelles, accès à la nature, sécurité alimentaire et santé environnementale, eau... Toutefois, ces démarches demeurent des exceptions, ayant souvent mobilisé des fonds eux-mêmes exceptionnels (AMI Ademe, appels à projets...). De même, des propositions législatives ont émergé à l'Assemblée (R. Ramos) comme au Sénat (N. Bonnefoy), sans être adoptées jusqu'à présent.

Il était donc urgent d'éclairer la possibilité, concrète, d'obtenir une connaissance des sols à l'échelle cadastrale, celle de la parcelle, aussi précise, en somme, que la connaissance foncière. C'est la raison pour laquelle l'Institut de la Transition foncière a entrepris cet ambitieux travail d'étude de la faisabilité d'un Diagnostic Sols dans les cessions foncières et immobilières, avec le soutien précieux de l'Office français de la Biodiversité et de l'Ademe, ainsi que de nombreux experts.

Nous espérons que ce travail démontre qu'il est non seulement urgent, mais aussi possible d'agir, pour que, en matière de sols comme de carbone et d'eau, l'exception... devienne la règle.

## **Jean Guiony**

Urbaniste

Président de l'Institut de la transition foncière

Membre du Conseil national de l'habitat

# 1 Introduction

01. Contexte de l'étude : des propositions de diagnostic dans le débat public	9
02. Périmètre de l'étude	10
03. Méthodologie de l'étude	11
04. La démarche : connaître les sols pour mieux les protéger	13

# 2 Objet de l'étude

## **Un diagnostic des fonctions des sols à l'échelle de la parcelle lors de la mutation immobilière, sur tout type d'usage des sols**

01. Un diagnostic de quelles fonctions des sols, avec quels types d'indicateurs ?	17
02. Un diagnostic applicable sur tous les sols	23
03. Un diagnostic à l'échelle de la parcelle	25
04. Un diagnostic dans le cadre des mutations immobilières	29
05. Un diagnostic avec quel objectif ?	38
06. Un diagnostic quantitatif, de type notation	39

# 3

## Quelle faisabilité d'un tel diagnostic ?

- |  |    |
|--|----|
| 01. Conditions de faisabilité  | 42 |
| 02. Points d'attentions et effets à anticiper d'un diagnostic des fonctions des sols lors des mutations immobilières | 58 |

# 4

## Conclusion et ouverture

### Un diagnostic des sols pour quelle mise en œuvre au service de la préservation des sols agricoles, naturels et forestiers ?

- |   |    |
|---|----|
| 01. Vers une meilleure connaissance qualitative des sols dans le cadre des politiques publiques | 76 |
| 02. Vers une meilleure connaissance des sols pour éclairer le marché                            | 77 |
| 03. Vers une meilleure connaissance des sols par le grand public                                | 78 |
| 04. Conclusion générale   | 79 |

- |                      |    |
|----------------------|----|
| <b>Bibliographie</b> | 79 |
| <b>Annexes</b>       | 81 |

# Introduction

---

# Contexte de l'étude : des propositions de diagnostic des sols dans le débat public

Plusieurs propositions de diagnostic des sols lors des ventes ont émergé dans le débat public et parlementaire. Le 5 juin 2023, la **Fondation pour la Nature et l'Homme** (FNH) a suggéré la mise en place d'un **diagnostic standardisé** et économiquement accessible **imposé au moment des ventes et des mises en location de terrains nus ou de bâtiments associés à au moins cinquante mètres carrés de terrain non bâti**, visant à produire une base de données nationale sur l'état des sols. Cet outil aurait un double objectif : fournir une information publique robuste et sensibiliser les propriétaires et locataires à la diversité des fonctions des sols.

Par la suite, la **proposition de loi**<sup>1</sup> portée par le député Richard **Ramos** en octobre 2023 vise à instaurer un **diagnostic de santé des sols** pour évaluer leur capacité à remplir leurs fonctions écologiques. Ce diagnostic serait imposé lors des **cessions ou mises à bail de parcelles situées en zones agricoles, naturelles ou forestières**, et ses résultats transmis à l'ADEME afin d'orienter des recommandations pour restaurer les sols dégradés. La proposition de loi a été envoyée à la Commission des affaires économiques sans être mise à l'ordre du jour.

Dans une autre proposition de loi<sup>2</sup>, la sénatrice Nicole **Bonnefoy** inscrit en février 2024 la notion de **diagnostic de performance écologique des sols (DPE) pour les immeubles à usage agricole et les bois et forêts**, avec une prise en charge financière par l'État pour les surfaces inférieures à 50 hectares. Ce diagnostic aurait évalué huit services écosystémiques des sols et aurait été rendu obligatoire à partir de 2028, avec une durée de validité de 10 ans pour les sols agricoles et de 20 ans pour les sols forestiers. Cette proposition de loi mettait l'accent sur l'élaboration d'un cadre réglementaire pour la conservation des sols. Elle a été rejetée par le Sénat le 15 février 2024.



Au vu de ces propositions, l'Institut de la Transition foncière a proposé d'étudier la faisabilité de **rendre obligatoire la réalisation d'un diagnostic des sols lors des mutations immobilières**, en se basant sur un scénario inspiré des propositions précitées, à travers la présente étude – qui a reçu le soutien financier de l'ADEME et l'Office Français de la Biodiversité (OFB).

1 - Proposition de loi n°1736 visant à instaurer un diagnostic de la santé des sols des terrains agricoles, naturels et forestiers, enregistrée à la Présidence de l'Assemblée nationale le 12 octobre 2023, présentée par M. Richard Ramos et plusieurs députés. [https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/textes/116b1736\\_proposition-loi.pdf](https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/textes/116b1736_proposition-loi.pdf).

2 - Proposition de loi Trajectoire de réduction de l'artificialisation concertée avec les élus locaux, déposée au Sénat le 11 mars 2025 par Nicole Bonnefoy et d'autres sénateurs. [https://www.senat.fr/amendements/2024-2025/373/Amdt\\_20.html](https://www.senat.fr/amendements/2024-2025/373/Amdt_20.html).

## 02

# Périmètre de l'étude

L'étude porte sur la **faisabilité technique, économique et juridique** d'un diagnostic des sols au moment des mutations immobilières. Ces différents termes sont définis en partie II.

La présente étude n'a pas pour vocation d'analyser la pertinence scientifique des différentes méthodes d'analyse des fonctions écologiques des sols et de leurs qualités pédologiques. Elle s'articule par contre avec d'autres études portant sur les indicateurs scientifiques de fonctionnalité des sols et leur opérationnalité, telle que l'étude conduite par l'INRAE « Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs » dite IndiQuaSols<sup>3</sup>.

Cette étude évalue la faisabilité d'un **diagnostic ayant comme objectif d'améliorer la connaissance sur les sols en vue de mieux les préserver (voir II.5)**. Les utilisations de la donnée créée par le diagnostic en termes de politiques publiques sont identifiées à la fin de l'étude mais pas approfondies.

Cette étude ne traite pas directement la question des impacts sur les sols des pratiques agricoles, forestières ou urbaines.

Enfin, bien que l'application d'un diagnostic à l'ensemble des usages des sols ait été étudiée dans cette étude, en essayant de distinguer des cadres juridiques distincts (Code rural et de la pêche maritime, Code de l'environnement, Code de l'urbanisme) et les effets socio-économiques différents à anticiper, les sols agricoles et forestiers mériteraient une étude complémentaire.

3 - Cette dernière répond au besoin de rassembler et de tester les connaissances scientifiques disponibles sur les sols : une cinquantaine d'indicateurs permettant d'évaluer les différentes fonctions des sols a donc été rassemblée à partir de l'analyse d'un large corpus scientifique. Il apparaît que près de la moitié des indicateurs étudiés sont jugés opérationnels, intégrés dans des bases de données, et ayant fait leurs preuves depuis près de 20 ans.

## 03

# Méthodologie de l'étude

Cette étude s'est déroulée en quatre phases :



## 1 Cadrage de l'étude

Rédaction d'une note de cadrage définissant les objectifs, les méthodologies et les parties prenantes impliquées.



## 2 État de l'art

Production d'une analyse de la littérature grise et scientifique, ainsi qu'un **benchmark de certaines méthodologies de diagnostic existantes** et des principaux enjeux associés.

Plusieurs dispositifs – non exhaustifs<sup>4</sup> et avec différents niveaux de reconnaissance scientifique – ont fait l'objet d'une étude plus approfondie à travers des **entretiens** (noms des personnes entretenues en annexe) et l'analyse de littérature technique :

- l'outil AgroEcoSol, commercialisé par Aurea Agrosiences ;
- l'indice de qualité des sols bruxellois (IQSB), développé par Bruxelles Environnement ;
- l'outil Biofunctool, développé par le Cirad et l'IRD ;
- l'indicateur d'analyse de la nématofaune du sol, développé par ELISOL environnement ;
- l'outil CaMPISols<sup>5</sup>, développé dans le cadre d'une étude du réseau RNEST ;
- la démarche « Sol Expert », menée dans le cadre du projet Prodig, par Dijon Métropole et l'INRAE ;

4 - Les dispositifs étudiés ainsi que les bureaux d'études ou chambres d'agriculture qui les développent ne sont pas les seuls à réaliser ce type de diagnostics. Il s'agissait d'en sélectionner certains afin de réaliser des entretiens plus approfondis permettant de saisir la diversité des diagnostics existants.

5 - Ay J.-S., Pousse N., Rigou L. et Thannberger L.. (2020) Vers une évaluation des coûts de la dégradation des sols : Éléments de cadrage, outil d'analyse et études de cas, *Etude et Gestion des Sols*, 27, 147-161.

- le projet de recherche « MUSE », mené par un consortium de recherche piloté par le CEREMA et cofinancé par l'ADEME ;
- le projet de recherche « SUPRA », mené par un consortium de recherche (INRAE, BRGM, Université de Lorraine, Institut Agro, Mines ParisTech) et financé par l'ADEME ;
- le projet de recherche « DESTISOL », mené par un consortium (CEREMA, INRAE, Université de Lorraine, entreprise SCE), et financé par l'ADEME ;
- les méthodologies de diagnostic (Agri'Sol, Biodiv'Sol, Aqua'Sol et Carbo'Sol) développées par le bureau d'étude Sol &co intégré à EODD Ingénieurs Conseils ;
- l'outil Genesis Soil Reference, développé par l'entreprise Genesis Soil Health<sup>6</sup> ;
- les méthodologies de diagnostic de potentialités de sol, proposées par la chambre d'agriculture de l'Oise.



### 3 Groupes de travail et questionnaires

L'objectif était de convoquer des expertises spécifiques via l'organisation de groupes de travail partenariaux afin d'identifier les freins et les conditions de mise en œuvre : trois groupes de travail ont été menés et des questionnaires transmis :

- un groupe sur la faisabilité juridique,
- un groupe sur la faisabilité technique,
- un groupe sur la faisabilité économique

A partir de documents envoyés en amont, les participants et participantes étaient invités à répondre à entre cinq et sept questions, en confrontant leurs points de vue. La liste des participants aux groupes de travail est fournie en annexe.

Les personnes (en annexe) n'ayant pu être présentes ont pu remplir un questionnaire contenant les questions traitées lors des groupes de travail.



### 4 Rédaction du rapport final et relectures

La rédaction a consisté en une analyse des compte-rendus des groupes de travail (en annexe), un approfondissement, et des recommandations pour la mise en place d'un diagnostic des sols dans le cadre des cessions foncières.

Plusieurs relectures d'experts et expertes (en annexe) ont permis d'affiner les propos.

6 - Cet outil n'est cependant pas reconnu par la communauté scientifique. En effet, de nombreuses informations ne sont à ce jour pas accessibles : la nature des données acquises et donc des méthodes mobilisées en termes de biodiversité, de nutriments, de capacité à retenir l'eau et de capacité à stocker le carbone, la nature des traitements pour passer de ces données à des indicateurs spécifiques ainsi que le mode d'agrégation de ces indicateurs thématiques pour arriver à un indicateur de qualité ou de santé, les seuils choisis, ainsi que la méthodologie d'extrapolation spatiale des données à grande échelle avec l'incertitude associée.

## 04

# La démarche : connaître les sols pour mieux les protéger

## Les sols, de quoi parlons-nous ?

L'Association française d'étude des sols les définit ainsi : *“Les sols sont issus de l'altération des roches sous l'effet du climat, du relief et des organismes vivants. Ils forment « l'épiderme de la Terre » et sont considérés comme une ressource non renouvelable à l'échelle humaine. Les sols se distinguent des roches par des propriétés chimiques, physiques, morphologiques et biologiques différentes. Ils constituent l'habitat d'un très grand nombre d'organismes vivants à un moment ou un autre de leur cycle, ils fournissent des ressources indispensables aux végétaux et donc à leurs consommateurs, ils sont le support de nombreuses activités humaines et sont ainsi au cœur de nombreux enjeux environnementaux, économiques et sociaux.”*

Des processus physiques, chimiques et biologiques au contact de la lithosphère, de l'hydrosphère, de l'atmosphère et de la biosphère participent à structurer le sol, qui s'organise en différents **horizons**. Les horizons de surface sont généralement plus riches en matière organique, que les horizons en profondeur<sup>7</sup>.

Les sols sont variés en termes de profondeur, de couleur, et présentent des propriétés physiques (masse volumique, texture, structure, porosité), chimiques (CEC, taux de carbone organique, pH) et biologiques (activités microbiennes, faune du sol...) variables.

## Protéger les sols : un impératif

Les sols sont des milieux dynamiques et multifonctionnels essentiels à la fourniture de nombreux services écosystémiques basés sur les fonctions précitées. Ces services sont regroupés en quatre grandes catégories que sont les services de support, d'approvisionnement, de régulation et les services culturels<sup>8</sup>. En matière de régulation de processus naturels : le sol régule le cycle de l'eau, abrite 60%<sup>9</sup> de la biodiversité mondiale et abrite l'un des principaux stocks de carbone. En effet, au cours des trente dernières années, l'accumulation du carbone terrestre s'est surtout faite dans les sols, les réserves d'eau et les zones humides plutôt que dans les forêts<sup>10</sup>.

7 - Balesdent, J. et al. (2023), *80 clés pour comprendre des sols*, éditions Quæ.

8- *Les sols, des propriétés aux services écosystémiques*. (s. d.). INRAE Institutionnel. <https://www.inrae.fr/actualites/sols-proprietes-aux-services-ecosystemiques>

9 - M.A. Anthony, S.F. Bender, & M.G.A. Van der Heijden (2023), Enumerating soil biodiversity, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 120 (33),

<https://doi.org/10.1073/pnas.2304663120>.

10- Désormais, les sols et sédiments captureront plus de CO<sub>2</sub> que les forêts du globe (mars 2025), GEO, <https://www.geo.fr/environnement/desormais-les-sols-et-sediments-captureront-plus-de-co2-que-les-forets-du-globe-225230>.

Pourtant, la France figure parmi les pays européens où le pourcentage d'artificialisation est le plus élevé (11ème sur le classement de l'Insee)<sup>11</sup>, avec un rythme largement supérieur à sa croissance démographique depuis plusieurs décennies (+66% pour les sols artificialisés, contre +21% pour les habitants)<sup>12</sup>. 90% de cette artificialisation concerne des terrains agricoles<sup>13</sup>. Or, l'artificialisation des sols a des conséquences importantes : destruction et fragmentation des milieux, perte de biodiversité, participation à la surchauffe urbaine<sup>14</sup>, augmentation des risques d'inondation, diminution du potentiel agronomique, etc. Cette situation est d'autant plus préoccupante que l'artificialisation n'est qu'une parmi nombre de dégradations que subissent les sols : érosion, tassement, contaminations, glissement de terrains, baisse de la biodiversité, salinisation, ou encore baisse des teneurs en matière organique.

Dans ce contexte, la protection des sols devient un enjeu clé pour la résilience des territoires et plus globalement pour leur habitabilité.

## Des données insuffisantes pour une protection fine des sols dans l'aménagement

Lors d'une démarche d'aménagement (planification locale ou aménagement opérationnel), **la plupart des informations actuellement disponibles et utilisées sur les sols sont de nature surfacique** et s'intéressent à des aspects tels que l'usage ou l'occupation des sols, le couvert végétal, les infrastructures (cadastres, données d'occupation des sols,...). Les données qui vont au-delà de cette approche surfacique concernent principalement les risques géologiques (glissements de terrain, zones d'exploitation minière ou de carrières), les études géotechniques et les risques de contamination liés à des sites sensibles ou à l'historique de pollutions locales (Plan de prévention des risques, études Sites et sols pollués, etc.), et non les fonctions des sols.

Par ailleurs, en France, la classification des sols dans les documents d'urbanisme repose sur des catégories distinctes (zones agricoles, urbaines, naturelles, à urbaniser), appelée **zonage**, et qui impliquent un encadrement juridique spécifique :

- **Les zones agricoles (zones A)** sont régies par l'article R.151-22 du **Code de l'urbanisme**, qui stipule qu'elles doivent être protégées en raison de leur potentiel "agronomique, biologique ou économique". Ces zones sont soumises à des restrictions strictes d'urbanisation<sup>15</sup>.
- **Les zones urbaines (zones U)**, définies par l'article R.151-18 du **Code de l'urbanisme**, sont destinés à l'habitat, aux infrastructures et aux activités économiques<sup>16</sup>.
- **Les zones naturelles ou forestières (zones N)** sont encadrées par l'article R.151-25 du **Code de l'urbanisme**, qui définit ces espaces comme des zones à protéger en raison de la qualité des paysages, de la biodiversité et des écosystèmes qu'ils abritent<sup>17</sup>.
- **Les zones à urbaniser (zones AU)** sont définies par l'article R151-20 1er alinéa du code de l'urbanisme. Ce sont des terrains agricoles, des espaces naturels, des friches ou des terrains partiellement urbanisés destinés à être ouverts à l'urbanisation.

Des chercheurs ont montré que cette sectorisation de l'espace par les documents d'urbanisme peut engendrer des effets de cadrage<sup>18</sup> (par exemple pour des professionnels de l'aménagement qui considèrent peu la multifonctionnalité des sols urbains). Cette approche masque souvent les caractéristiques pédologiques des sols sur tous types d'usage du sol, limitant par exemple l'intégration de leur préservation dans les projets d'aménagement urbain. La recherche académique souligne que cette rationalisation de l'espace, bien que visant à organiser le développement territorial, peut négliger des aspects essentiels liés à la qualité et aux fonctions écologiques des sols.

11 - *Les sols, des propriétés aux services écosystémiques*. (s. d.). INRAE Institutionnel. <https://www.inrae.fr/actualites/sols-proprietes-aux-services-ecosystemiques>

12 - Sols artificialisés (2022), Agreste, <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/Pri2501/detail/>.

13 - Béatrice Béchet et al. (2017), Sols artificialisés et processus d'artificialisation des sols : déterminants, impacts et leviers d'action. Rapport. INRA. 609 p, [hal-01687919](https://hal.inrae.fr/hal-01687919).

14 - Guillaume Faburel et al. (2023), Vivre les fournaies urbaines. Enquête sur les vécus climatiques et les engagements écologiques dans les villes du sud de la France durant l'été 2019. Triangle, EHESS, Université de Lyon, pp.62, [hal-04012154](https://hal.inrae.fr/hal-04012154).

15 - Avec une transformation en zones constructibles nécessitant une modification du Plan local d'urbanisme (PLU) et l'avis conforme de la Commission départementale de préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers (CDPENAF), conformément à l'article L.112-1-3 du Code rural et de la pêche maritime.

16 - Leur occupation peut être encadrée par des dispositifs comme les coefficients de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables inscrits dans le Plan Local d'Urbanisme (PLU). La reconversion des friches industrielles et des sols pollués est soumise à des obligations spécifiques, détaillées dans l'article L.556-1 du Code de l'environnement, qui impose des diagnostics de pollution et des mesures de dépollution.

17 - Ces zones sont souvent intégrées dans des espaces protégés relevant du Code de l'environnement, notamment les Parcs Nationaux (L.331-1), les Réserves naturelles nationales (L.332-1) et les sites Natura 2000 (L.414-1). Toute urbanisation dans ces espaces naturels relevant de régimes de protection environnementale est soumise à une évaluation environnementale et peut nécessiter des dérogations spécifiques, conformément à l'article L.122-1 du Code de l'environnement sur les études d'impact. Les sols forestiers, bien qu'appartenant juridiquement aux zones naturelles, sont encadrés par le biais du Code forestier.

18 - Jean-Noël Consalès et al. (2022), « Le sol, une ressource à considérer dans les stratégies d'aménagement des villes : mise en place d'une démarche collaborative pour construire un outil d'aide à la décision d'affectation des sols », *Projets de paysage* [En ligne], 27 | consulté le 07 mars 2024. DOI : <https://doi.org/10.4000/paysage.31354>.

La loi Climat et Résilience (n° 2021-1104) a marqué un **changement de paradigme** significatif en définissant l'artificialisation des sols comme une altération durable de leurs fonctions écologiques, incluant le potentiel agronomique, et les fonctions biologiques, hydriques et climatiques. Pourtant, bien que la multifonctionnalité des sols soit reconnue juridiquement, son intégration dans les documents d'urbanisme reste limitée, faute d'outils accessibles aux acteurs de l'aménagement<sup>19</sup>. Cette carence met en lumière le besoin d'un dispositif permettant une meilleure connaissance des sols, notamment à partir de 2031 où la définition de l'artificialisation dépassera celle de la consommation d'espaces naturels agricoles et forestier (ENAF), prenant en compte toute artificialisation de sol dès 2 500 m<sup>2</sup>, sur la base de la nomenclature fixée par le décret du 27 novembre 2023. Selon le rapport "Les sols de la métropole Rouen Normandie", "cela implique de doter les documents d'urbanisme d'informations précises sur les fonctions des sols". Cette évolution a permis de mettre davantage en lumière l'outil MUSE développé à partir de 2017 et testé auprès de 3 métropoles : Aix-Marseille Provence, Nantes et Châteauroux. Cet outil atteint toutefois des limites en raison de données qui ne permettant pas de réaliser une cartographie très précise<sup>20</sup>.

Actuellement, plusieurs collectivités territoriales ont mené des initiatives pilotes pour compléter cette première approche, à l'instar de la Métropole de Rouen<sup>21</sup> et de la ville de Ris-Orangis, avec dans ce second cas l'appui de l'appel à manifestation d'intérêt (AMI) ZAN de l'ADEME. Ces démarches apparaissent cependant relativement coûteuses et lourdes en ingénierie pour les collectivités et ne semblent pas, dans le contexte actuel, généralisables auprès par exemple de communes rurales.

- Si, pour une commune comme Ris-Orangis, les sondages pédologiques (physicochimiques et biologiques) ont coûté environ 35 000 euros – 120 sondages sont effectués dans les espaces verts publics et privés, sur environ 350 hectares non imperméabilisés, alors le prix de revient était d'environ 300 euros par sondages.
- A Rouen, peu de données relatives au budget dédié sont disponibles. Cependant, 850 sondages pédologiques ont été réalisés. La densité des sondages retenue est d'un sondage pour 20 à 30 hectares (ha) de surfaces agricoles et naturelles et un sondage pour 2 à 3 ha de surfaces en zone AU, pour une cartographie des sols au 1/50 000 pour les premiers, et 1/10 000 pour les seconds.
- En faisant un exercice d'extrapolation, avec la densité de sondages de Rouen et le prix du sondage estimé par les chiffres de Ris-Orangis, tentons **d'estimer le coût pour l'ensemble du territoire métropolitain** : on obtient un total de **670 millions d'euros environ pour couvrir le territoire national**<sup>22</sup>.
- Cette estimation semble basse puisque les coûts de réalisation d'un diagnostic plus ambitieux et exploratoire peuvent monter jusqu'à à 3000 euros par sondage par exemple sur le territoire métropolitain dijonnais (démarche "Sol expert" du projet Prodig), soit un coût de **6,7 milliards d'euros**.
- De même, l'échelle retenue par Rouen est assez large : en retenant une densité de sondage permettant des données à une échelle plus fine qu'un point par 35 hectares sur les sols agricoles, naturels et forestiers, par exemple un point tous les 5 hectares, nous obtenons un coût total de **32,175 milliards d'euros**<sup>23</sup>.

19 - Blanchart, A. (2018). Vers une prise en compte des potentialités des sols dans la planification territoriale et l'urbanisme, Thèse de doctorat.

20 - Le Gouée, P. (2024). Les sols de la Métropole Rouen Normandie. De l'élaboration du Référentiel pédologique à l'évaluation et l'analyse territorialisée de leurs fonctions écologiques, VigiSol.

21 - Voir Le Gouée, P. (2024), *Op. cit.*

22 - Explication du calcul : en 2020, les 54,9 millions d'hectares de France métropolitaine se répartissent pour 39 % en sols naturels, pour 52 % en sols agricoles (dont prairies), ce qui représente 49,5 millions d'hectares, divisé par 35 Détails : échantillonnage moyen de point par hectare sur ce type de sol, soit environ 1,4 millions de sondages, à 300 euros le sondages, équivalant à un budget de 424 millions d'euros. A cela s'ajoute le tiers des surfaces dites "urbanisées" – par estimation hypothétique – non imperméabilisées, soit 1 650 000 hectares, divisé par 2 (échantillonnage appliqué sur ce type de sol), soit 825 000 sondages, pour un budget de 247,5 millions. En additionnant ces deux résultats, on obtient ainsi 670 millions.

23 - Détail du calcul : (49 500 000 / 5) x 3000 + 825 000 x 3000.

# Objet de l'étude

---

**Un diagnostic des fonctions des sols à l'échelle de la parcelle lors de la mutation immobilière, sur tout type d'usage des sols**

Cette partie vise à définir notre objet d'étude : sur quoi porterait un diagnostic des sols ? Pourquoi "adosser" un tel diagnostic aux cessions immobilières et foncières et dans quel contexte ? L'échelle de la parcelle est-elle particulièrement pertinente ? Pourquoi réaliser ce diagnostic sur tous les sols et non pas sur un certain type d'usage du sol ? Ressemblera-t-il à une notation du sol ou à une caractérisation ?

# Un diagnostic de quelles fonctions des sols, avec quels types d'indicateurs ?

## L'opportunité d'étudier les quatre fonctions des sols

Les sols sont souvent approchés à travers **les fonctions** qu'ils assurent pour les écosystèmes, qui dépendent elles-mêmes des propriétés des sols. Réfléchir en termes de fonctions des sols plutôt que de dégradations est estimé plus mobilisateur pour agir, comme l'indique par exemple l'étude IndiQuaSols, c'est pourquoi nous privilégierons cette approche dans cette étude. La **définition** d'une fonction est large : il s'agit d'un "assemblage de processus bio-physico-chimiques assurant une action intégrée qui permet au sol de fonctionner"<sup>24</sup>, puisqu'elle est avant tout un outil conceptuel d'analyse.

Le **nombre des fonctions des sols est encore en débat** dans la littérature scientifique. L'Association française pour l'étude du sol (AFES) en distingue sept<sup>25</sup> ainsi que la littérature scientifique<sup>26</sup>, la dernière étude

d'INRAE<sup>27</sup> en dénombre six, tandis que la loi Climat et Résilience de 2021 en retient quatre : fonctions biologiques, hydriques, climatiques, et potentiel agronomique<sup>28</sup>.

Par souci de clarté, elles sont aussi parfois regroupées ainsi<sup>29</sup> :

- Fonctions biologiques (habitat pour les organismes, support physique stable pour le vivant, stockage et fourniture de nutriment, échanges gazeux avec l'atmosphère)
- Fonctions biogéochimiques (filtration, rétention et dégradation des polluants, stockage, recyclage et transformation de la matière organique)
- Fonctions hydrologiques (stockage, circulation et infiltration de l'eau)

Certaines fonctions sont ainsi décomposées en sous-fonctions correspondant à différentes étapes des cycles auxquelles elles participent. Chaque fonction retenue peut donc être étudiée par plusieurs indicateurs.

24 - Cousin I., et al. (2024). Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs. Synthèse du rapport d'étude, INRAE (France). 126 pages . DOI [10.17180/k4j0-m162](https://doi.org/10.17180/k4j0-m162).

25 - AFES - Association Française pour l'Etude des Sols. (2025, 18 mars). Définition et enjeux - <https://www.afes.fr/les-sols/definition-et-enjeux/>

26 - Bouma, J. (2014), Soil science contributions towards Sustainable Development Goals and their implementation: linking soil functions with ecosystem services., *Journal of Plant Nutrition and Soil science*, 177: 111-120. <https://doi.org/10.1002/jpln.201300646>.

27 - Cousin, I. et al. (2024). Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs. Synthèse du rapport d'étude, INRAE (France). 126 pages . DOI [10.17180/k4j0-m162](https://doi.org/10.17180/k4j0-m162).

28 - LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (1) [https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article\\_lc/JORFARTI000043957221](https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/JORFARTI000043957221).

29 - Le Gouée, P. (2024). Les sols de la Métropole Rouen Normandie. De l'élaboration du Référentiel pédologique à l'évaluation et l'analyse territorialisée de leurs fonctions écologiques, *VigiSol*, 213 pages.

## 12 dispositifs de diagnostic étudiés :

Portage de l'outil		Echelle et diffusion			Approche proposée par l'outil	
Nom de l'outil / de la méthode	Nom de la structure	Stade de mise en œuvre	Secteur d'activité / usage des sols	Types de sols (intégration de sols urbains et sols scellés)	Dénomination de l'objet du diagnostic	Fonctions ou services priorités
AgroEcoSol	Aurea Agrosociences	Opérationnel depuis 2023	Sols agricoles, en grandes cultures.	Sols agricoles	"Diagnostic fonctionnel" des sols	11 fonctions : Circulation et filtration de l'eau ; Niveau de réserve utile ; Fourniture en azote ; Fourniture en nutriments (P, K, Mg, S) ; Fourniture en oligo-éléments ; Régulation des bio-agresseurs ; Structuration du sol ; Potentiel de dégradation des polluants ; Pertes de N2O ; Stockage de carbone ; Assurance écologique
Genesis soil reference	Genesis soil health	opérationnel depuis 5 ans	Agriculture, énergie (photovoltaïque), sites plus urbains ...	Sols agricoles Sols urbains, friches, pelouses urbaines. Sols de zone humide	Santé d'un sol par rapport à son potentiel intrinsèque	4 indices de fonctionnalité du sol : Capacité du sol à accueillir de la biodiversité ; Capacité à lutter contre le changement climatique ; Capacité à retenir et filtrer l'eau ; Capacité à produire sans intrant (fertilité)
Indice de qualité des sols Bruxellois (pro)	4 bureaux d'études habilités à appliquer cette méthodologie à Bruxelles	phase 5 du développement, mais déjà mis en œuvre	Tous usages des sols mais principalement urbain	Principalement sols urbains (y compris sols scellés)	terminologie de qualité des sols (utilisée par l'administration)	4 services écosystémiques visés : habitat pour la biodiversité ; approvisionnement en nourriture ; régulation du cycle de l'eau ; régulation du climat
Différents degrés de diagnostic : pédologique, agronomique, biologique	Sol&Co	Opérationnel	Plusieurs contextes possibles : Projets d'agrovoltisme, Réhabilitation de carrières, Recherche zone humide, En milieu urbain : diagnostic avant projet d'aménagement ou projet de renaturation en milieu urbain	Sols urbains, sols agricoles. (principalement sols anthropisés, analyses possibles sous sols scellés)	/	Plusieurs fonctions étudiées : fertilité (qui prend aussi en compte la structure, l'érosion du sol, etc.) ; habitat pour la biodiversité ; stockage de carbone
Analyse de la nématofaune du sol	Elisol environnement	Opérationnel	Milieu agricole (grandes cultures), milieu urbain, espaces naturels.	Tous types de sols (possible aussi sous sol scellé)	"fonctionnement biologique" des sols	5 fonctions étudiées : fertilité biologique ; régulation biologique ; support de biodiversité ; dynamique du carbone ; pression sur les racines
Diagnostic de potentialité de sol (pour agrovoltisme / carrière)	Chambre d'agriculture de l'Oise	Opérationnel	Changement d'usage des sols : passage de sol agricole à agrovoltisme / à carrière	sols agricoles	Diagnostic de "potentialité" des sols	Potentiel agronomique
Biofunctool	IRD	Opérationnel	Agricole, un peu en milieu naturel	sols non scellés	Evaluation de la santé des sols	3 fonctions : Maintien de la structure du sol ; Cycle des nutriments ; Dynamique du carbone
CaMPSols	RNEST	recherche - pas de mise en œuvre opérationnelle	tout type d'usage des sols (y compris sols scellés). L'outil permet d'indiquer des valeurs de besoins minimaux qui diffèrent selon les usages des sols.	Tous types de sols. Les valeurs potentielles intrinsèques varient selon les types de sol initiaux, les contextes pédoclimatiques, etc.	Notion de "valeur" du sol mise en regard d'un "potentiel intrinsèque" du sol et d'une "valeur résiduelle", après dégradations.	11 services du millenium ecosystem assessment : Séquestration du carbone ; Purification eau et réduction contaminants ; Régulation du climat ; Cycles des éléments nutritifs ; Habitat pour organismes ; Inondation et régulation des crues ; Source de composants et génétique ; Support pour infrastructures ; Fourniture matériaux ; Patrimoine culturel ; Fourniture d'aliments, de fibres et de combustibles
Projet "Sol Expert", ProDij	INRAE / Dijon Métropole	projet de recherche, pas destiné à être généralisable immédiatement	Sites forestiers, agricoles et urbains (voies de tramway, jardins partagés, cours d'école ...)	Tous types de sols, mais pas sols scellés	Diagnostic de la qualité des sols Comprend la santé comme la capacité du sol à rendre les services, ce qui n'est pas mesuré ici	Axé sur la biodiversité des sols : Fonctionnement biologique (indicateur fonctionnement) ; Patrimoine biodiversité (indicateur état) ; Carbone du sol
MUSE	/	Projet de recherche, quelques mises en œuvre sur des territoires	Tout usage des sols	Tous types de sols (hors sols scellés)	Qualité des sols	4 fonctions retenues (seulement caractéristiques pérennes des sols, pas caractéristiques dynamiques) : source de biomasse ; régulation du cycle de l'eau ; réservoir de carbone ; réservoir de biodiversité du sol
SUPRA ("Sols urbains et projets d'aménagement")	/	Projet de recherche. A abouti à une 1ère version d'un outil d'aide à la décision, pas encore utilisé de manière opérationnelle	Sols urbains	Sols urbains mais non scellés	évaluation de la qualité des sols urbains, définie comme "la capacité à assurer différents usages et à rendre des services écosystémiques"	3 services : potentialités agronomiques ; régulation des risques sanitaires et environnementaux ; régulation du climat. 6 fonctions : stockage, recyclage et transformation MO ; fourniture, rétention et recyclage des éléments nutritifs ; support physique pour ancrage des végétaux ; rétention, infiltration et circulation de l'eau ; support de biodiversité ; rétention, filtration, dégradation des contaminants
DESTISOL	/	version d'essai de l'outil mise à disposition des bureaux d'étude.	sols urbains - contexte des opérations d'aménagement	9 types de couverture du sol prises en compte, dont les sols scellés.	qualité des sols	Liste de 11 services identifiés : régulation qualité de l'air ; régulation climat (local & global) ; régulation aléas (inondation & érosion) ; stockage déchets ; purification de l'eau ; habitat biodiversité ; approvisionnement alimentaire ; approvisionnement ressources ornementales ; approvisionnement énergie ; support infrastructures ; support activités sensibles

Nom de l'outil / de la méthode	Méthodologie	Enjeux de faisabilité	
	Méthodes de notation et d'agrégation des indicateurs	Besoin en personnel (interne/externe)	Temps nécessaire pour un diagnostic
<b>AgroEcoSol</b>	4 niveaux : finalité >> fonction >> processus >> indicateur. Pour chaque fonction, plusieurs processus identifiés, et plusieurs indicateurs rattachés à chaque processus. Par exemple : la fonction "structuration du sol" est composée de 3 processus ("agrégation des sols", "stabilité structurale", et "porosité des sols"). Le processus "porosité des sols" est calculé à partir de deux indicateurs : "test bêche" et "diversité des vers de terre". Une note entre 1 et 3 est attribuée à chaque fonction (pas d'agrégation par finalité de fonctions), issue de l'agrégation / pondération des notes des processus composant la fonction, elles-mêmes issues d'une agrégation / pondération des notes pour chaque indicateur.	Réseau de 150 préleveurs prestataires d'Aurea, quelques dizaines formées à l'outil AgroEcoSol (notamment à la reconnaissance de la faune).	10 semaines environ (dont au moins une semaine pour récupérer pièges à carabes). Pas plus de 3 prélèvements par jour.
<b>Genesis soil reference</b>	Une note sur 100 par indicateur. Sont ensuite agrégées pour donner une note sur 100 par indice, puis une note globale sur 100 pour la parcelle. Entre 0 et 40 : sol dégradé Entre 40 et 60 : alertes Entre 60 et 100 : sol fonctionnel La pondération est définie à dire d'experts. Un même indicateur peut jouer pour différents indices.	Réseau de préleveurs externes, avec méthodologie standard. Laboratoires partenaires en externe (Mérieux, Vinci technologie, Genoscreen, Trace genomix, ABC Labs)	3 mois en intégrant l'analyse et l'interprétation des données.
<b>Indice de qualité des sols Bruxellois (pro)</b>	Pour chaque paramètre, moyenne pondérée des observations par horizon. Pour une zone homogène, moyenne des différents points de mesure. Puis moyenne pondérée de chaque zone homogène pour obtenir un indice par parcelle : indice global de qualité sur 100. Pénalité appliquée à cette note en cas de pollution ou de remblai (jusqu'à -35%). Interprétation de cette note en 5 classes : A / B : plutôt bonne qualité - C1/C2/D : mauvaise qualité (-50) mais pour différents contextes. Deux indices complémentaires, informatifs : un indice de performance pour chaque service écosystémique (atteint, satisfaisant ou insuffisant), et un indice par dégradation.	Intervention de terrain par les bureaux d'études habilités. Si besoin d'une foreuse, appel à un prestataire. Envoi des échantillons en laboratoire (marché public donc seulement accès aux laboratoires publics du réseau Requasud)	2 mois avant de recevoir les résultats (délais des laboratoires).
<b>Différents degrés de diagnostic : pédologique, agronomique, biologique</b>	Chaque indicateur évalué séparément, pas d'agrégation en une note globale pour le sol. Sur certains projets, proposent une évaluation de fonctions en complément.  Sol&Co a développé un outil spécifique, Agrisol, qui propose une notation de la fertilité agronomique des sols étudiés, en pourcentage.	Une personne mobilisée pour les prélèvements. Analyse physico-chimiques en laboratoire, biodiversité microbienne également. Identification de la macrofaune et mésofaune : en interne.	Environ 2 mois pour une étude complète.  Pour la partie terrain, 1 à 2 jours si une dizaine de points de sondage, 1 semaine si 40 points de sondage.
<b>Analyse de la nématofaune du sol</b>	Notation de 0 à 10 pour chaque fonction étudiée, pas d'agrégation.	Prélèvements effectués en externe (suivi d'une fiche protocole)	/
<b>Diagnostic de potentialité de sol (pour agrivoltisme / carrière)</b>	Note agrégée, entre 0 et 100 : note initiale associée à un potentiel théorique du sol, amendée par différentes caractéristiques du sol (hydromorphie, réserve utile, pente, éléments grossiers). Pondération avec des variables agronomiques (battance, pH, taux de matière organique, fertilité PK).  Attribution d'une catégorie (de 1 à 6) en fonction des potentiels offerts par le sol (plus ou moins de contraintes pour l'agriculture)	1 pédologue chambre d'agriculture  + analyses en laboratoire	/
<b>Biofunctool</b>	Différents niveaux d'agrégation des résultats : - ACP (analyse en composantes principales), analyse de la variabilité. - index synthétique de santé des sols (par indicateur ; par fonction ; index global)  Index entre 0 et 1.	2 à 3 personnes sur le terrain. Pour une parcelle qui demande plusieurs points, peut prendre une demi-journée entière.	30 minutes par point, résultats quasi immédiats pour la plupart. Temps de préparation du matériel + traitement de certains résultats en laboratoire : 1 mois
<b>CaMPISols</b>	Attribution de deux notes de 1 à 5 pour chaque service : une note correspondant à la valeur potentielle intrinsèque, et une correspondant à la valeur résiduelle. Choix de ne pas agréger ces valeurs sous une note unique. Possibilité de comparer ces résultats avec des valeurs (théoriques) de besoins minimaux pour chaque service par type d'usage du sol : agriculture, forêt, habitat, industriel, bâti autre, marais, parc, carrière, jardin. Possibilité de modéliser une évolution (augmentation) des résultats si conduite d'une opération de restauration.	/	/
<b>Projet "Sol Expert", ProDij</b>	Mise en regard des indicateurs de biodiversité observés avec les grandeurs attendues en fonction des caractéristiques physico-chimiques.  Une note agrégée proposée par "indicateur" : fonctionnement biologique / patrimoine biodiversité / carbone du sol.	/	Pour l'ensemble du projet ProDij, 2 mois d'échantillonnage pour les zones rurales, 1 mois pour les zones urbaines. Le temps d'obtenir les résultats et de réaliser les interprétations, cela peut prendre un an avant la restitution (pour le même genre de projet).
<b>MUSE</b>	Plusieurs paramètres à prendre en compte pour chaque indicateur (décrivant un processus). Indicateurs agrégés pour chaque fonction. Une note obtenue pour les 4 fonctions (entre 1 et 5), et calcul d'un indice de multifonctionnalité (de 6 à 17) par l'agrégation (somme) de ces 4 notes.	/	/
<b>SUPRA ("Sols urbains et projets d'aménagement")</b>	Classes de valeur définies, qui permettent d'établir une note de 0 à 3 pour chaque indicateur. Agrégation des notes par une moyenne arithmétique pour chaque fonction (avec certains indicateurs déclassants).	/	/
<b>DESTISOL</b>	Notation de chaque service écosystémique de 0 à 3, pas d'agrégation entre les services.	/	/

Figure 1 - Tableau résumant les différentes caractéristiques des diagnostics étudiés. Institut de la Transition foncière

Si tous les dispositifs de diagnostic étudiés<sup>30</sup> ne parlent pas de fonctions – certains parlent de services écosystémiques<sup>31</sup>, d'autres de finalités, plus rarement de dégradations<sup>32</sup>, etc. – la plupart mettent en avant dans leur évaluation les grandes caractéristiques souhaitées pour le sol. On y retrouve généralement, sous des termes variés, **les quatre fonctions énoncées dans la loi climat et résilience** : fertilité des sols, réservoir de biodiversité, capacité hydrique, et stockage de carbone. L'IQSB, le projet MUSE, les diagnostics de Sol &Co, ou encore l'outil de GENESIS s'appuient sur ces quatre finalités.

D'autres dispositifs proposent une gamme **beaucoup plus large de fonctions / services** : c'est le cas de DESTISOL, ou de CaMPISol qui mentionnent également des services comme la fourniture de matériaux, le support d'infrastructures, ou le patrimoine culturel.

Enfin, certains dispositifs se concentrent principalement sur **l'une des fonctions** : le projet ProDij s'intéresse essentiellement aux caractéristiques de la biodiversité du sol, tout comme l'outil d'ELISOL – même si les bioindicateurs utilisés permettent aussi de caractériser la fertilité biologique et la transformation du carbone. De même, l'outil Biofunctool s'intéresse aux fonctionnalités des sols induites par l'activité biologique, qui regroupent à la fois le cycle des nutriments, la dynamique du carbone, et le maintien de la structure du sol. Des méthodes mises en œuvre en chambre d'agriculture vont, quant à elle, se concentrer sur la fertilité – à travers ses dimensions physiques, hydriques, chimiques, et parfois biologiques.

**La pollution n'est pas systématiquement étudiée dans les dispositifs de diagnostic des sols étudiés** : les niveaux de contamination sont caractérisés par l'outil de Genesis, Supra, Destisol, et par l'IQSB, mais la plupart des autres outils se concentrent plutôt sur la capacité du sol à dégrader les polluants – à travers ses caractéristiques biologiques notamment. En effet, le niveau de pollution des sols en cas de changement d'usage (et notamment de transactions immobilières) fait déjà l'objet d'une conservation de la mémoire au travers des Systèmes d'Information sur les sols (SIS) mis en place depuis la loi ALUR<sup>33</sup>.

Précisons que **les indicateurs ne sont que rarement rattachés à une seule fonction** : par exemple les indicateurs de biodiversité ne vont pas simplement caractériser le « réservoir de biodiversité » du sol, mais vont aussi permettre d'informer la capacité du sol à stocker du carbone, ou à contribuer au cycle des éléments nutritifs. De même, la texture ou la matière organique sont impliqués dans la plupart des fonctions des sols.

30 - L'analyse qui suit porte sur un échantillon restreint d'une douzaine d'outils de diagnostic.

31 - Les services écosystémiques sont une notion qui fait débat au sein de la communauté scientifique puisqu'elle rejoint une vision utilitariste de la nature, c'est à dire que les écosystèmes ne sont pas protégés pour leur valeur intrinsèque mais pour les bénéfices que les humains peuvent en retirer (voir Maris, V. (2010), *Nature à vendre. Les limites des services écosystémiques*, Quae).

32 - L'étude des fonctions ou des dégradations ne mobilise pas les mêmes indicateurs.

33 - Les SIS répertorient les « terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et de mesures de gestion de la pollution » (article L. 125-6 du code de l'environnement). Ces études doivent être réalisées par des bureaux d'étude certifiés dans le domaine des sites et sols pollués, répertoriés par le COFRAC.

En matière d'indicateurs utilisés, la plupart des outils mobilisent des indicateurs physico-chimiques assez classiques, parfois accompagnés d'indicateurs biologiques. Parmi les indicateurs physiques, seuls certains dispositifs (comme Biofuntool ou l'IQSB) proposent des observations de terrain précises liées à la structure des agrégats du sol, les autres se concentrent sur des mesures en laboratoire. Parmi les indicateurs biologiques, les niveaux d'approfondissement sont assez variables. Certains outils, comme AgroEcoSol ou le projet ProDij, proposent une analyse très complète, sur différents niveaux du réseau trophique, en étudiant à la fois les micro-organismes, la microfaune (nématodes), la mésofaune (collembolles), et la macrofaune (vers de terre et carabes). La plupart des autres outils se concentrent sur les micro-organismes (biomasse microbienne, éventuellement équilibre bactéries / champignons), voire sur la microfaune pour ELISOL (nématodes).

### Recommandation 1

Le diagnostic des sols lors des cessions dont nous étudions la faisabilité portera sur les quatre fonctions suivantes : **climatique, hydrique, biologique et le potentiel agronomique**. Ce choix provient de la reconnaissance de ces quatre fonctions dans la loi, puisque la loi Climat et résilience y fait référence, ainsi que par un effet de dépendance au sentier<sup>34</sup> par rapport aux différents diagnostics déjà existants utilisant déjà une analyse en quatre fonctions.

- Par souci d'exhaustivité de la mesure de ces différentes fonctions, il sera nécessaire d'utiliser des **indicateurs physico-chimiques et biologiques**. Un effort particulier doit être mené sur la prise en compte satisfaisante d'indicateurs biologiques, ces derniers n'étant pas toujours présents dans les diagnostics existants étudiés.
- Concernant l'étude de la pollution, le **diagnostic n'évaluera pas un niveau de pollution** mais plutôt, via les fonctions, la capacité du sol à dégrader certains polluants.

## Un modèle hybride entre indicateurs statiques et dynamiques, pour appréhender la santé et la qualité des sols

Parler de *diagnostic* des fonctions des sols conduit à s'intéresser non seulement au sol, mais à son état au regard des dégradations qu'il peut connaître et de ses caractéristiques. On distingue pour cela la qualité, la santé et le potentiel des sols<sup>35</sup>.

La **qualité du sol** se détermine à travers des paramètres temporellement stables<sup>36</sup> (par exemple, structurellement, le type de matériau parental qui le constitue influence sa texture). Les types de sols, définis en fonction de leur pédogénèse, vont permettre d'approcher des qualités. En France, ces types de sols sont recensés notamment sur les cartes des Référentiels régionaux pédologiques (RRP)<sup>37</sup>. Aujourd'hui, plus de 80% du territoire est couvert à l'échelle 1/250 000.

La **santé d'un sol** dépend davantage d'éléments dynamiques, et correspond davantage à sa "capacité à fonctionner sur le long terme comme un système vivant, i.e., capable d'assurer une productivité de biomasse végétale compatible avec le maintien à long terme des fonctionnalités écologiques de l'écosystème naturel ou cultivé"<sup>38</sup>. La santé dépend largement des dégradations subies par le sol. 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 salinisation<sup>39</sup>.

34 - Dépendance au sentier : concept issu des sciences économiques pour analyser notamment le développement des procédés industriels, témoignant de comment ces derniers héritent des choix qui ont été faits précédemment par certains procédés existants. Cet héritage permet souvent de capitaliser sur l'existant tout en créant des effets d'harmonisation qui rendent certaines nouveautés impossibles, pouvant même dans certaines circonstances conduire à des choix sous-optimaux.

35 - Cousin, I. (coord.), Desrousseaux, M. (coord.) et al. (2025). Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs. Rapport d'étude, INRAE (France). 780 pages – DOI [10.17180/qnpx-x742](https://doi.org/10.17180/qnpx-x742).

36 - Certains paramètres sont considérés comme stables à l'échelle humaine, quand bien même ils ne sont pas immuables sur des centaines d'années.

37 - Les RRP sont réalisés par département ou par région dans le cadre du programme Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS) coordonné par le Groupement d'intérêt scientifique sur les Sols (Gis Sol).

38 - Santé des sols : Dictionnaire d'agroécologie. (s. d.), [https://dicoagroecologie.fr/dictionnaire/sante-des-sols/?utm\\_source=chatgpt.com](https://dicoagroecologie.fr/dictionnaire/sante-des-sols/?utm_source=chatgpt.com).

39 - European Thematic Strategy for Soil Protection, Eu Soil Observatory (EUSO), <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/esdacviewer/euso-dashboard/>.

Afin d'**évaluer** la santé d'un sol, dans une logique de diagnostic, nous mobiliserons la notion de potentiel. **Le potentiel d'un sol** est "considéré comme étant le niveau de performance moyen observé soit dans l'ensemble des sols comparables, soit sur un territoire d'étude"<sup>40</sup>. La bonne ou mauvaise santé du sol correspond alors au degré de réalisation de son potentiel.

Une majorité des outils de diagnostic étudiés propose une **logique relative à la « santé » des sols** : les caractéristiques statiques des sols sont renseignées afin d'identifier le type de sol, le contexte pédoclimatique, ses propriétés intrinsèques, mais l'évaluation en elle-même porte sur des caractéristiques dynamiques des sols (biodiversité, carbone, pH, pollution, etc.) qui permettent de caractériser le niveau de fonctionnalité des sols observé. On retrouve notamment l'outil de Genesis, mais aussi CaMPISol, AgroEcoSol, Biofunctool, ou l'outil d'ELISOL, parmi cette catégorie de dispositifs.

**Certains autres proposent une logique de « qualité » des sols**, soit en s'appuyant sur des caractéristiques statiques des sols, soit en s'appuyant sur un ensemble d'indicateurs à la fois statiques et dynamiques. Il s'agit généralement de **caractériser la qualité du sol, par rapport à un usage donné**. C'est notamment le cas des diagnostics proposés par les chambres d'agriculture<sup>41</sup> dans le cadre des projets d'agrovoltisme<sup>42</sup> : si le sol est de bonne qualité – c'est-à-dire, dans ce contexte, fertile – il est préférable de ne pas implanter de projet. Cette approche semble ambivalente au sens où, au titre de l'usage, elle priorise ici le potentiel agronomique sur les autres fonctions. Pourtant, la qualité agronomique d'une parcelle peut être élargie au-delà de la simple fertilité physico-chimique des sols, puisqu'elle dépend aussi, à long terme, de la fonctionnalité des écosystèmes du territoire.

Cette logique se retrouve aussi dans l'IQSB, qui définit des sols de bonne qualité (biologique, hydrique ou agronomique) à préserver, des sols de moins bonne qualité, à conserver ou restaurer, et des sols de faible qualité – dont on suppose qu'ils pourront plus facilement être artificialisés. Les projets MUSE, SUPRA et DESTISOL, qui ont pour objectif de mieux orienter l'aménagement du territoire – à différentes échelles – en fonction des caractéristiques des sols, proposent également une approche « qualité ».

## Recommandation 2

**Pour un diagnostic des fonctions des sols lors des cessions, l'Institut recommande une approche hybride combinant une base d'indicateurs statiques robustes avec quelques marqueurs dynamiques simples.**

- D'une part, les indicateurs de **qualité**, qui évaluent des caractéristiques physico-chimiques et biologiques (teneur en matière organique, pH, capacité de rétention en eau, etc.), sont bien établis dans la littérature et permettent une standardisation essentielle pour assurer une comparabilité entre les terrains.
- D'autre part, les indicateurs de **santé** des sols ont l'avantage d'offrir une vision de la résilience écologique des sols et de leur évolution. Cependant, leur mise en œuvre nécessite parfois un suivi temporel et une expertise de terrain plus importante, ce qui complique leur utilisation dans un cadre transactionnel. Ainsi, certains indicateurs de santé, lorsqu'ils sont faciles à mesurer et à interpréter, apporteront une valeur ajoutée évidente.

40 - Cousin, I. et al. (2024). Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs. Synthèse du rapport d'étude, INRAE (France). 126 pages . DOI [10.17180/k4j0-m162](https://doi.org/10.17180/k4j0-m162).

41 - Exemple: Sorégies Groupe et Chambre d'agriculture de la Vienne (2024), "Etude pédologique de caractérisation du potentiel agricole, Projet photovoltaïque sur la commune de Vouneuil Sous Biard" [SOREGIES\\_PA\\_VOUNEUIL\\_et\\_annexes.pdf](#).

42 - La loi n° 2023-175 du 10 mars 2023, demande aux Chambres d'agriculture d'élaborer un document cadre pour l'identification de parcelles agricoles, naturelles et forestières susceptibles d'accueillir des installations photovoltaïques au sol.

## 02

# Un diagnostic applicable sur tous les sols

## Qu'entend-on par tous les sols ?

La FAO définit **l'occupation du sol** comme « la couverture bio-physique de la surface des terres émergées ». L'occupation du sol renvoie ainsi moins aux activités socio-économiques qu'à sa couverture physique. Les bases de données telles que Corine Land Cover (à l'échelle européenne) ou l'OCS GE (à l'échelle nationale) sont faites à partir de l'occupation biophysique des sols, et distinguent par exemple les espaces artificialisés, les terres agricoles, les forêts et milieux semi-naturels, les zones humides et les surfaces en eau. Puisque certains espaces dits "artificialisés" ne seront pas concernés par le diagnostic ainsi que les surfaces en eau, nous ne parlerons pas de "tout type d'occupation du sol".

Cette définition est à distinguer de **l'usage du sol**, défini dans l'article L. 556-1 du Code de l'environnement et qui peut être résidentiels, industriels, tertiaires, agricoles, à visée de renaturation, etc. La notion d'usage est centrale dans la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, et apparaît aussi dans la base OCS GE qui distingue par exemple l'habitat collectif, les commerces, les forêts exploitées, les espaces naturels

protégés, etc. C'est ce terme qui semble donc adéquat pour parler d'une application sur "tous types d'usages".

## Un impératif de transcender les segmentations "administratives" des sols

Il est possible d'**étudier des caractéristiques pédologiques des sols** sur tous types d'usage du sol, tout comme il existe parfois une continuité écologique et fonctionnelle des sols malgré leur zonage<sup>43</sup>. Ces éléments justifient à eux seuls l'existence d'une **approche intégrée des différents types d'usages des sols dans les politiques de protection des sols, quel que soit leur statut juridique initial**. On retrouve cette approche dans certains dispositifs de protection environnementale, tels que les Espaces Naturels Sensibles (ENS) ou les périmètres de protection des Espaces Naturels, Agricoles et Périurbains (PENAP, PAEN ou ENAP selon les départements), qui s'appliquent de manière transversale aux différentes zones définies par les documents d'urbanisme<sup>44</sup>.

43 - Pouyat, R. V., Yesilonis, I. D., & Nowak, D. J. (2006). Carbon storage by urban soils in the United States. *Journal of Environmental Quality*, 35(4), 1566-1575 et Bardgett, R. D., & van der Putten, W. H. (2014). Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*, 515(7528), 505-511.

44 - Les ENS, instaurés par les départements en application de l'article L.113-8 du Code de l'urbanisme, peuvent couvrir des zones classées N, A ou AU, dans le but de préserver, gérer ou valoriser des espaces présentant un intérêt écologique, paysager ou récréatif. De même, les périmètres PENAP/PAEN constituent des outils réglementaires permettant de figer l'usage agricole ou naturel d'espaces périurbains face à la pression foncière. Ils peuvent restreindre, voire interdire, l'ouverture à l'urbanisation de certaines zones AU ou encadrer strictement l'évolution des zones A.

Par ailleurs, passer d'une vision du sol en deux dimensions à une vision du sol en trois dimensions induit nécessairement une **vision du sol comme continuum**. Jusqu'à présent, nous constatons qu'une approche principalement en deux dimensions séparant sols dits naturels, forestiers, agricoles et urbains, n'a pas permis d'endiguer les dégradations des sols, ni de mieux connaître les sols. Il apparaît donc aujourd'hui **essentiel d'imaginer des dispositifs transversaux applicables à tous les usages des sols**, bien que les diagnostics de sols étudiés ne concernent pas toujours toutes les catégories d'usage des sols :

- Agro-Eco Sol, ou Biofunctool, proposent des méthodologies **spécifiques pour les sols agricoles** en grande culture : les référentiels utilisés pour la pondération des différents indicateurs sont calibrés sur les besoins en grande culture. Ce type d'outils, bien que très complets par ailleurs, pourrait être difficilement applicable sur des sols urbains. Les méthodes développées par les chambres d'agriculture sont également spécifiques aux sols agricoles, et s'intéressent essentiellement aux enjeux de fertilité.
- A l'inverse, l'IQSB est essentiellement appliqué en **milieu urbain**, tout comme les techniques et référentiels développées par Sol &co, structure spécialiste des sols anthropisés. C'est également le cas des méthodes développées pour mieux guider la programmation spatiale des opérations d'aménagement, comme Supra ou Destisol.
- Si une structure comme ELISOL Environnement propose des **diagnostics pour différents usages des sols**, la méthodologie précise peut évoluer, avec des choix d'indicateurs qui diffèrent en fonction du contexte.

En somme, les outils proposant une méthodologie standardisée pour tout usage du sol avec des référentiels d'interprétation adaptés, dans tout type de zonage sont assez rares : on peut citer l'outil développé par Genesis, ainsi que l'outil CaMPISols. C'est également le cas du projet ProDij, mais il s'applique sur des indicateurs précis de biodiversité. Un outil comme CaMPISols est intéressant dans son ambition de transversalité puisqu'il embrasse onze différents services écosystémiques des sols et qu'il définit des seuils minimums d'atteinte des services pour chaque usage des sols, il offre la possibilité d'une démarche standardisée quel que soit l'usage que l'on souhaite faire du sol.

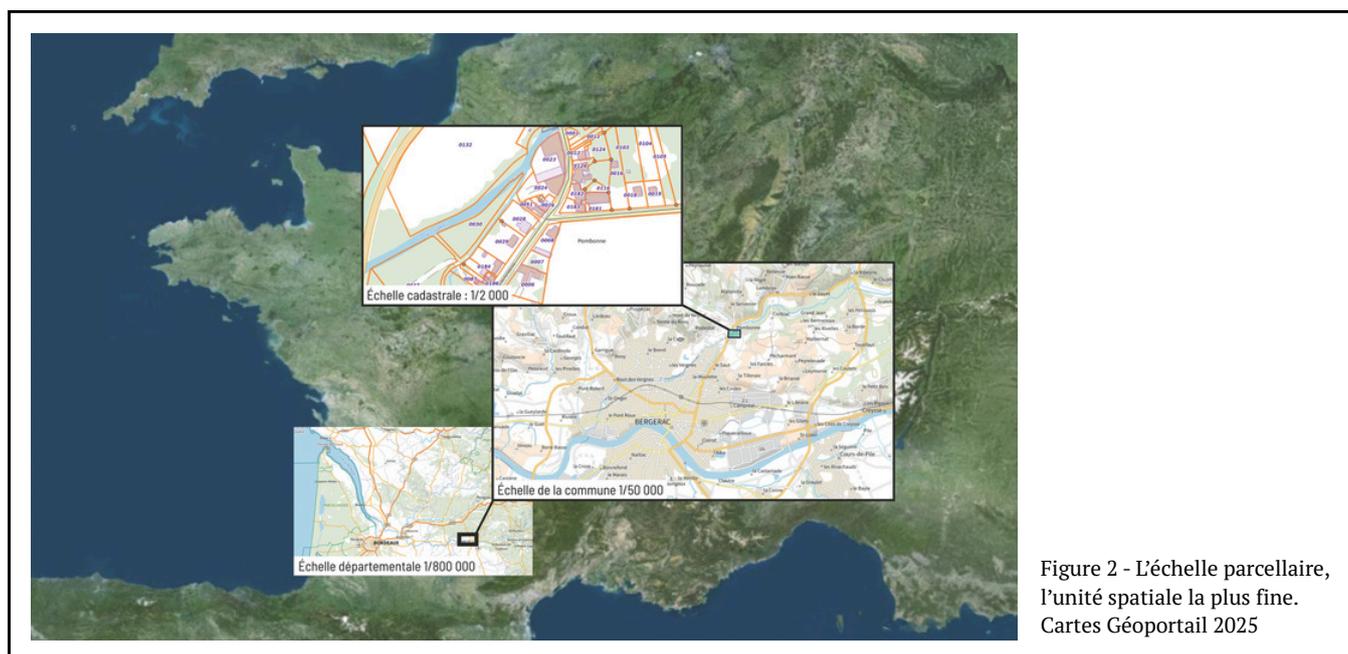
### Recommandation 3

Tous les sols, indépendamment de leur statut juridique, sont concernés par des enjeux croissants de préservation, et la connaissance de tous les sols est indispensable à la mise en oeuvre des politiques publiques telles que le ZAN, le Plan Biodiversité 2030, la SNBC, les objectifs de renaturation, le déploiement de mesures de compensation, la souveraineté alimentaire et la transition agricole. **L'institut recommande donc d'établir le diagnostic sur tous les sols non bâtis, peu importe leur usage.**

## 03

# Un diagnostic à l'échelle de la parcelle

Il existe une différence entre l'échelle actuelle des observations pédologiques (1/250 000 dans le cadre des Référentiels régionaux pédologiques) et celle de l'aménagement. En effet, les informations utilisées dans la planification territoriale et dans l'urbanisme réglementaire (comme les autorisations d'urbanisme ou les permis de construire) concernent majoritairement l'échelle de la parcelle cadastrale.



La parcelle représente l'unité de base du cadastre et constitue l'échelle minimale de la propriété foncière. Elle est définie comme un lot de terrain délimité juridiquement et physiquement, appartenant à un propriétaire ou à une indivision. En d'autres termes, c'est **l'unité foncière minimale qui peut faire l'objet d'une transaction**, d'une division ou d'une réglementation spécifique. Chaque parcelle est identifiée par un numéro cadastral et figure dans **le plan cadastral, qui sert de référence pour la fiscalité foncière et l'application des règles d'urbanisme (zonage PLU, droit de préemption, servitudes)**. L'échelle parcellaire est donc essentielle dans la gestion du foncier : elle conditionne les droits et obligations des propriétaires.

Cependant, certaines parcelles sont très petites et appartiennent au même propriétaire, par exemple au sein d'une même exploitation agricole (en moyenne, une exploitation est constituée de 15 à 20 îlots fonciers répartis sur des surfaces discontinues<sup>45</sup>, sachant qu'un îlot culturel est un ensemble de parcelles ou fragments de parcelles agricoles, contigus, appartenant à une même exploitation et généralement séparé des autres îlots par des éléments physiques visibles : chemins, haies, fossés, routes, rivières, etc. Si ces petites parcelles sont contiguës). Il semble judicieux d'**établir un seuil de taille de parcelles contiguës en deçà duquel il n'est pas nécessaire de faire un diagnostic sur chaque parcelle, pour ne pas réaliser inutilement une multitude de diagnostics resserrés lors d'une vente** d'un terrain ou d'une exploitation agricole ou forestière, et se fonder davantage sur une stratégie d'échantillonnage du sol établie scientifiquement en fonction du nombre d'hectares.

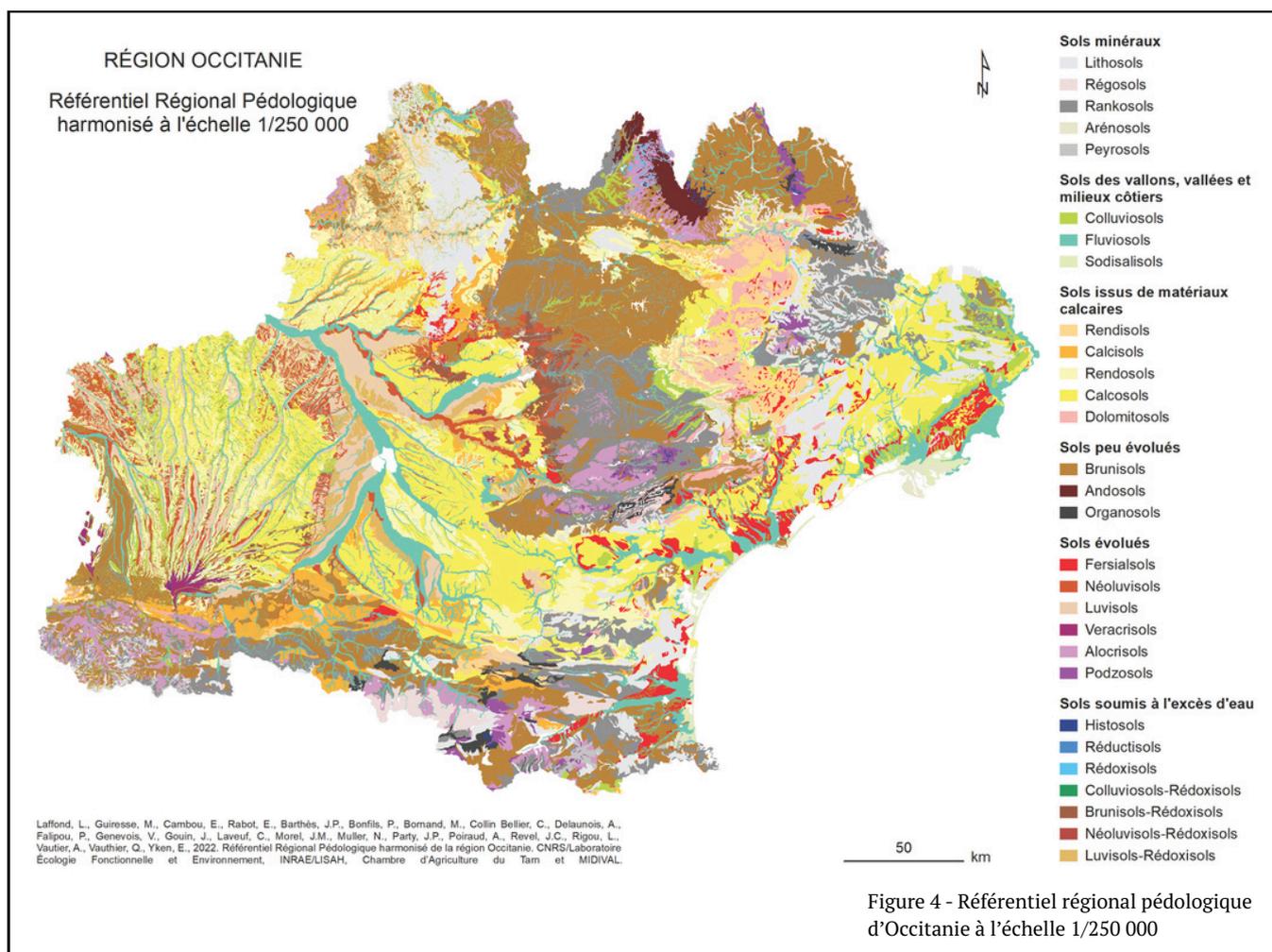
Ci-dessous, le morceau d'un plan cadastral témoigne de la diversité de formes et de taille des différentes parcelles.



Figure 3 - Plan cadastral dans la périphérie de Bourges, Géoportail, 2025

45 - Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, (2021). Premiers résultats du recensement agricole 2020 (Chiffres et données – Agriculture, N°1). Agreste.

De leur côté, les données scientifiques disponibles, notamment celles issues du RMQS (Réseau de Mesures de la Qualité des Sols), sont collectées à des échelles beaucoup plus larges et ne permettent pas d'être transposées directement à l'échelle d'une parcelle. Avec 2 242 sites de surveillance à l'échelle nationale et une mise à jour des données tous les 15 ans, ce réseau essentiel permet d'acquérir de la connaissance et des références sur les sols. Ce dispositif n'est en revanche pas forcément adapté pour répondre à l'ensemble des questionnements et besoins opérationnels des collectivités et des acteurs locaux, comme en témoigne la représentation cartographique du référentiel pédologique de la région Occitanie ci-dessous.



Enfin, la base de données des analyses de terres (BDAT) concerne davantage de points d'observation puisque 250 000 analyses de terres sont réalisées chaque année. Cependant, pour des raisons de confidentialité des données, celles-ci sont agrégées au niveau cantonal, et ne permettent pas non plus une information publique à l'échelle de la parcelle cadastrale.

#### Recommandation 4

Adopter l'échelle de la parcelle, ou des lots de parcelles contiguës appartenant à la même unité foncière, pour la mise en place d'un diagnostic permet de créer une information sur les sols à une échelle cartographiée et fine.

Cependant, l'intégralité des mutations de parcelles ne seront pas concernées. Ces dernières devront comporter des surfaces non bâties et/ou non artificialisées supérieures à une certaine taille. En zone urbaine, où peu d'information existe et où les sols sont largement hétérogènes, il est pertinent d'établir une limite de taille assez faible, afin d'inclure au maximum les jardins privés et les friches. Sur les terres agricoles aux prix bas, il serait dommageable d'alourdir les transactions sur des trop petites parcelles.

#### Recommandation 5

Le diagnostic s'applique aux parcelles contiguës appartenant à la même unité foncière ayant un **espace non bâti supérieur à 600 m<sup>2</sup> en zone urbaine et à celles supérieures à 1 hectare en zone agricole, naturelle et forestière.**

## 04

# Un diagnostic dans le cadre des mutations immobilières

## Définitions

En droit français, la **mutation immobilière recouvre tout transfert de propriété ou de droits réels portant sur un bien immobilier**<sup>47</sup>, qu'il soit réalisé à titre onéreux (vente, échange) ou gratuit (donation, succession). Elle constitue un fait générateur de droits d'enregistrement et fait parfois l'objet d'un encadrement normatif : par exemple en matière de diagnostics obligatoires (DPE, amiante, plomb, etc.), de droits de préemption ou encore de fiscalité immobilière (droits de mutation, plus-value).

Le **terme immobilier** possède aussi un contenu juridique défini : il s'agit, conformément à l'article 517 du Code civil, des biens « qui ne peuvent se déplacer » ou qui sont « fixés au sol », incluant les fonds de terre, les constructions et les droits qui s'y rattachent. Par opposition, le terme « foncier », bien que couramment utilisé, n'a pas de définition juridique autonome en droit civil ; il est utilisé pour désigner des terrains nus, ou plus largement, les réalités économiques et fiscales liées à la propriété du sol. Le foncier constitue donc un sous-ensemble de l'immobilier, centré sur le sol et ses potentialités d'aménagement ou de valorisation. L'évocation d'un *régime foncier* fait référence au sol en tant qu'objet de droit, distinct du bâti, et soumis à un ensemble de règles de propriété, d'usage et de contrôle.

Parallèlement, **les termes *transaction immobilière* ou *transaction foncière* sont fréquemment employés dans le langage courant** et les pratiques professionnelles (notaires, urbanistes, agents immobiliers). Cependant, en droit, le mot « transaction » renvoie à un acte par lequel les parties terminent un litige (art. 2044 C. civ.). Dans la pratique, le terme recouvre souvent les opérations de cession de biens immobiliers ou fonciers, dans un sens économique et contractuel. Ainsi, toute transaction immobilière peut constituer une mutation, mais toute mutation ne résulte pas nécessairement d'une transaction, notamment lorsqu'elle procède d'un acte unilatéral (donation, succession). Ainsi, afin de privilégier une approche rigoureuse, nous retenons le terme mutation immobilière pour le moment du diagnostic, mais il sera nécessaire d'exploiter les données portant sur les transactions immobilières ou foncières, au sens où ces dernières recouvrent en pratique des réalités voisines et dont les termes sont plus souvent employés.

## – Estimation du nombre de mutations immobilières concernées

L'objectif est d'estimer combien de ventes seraient concernées par l'instauration d'un diagnostic des sols obligatoire lors des **mutations immobilières, pour des biens avec un espace non bâti supérieur à 600 m<sup>2</sup> dans l'urbain et à supérieur à 1 hectare sur les espaces agricoles, naturels et forestiers.**

En 2024, environ **750 000 mutations immobilières** ont eu lieu en France (Notaires de France, bilan 2024), un chiffre bien inférieur aux moyennes des années précédentes (environ un million).

Sur les 5 dernières années, **les ventes de maisons** ont représenté 2 616 703 transactions, tandis que les ventes d'appartements ont comptabilisé 2 081 706 transactions<sup>48</sup>. Ainsi, la proportion de maisons dans le total des transactions est de 55,7%, soit environ 418 000 maisons vendues par an. Selon l'Insee, 53 % des ménages avaient un jardin en 2017<sup>49</sup>. Les maisons n'ayant pas toutes de jardin, nous faisons l'hypothèse que les ventes de maisons avec jardins correspondent à ce dernier pourcentage : 53% de 418 000 correspondant à 221 540 transactions concernées par an.

Parmi ces ménages disposant d'un jardin, la moitié disposaient d'un jardin d'au moins 600 m<sup>2</sup> (0,06 ha)<sup>50</sup>, soit **115 000 cessions si les maisons vendues sont représentatives du parc de logement.**

### Nombre de transactions de maisons concernées par le diagnostic de sols

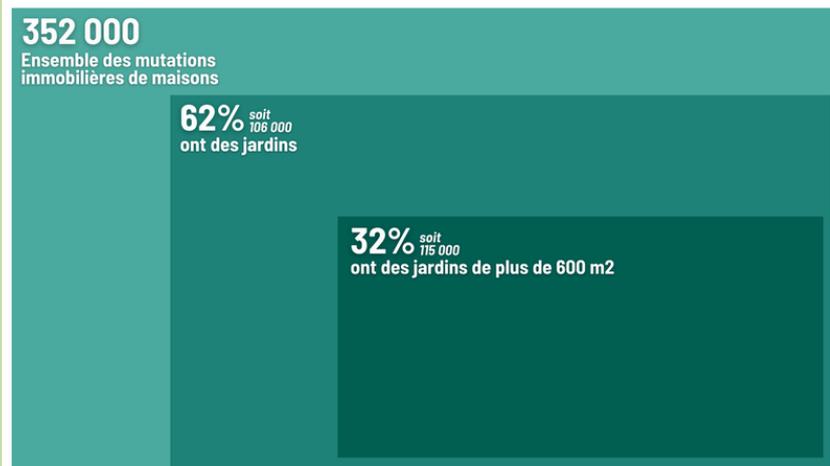


Figure 5 - Estimation du nombre de transactions de maisons concernées par le diagnostic des sols

47 - Explorateur de données de valeurs foncière – DVE.

48 - Chiffre de l'autoconsommation. (2020), INSEE, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5370353>.

49 - Ménage et famille en 2006, INSEE. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2402715>.

Les ventes d'**appartements** constituent 44,3 % du marché immobilier français, soit 332 000 transactions en 2024. Parmi ces logements collectifs, un certain nombre disposent d'espaces verts communs (ex. jardins de copropriétés, parcs privés). Les logements en copropriété représentent 28% du parc total français - la quasi-totalité des lots en copropriété étant des appartements<sup>50</sup>, ainsi au regard de l'ensemble des mutations immobilières cela correspond à environ 200 000 transactions (28% de 750 000). Nous faisons l'hypothèse qu'environ 50% des copropriétés disposent d'espaces non bâtis collectifs dépassant 600 m<sup>2</sup>, soit **100 000 ventes concernées par an d'appartements inclus au sein d'une copropriété avec des espaces non-bâti collectifs de plus de 600 m<sup>2</sup>**.

Les espaces verts en copropriété sont encadrés par plusieurs textes juridiques. La loi du 10 juillet 1965 définit les règles de gestion des parties communes, tandis que le Code de l'urbanisme impose des quotas de végétalisation dans certaines zones. Toute modification des espaces verts doit être validée en assemblée générale, avec une répartition des coûts entre copropriétaires. Dans le cadre d'un diagnostic des sols obligatoire, son financement pourrait être mutualisé et intégré aux transactions immobilières, sans obligation de renouvellement à chaque vente d'appartement, réduisant ainsi continuellement le nombre identifié de 100 000 ventes concernées par le diagnostic sol annuellement.

### Nombre de transactions d'appartements en copropriétés concernées par le diagnostic des sols

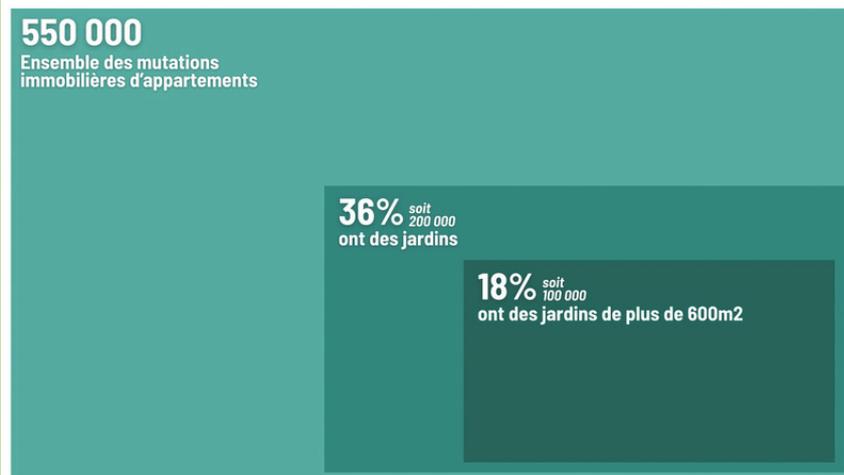


Figure 6 - Estimation du nombre de transactions d'appartements en copropriétés concernées par le diagnostic des sols

50 - Mon immeuble, 2018, Les chiffres clés de la copropriété. <https://monimmeuble.com/actualite/les-chiffres-cles-de-la-copropriete#:~:text=Les%20logements%20en%20copropri%C3%A9t%C3%A9>

Les **transactions foncières** étudiées par la SAFER incluent les ventes de terres agricoles, forêts, vignes et terrains à urbaniser.

Nous utilisons donc les données de la SAFER<sup>51</sup> pour estimer leur volume :

- Terres agricoles et prés : 104 560 transactions (concernant 454 900 hectares)
- Vignes : 8 770 transactions (concernant 16 000 hectares)
- Forêts : 21 670 transactions (concernant 141 900 hectares)
- Terrains à urbaniser : 17 550 transactions (concernant 12 900 hectares)

Nous supposons que la majorité de ces transactions portent sur des parcelles dépassant 1 ha, étant donné la taille moyenne des parcelles en France (2,47 hectares en métropole et 1,74 hectare dans les DomTom) et des exploitations agricoles et forestières en France (69 hectares en France métropolitaine et 5 hectares dans les DOM<sup>52</sup>), ce qui laisse supposer la contiguïté de nombre de parcelles. Nous les intégrons donc par hypothèse à 75% dans le total des transactions concernées, soit 110 000.

### Nombre de transactions de parcelles d'ENAF concernées par le diagnostic des sols

**150 500**

Ensemble des mutations immobilières de parcelles d'ENAF

**75%** soit 110 000 font plus de 1 ha

Figure 7 - Estimation du nombre de transactions de parcelles d'ENAF concernées par le diagnostic des sols

51 - L'essentiel des marchés fonciers ruraux, Le prix des terres 2023, SAFER, <https://www.safer.fr/app/uploads/2024/05/3-2024-SYNTH2023-12p-avec-liens.pdf>.

52 - Recensement agricole 2020, Agreste, <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/Pri2213/detail/>

Le nombre total estimé de transactions impactées par le diagnostic des sols serait donc de  $115\ 000 + 100\ 000 + 110\ 000 = 325\ 000$  transactions. Nous parlons donc d'un diagnostic qui s'appliquerait à environ 325 000 mutations immobilières par an, avec une tendance à la baisse au fur et à mesure des années - diagnostics déjà réalisés mais valables un certain nombre d'années, copropriétés ne nécessitant qu'un seul diagnostic pour l'ensemble des ventes, etc.

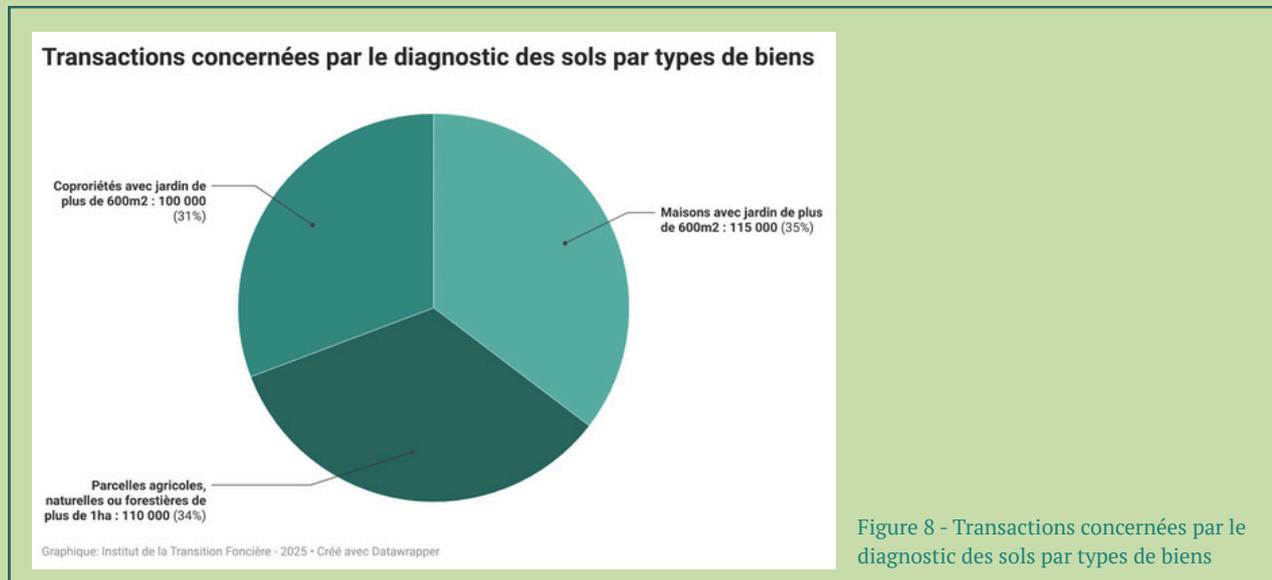


Figure 8 - Transactions concernées par le diagnostic des sols par types de biens

L'objet d'analyse de l'étude de faisabilité concerne ainsi, à travers une estimation à la hausse probablement haute, **un diagnostic sur environ 325 000 mutations immobilières annuellement, à compter qu'il y a potentiellement plusieurs parcelles dans chaque propriété, un chiffre ayant vocation à décroître largement au fur et à mesure des années.**

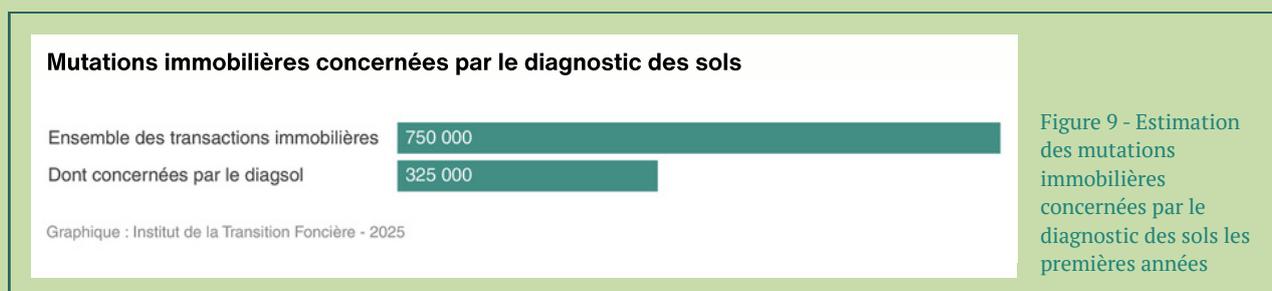


Figure 9 - Estimation des mutations immobilières concernées par le diagnostic des sols les premières années

## Des diagnostics sont déjà réalisés dans le cadre de mutations immobilières

Ces mutations immobilières précédemment définies sont dorénavant accompagnées de plusieurs diagnostics obligatoires, il est ainsi logique de réfléchir à l'introduction d'un diagnostic à ce moment-là. Ces diagnostics sont notamment réunis dans le Dossier de diagnostic technique (DDT).

En effet, dans le cadre de la vente de tout ou partie d'un immeuble bâti, et ce quelle que soit sa destination, le Code de la Construction oblige le vendeur à fournir à l'acquéreur, au plus tard à la signature de la promesse de vente, ou à défaut de promesse à l'acte authentique, un **dossier de diagnostic technique (DDT)** comprenant (cf. CCH l'article L.271-4 à L.271-6) :

- Un diagnostic de performance énergétique (DPE) ;
- Un audit énergétique (si le logement a un DPE classe F ou G) ;
- Un diagnostic d'état des risques et pollution (ERP) ;
- Un diagnostic termites (si le logement se situe en zone infestée) ;
- Un diagnostic électricité (tous les biens de plus de 15 ans) ;
- Un diagnostic gaz (tous les biens de plus de 15 ans) ;
- Un diagnostic plomb (tous les biens construits avant 1949) ;
- Un diagnostic amiante avant-vente (tous les bâtiments construits avant le 1er juillet 1997) ;
- Un diagnostic sur la présence éventuelle de mэрule (en zone délimitée par arrêté préfectoral) ;
- Un diagnostic bruit (si le logement est situé dans une zone dite d'exposition au bruit d'aéroport) ;
- Un contrôle des installations d'assainissement non collectif (pour les demeures non raccordées au réseau public de collecte des eaux usées).

Lorsque le bien est situé dans le périmètre d'un plan de protection de l'atmosphère prévu à l'article L. 222-4 du Code de l'environnement, un certificat attestant la conformité de l'appareil de chauffage au bois aux règles d'installation et d'émission fixées par le préfet du département doit être produit.

En complément du DDT, la réalisation d'une **étude géotechnique des sols est obligatoire pour toute vente d'un terrain non bâti constructible ou d'un bien bâti quand le bien est situé dans une zone d'exposition moyenne ou forte au retrait-gonflement des argiles**. Ce document doit être annexé à la promesse de vente. L'étude géotechnique est aussi requise lors de travaux de construction ou de maîtrise d'œuvre (comme une extension de maison de plus de 20 m<sup>2</sup>) dans ces mêmes zones.

### ZOOM SUR LE CAS DU DIAGNOSTIC ERP (ÉTAT DES RISQUES ET POLLUTIONS)

Le diagnostic ERP, encadré par l'article L125-5 et l'article R125-24 du code de l'environnement, est une obligation d'information du futur bailleur ou acquéreur de l'état des risques attachés à un bien immobilier situé dans certaines zones : couvertes par un plan de prévention des risques technologiques, miniers ou naturels prévisibles, prescrit ou approuvé, zones de sismicité, zones à potentiel radon définies par voie réglementaire ou zone susceptible d'être atteinte par le recul du trait de côte (cf. articles L. 121-22-2, L. 121-22-3, L. 121-22-6 et L. 121-22-7 du code de l'urbanisme), sont informés par le vendeur ou le bailleur de l'existence de ces risques.

L'ERP comprend, depuis le 1er janvier 2020, dans le cadre de la vente d'un terrain non bâti constructible, une **étude de sol géotechnique** préalable afin d'identifier les risques géotechniques d'un terrain.



#### Modalités de réalisation du diagnostic ERP :

- Qui réalise le diagnostic ERP ? soit le propriétaire du bien ou un professionnel du diagnostic immobilier.
- Durée de validité : 6 mois. Toutefois, tout changement de réglementation ou de plan de prévention entraîne la caducité du diagnostic.
- Prix d'un diagnostic ERP : prix librement fixé par le diagnostiqueur
- En cas d'absence d'état des risques et pollution ou d'erreur dans son contenu, l'acquéreur ou le locataire peut demander par voie judiciaire l'annulation de la vente ou du bail. À ce moment-là, la responsabilité civile ou pénale du responsable de l'exécution du diagnostic est engagée (vendeur, bailleur ou mandataire de vente ou de location).

## La qualité des sols est déjà présente, de manière modérée, dans les mutations immobilières en droit rural

En droit rural, la qualité des sols est présente dans le cadre des mutations immobilières de propriétés agricoles, notamment à travers la **tarification du fermage** (à l'œuvre donc dans les mises à bail mais ayant in fine une incidence lors des ventes) et l'exercice du droit de préemption.

L'article L.411-11 du Code rural et de la pêche, modifié par la loi du 7 décembre 2020, précise que **le prix du fermage, très encadré, est déterminé en fonction de plusieurs critères, dont la qualité des sols**, sans toutefois spécifier de méthode ou d'indicateurs précis (Code rural, Article L.411-11). Cette absence de standardisation conduit à une application variable selon les départements : seuls certains départements possèdent la critérisation de la qualité des sols dans l'arrêté préfectoral du fermage, sans que cela ne permette d'assurer que ce critère est appliqué par les bailleurs. Deux méthodes d'évaluation de la qualité des sols, très peu mises à jour, existent. Elles sont centrées toutes deux sur des critères renvoyant aux caractéristiques physiques des sols<sup>53</sup>.

Par ailleurs, **la rupture d'un bail rural peut donner lieu au versement d'indemnités si elles sont revendiquées, en fonction de l'amélioration du fonds**, soit au preneur en cas d'amélioration du fonds, soit au bailleur en cas de dégradation. L'article L411-71 du Code rural encadre ces compensations, en posant comme critère d'amélioration une hausse du potentiel de production d'au moins 20 %. Toutefois, l'appréciation de ces évolutions repose sur un plan d'inventaire issu de l'arrêté du 31 octobre 1978, jamais révisé depuis. Ce texte s'inscrit dans une logique productiviste de rendement à l'hectare, valorisant dans son application les pratiques telles que le retournement de prairies ou l'usage d'intrants chimiques, à l'inverse des méthodes visant à préserver ou restaurer la qualité écologique des sols, parfois même interprétées comme une dégradation du fonds<sup>54</sup>. Bien que concernant les mises à bail, ces informations permettent de comprendre comment la "qualité des sols" est aujourd'hui présente dans certaines formes de contrats.

Enfin, la **qualité des sols** est un critère pouvant justifier le **droit de préemption de la SAFER** sur tout terrain, sans seuil minimal de surface (Décret n° 2017-1229 du 3 août 2017 concernant la région Occitanie). Dans les faits, le critère principal permettant à la SAFER de préempter du foncier non bâti est sa vocation agricole ou forestière. **La qualité du sol apparaît comme "anecdotique"** (dire d'expert), notamment parce que cette dernière est méconnue des acteurs de la transaction puisque les PLU ne la mentionnent pas à une maille permettant de classer les parcelles. Lorsqu'elle est connue, elle peut éventuellement jouer un rôle afin de déterminer le seuil de surface de la vente qui est préemptable.

Ces différentes dispositions sont essentiellement théoriques et ne donnent pas forcément lieu à des analyses de sol.

### Recommandation 6

Les mutations immobilières sont des opérations courantes et réparties progressivement dans le temps. Elles représentent donc, à termes et en hectare, une large couverture du territoire. Par ailleurs, la qualité des sols y est déjà mentionnée en droit, bien que l'application y fasse peu référence. **L'institut recommande d'attacher un diagnostic des fonctions des sols à ce cadre.**

**Se focaliser sur les actes de transfert de la propriété en excluant les mutations de jouissance se justifie pour plusieurs raisons.** D'abord, comme nous l'avons vu, de nombreux diagnostics sont déjà attachés à la mutation immobilière, notamment au sein du DDT. De plus, inclure la mise en location risquerait, dans les premiers temps de mise en œuvre du diagnostic, de concerner un nombre trop important de mouvements immobiliers à traiter. Enfin, le coût du diagnostic pourrait sembler parfois prohibitif au regard de la valeur des fermages, fortement encadrée.

53 - Cousin, I. et al. (2024). Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs. Synthèse du rapport d'étude, INRAE (France). 126 pages . DOI [10.17180/k4j0-m162](https://doi.org/10.17180/k4j0-m162).

54 - *Ibidem*.

## – Focus comparatif

# La mise en place d'un diagnostic lors des ventes, retour d'expérience du diagnostic de performance énergétique (DPE)

### MISE À L'AGENDA ET OBJECTIFS DE LA POLITIQUE PUBLIQUE

À la suite du protocole de Kyoto, l'Union Européenne met à l'agenda l'objectif de réduction des gaz à effets de serre. Dans ce cadre, une directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments paraît en 2002 : l'Union se met d'accord sur une méthode de calcul afin d'établir un diagnostic de la performance énergétique des bâtiments, tandis que les normes minimales sont à la discrétion des Etats membres.

Le DPE est ainsi créé en 2006 en France par le décret d'application de la loi du 13 juillet relative aux orientations de la politique énergétique. L'objectif est de créer un **effet signal** sur le marché immobilier, et donc indirectement de réduire les GES en incitant aux travaux de rénovation et en sensibilisant. **Le DPE devient obligatoire dès 2006 pour les logements proposés à la vente et en 2007 pour les logements mis en location.** Cet effet signal est amélioré par des réformes sur l'affichage des lettres du classement lors des ventes (2011), ou bien sur l'interdiction progressive de mise en location des logements classés F et G. Les autres réformes portent sur l'outil lui-même :

Afin de renforcer sa fiabilité :

- En 2013 est introduit un standard de calcul et des sanctions aux professionnels pour les diagnostics non conformes;
- En 2019, la formation des diagnostiqueurs est améliorée, et le contrôle de la certification renforcé;
- En 2021, les données saisies dans le DPE sont obligatoirement référencées et justifiées, accompagnées de recommandations précises de travaux adaptés au logement. Il devient opposable.

De renforcer sa méthode de calcul :

- La méthode initiale, nommée 3CL, prenait en compte les paramètres du bâtiment et de son environnement pour calculer la déperdition d'énergie primaire.
- La réforme de 2021 introduit une méthode de calcul basée sur la facture, soit sur les données de consommation réelles du logement appelée énergie finale (exprimée en énergie primaire et gaz à effet de serre). Le passage des consommations finales à la consommation d'énergie primaire se fait sur la base des facteurs de conversion suivants : facteur 1 pour tous les combustibles fossiles (fioul, gaz naturel...); facteur 0,6 pour le bois (pour soutenir la filière bois renouvelable) et un facteur 2,58 pour l'électricité qui traduit les pertes en ligne (environ 3 %), mais surtout les faibles rendements des centrales thermiques (nucléaires ou fossiles).

### ACTEURS ET MOYENS MOBILISÉS

Des professionnels pour faire le diagnostic :

- *Diagnostiqueurs* : une formation de 5 jours ainsi que des formations continues pour actualiser leurs connaissances et rester certifiés
- *Organismes de certification* : Le Comité français d'accréditation (COFRAC) permet à l'Association française de normalisation (AFNOR) ou au Bureau Veritas de certifier les diagnostiqueurs.
- *Certification* : Label "Reconnu garant de l'environnement" (RGE), jusqu'à présent payant.

## Instances de contrôle :

- Les autorités locales pour la conformité des DPE : DREAL, ARME, Conseil régional, qui peuvent effectuer des vérifications, audits, etc.
- Instances de régulation : l'ADEME fournit des recommandations techniques et des formations aux diagnostiqueurs, ou la Direction Générale de l'Energie et du Climat.

## EVALUATION DE L'OUTIL

## Réussites :

- Le DPE a fait de la performance environnementale un critère prioritaire pour un logement : 87% des ménages considèrent le prendre en compte dans leur choix d'achat<sup>55</sup>.
- Il est devenu un facteur prix important : une décote de 10% en moyenne pour les DPE F et G est observée<sup>56</sup>. De plus, toute chose égale par ailleurs, l'impact de l'étiquette énergie sur les prix des logements continue de croître en 2023.
- MaPrimeRénov', permettant de financer en partie les travaux sur le bâti afin d'améliorer le DPE, a installé la rénovation énergétique au cœur des politiques publiques, des débats budgétaires, et des débats publics sur l'artisanat de la construction/rénovation.
- Le DDT (dossier de diagnostic technique) est un outil multi-diagnostics : amiante, diagnostic plomb, diagnostic termites, DPE etc., rendant son utilité d'autant plus importante.

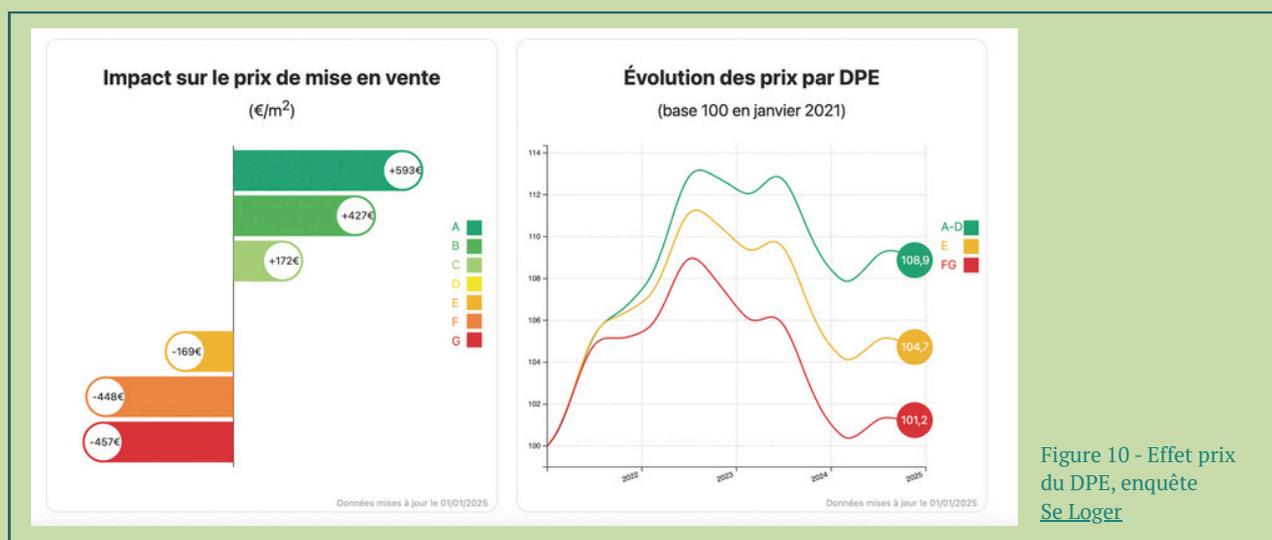


Figure 10 - Effet prix du DPE, enquête [Se Loger](#)

## Critiques et difficultés de mise en place :

- Difficultés de structuration de la filière : pour les diagnostiqueurs, risques de fraude, manque de légitimité, et lourdeur administrative pour accéder aux certifications ; pour les artisans, manque d'artisans agréés pour rénover.
- Notation longtemps opaque et instabilité réglementaire conduisant à la méfiance : calculs qui changent et notation assurée par des organismes privés. Les critères d'évaluation ont évolué avec le temps, ce qui a rendu les comparaisons difficiles sur le marché, réduisant ainsi l'effet signal escompté.

55 - Près de 9 acheteurs sur 10 veulent un logement écologique et économique (2021), SeLoger, <https://edito.seloger.com/actualites/france/pres-de-9-acheteurs-10-veulent-un-logement-ecologique-economique-article-42702.html>.

56 - Conseil supérieur des notaires de France (2020). Étude sur l'impact des étiquettes énergétiques sur les prix de l'immobilier en France. Bulletin du Conseil des Notaires, 87, 112-115.

## 05

# Un diagnostic avec quel objectif ?

Ce diagnostic des fonctions des sols n'est pas pensé comme un outil répondant à une politique publique unique, mais comme une opportunité de créer une nouvelle donnée aujourd'hui manquante sur les sols, à une échelle plus fine - parcelle cadastrale - et sur l'ensemble des fonctions écologiques, dans un objectif de connaissance et dans un souhait de préservation dont la connaissance est une des conditions majeures.

**Il appartiendra en effet au législateur de déterminer l'utilisation précise de ces données dans le cadre de politiques publiques en faveur de la préservation des sols.**

À l'image de l'étiquette énergétique devenue familière au grand public, la généralisation d'un diagnostic des fonctions des sols lors des mutations immobilières permettrait de créer un outil de sensibilisation et d'évaluation structurant, favorisant une acculturation aux enjeux de sobriété foncière et de santé des sols.

## Recommandation 7

Déployer le diagnostic avec un bilan faible pour les finances publiques (hors contrôles et certifications). L'objectif d'un tel diagnostic est de créer de l'information homogène et fonctionnelle sur les sols sans alourdir les budgets locaux et nationaux.

## 06

# Un diagnostic quantitatif, de type notation

Une importante diversité des dispositifs, outils, méthodes, visant à diagnostiquer la santé, la qualité, l'état, ou le fonctionnement d'un sol peut être constatée (voir tableau en annexe).

Certains ont une logique de caractérisation des sols quand d'autres ont une logique d'évaluation :

- Les outils de diagnostic proposant une méthodologie spécifique, dans une logique de **notation quantitative**. Ce sont ceux qui pourraient le plus correspondre à un outil de diagnostic sol standardisé dans le cadre des mutations immobilières. On y retrouve par exemple l'outil développé par Genesis, l'outil AgroEcosol commercialisé par Aurea et fondé sur les indicateurs et référentiels développés par des institutions de recherche, l'indice de qualité des sols bruxellois, l'outil Biofunctool, ou encore l'indicateur d'analyse de la nématofaune du sol, d'ELISOL Environnement. Ce peut être aussi le cas de certaines méthodes mobilisées par les chambres d'agriculture, dans le cas notamment des diagnostics liés aux projets d'agrivoltaïsme ou aux carrières.

Ces outils peuvent toutefois se distinguer en deux catégories différenciées :

- Les outils proposant une analyse transversale des fonctionnalités du sol, à partir d'indicateurs diversifiés : Genesis, AgroEcoSol par exemple.
- Les outils proposant une méthode autour d'un groupe d'indicateurs spécifiques, permettant de renseigner certains aspects des fonctionnalités du sol : par exemple l'outil d'ELISOL Environnement, fondé sur l'étude des nématodes. Ces méthodes relèvent généralement d'analyses en laboratoire, sans description approfondie des sols sur le terrain. Ces structures sont généralement prestataires de bureaux d'études proposant une analyse plus transversale en matière de diagnostic agro-pédologique des sols.

- Les dispositifs proposant un ensemble de méthodes de diagnostic ayant pour objectif de caractériser les sols, dans une **logique qualitative**. Ces méthodes sont généralement amenées à varier selon les contextes, les contraintes des commanditaires, et les objectifs des diagnostics. Elles traitent de la qualité ou de la santé des sols, de manière plus qualitative et descriptive, en caractérisant les types de sols et leur fonctionnement. Elles sont généralement du fait de bureaux d'étude techniques comme Sol &co (devenu EODD Ingénieurs Conseils)<sup>57</sup>, mais aussi de chambres d'agriculture, dans le cadre de diagnostics ponctuels effectués sur les parcelles des agriculteurs, ou de chercheurs en pédologie, dans le cadre de projets de recherche plus approfondis. Les retours d'expérience de ces méthodes sont particulièrement utiles en matière d'enjeux de faisabilité et de mise en œuvre pratique.
- Les outils proposant un cadre global d'évaluation, de pondération, de notation des sols, sans détailler les indicateurs spécifiques à mobiliser. Ici, cela correspond notamment à l'outil CaMPISol développé dans le cadre d'un projet du Réseau National d'Expertise Scientifique et Technique sur les sols (RNEST) : il propose une matrice globale permettant d'évaluer la santé des sols, au regard de leur potentiel intrinsèque, et des dégradations, concernant un certain nombre de services écosystémiques. Ce genre d'outils propose une logique globale d'évaluation du fonctionnement des sols, qui pourrait être standardisée à différents types d'usages des sols, et potentiellement inspirante pour la conception d'un diagnostic sol au moment des mutations immobilières. Certains projets de recherche comme MUSE proposent également une méthodologie de notation qui ne nécessitait pas initialement de diagnostics de terrain systématiques<sup>58</sup>.

Par ailleurs, les diagnostics présentent différentes logiques d'agrégation des données. Certains, comme l'IQSB, les outils de ELISOL ou Genesis, proposent un **score global par parcelle**, agrégeant les notes de différents indices pour Genesis (eau, biodiversité, carbone et fertilité), et de différents paramètres pour l'IQSB. C'est également le cas de l'outil Biofunctool. Cette note reste accompagnée de sous-indices permettant de mieux comprendre le fonctionnement du sol. D'autres font le choix de **ne pas agréger les indices ou bien de les représenter aussi de manière non agrégés** : CaMPISols, Destisol ou l'outil d'ELISOL proposent des représentations sous la forme de radars, tandis qu'Agro-Eco Sol propose une **note pour chaque fonction**. Enfin, certaines structures, comme Sol&Co, choisissent de ne pas attribuer de notes tout en fournissant des scores guidant **l'interprétation qualitative** des différentes fonctions et sous fonctions des sols.

### Recommandation 8

Etudier des diagnostics plutôt quantitatifs, dans une logique de notation, avec une note par fonction représentée par rapport au potentiel de chaque type de sol. Ce type de diagnostic semble le plus propice dans le cadre d'un diagnostic sol standardisé dans le cadre des mutations immobilières.

57 - Bien que l'avis de l'expert agro-pédologue ou écologue prime, des systèmes de notation sont tout de même fournis par les différents outils pour faciliter la compréhension du fonctionnement des sols mais dont l'interprétation est adaptée au contexte du projet.

58 - Cependant, la déclinaison opérationnelle de MUSE dans certains territoires peut conduire à mobiliser des données de terrain.

# Quelle faisabilité d'un tel diagnostic ?

---

L'objet de l'étude désormais défini, il s'agit dans cette partie d'établir les conditions de faisabilité de la mise en œuvre d'un tel diagnostic, afin de dessiner les contours d'un prototype de diagnostic. Dans un second temps, il est nécessaire de mettre en lumière les points de vigilance et d'anticiper les effets néfastes que pourraient induire la mise en place d'un tel diagnostic. Nous proposerons ainsi des recommandations afin d'encadrer et de réduire la probabilité de ces différents effets.

# Conditions de faisabilité

## Assurer l'opérationnalité des diagnostics : disponibilité des indicateurs et des référentiels d'interprétation

On constate des **niveaux variables d'opérationnalité** parmi les dispositifs étudiés. Certains, comme ProDij, CaMPISols, ou Sols Urbains et Projets d'Aménagement (SUPRA), sont des projets de recherche, qui n'ont pas pour l'instant vocation à se généraliser dans leur forme actuelle. D'autres sont des dispositifs opérationnels, mis en œuvre à différentes échelles : alors qu'un outil comme l'Indice de Qualité des Sols Bruxellois (IQSB) se concentre sur une zone géographique particulière, d'autres sont mis en œuvre dans différents pays.

Cette différence d'échelle de mise en œuvre est à prendre en compte dans un souci de construction d'un outil standardisable, généralisable sur le territoire national. Au-delà des contextes propres à chaque outil, plusieurs facteurs semblent jouer sur ce potentiel de généralisation :

- En matière de coûts, les observations sont très variables : entre 260€ par analyse (quelle que soit la taille du site étudié) pour un dispositif partiel comme celui proposé par ELISOL, à plus de 3000€ pour un dispositif de recherche, exploratoire, comme ProDij. Les outils qui semblent les plus proches d'un diagnostic sol standardisé – AgroEcoSol et les diagnostics de Genesis – proposent des prix qui oscillent entre 1000 et 2000€ par observation<sup>59</sup>.
- Ces différences de coûts s'expliquent notamment par la complexité des méthodes employées, et le niveau de détail des indicateurs. On peut noter que les coûts élevés peuvent être liés :
  - à une méthode d'échantillonnage précise et systématique, comme pour l'IQSB par exemple. Au delà de la densité d'échantillonnage, c'est aussi une des seules méthodes qui mentionne la variabilité des paramètres étudiés en fonction des horizons du sol ;

59 - Dans les cas présentés ici, une observation correspond à une analyse en laboratoire. Un point est défini dans une zone considérée comme représentative de la parcelle : autour du point central, entre 6 et 10 points de sondage sont effectués en cercle ou en croix, sur une vingtaine de mètres de diamètres. Les échantillons recueillis sont ensuite mélangés.

- à un niveau de détail approfondi dans les indicateurs étudiés, demandant des compétences spécifiques en identification de faune, ou en description des caractéristiques structurales d'un sol par exemple.
- à l'usage de matériel high-tech, parfois peu accessible. Sur ce point, l'outil Biofunctool propose une approche plutôt low-tech, avec des coûts absorbables par les économies d'échelles envisageables.

Le coût du diagnostic très variable, le **manque de méthodes normalisées de mesure et l'absence de référentiels d'interprétation accessibles en open source sont des freins à l'opérationnalisation des diagnostics existants**. Cette limite est notamment pointée par l'étude "Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs"<sup>60</sup>. En effet, le diagnostic nécessite un **ensemble minimal d'indicateurs physico-chimiques et biologiques définis lors de sa préfiguration par la communauté scientifique**. Ces indicateurs doivent répondre à des critères précis : être normés, scientifiquement reconnus, et disposant de référentiels d'interprétation.

Les indicateurs physico-chimiques (pH, matière organique, capacité d'échange cationique) sont utilisés depuis plusieurs dizaines d'années par les acteurs cherchant à étudier la qualité des sols et sont ainsi davantage mobilisés<sup>61</sup>. Les indicateurs biologiques (activité microbienne, diversité des communautés microbiennes, biomasse du sol, bio-indicateurs comme les vers de terre) ont émergé plus récemment grâce aux progrès des technologies de séquençage et à une meilleure compréhension des rôles biologiques dans la santé des sols.

La question de la disponibilité d'indicateurs se pose donc davantage pour les **bio-indicateurs**, d'usage plus récent, selon les experts consultés lors du groupe de travail technique (voir annexe). À ce jour, on peut identifier plusieurs catégories d'indicateurs biologiques généralement mobilisés par les diagnostics<sup>62</sup> : les indicateurs microbiologiques basés sur la méthode UMR Agroécologie - INRAE, ceux de Sol &co pour la mésofaune et la macrofaune totale, ceux spécifiques à la diversité des vers de terre (nécessitant plus qu'un prélèvement), et ceux appliqués aux communautés de nématodes. **Pour ces types d'analyses encore assez récentes, il est impératif de disposer de référentiels d'analyses publics. Actuellement, les référentiels utilisés** par l'Inrae Dijon, Genesis et Novasol experts pour la microbiologie, et ceux utilisés par ELISOL Environnement pour les nématodes<sup>63</sup>, **ne sont pas en open data.**



Crédit : Louise Barbier

60 - Cousin, I. et al. (2024). *Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs. Synthèse du rapport d'étude*, INRAE (France). 126 pages . DOI [10.17180/k4j0-m162](https://doi.org/10.17180/k4j0-m162)

61 - Bünemann, E. K., et al. (2018). "Soil quality, A critical review", *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 120, Pages 105-125.

62 - D'autres existent, moins fréquents : comptage des carabes, des collemboles, etc.

63 - Le module EDITO de ELIPTO permet de mettre en œuvre les référentiels d'interprétation.

## – Résultats de l'étude "Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs" et identification des besoins persistants dans le cadre d'un diagnostic des quatre fonctions des sols lors des mutations immobilières

Le rapport d'expertise de l'INRAE, publié en 2024, adopte également l'approche d'une évaluation de la fonctionnalité des sols, transversale à l'ensemble des usages. Il retient **6 principales fonctions des sols**, deux étant divisées en sous-fonctions : (1) Réguler l'eau (quantitativement et qualitativement), (2) Réguler les contaminants, (3) Stocker du carbone, (4) Fournir des nutriments à la biocénose, (5) Entretien de la structure du sol, (6) Supporter la biodiversité (organismes du sol et végétation).

L'étude précise que la valeur d'un indicateur n'a de sens qu'en référence à un cadre d'interprétation précisant la **méthode de mesure** et les **valeurs de référence** utilisées. Ces références incluent les **valeurs d'existence**, qui correspondent aux niveaux observés sur des sols comparables, et les **valeurs seuils ou cibles**, définissant des seuils critiques pour évaluer la santé du sol. Dans une approche fonctionnelle, il s'agit d'identifier les **points de basculement écologique**, marquant une amélioration ou une dégradation significative des fonctions du sol. Ce champ de recherche, encore en développement, s'appuie sur l'écologie des écosystèmes. En pratique, la plupart des seuils scientifiques sont issus de la distribution des valeurs d'existence, et un sol est considéré en **bonne santé** s'il se situe dans l'intervalle normal de ces valeurs

Le rapport définit un set d'une **cinquantaine d'indicateurs** permettant de mesurer l'état de ces fonctions ou les dégradations mentionnées dans le projet de directive européenne sur la surveillance et la résilience des sols. Ceux-ci sont notamment catégorisés en fonction de leur niveau d'opérationnalité et de l'existence d'une méthode normalisée d'évaluation. Il est également précisé si ces indicateurs s'appliquent à l'ensemble du profil de sol, à un horizon spécifique ou à la surface.

Les indicateurs considérés comme opérationnels et bénéficiant d'une méthode normalisée d'évaluation pour les différentes fonctions des sols sont les suivants : granulométrie ; masse volumique apparente ; conductivité électrique ; pH(eau) ; teneur en N total ; teneur en P disponible ; teneur en carbone organique ; biomasse moléculaire microbienne, abondance et diversité des lombriciens ; abondance et diversité des nématodes.

Le socle d'indicateurs bio-physico-chimiques utilisé dans le cadre d'un diagnostic (dans les conditions envisagées par notre étude) pourra donc s'appuyer sur cette première liste d'indicateurs. Ces **12 indicateurs normalisés** ne permettent cependant pas de couvrir l'ensemble des 6 fonctions listés par l'étude de l'INRAE. **Un enjeu d'élaboration de méthodes normalisées d'évaluation, ou d'amélioration du niveau d'opérationnalité des indicateurs, semble donc primordial afin de garantir un diagnostic standardisé au moment des mutations immobilières.**

### Condition 1

#### Privilégier un diagnostic unique, avec un socle commun d'indicateurs, pour différents usages du sol

Faisabilité	Un socle d'indicateurs physico-chimiques et biologiques communs à tous les usages de sols peut être défini en utilisant la littérature scientifique validée et rigoureuse, pour évaluer la fonctionnalité des sols.
Recommandations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer l'opérationnalité des indicateurs.</li> <li>• Rendre publics tous les référentiels d'analyse.</li> <li>• S'assurer d'une base technique et scientifique robuste.</li> </ul>

### Une durée de validité scientifique du diagnostic variable selon les indicateurs

Il est difficile de garantir la validité d'un tel diagnostic à long terme, en raison de la variabilité des indicateurs. En effet, pour la biologie des sols, les activités microbiennes et enzymatiques du sol réagissent rapidement aux changements de pratiques. La recherche en agronomie montre par exemple qu'une amélioration de la biomasse microbienne est observable après 2 à 3 ans en réponse à l'apport de matière organique ou à la réduction du travail du sol<sup>64</sup>.

Par ailleurs, l'accumulation du carbone organique est un processus lent, mais des premiers effets mesurables sont observés après 5 ans<sup>65</sup>. Pour les indicateurs physico-chimiques, on peut constater des évolutions à partir de 7 ans<sup>66</sup>. **Ces chiffres sont des minimums, mais selon les experts consultés il semblerait que l'ensemble des indicateurs dynamiques évoluent de manière significative au bout de 10 ans.**

### Condition 2

#### Limiter dans le temps la validité du diagnostic

Faisabilité	<p>Sachant que la durée de validité du diagnostic dépend des indicateurs qui peuvent varier à partir de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologie : 2-3 ans.</li> <li>• Carbone : 5 ans.</li> <li>• Physico-chimie : 5-7 ans.</li> </ul> <p>⇒ l'ensemble des indicateurs dynamiques évoluent de manière significative au bout de 10 ans.</p>
Recommandations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir une <b>date de péremption de la validité du diagnostic, par exemple 10 ans.</b></li> <li>• Offrir la possibilité de diagnostics volontaires plus fréquents pour les propriétaires intéressés.</li> <li>• La durée de validité de 10 ans est valable à la seule condition qu'il n'y ait pas de changement d'usage. Le cas échéant, le diagnostic doit être renouvelé.</li> </ul>

64 - Amossé, J., Recous, S., et al. (2015). Indicateurs biologiques de la qualité des sols et évolution après changement de pratiques agricoles. *Comifer-Gemas*.

65 - Guilbault, P. (2007). Impact des pratiques culturales sur la vie du sol et le stockage du carbone. *VertCarbone* et Rapport CarboSol (2016). Stockage du carbone dans les sols wallons et évolution temporelle. *État de l'Environnement Wallon*.

66 - Dire d'experts, groupe de travail n°1 (technique).

## Diagnostiquer les sols scellés ?

Un certain nombre de dispositifs de diagnostic étudiés proposent des analyses de sols sous revêtement imperméable. C'est le cas de l'IQSB, de l'outil d'ELISOL, mais aussi des analyses menées par Sol&Co. Ces diagnostics évacuent la question de la caractérisation de la structure du sol, de son état de surface, etc., mais permettent des prélèvements du matériau situé sous le revêtement, pouvant ensuite faire l'objet d'analyses chimiques et biologiques. L'enjeu de la méthode de sondage – qui nécessite de faire appel à une foreuse et élève nécessairement les coûts – s'additionne alors à la **difficulté de la méthode d'échantillonnage**, puisque il est plus difficile d'identifier l'homogénéité des sols couverts par un revêtement, et donc de garantir la représentativité de cet échantillonnage.

Enfin, l'un des principaux enjeux d'un diagnostic sous des sols scellés reste son côté **invasif** : si le but est ensuite de renaturer, alors le revêtement devra être descellé de toutes façons, mais si le terrain reste en l'état après le diagnostic, il y a un enjeu de remise en état pouvant être conséquent et difficilement accepté. Cela justifie d'envisager un échantillonnage plus restreint sur ce type de sol, par exemple un seul point d'observation, puisque de toute façon une méthode d'échantillonnage plus ambitieuse serait aléatoire et risquerait d'être invasive.

### Condition 3

#### Une intégration mesurée des sols scellés dans les diagnostics ?

Faisabilité	Oui mais logistiquement assez complexe
Recommandations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur sols scellés non bâtis, à partir de 600m2 de surface comme pour les autres types de sols et sur des sols ayant vocation à être descellés</li> <li>• Conditions de réalisation différentes : un seul point d'observation</li> <li>• Afin d'éviter les endommagements, il sera utile d'utiliser en amont le fond cartographique Plan Corps de Rue Simplifié (PCRS) qui permet de localiser de façon très précise l'ensemble des réseaux enterrés dits sensibles ou de faire une déclaration de travaux à proximité de réseaux (DT-DICT).</li> </ul>



## Quels besoins pour passer à l'échelle un diagnostic restreint (prélèvement simple et analyse en laboratoire) ?

Le nombre de mutations immobilières concernées par le diagnostic est ainsi, à travers une estimation à la hausse, **environ de 325 000, à compter qu'il y a potentiellement plusieurs parcelles dans chaque unité foncière, bien qu'il s'agisse d'un chiffre ayant vocation à décroître au fur et à mesure des années (cf. I.4).**

Le faible nombre de bureaux d'études en pédologie conduit à préférer le recours **aux laboratoires départementaux d'analyses (LDA)<sup>67</sup>, déjà bien maillés sur le territoire** – il y a environ un laboratoire tous les 50 et 100 kilomètres – ou bien à envisager la montée en compétences de bureaux d'études pluridisciplinaires aujourd'hui spécialisés par exemple dans les procédures "Sites et sols pollués", pour la réalisation de diagnostics des fonctions des sols. De même, le coût que représente la mobilisation d'un ingénieur expert pédologue, capable de réaliser des observations d'indicateurs in situ est important. Il semblerait plus efficace d'y préférer **un prélèvement sur site à la tarière (30 minutes) réalisable par un technicien d'analyse des sols ou un préleveur spécialisé, en un seul passage**, suivi d'une interprétation par des pédologues en laboratoire. Un diagnostic mixte, alliant analyses sur le terrain et analyse en laboratoire, nécessiterait de former massivement d'avantage d'experts (pédologues, écologues), ce qui, en termes d'opérationnalité d'un passage à 325 000 diagnostic par an, ne peut se faire que sur des temporalités longues.

Conditions :

- **Formation des préleveurs et analystes** : les laboratoires départementaux se limitent souvent à la physico-chimie, exigeant une **offre de formation continue sur les indicateurs biologiques**. Deux types de personnels seraient souhaités au sein des laboratoires : des préleveurs – aujourd'hui, les préleveurs sont souvent des freelances avec peu ou pas de formation – et des analystes. **Des formations techniques existent déjà** (par exemple BUT Génie Biologique, parcours Sciences de l'environnement et écotecnologies ou Agronomie), **mais doivent être complétées par des modules spécialisés dans l'analyse des sols**. Dans un premier temps, des formations internes aux laboratoires – formations continues – de quelques semaines pourraient suffire.
- **Infrastructures et matériel** : Les **appareils présents dans les laboratoires départementaux nécessiteraient des remises à niveau et des achats complémentaires**, afin qu'ils soient opérationnels pour effectuer les analyses biologiques notamment. Par exemple, à ce jour, un seul laboratoire est compétent sur la biomasse moléculaire microbienne, il pourrait donc être utile de chiffrer le besoin de centrifugeuses pour l'analyse des microorganismes, de spectrophotomètres ou encore de systèmes PCR et extracteurs d'ADN/ARN pour étudier la biodiversité génétique et la composition microbienne des sols.
- **Stratégie d'échantillonnage** : si l'analyse du prélèvement est effectuée en laboratoire, il sera indispensable de déterminer la méthodologie d'échantillonnage en fonction de l'étude en amont, et l'interprétation des résultats selon un référentiel adapté en aval. Cette étape nécessite des connaissances approfondies en pédologie. Faute d'une disponibilité de pédologues suffisante, **la stratégie d'échantillonnage et l'interprétation pourront être standardisées selon des référentiels préétablis par la communauté scientifique**.

<sup>67</sup> - Organisme public ou parapublic qui réalise des prestations scientifiques dans plusieurs domaines : agronomie / pédologie ; environnement ; santé animale ; ou encore agroalimentaire.

**Condition 4**

**Un diagnostic réalisé en une seule intervention technique**

Faisabilité	Oui, s'il s'agit d'un diagnostic restreint (analyse bio-physico-chimique en laboratoire). Temps par prélèvement : environ 30 minutes par observation.
Recommandations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Développer les formations continues</b> auprès des préleveurs et des techniciens de laboratoire, notamment sur l'intégration d'analyses biologiques.</li> <li>• <b>Doter tous les laboratoires départementaux des appareils</b> nécessaires à l'analyse des 4 fonctions des sols.</li> <li>• <b>Étude préalable</b> du terrain ayant permis d'établir la stratégie d'échantillonnage selon la standardisation en vigueur</li> <li>• Développer un plan de <b>soutien des formations en ingénierie agro-pédologique dans l'enseignement supérieur</b>, particulièrement à l'échelle des BUT.</li> </ul>



## Des contraintes calendaires et climatiques pour la réalisation des diagnostics

Il est nécessaire de mentionner l'existence de **contraintes de saisonnalité pour la réalisation des diagnostics**. En matière climatique, les méthodes de prélèvement supposent d'éviter tout diagnostic lorsque le sol est trop sec, trop humide, trop chaud ou gelé. Concernant les indicateurs dynamiques, les meilleures périodes pour échantillonner sont donc, de l'avis de l'ensemble des personnes interrogées, l'automne et le printemps.

En contexte agricole, cela se double d'une précaution liée aux pratiques agricoles, particulièrement les amendements organiques, l'apport de fertilisant et le travail du sol : il s'agit d'éviter au maximum de réaliser les diagnostics directement à la suite de ces opérations. Puisque l'automne est une saison riche en interventions agricoles, notamment pour les cultures d'hiver, la meilleure période pour échantillonner des sols agricoles reste donc **le printemps**.

**Cependant, ces contraintes de saisonnalité se confrontent aux temporalités des ventes.** Certaines conditions de réalisation ne sont pas toujours réunies sur certaines parcelles (ressuyage de la parcelle par exemple), tout comme dans des zones de marais où les parcelles sont inondées une grande partie de l'année allant parfois jusqu'à la fin du printemps. Par ailleurs, la temporalité des ventes de fermes se concentre davantage en fin d'année, les prises de retraite se faisant en début d'année civile.

Il est donc à envisager que les propriétaires puissent anticiper la réalisation du diagnostic qui sera demandé ultérieurement au moment de la vente, afin de prioriser sa réalisation au printemps. Dans le cas où aucun diagnostic n'aurait été réalisé en amont, les référentiels d'interprétation des différents indicateurs pourraient intégrer une variabilité due à la saisonnalité.

### Condition 5

#### Prioriser la réalisation du diagnostic au printemps

Faisabilité	Possibilité d'anticiper dans certains cas la réalisation du diagnostic demandé au moment de la vente pour qu'il soit réalisé au printemps.
Recommandations	Si ce n'est pas le cas, il faut prévoir des ajustements sur les résultats, permettant d'intégrer la variabilité de la saisonnalité à l'interprétation des indicateurs.

## Un diagnostic à coût fixe ? Ordres de grandeur

Les ordres de grandeur des coûts associés aux différents dispositifs de diagnostic existants étudiés sont particulièrement disparates : entre 260€ par analyse<sup>68</sup> pour la nématofaune du sol (outil développé par ELISOL), à plus de 3000€ pour une analyse beaucoup plus large du réseau trophique (ProDij), sans compter les outils pour lesquels on dispose seulement du coût indicatif pour un projet donné (par exemple 20 000€ pour l'analyse d'une parcelle de 4ha, IQSB). D'autres outils présentent un coût d'entrée conséquent (le kit de Biofunctool coûte environ 6000€) mais qui peut être rentabilisé par des économies d'échelles (celui-ci permet de réaliser 35 observations). Les outils les plus intégratifs et les plus proches de ce qu'on pourrait attendre d'un diagnostic sol harmonisé (AgroEcoSol et Genesis) proposent des prix allant de 1050€ à 2025€ par point d'analyse. A noter que la plupart des dispositifs (ELISOL, Genesis, AgroEcoSol) proposent une offre commerciale avec un coût associé à une analyse (sous-entendu une analyse par parcelle). L'analyse elle-même comporte plusieurs sondages autour d'un même point, avec les échantillons ensuite mélangés.

Cette variabilité pose des limites dans notre analyse d'autant plus que les prix ont été estimés pour un faible nombre de dispositifs (sept sur douze dispositifs).

Elle est liée à la diversité des types de dispositifs, des objectifs recherchés, et à la variabilité du nombre d'indicateurs et de tests en laboratoire nécessaires, et des stratégies d'échantillonnage, avec une densité de sondages plus ou moins importante. Si plusieurs dispositifs (AgroEcoSol, Genesis, ELISOL) proposent un coût par analyse (vendu sous la forme de « pack »), d'autres indiquent le coût pour un projet déterminé, qui correspond à un certain nombre de points de sondage (Sol&Co, IQSB). Dans ce dernier cas, le coût indiqué est extrêmement variable en fonction de la surface à analyser, et de l'hétérogénéité du sol. D'autres encore, comme Biofunctool, indiquent le coût d'achat du matériel, hors coût RH, pour un certain nombre de points de sondage (6000€ pour 35 points). La densité d'échantillonnage joue alors nécessairement sur le coût ramené au diagnostic. Pour une moyenne de 3 points par parcelle (parcelle moyenne de 2,5 ha), le prix du diagnostic à la parcelle serait donc ramené à 514€.

A cela s'ajoute un manque de lisibilité des différents composants du coût. Si Aurea divise le coût entre celui de l'analyse à proprement parler (1680€) et celui de l'échantillonnage terrain (345€), que Genesis le segmente entre le coût de l'analyse (700€) et celui de l'hébergement sur la plateforme (350€), nous n'avons pas davantage d'informations sur le détail du coût de chaque test composant l'analyse.

### Condition 6

#### Des coûts du diagnostic à estimer plus précisément

<p>Faisabilité</p>	<p>La grande hétérogénéité des terrains rend <b>difficile l'estimation d'un prix à l'hectare mais envisageable l'estimation d'un prix à l'observation</b>. Cependant, grâce au benchmark des diagnostics réalisés (entre 260 et 3000 euros l'analyse) et à la littérature sur le sujet (coût approximatif 400 euros<sup>69</sup>), ce prix pourrait être d'<b>environ 500 euros pour le premier point, avec par la suite des économies d'échelle correspondant environ à une réduction de 30% du prix par point</b> (cf. condition 7).</p>
<p>Recommandations</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besoin de stabiliser le set d'indicateurs pour définir le coût de l'observation.</li> <li>• La standardisation de la méthode de prélèvement permet de chiffrer de manière fixe la réalisation d'un point d'observation sur site.</li> <li>• La standardisation de l'analyse en laboratoire et le caractère accessible, public et standardisé des référentiels d'interprétation permet de fixer un prix de l'analyse.</li> <li>• Seule la définition de la stratégie d'échantillonnage reposant sur l'analyse préalable du terrain peut constituer une variable inconnue, que nous abordons ci-dessous.</li> </ul>

68 - L'analyse ou observation, comporte plusieurs sondages autour d'un même point central, avec les échantillons ensuite mélangés.

69 - Calvaruso et al. (2019). Synthèse - Diagnostic de la qualité des sols agricoles et forestiers : indicateurs de suivi et stratégies de déploiement. 21 pages. Synthèse : [les-outils-de-diagnostic.pdf](#).

## Une connaissance préalable des unités homogènes de sol pour imaginer une standardisation des prélèvements et l'estimation d'un prix pour la réalisation des diagnostics

Les différents acteurs consultés ont insisté sur la **dispersion actuelle de la donnée sur les sols**. Par ailleurs, aussi bien pour réduire le coût final du diagnostic que pour parvenir à une standardisation de la méthode d'échantillonnage, une analyse préalable des unités homogènes de sol doit avoir été esquissée grâce à l'utilisation de données environnementales contextuelles (zones humides, relief, topographie) et des bases de données nationales (BDAT, RMQS, risques sismique et d'inondation, pollution, etc.). Ces données permettront enfin de définir la qualité des sols dans chacune de ces unités homogènes (qui correspondraient ainsi à des UTS<sup>70</sup> spatialisées, donc des UCS plus fines).

- En France, les données disponibles sur la qualité des sols sont rassemblées dans plusieurs programmes et bases de données, dont :
  - la **Base de Données des Analyses de Terres** (BDAT) rassemble des analyses de sol sur les surfaces de parcelles agricoles ;
  - la **base au format Donesol** du programme Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS) qui réunit l'ensemble des observations réalisées lors d'opérations de cartographie, notamment les RRP. Elle accueille également les données du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) dont le maillage à la résolution de 16 km permet une estimation sur l'ensemble des occupations des sols sur le territoire ;
  - la base de données BDSolU concernant les sols urbains, "rend compte du fond pédogéochimique anthropisé pour les principaux contaminants dans les couches superficielles des sols exposés en raison d'émissions diffuses sur de longues périodes. Il est important de noter que le fond pédogéochimique anthropisé renseigne sur un niveau de contamination, mais ne doit pas être assimilé à un niveau de pollution. La Base de Données Eléments Traces Métalliques (BDETM) rassemble quant à elle les résultats des analyses réalisées sur les terrains recevant des boues de station d'épuration."<sup>71</sup>

- **Il existe une donnée non centralisée, non capitalisée, et non harmonisée sur les sols**, provenant de projets ou d'analyses ponctuelles. Cette dernière provient des analyses de sol réalisées par des bureaux d'études divers regroupées dans les données des villes, des EPF, des SAFER, des chambres d'agriculture, etc.
- Il peut exister **localement des études pédologiques** à des échelles plus fines que les RRP. Ces études se présentent sous des formats variés (papiers, scans, en base de données, format DoneSol, autres formats). Pour trouver ces études pédologiques anciennes existantes il est possible d'aller sur le site du Gis Sol sur une plateforme nommée **REFERSOLS**, qui liste les études pédologiques sur un secteur et indique leur disponibilité, bien que cette dernière ne soit pas exhaustive.

**L'étude de définition des unités homogènes de sol peut être réalisée nationalement ou régionalement**, afin de réduire les coûts à long terme, ou bien à chaque projet de diagnostic par un bureau d'études. A partir de cela, **la stratégie d'échantillonnage se fait par moyennisation, en harmonisant les conditions de prélèvements, avec une densité modulée par type de milieu**. Dans tous les cas, la personne chargée d'élaborer la stratégie d'échantillonnage devra solliciter les données auprès des commanditaires des études existantes et devra veiller à la qualité des documents.

70 - Les Unités Typologiques de Sols (UTS) au sein des Référentiels régionaux pédologiques ne sont pas spatialisées comme telles. Il existe des UCS (Unités cartographiques de Sols) spatialisées au sein desquelles il y a plusieurs UTS dont on donne à connaissance le pourcentage.

71 - Cousin I., et al. (2024). Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs. Synthèse du rapport d'étude, INRAE (France). 126 pages . DOI [10.17180/k4j0-m162](https://doi.org/10.17180/k4j0-m162).

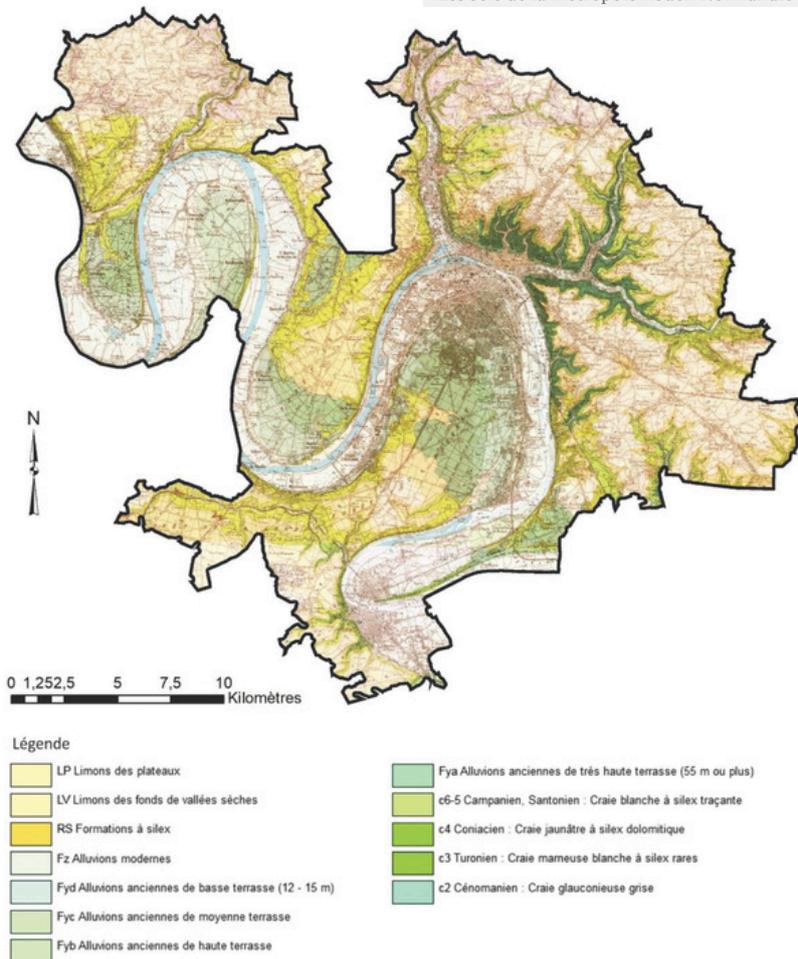
## – Besoins identifiés : vers une base de données de référence des unités pédologiques homogènes avec le potentiel des sols de chaque unité ?

Afin de contextualiser des données issues du diagnostic, la collecte d'information sur le climat, la topographie, la géologie et la pédologie, ainsi que sur l'usage des terres et leur historique est essentielle. En effet, les sols sont caractérisés par une hétérogénéité spatiale, induite par les conditions de leur pédogenèse sur laquelle se superpose les impacts des usages humains.

En parallèle de la mise en place du diagnostic, **il serait utile de renforcer un travail national de récupération et de cumul des bases de données existantes sur la qualité et la santé des sols** (à l'instar de l'application InfoSols à partir des bases de données pollution) afin d'identifier, en les croisant, des unités pédologiques homogènes plus fines ainsi que le potentiel attendu des sols de chaque unité (Exemple de données : DoneSol, Référentiel Régional Pédologique, RMQS, BDAT, BDSoLU, Typterres, informations topographiques, données des villes, des Établissements publics fonciers (EPF), des SAFER, des chambres d'agriculture, de l'inventaire national du patrimoine naturel, etc.). Ce travail a pu être mené ponctuellement dans le cadre d'applications locales de la méthodologie MUSE : il s'agirait de le généraliser au niveau national.

Contexte géologique métropolitain de Rouen

Crédit : Le Gouée, P. (2024). Rapport "Les sols de la métropole Rouen Normandie"



**Condition 7**

**Adapter la stratégie d'échantillonnage à l'hétérogénéité des sols de la parcelle**

<p><b>Condition préalable</b></p>	<p>Définition en amont d'<b>unités pédologiques homogènes</b> (par base de données régionale ou nationale, ou par étude préalable du terrain). Une ou plusieurs unités pédologiques peuvent être identifiées sur une même parcelle.</p>
<p><b>Stratégie d'échantillonnage</b></p>	<p>Réaliser au minimum un point<sup>72</sup> d'analyse par lot de parcelles contiguës dont la surface excède 600 m<sup>2</sup> pour les sols urbains et 1 hectare pour les sols agricoles, naturels et forestiers, en <b>réalisant au minimum un point d'observation par zone homogène<sup>73</sup> de sol</b>. Ainsi, <b>sur des sols urbains, réaliser un point par hectare homogène</b>, soit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• si la zone homogène est inférieure ou égale à 600m<sup>2</sup> : 1 point</li> <li>• si la zone homogène est comprise entre 600m<sup>2</sup> et 1ha : 2 points</li> <li>• puis 1 point supplémentaire tous les 1ha</li> </ul> <p><b>Sur des sols naturels, agricoles et forestiers<sup>74</sup>, réaliser un point tous les 5 hectares homogènes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• si la zone homogène est inférieure à 1ha: 1 point</li> <li>• si la zone homogène est comprise entre 1 ha et 5ha : 2 points</li> <li>• puis 1 point supplémentaire tous les 5ha</li> </ul>
<p><b>Tentative d'estimation du prix du diagnostic</b></p>	<p>Le prix du premier point réalisé sur l'unité foncière inclurait l'analyse laboratoire et coûterait environ <b>500 euros</b>. Grâce aux économies d'échelle (un déplacement pour plusieurs points notamment), ce dernier serait dégressif (<b>faisons l'hypothèse d'une réduction de 30% du prix à chaque point supplémentaire</b>) pour les points suivants jusqu'au cinquième point plafonné à <b>120 euros</b>, soit le prix de réalisation irréductible (<b>Exemple : 500, 350, 245, 170, 120, 120, 120...</b>).</p> <p>Dans le cas où une étude préalable du terrain est nécessaire pour identifier les unités pédologiques nécessaires (pas de base de données nationale disponible), il faudra ajouter au prix du premier point le prix de l'étude préalable de d'identification des unités de sols homogènes (<b>environ 800 euros</b>).</p>

72 - Chaque point inclut plusieurs observations.

73 - On appellera zone homogène la partie de la parcelle incluse dans la même unité pédologique homogène.

74 - Potentiellement, faire des distinctions en fonction des types de cultures (maraîchage / verger ; grande culture / polyculture-élevage ; vignes).

A partir de la stratégie d'échantillonnage retenue et de l'estimation du prix du diagnostic qui en découle, nous avons estimé le prix du diagnostic lors de mutations immobilières dans différents contextes (différentes tailles de parcelles, différents types de foncier).

Ce premier tableau témoigne du prix du diagnostic lors de la vente d'une parcelle de plus de 600 m<sup>2</sup> de foncier urbain, en l'exprimant en pourcentage du prix de vente.

### Prix des diagnostics des sols en fonction des types de fonciers urbains

	Superficie (ha)	Prix (€/m <sup>2</sup> )	Prix du diagnostic	En pourcentage du prix de vente
Zone tendue (agglomération parisienne) - Zone A	0,07	8 349	850	0,06
Zone moyenne (agglomération de Nantes) - Zone B1	0,08	4 480	850	0,1
Zone peu tendue (Rouen) - Zone B2	0,06	2 490	850	0,34
Zone non tendue - Zone C	0,20	689	850	1,04

Figure 11 - Prix des diagnostics des sols en fonction des types de fonciers urbains

Tableau : Institut de la Transition Foncière • Source : Se loger.com - INSEE - CEREMA

Le second tableau ci-dessous témoigne du prix du diagnostic lors de la vente d'une parcelle de 2 et de 20 hectares de foncier naturels, agricoles ou forestiers, en l'exprimant en valeur absolue puis en pourcentage du prix de vente.

### Prix des diagnostics des sols en fonction des types de fonciers hors urbains

	Superficie (ha)	Prix (€/ha)	Prix du diagnostic	En pourcentage du prix de vente
Terres agricoles (Beauce)	15	10 000	1 265	0,8
Forêt de production (Meurthe-et-Moselle)	15	19 000	1 265	0,44
Vignoble AOP (moyenne 2022)	15	151 000	1 265	0,06
Marais (Loire Atlantique)	15	2 100	1 265	4,02
Terres agricoles (Beauce)	2	10 000	850	3,54
Forêt de production (Meurthe-et-Moselle)	2	19 000	850	2,24
Vignoble AOP (moyenne 2022)	2	151 000	850	0,28
Marais (Loire Atlantique)	2	2 100	850	20,24

Tableau: Institut de la Transition Foncière • Source: SAFER - Chambre d'Agriculture Pays de Loire - Réussir - INSEE - Créé avec Datawrapper

Figure 12 - Prix des diagnostics des sols en fonction des types de fonciers hors urbains

Ces deux tableaux permettent d'estimer ce que représenterait économiquement la réalisation d'un tel diagnostic lors d'une vente d'une parcelle en zone urbaine, agricole, viticole, forestière ou naturelle, ayant des valeurs foncières fortement disparates (entre 151 000 euros l'hectare et 2100 euros l'hectare pour les ENAF et entre 700 et 8 000 euros le m<sup>2</sup> dans en zone urbaine).

- Dans l'urbain, le pourcentage que représente le coût du diagnostic à l'échelle de la transaction apparaît dérisoire : inférieur ou égal à 1% du prix.
- Lors des mutations de fonciers agricole, naturel et forestier, les économies d'échelle permettent de réduire le pourcentage que représente le coût du diagnostic lorsque l'on estime ce dernier sur 15 hectares : même sur les fonciers naturels les moins chers, il reste inférieur à 5% du prix de vente.
- Cependant, cette estimation permet d'identifier un cas critique lors duquel le pourcentage du coût du diagnostic par rapport au prix de vente apparaît prohibitif : ce dernier représente en effet 20% du prix lors d'une vente d'une parcelle de 2 hectares de marais dans le département Loire Atlantique.

## Certification et contrôle des méthodes de diagnostic

L'agrément du laboratoire devrait couvrir l'ensemble du processus, du prélèvement à l'analyse jusqu'au rendu, avec des protocoles spécifiques en fonction des types de sites. Les laboratoires certifiés pourront transmettre leurs analyses directement aux autorités compétentes, réduisant ainsi les risques de falsification.

L'agrément des laboratoires pourraient suivre une norme (exemple des certification LNE SSP<sup>75</sup>) définissant les règles et méthodes en matière de prestations de services relatives au diagnostic de fonctionnalité des sols (ex : les normes X31 620 relatives aux sites et sols pollués).

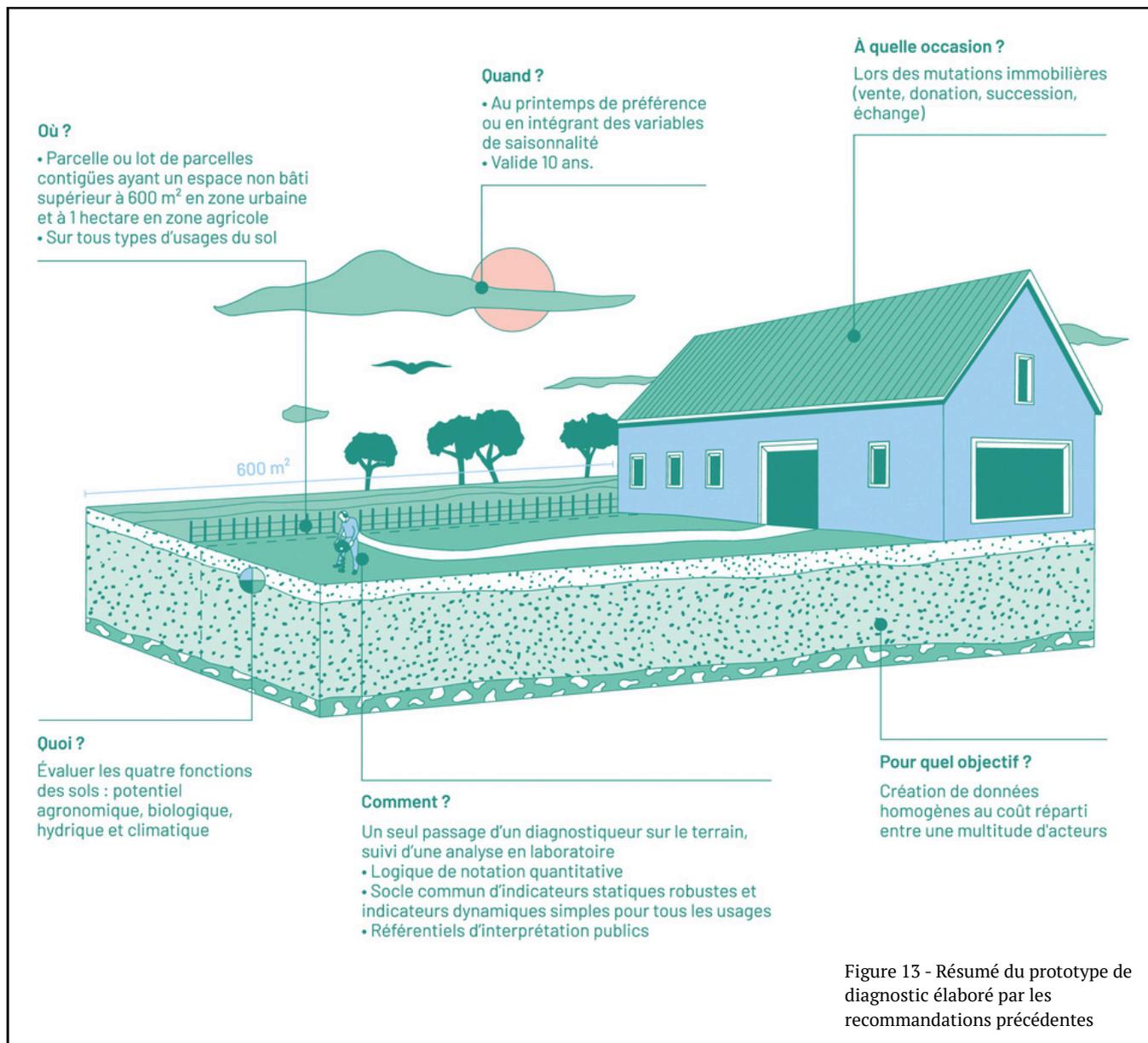
### Condition 8

#### Certification et contrôle des méthodes de diagnostic

Faisabilité	Oui, les méthodes de diagnostic peuvent être certifiées.
Recommandations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les méthodes et référentiels doivent être validées scientifiquement en amont</li> <li>• Certification/agrément des laboratoires à couvrir : prélèvements, analyses, rendus des résultats, avec protocoles spécifiques par type de site.</li> <li>• Possibilité de créer une norme officielle</li> <li>• Besoin d'organismes de contrôle pour audits qualité (ex. : AFNOR, COMIFER).</li> <li>• Notaires : vérification de la conformité au moment des transactions.</li> </ul>

75 - Cette certification "permet aux clients (entreprises privées, collectivités locales, etc.) d'identifier les prestataires pouvant donner une prestation de qualité conforme à leur besoins, aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur, et à l'état de l'art, en particulier en ce qui concerne la prise en compte des problèmes de santé publique, de sécurité et des risques environnementaux".

## Conclusion partielle : un prototype de diagnostic



Ainsi, parmi les diagnostics existants étudiés, aucun ne semble parfaitement convenir au type de diagnostic identifié. Toutefois, trois d'entre eux répondent à certaines conditions de faisabilité identifiées :

- **Biofunctool** est un diagnostic rapide avec un coût raisonnable, nécessitant peu de matériel, cependant le dispositif repose sur des savoir-faire de terrain et n'est pas accompagné d'un référentiel.
- **IQSB** regroupe globalement l'ensemble des indicateurs qui nous intéresseraient, avec des référentiels d'interprétation totalement transparents, mais repose aussi sur du savoir-faire de terrain, avec un coût opaque mais qui semble relativement élevé.
- Le diagnostic développé par **Genesis** se réalise en un seul passage, grâce à un réseau de préleveurs externes, avec une méthode quantitative de notation par fonction. Cependant, l'entreprise n'a pas rendu publics les référentiels d'interprétation utilisés, l'outil manque encore de transparence et n'a pas été validé scientifiquement.

## 02

# Points d'attentions et effets à anticiper d'un diagnostic des fonctions des sols lors des mutations immobilières

## Effet prix d'un tel diagnostic

### UNE NOTATION SUR UN BIEN IMMOBILIER PEUT AVOIR UN EFFET SUR LE PRIX DE CE DERNIER SELON LA LITTÉRATURE ÉCONOMIQUE CLASSIQUE

Une notation positive sur un bien, qu'elle soit environnementale ou relative à la qualité de vie, a généralement un effet de valorisation sur les propriétés immobilières. À l'inverse, des zones ayant démontré une mauvaise qualité environnementale tendent à voir les prix baisser<sup>76</sup>, on parle alors d'*effet-prix*. Plusieurs effets explicatifs, identifiés par la littérature économique, coexistent :

- *Confiance accrue pour les acquéreurs* : une bonne notation peut renforcer la confiance des acquéreurs dans le bien, notamment en garantissant indirectement sa durabilité, ces derniers sont alors prêts à payer plus pour des biens fonciers qui promettent une plus grande résilience face aux aléas climatiques ou économiques<sup>77</sup> ; cette confiance peut aussi créer une potentielle inflation du prix par un phénomène d'attractivité anticipée.
- *Effet de rareté* : les terrains bénéficiant d'une bonne notation environnementale sont souvent limités. Cette limitation de l'offre crée une rareté relative, pouvant augmenter la concurrence entre acheteurs et, par conséquent, les prix.
- *Coûts de mise en conformité et risque d'éviction du marché* : Dans certains cas, une notation implique que les propriétaires se conforment à des normes spécifiques pour maintenir ou améliorer leur notation (comme c'est le cas pour le DPE). Les coûts associés à cette mise en conformité peuvent être répercutés sur les prix de vente ou de location des biens fonciers (on parle d'incidence du prix) ou bien entraîner temporairement une sortie du marché pour "remise en état" (nommé effet d'éviction).

76 - Letombe, G., Zuideau, B. (2005). Impact d'un établissement industriel polluant sur les valeurs immobilières de proximité : le cas de Metaleurop-Nord, *Économie appliquée*, tome 58 n°4, pp. 161-191, [https://www.persee.fr/doc/ecoap\\_0013-0494\\_2005\\_num\\_58\\_4\\_3169](https://www.persee.fr/doc/ecoap_0013-0494_2005_num_58_4_3169).

77 - Kok, N., McLeland, S., & Rietveld, P. (2014). The value of resilience: Evidence from the housing market, *Environmental Economics and Policy Studies*, 16(2), 157-173. DOI [10.1007/s10018-013-0047-0](https://doi.org/10.1007/s10018-013-0047-0).

78 - Conseil supérieur des notaires de France. (2020). Étude sur l'impact des étiquettes énergétiques sur les prix de l'immobilier en France. Bulletin du Conseil des Notaires, 87, 112-115.

**PERSPECTIVE COMPARATIVE : EFFETS-PRIX SPÉCIFIQUES DU DPE SUR LE MARCHÉ IMMOBILIER – UN CALCUL POUR RÉDUIRE LES COÛTS DE L'ÉNERGIE (DEMANDE) ET SE MAINTENIR SUR LE MARCHÉ (OFFRE)**

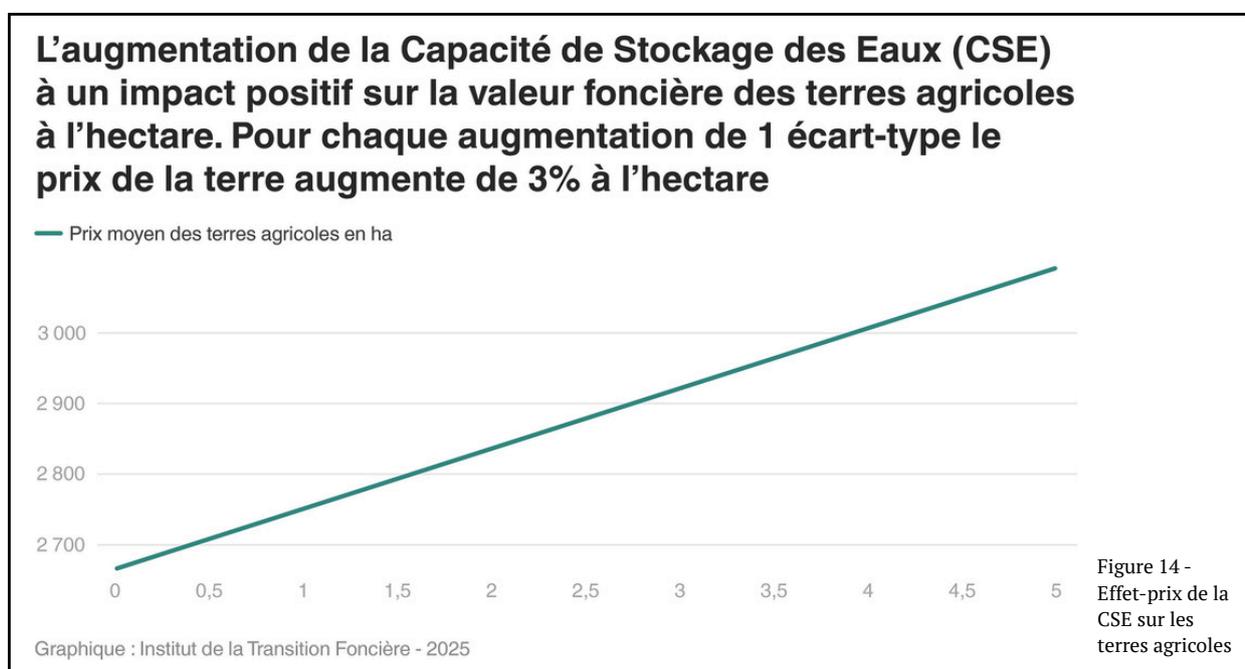
- **Le DPE est devenu un facteur prix important** : une décote de 10% en moyenne pour les DPE F et G est observée<sup>78</sup>. Plus précisément, un logement classé A ou B peut se vendre jusqu'à 20% plus cher qu'un logement D ou F.
- **Cette évolution découle principalement de la montée en flèche des coûts de l'énergie...** : Les habitants cherchent à réduire leur consommation d'énergie pour abaisser leurs factures, mais aussi par le choix d'un logement moins énergivore. Ainsi, les biens peu énergivores sont valorisés et peuvent coûter plus cher.
- **... Et du coût des travaux de remise en état** : Le gouvernement s'est engagé à éliminer les "passoires thermiques," c'est-à-dire les biens notés F ou G ou le DPE, en interdisant progressivement leur location. Ainsi, pour améliorer la performance énergétique du bien ou pour éviter la menace d'une éviction du marché, le propriétaire a pu/dû investir dans des travaux, dont le coût, bien que pris en charge en partie par l'Etat, peut se répercuter sur le prix de vente du bien.

**PERSPECTIVE COMPARATIVE : EFFETS-PRIX D'UN RISQUE D'ALÉA NATUREL SUR LE PRIX DU FONCIER URBANISÉ (U) OU À URBANISER (AU)**

- Une étude quantitative en cours à l'échelle nationale montre des résultats plus incertains que ceux anticipés par la littérature économique classique : les maisons nouvellement exposées aux risques environnementaux enregistrent une augmentation de leur valorisation de 2 à 3%<sup>79</sup>, avec une hétérogénéité significative entre les zones.
- Explications envisageables : si un manque d'information des ménages sur la mise en œuvre des Plans de Prévention des Risques (PPR) est peu probable, une absence de distinction par les assureurs entre les prix des maisons à risque ainsi qu'une préférence des ménages pour un environnement peu densément peuplé sont possibles.
- Cet exemple des risques d'aléas naturels montre ainsi que les effets-prix à prévoir dépendent largement des structures institutionnelles, économiques, assurantielles et normatives au sein desquelles est encastré le marché foncier, structures sur lesquelles il est en partie possible d'agir. Par exemple, si les assurances décident d'intégrer les risques dans leur calcul, cela risque d'avoir un impact sur les prix. A l'inverse, des institutions peuvent veiller à maintenir des prix constants, comme le font les SAFER sur le marché foncier agricole et forestier.

## EFFET PRIX DE LA QUALITÉ DU SOL APPROXIMÉE SUR LES PRIX DU FONCIER AGRICOLE

- **Les indicateurs pédologiques semblent jouer un rôle dans la formation des prix du foncier agricole**<sup>80</sup>. En effet, l'analyse des transactions foncières dans le département de la Côte-d'Or entre 1993 et 2005 révèle que la capacité de stockage en eau (CSE), qui constitue l'une des mesures potentielles de la qualité agronomique des sols, a un effet positif sur le prix des terres agricoles. Pour chaque écart-type supplémentaire de CSE, le prix des terres augmente de 3 %, soit environ 80 € par hectare. D'autres caractéristiques comme les teneurs en argile et en limon ainsi que l'absence d'hydromorphie (excessive humidité des sols) renforcent également cette tendance. Il s'agit ici de caractéristiques physico-chimiques.



- D'autres études<sup>81</sup> montrent que les prix du foncier agricole sont la plupart du temps positivement corrélés aux facteurs liés à la rentabilité de l'activité agricole.
- A l'inverse, concernant les infrastructures impactant positivement les indicateurs biologiques, aucun effet-prix n'est constaté par les experts consultés. Une parcelle en agriculture biologique ou comportant des infrastructures agro-environnementales (haie, mare, talus, bosquet, etc.) ne vaut pas plus cher qu'une parcelle conventionnelle homogène, voir parfois moins chère, les haies étant considérées par certains exploitants comme des contraintes (physiques et réglementaires).
- La relation complexe entre les différentes composantes du sol et la valeur foncière est enfin **influencée par des facteurs non agronomiques**, tels que la pression urbaine et démographique<sup>82</sup> ou encore la présence de zonages environnementaux<sup>83</sup>.

80 - Curmi, E. et al. (2016). "Incidence de la qualité du sol sur la formation du prix des terres agricoles : une étude sur la Côte-d'Or", *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, 1, 113-130.

81 - Lefebvre, R., et Rouquett, M. (2011), "Pression urbaine et prix du foncier agricole : une analyse des effets de la démographie sur les prix fonciers et la rentabilité agricole.", *Revue d'Économie Agricole et Agroalimentaire*, 19(2), 56-71.

82 - *Ibidem*.

83 - Rosenwald, J., et Melot, L. (2016). "Les effets inflationnistes des zonages environnementaux sur les prix des terres agricoles et immobilières : étude de cas sur le Bassin d'Arcachon et autres zones.", *Projets et Politiques Territoriales*, 14(3), 25-43.

## CONCLUSION POUR LA MISE EN PLACE D'UN DIAGNOSTIC DES FONCTIONS DES SOLS LORS DES MUTATIONS IMMOBILIÈRES

**Bien que la littérature économique nous invite à y réfléchir, il n'est finalement pas certain qu'il y ait un effet-prix d'un diagnostic des sols sur le foncier urbain ou à urbaniser, si cette notation a un rôle seulement informatif.**

- En effet, à l'inverse des effets indiqués par la littérature économique, les études empiriques sur le territoire français montrent par exemple que les risques d'aléas climatiques – visibles à travers la présence d'un plan de prévention des risques naturels – n'engendrent pas une baisse des prix des terrains.
- Par ailleurs, si le DPE a un impact économique sur les prix des biens immobiliers, cela s'explique principalement parce que la consommation d'énergie a un impact économique direct pour le locataire ou l'acheteur, ce qui n'est pas le cas dans le contexte d'une notation sur les fonctions des sols. De même, puisque le DPE s'est accompagné d'une interdiction de marché de certains biens mal notés, des travaux ont dû être initiés par les propriétaires, dont une partie du coût se reporte sur le prix.
- Enfin, au-delà du DPE, les autres éléments du DDT (ex : sites BASIAS à proximité) n'ont, a priori, aucun effet prix, mais sont des instruments de connaissance, de démocratie environnementale et de santé publique.
- Toutefois, même sans effet de marché, les assurances évaluent les risques environnementaux de manière indépendante, souvent plus strictement que le marché lui-même<sup>84</sup>. Il n'est donc pas exclu qu'il y ait une conséquence (ex : clause d'exclusion, clause particulière pour certain sinistre) lorsque des liens entre fonctionnalités des sols et risques sont établis avec robustesse.

**De la même manière, il est incertain qu'il y ait un effet-prix d'un diagnostic des sols sur le foncier agricole, si cette notation a un rôle seulement informatif.**

- Certes, il est possible de constater un effet-prix de la qualité agronomique d'un sol agricole (mauvaise structure du sol, faible teneur en nutriments, taux élevé d'hydromorphie, faible capacité de stockage en eau).
- Cependant, là où le DPE est gage d'économie pour le propriétaire, la fonctionnalité des sols semble moins directement associée (du moins dans les représentations professionnelles agricoles) à un avantage économique, dans une agriculture qui cherche encore majoritairement à s'émanciper des contraintes naturelles par la chimie et la mécanisation.
- De plus, si la qualité des sols joue dans la formation des prix fonciers, nous avons vu que ces derniers sont aussi déterminés par d'autres facteurs (proximité à une ville, etc.).
- L'effet le plus probable reste celui du report du coût du diagnostic sur les prix de vente, effet qui pourrait être encadré par les SAFER qui veillent à l'alignement des prix de vente aux références foncières locales préexistantes.

**Enfin, concernant les fonciers naturels et forestiers**, peu de littérature existe à ce jour, cependant ces sols pourraient être particulièrement concernés par des dynamiques de mutations (forêts labellisées PEFC/FSC, etc.) induites par les marchés écosystémiques naissants (compensations, crédit biodiversité, marché carbone volontaire, etc.). Bien que ces derniers soient encore marginaux, ils pourraient conduire à de nouvelles sources de revenus et ainsi provoquer un effet-prix positif à moyen terme.

### Recommandation 9

Si ces données viennent à alimenter un marché de type "actifs naturels", l'Institut recommande qu'il soit extrêmement strict dans sa construction en amont afin de :

- ne pas justifier une augmentation des pratiques de compensation qui faciliteront au final l'artificialisation des sols,
- ne pas participer à une financiarisation du foncier agricole, naturel et forestier, qui engendrerait des risques de spéculation<sup>85</sup>

84 - Golnaraghi, M. (2021). "Climate Change Risk Assessment for the Insurance Industry." Geneva Association. [https://www.genevaassociation.org/sites/default/files/climate\\_risk\\_web\\_final\\_250221.pdf](https://www.genevaassociation.org/sites/default/files/climate_risk_web_final_250221.pdf)

85 - Ces derniers mois, des propositions de loi ont émergé dans le débat parlementaire, favorisant une incursion des sociétés sur les marchés fonciers agricoles (Proposition de loi n°1803 du député E. Girardin, visant à créer un groupement foncier agricole d'investissement, déposé à l'Assemblée nationale le 4 octobre 2023), alors même que le rapport du CGAAER de 2013 rappelle qu'"une politique de développement d'outils financiers faisant appel à des capitaux extérieurs à l'exploitation serait de nature à provoquer des effets contraires aux objectifs recherchés (éviter la spéculation sur le foncier agricole, protéger le revenu agricole...)"

## Effet d'aubaine sur l'artificialisation, effet d'éviction du marché et rétention foncière

Pour les sols urbains, une haute valeur écologique des sols pourrait justifier une préservation de l'urbanisation et, en l'absence de modèle économique pour la renaturation, entraîner un risque de **rétention foncière** (experts groupe de travail).

De plus, **certains sols naturels**, tels que les garrigues, pourraient être sous-évalués par des indicateurs standardisés, occultant leur valeur écologique et leur rôle dans les écosystèmes locaux. Le référentiel d'interprétation est donc particulièrement important à ce titre.

### Recommandation 10

Rapporter le résultat du diagnostic sol au niveau potentiel de fonctionnement du sol dans un contexte donné (pédoclimat, usage).

Si le prix du diagnostic est trop important par rapport à la valeur du terrain, un risque de **rétention foncière** a été souligné par les différents experts.

**Il est donc pertinent de réfléchir au rapport entre le coût du diagnostic et la valeur de la parcelle qui dépend du type de sol.** En effet, le prix d'un diagnostic risque d'être un frein pour ceux qui souhaitent accéder au foncier et/ou pour les vendeurs selon comment se répartit l'incidence du prix, notamment si le foncier a une faible valeur initiale.

### Recommandation 11

Si le prix du diagnostic est supérieur à un certain pourcentage du prix du terrain, alors la différence pourrait être remboursée sur demande via une plateforme en ligne.

### Recommandation 12

Le diagnostic est valable 10 ans et ne doit donc pas être nécessairement refait si une vente a lieu dans les dix années qui suivent.

Une cartographie des sols basée uniquement sur leurs fonctions pourrait conduire à inciter ou à justifier l'artificialisation des sols les moins bien notés, notamment des terres agricoles moins "fertiles" au détriment d'une approche globale de protection des sols, comme celle prévue par le ZAN qui défend strictement les terres agricoles de l'artificialisation.

### Recommandation 13

Pour financer ces aides qui complèteront les diagnostics sur les fonciers à faible valeur et ne pas inciter à l'artificialisation des fonciers non bâtis dont les fonctions écologiques se révéleraient dégradées, et pour éviter les pratiques spéculatives visant à attendre le classement en "AU" de sa parcelle, instaurer **une taxe plus importante que celle existante<sup>86</sup> (peu désincitative) sur toute plus-value des projets de transformation / mutation / construction.** Les fonds collectés pourraient permettre de mutualiser les coûts de diagnostics sur des espaces à moindre valeur économique.

### Recommandation 14

Conserver une approche globale de protection des sols : **le diagnostic des sols ne doit pas se substituer à une réglementation contraignante visant à réduire l'artificialisation.**

Si les sols dont l'état des fonctions apparaît dégradé pourraient effectivement être prioritaires pour répondre à des besoins d'artificialisation éclairés, afin de réduire les impacts de cette dernière, cette décision ne peut advenir qu'à la suite d'un effort d'évitement ambitieux.

86 - L'article 1605 nonies du code général des impôts (CGI).

87 - SAFER, "Le Marché sociétaire 2023", 2024-PDT2023-02-PartisSociales.pdf.

Dans le cas des sols agricoles, **les terres se vendent de plus en plus via des parts de sociétés**, un marché qui représente 900 000 ha selon la Safer en 2023<sup>87</sup>. Or, contrairement aux transactions du marché foncier, la surface concernée ne connaît pas nécessairement un transfert de propriété. Les opérations de cessions de parts ou d'actions de sociétés sont majoritairement partielles. Ainsi, selon des experts concertés, ce marché sociétaire pourrait être renforcé pour éviter un passage devant un notaire et donc la réalisation d'un diagnostic.

### Recommandation 15

Afin que les **parts de société qui concernent la propriété de sols agricoles ou forestiers soient soumises elles aussi au diagnostic des sols**, il est nécessaire d'instaurer une obligation de réalisation du diagnostic pour toute cession de parts ou actions de sociétés exploitant ou possédant des biens immobiliers à usage ou à vocation agricole, soit directement soit indirectement. Si un diagnostic valide est adossé au capital foncier de la société et que ce dernier n'a pas été agrandi, il n'est pas nécessaire de réaliser de nouveau le diagnostic au moment de la vente d'une part sociale.

## Acceptabilité

### SIMPLICITÉ ET CLARTÉ DE LA QUESTION POSÉE : MESURER LES FONCTIONS DES SOLS

Pour garantir l'acceptation et l'efficacité du diagnostic de fonctionnalité des sols, il est indispensable de formuler une **question claire**, précise et compréhensible par l'ensemble des acteurs concernés. L'objectif est donc simple : connaître pour mieux préserver les fonctions des sols.

### Recommandation 16

Assurer la clarté et l'uniformité de la question posée :

- Quel est l'état des quatre fonctions
- du sol sur cette parcelle par rapport à leur potentiel ?
- Utiliser un set d'indicateurs identiques pour tous les types de sols : naturel, agricole, forestier, urbain.

Le diagnostic doit être simple à réaliser et à interpréter, à la fois pour les opérateurs de la fabrique de la ville, les acteurs économiques, les propriétaires,

les techniciens d'analyse et les futurs investisseurs. Une méthode rigoureuse limite les interprétations divergentes et renforce la fiabilité du diagnostic. Cette simplicité est garante d'une meilleure acceptation, notamment par ceux qui en supporteront les coûts, en évitant des discussions sur l'utilité ou la validité des résultats.

### Recommandation 17

Une simplicité de réalisation et d'interprétation du diagnostic :

- Réalisation en un seul passage (30 minutes) d'une seule personne (technicien)
  - Standardisation de la méthode de prélèvement par la communauté scientifique
- Référentiel d'interprétation des résultats de laboratoire standardisé et en open data pour chacun des indicateurs, incluant la variabilité saisonnière.

### PRENDRE EN COMPTE L'INTÉRÊT DES ACTEURS

Les acteurs de la transaction n'ont pas d'intérêt direct dans ce diagnostic. Il peut être pertinent de souligner en quoi ce diagnostic peut répondre aux besoins des acteurs impliqués. En somme, ce diagnostic doit permettre une **évaluation de l'état des fonctions des sols** (hydrique, climatique, biologique et potentiel agronomique) et faire des liens avec la contribution des fonctions des sols à différentes échelles aussi bien individuelles que collectives. L'intérêt est également de sensibiliser de nouveaux acteurs émergents sur le marché du foncier.

Par exemple, **les caractéristiques agro-pédologiques des sols influencent leur résilience face aux inondations**. De même, le lien entre les caractéristiques physiques des sols, qui seront étudiées, et le phénomène de retrait-gonflement des argiles est direct.

### Recommandation 18

Annexer au résultat du diagnostic, des **fiches permettant de mettre en lumière la contribution des fonctions des sols pour les usagers, par exemple** :

- une carte d'exposition aux risques climatiques
- une fiche d'infographies sur les services écosystémiques rendus par les sols
- une fiche sur les différents indicateurs de fonctionnement des sols et leur lien avec l'organisation culturelle

Les contraintes liées à la **propriété privée** posent également des défis : les obligations imposées aux propriétaires doivent être perçues comme légitimes et pertinentes pour éviter des résistances.

Il serait utile de générer une prise de conscience collective en parallèle de la mise en place d'un tel diagnostic. Montrer des exemples concrets où les diagnostics ont servi à soutenir des politiques publiques permettrait de lever les résistances et de renforcer la légitimité de cette démarche.

### Recommandation 19

Mener une campagne d'information et de formation des citoyens sur l'enjeu des sols, levier d'acceptation du diagnostic et de sensibilisation.

### UNE ATTENTION AUX PARTICULARITÉS DES DIFFÉRENTS USAGES DU SOL

Il est nécessaire de tenir compte de la diversité des sols et des activités associées dans la mise en place du diagnostic, en termes de stratégie d'échantillonnage notamment, mais aussi de diagnostics existants et de contexte normatif propres aux différents types de sols. Par exemple, un diagnostic des fonctions écologiques réduit à l'essentiel pourrait être aussi simple et se substituer aux études de potentialités agronomiques sur sol agricole actuellement proposées<sup>88</sup> et parfois réalisées, qui coûtent par exemple 276 euros pour l'analyse IrriLab<sup>89</sup>, en intégrant cette analyse de fertilité au sein des indicateurs relatifs au potentiel agronomique et dans une évaluation plus large des fonctions des sols.

### Recommandation 20

Intégrer les diagnostics de sols agricoles actuels dans le diagnostic des quatre fonctions des sols de manière lisible à travers le potentiel agronomique.

### S'APPUYER SUR DES DISPOSITIFS EXISTANTS

L'adoption de ce diagnostic pourrait être facilitée en l'**intégrant dans des dispositifs existants**, comme le Dossier de Diagnostic Technique (DDT). Ce dernier, qui regroupe déjà divers diagnostics (amiante, plomb, termites, DPE) ayant prouvé leur intérêt, pourrait servir de véhicule pour faciliter sa mise en œuvre et sensibiliser les particuliers à l'importance des sols.

### Recommandation 21

Joindre le diagnostic de fonctionnalité des sols au Dossier de Diagnostic Technique déjà requis au moment de la vente.

Certains experts ont remis en cause le "véhicule" et ont suggéré que ces diagnostics seraient plus simples au moment des autorisations d'urbanisme (permis de construire ou des permis d'aménagement), où ils permettraient d'éclairer directement les décisions d'orientation économique et d'usage des sols.

Cette piste paraît contre-performante car la maîtrise foncière, précédée de la mutation du droit de propriété, intervient en amont de la demande d'une autorisation d'urbanisme (qu'il s'agisse d'un permis d'aménagement, d'un permis de construire, etc). Par conséquent, la transaction est un moment d'information préalable utile pour le cadrage même du projet. D'autres experts ont suggéré l'idée que dans le cas d'une extension de Plan Local d'Urbanisme (PLU), la collectivité territoriale pourrait être tenue de financer le diagnostic, par exemple sur des terrains destinés à une potentielle urbanisation (par exemple, une extension de zone d'activités).

88 - PCConsult, Etude des potentialités agronomiques des sols,

[https://www.sarthe.gouv.fr/contenu/telechargement/20180/128832/file/Annexe%203\\_Etude%20potentiel%20agro\\_Spay\\_IEL21122023.pdf](https://www.sarthe.gouv.fr/contenu/telechargement/20180/128832/file/Annexe%203_Etude%20potentiel%20agro_Spay_IEL21122023.pdf).

89 - Agrifournitures, Analyse du sol complètes Agriculture, <https://agrifournitures.fr/analyse-et-correction-des-sols/10964-analyse-du-sol-complete-agriculture.html>.

## – L’opportunité de la réalisation du diagnostic des sols lors des mises à bail dans le contexte agricole ?

Le choix de limiter la réalisation du diagnostic au transfert de propriété en excluant les mutations de jouissance a été questionné par les différents experts, notamment dans le cadre agricole où ce choix réduit la portée du diagnostic, puisqu’il s’agit de sols sur lesquels les relations de fermage sont majoritaires. En effet, le pourcentage de la surface agricole utile (SAU) en fermage - par opposition au faire valoir direct - représente 79%<sup>90</sup> du territoire national. Si le nombre de changements (renouvellements, résiliations ou nouveaux contrats) de baux est difficile à estimer précisément, la durée des baux - le bail ordinaire et le plus commun dure 9 ans, d’autres peuvent durer 18 ou 25 ans, et certains s’étendre jusqu’à la retraite de l’agriculteur locataire - et leur surreprésentation laisse à penser que ces transactions se renouvellent plus fréquemment que les ventes de terrains agricoles. De même, comme mentionné plus haut dans l’étude, des éléments en termes de qualité des sols sont déjà adossés au fermage, et donc la réalisation du diagnostic au moment de la mise à bail aurait une certaine logique.

A terme, il pourrait ainsi être intéressant de distinguer les sols agricoles, pour y inclure les mises à bail, sans pour autant inclure toutes les locations sur sols urbains.

### UNE MISE EN OEUVRE PROGRESSIVE

Pour maximiser l’efficacité et l’acceptabilité du diagnostic, il est utile d’adopter une approche progressive. En s’inspirant des enseignements du Diagnostic de Performance Énergétique (DPE), une mise en œuvre hâtive peut engendrer des réticences. Il convient donc de commencer par cibler des zones prioritaires et des cas d’usage précis, afin de réduire les risques de déception et d’améliorer progressivement la couverture territoriale, la qualité des données, et le processus de prélèvement.

#### Recommandation 22

Commencer par initier des expérimentations locales avec des particuliers, aménageurs ou collectivités volontaires, en ciblant prioritairement les friches<sup>91</sup>, les zones naturelles sous tension (par exemple les périmètres de protection des espaces agricoles et naturels périurbains), et les terrains AU ou qui changent d’usage. Cela permettrait de tester et d’ajuster les méthodes, tout en créant des références concrètes pour convaincre les acteurs du marché.

90 - Exploitations agricoles, Tableaux de l’économie française (2019), Insee, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3676823?sommaire=3696937>

91 - Conformément au dernier alinéa de l’article L112-1-1 du code rural et de la pêche maritime, issu de l’article 25 de la loi n° 2014-1170 du 13 octobre 2014 d’avenir pour l’agriculture, l’alimentation et la forêt, un inventaire des friches agricoles est à réaliser tous les cinq ans par la commission départementale de la préservation des espaces naturels, agricoles ou forestiers (CDPENAF), sur demande du représentant de l’État dans le département (préfet), en vue de la détection des terres qui pourraient être réhabilitées pour l’exercice d’une activité agricole ou forestière.

## Récupération et gestion des données

### UN DIAGNOSTIC LORS DES MUTATIONS IMMOBILIÈRES, CONJOINTEMENT À UNE OBLIGATION DE RÉALISATION DANS LE TEMPS ?

La mise en œuvre du diagnostic lors de la mutation immobilière pose question dans les **territoires avec peu de ventes**, et où la donnée risque de mettre beaucoup de temps à remonter.

#### Recommandation 23

Après expérimentation du dispositif et à terme, allier une **obligation lors des mutations immobilières et un objectif butoir daté** (par exemple, avoir réalisé le diagnostic dans les dix années suivant sa mise au place au moment des mutations immobilière), afin de couvrir progressivement l'ensemble du territoire, même dans les zones détendues ou les fonciers peu mobiles.

### CENTRALISATION, CARACTÈRE PUBLIC ET ACCESSIBILITÉ DES DONNÉES

Dans un second temps, une fois le diagnostic réalisé, la récupération et la transmission des données relatives à l'état des fonctions des sols au niveau de la parcelle doivent s'appuyer sur un cadre structuré et des acteurs clairement définis. Les **notaires, en tant que points de contrôle** lors des transactions immobilières, pourraient s'assurer uniquement de l'existence du diagnostic, sans en valider le contenu, comme ils le font déjà pour d'autres documents réglementaires. Les notaires peuvent néanmoins attirer l'attention sur l'impact sur les marchés d'un tel diagnostic.

La **responsabilité de la transmission des données doit revenir aux diagnostiqueurs ou aux laboratoires**, qui, à l'instar des experts en DPE, seront soumis à des normes de formation et une méthode standardisée. Les normes de formations et de méthode seraient, par exemple, définies en amont par un groupement scientifique puis validées par une agence type AFNOR. Les données seraient transmises à un organisme national afin d'être nettoyées, uniformisées, et retravaillées avant leur publication. Par exemple, il existe déjà une Banque de données du Sol et du Sous-sol (BSS)<sup>92</sup> gérée et hébergée par le BRGM.

#### Recommandation 24

Encadrer la transmission et le traitement de la donnée, par exemple de la manière suivante :

- Seuls les laboratoires certifiés transmettent les données à l'organisme national chargé de les traiter.
- Ils sont soumis à des normes de réalisation et des formations normées.
- Les notaires, eux, pourraient s'assurer de l'existence du diagnostic au moment de la mutation immobilière.
- Un organisme national est chargé de nettoyer et d'uniformiser les données.

**Concernant la centralisation des données et leur accessibilité**, la mise en place d'une base de données nationale accessible sous forme de cartographie interactive pose la question de la protection des données personnelles<sup>93</sup>. A priori, **la publicisation est légale<sup>94</sup> dès lors que l'atteinte à la liberté est nécessaire, adaptée et proportionnée** (cf. Conseil Constitutionnel) et dès lors qu'il n'est pas porté atteinte aux données personnelles.

92 - "Sur InfoTerre, la BSS met à la disposition du public plus de 700 000 descriptions d'ouvrages souterrains accompagnées d'un ensemble de plus de 2 000 000 de documents numérisés. Près de la moitié des ouvrages possèdent une coupe géologique succincte, et environ 20% possèdent une coupe géologique élaborée vérifiée par un professionnel."

93 - La Commission nationale de l'informatique et des libertés a considéré, dans une délibération n° 2012-087 du 29 mars 2012 portant autorisation unique de traitements automatisés de données à caractère personnel mis en œuvre dans le cadre d'un système d'information géographique, qu'une base de données géographiques de référence qui a pour finalité de cartographier un territoire, local ou national, aux fins d'une meilleure gouvernance de l'aménagement territorial et qui comporte les références, le dessin et/ou l'adresse de la parcelle permettant indirectement d'identifier le propriétaire de la parcelle est, à ce titre, constituée de données à caractère personnel.

Article L312-1-2 du code des relations entre le public et l'administration affirme que les documents comportant des données personnelles ne peuvent être publiés en ligne que s'ils ont fait l'objet d'un traitement permettant de rendre impossible l'identification des personnes intéressées : ou si une disposition législative autorise une telle publication sans anonymisation ; ou si les personnes intéressées ont donné leur accord.

94 - Article L312-1-1 du code des relations entre le public et l'administration, créé par la loi pour une République numérique du 7 octobre 2016 : « Sous réserve des articles L311-5 et L311-6 et lorsque ces documents sont disponibles sous forme électronique, les administrations (...) publient en ligne les documents administratifs suivants : (...) les données, mises à jour de façon régulière, dont la publication présente un intérêt économique, social, sanitaire ou environnemental. ».

Dans la mesure où ces informations pourraient être considérées comme d'intérêt général puisque relatives à l'environnement<sup>95</sup>, mais aussi d'intérêt particulier pour les usagers puisqu'elles révèlent des qualités agronomiques ou de captation carbone, **il semble pertinent qu'elles soient rendues publiques**<sup>96</sup>.

**Il faut en effet que l'outil d'information soit adapté à l'objectif recherché.** Si l'objectif du législateur est principalement d'informer le décideur public en matière d'urbanisme et notamment dans le cadre du ZAN, alors les données pourraient être liées aux fichiers fonciers dont l'accès devrait alors simplement être demandé au Cerema qui gère actuellement les fichiers fonciers. De son côté, le registre des Secteurs d'Information sur les Sols (SIS), qui limite l'accès détaillé aux propriétaires de la parcelle concernée et aux autorités publiques, est un système intéressant s'il s'agit de prévenir d'un risque privé – ici une information pollution relative à la santé des habitants. Dans le cas du diagnostic des fonctions des sols, la question n'est pas uniquement celle de la protection des personnes (face au risque d'inondation par exemple) mais aussi de la préservation des propriétés du sol en tant que telles. Une solution serait ainsi de **publier des données à la parcelle mais anonymisées**, comme cela se fait avec la base de données DVF (demande de valeurs foncières) via Etalab à l'échelle de la parcelle.

Cependant, la **base de données DVF** est très spécifique et relative à la valeur économique, peut-être n'est-elle pas la plus évidente pour héberger de telles données. Il est certainement plus pertinent de joindre des informations sur la valeur écologique des parcelles sur une plateforme publique telles que **Géorisques, Géoportail ou le Géoportail de l'urbanisme**. Il existe aussi des plateformes pouvant être pertinentes mais sous statut privées, telles que Géofoncier.

- Géoportail est une plateforme publique développée par l'IGN dont le principal avantage est la précision des données géographiques, offrant des cartes détaillées (orthophotos, cadastre, topographie) régulièrement mises à jour. Géoportail permet de superposer plusieurs couches thématiques, utiles pour analyser l'occupation des sols et les caractéristiques du terrain à l'échelle de la parcelle, et donc aussi potentiellement la fonctionnalité des sols. Toutefois, il est moins axé sur l'analyse des risques environnementaux et nécessite une interprétation des données brutes. De plus, son interface, bien que riche en fonctionnalités, peut sembler complexe pour les non-initiés aux outils SIG.
- Par ailleurs, Géorisques, conçu par le Ministère de la Transition écologique, se concentre sur l'identification des risques naturels et technologiques. Il permet d'accéder à des informations sur les inondations, les glissements de terrain, la pollution des sols et les plans de prévention des risques (PPR). Son interface est relativement intuitive mais comporte moins de détails sur la composition des sols et particulièrement sur les usages agricoles, et certaines données peuvent être obsolètes.
- Géofoncier est une plateforme créée par l'Ordre des Géomètres-Experts (OGE) pour mettre à disposition de tous les données foncières, à l'échelle de la parcelle, générées par les géomètres-experts.

95 - L'article L124-2 du code de l'environnement qualifie d'informations relatives à l'environnement toutes les informations disponibles, quel qu'en soit le support, qui ont notamment pour objet : "1° L'état des éléments de l'environnement, notamment l'air, l'atmosphère, l'eau, le sol, les terres, les paysages, les sites naturels, les zones côtières ou marines et la diversité biologique, ainsi que les interactions entre ces éléments (...)"

96 - Conseil 20192493, la Commission d'accès aux documents administratifs (CADA) a examiné, lors de sa séance du 28 novembre 2019, le caractère communicable en ligne d'un fonds cartographique des friches agricoles potentielles. Elle a estimé que, même lorsque les informations en cause relèvent de la protection des données à caractère personnel, une balance des intérêts est effectuée, et conclut : "que les données à caractère personnel sont très limitées, qu'elles ne sont qu'indirectement identifiantes et sont inhérentes à la cartographie souhaitée par le législateur qui présente un intérêt certain pour l'environnement. Elle considère, par suite, qu'elle peut faire l'objet d'une diffusion en ligne sur le fondement des dispositions combinées des articles L124-1 à L124-5 et L124-8 du code de l'environnement et du 4° de l'article L312-1-1 du code des relations entre le public et l'administration, sans que les dispositions des articles L311-6 et L312-1-2 de ce dernier code y fassent obstacle."

## - Les sites et sols pollués : données disponibles et exemple de collecte de données

### CONTEXTE ET RÉGLEMENTATION

La politique nationale de gestion des sites et sols pollués repose sur la gestion des risques sanitaires et environnementaux suivant l'usage des milieux. Sur ce principe, une méthodologie a été établie et s'applique à tous les sites présentant potentiellement des problématiques de pollution dans les sols et autres milieux (eaux souterraines, eaux superficielles, etc.). Les sites concernés peuvent relever ou non de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), à savoir toutes les exploitations industrielles ou agricoles susceptibles de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances notamment pour la sécurité et la santé des riverains.

Il existe une méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, actualisée en 2017, qui repose sur cinq grands principes : un principe de spécificité ; une gestion des risques selon l'usage ; une maîtrise des sources de pollution et de leurs impacts ; suppression de la pollution à la source selon le principe de prévention et de correction des atteintes à l'environnement ; prise en compte d'un bilan coût/avantage avec une analyse de la faisabilité technique de la dépollution à un coût acceptable (démonstration financière). La notion d'usage dans la gestion des SSP a été précisée par le [décret du 19 décembre 2022](#), en application de la loi Climat et Résilience, qui distingue sept types d'usages : industriel, tertiaire, résidentiel, récréatif, agricole, accueil de populations sensibles et renaturation.

En complément de la législation sur les ICPE, la loi ALUR a également introduit en 2014 les **Secteurs d'information sur les sols (SIS)** répertorient les « terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et de mesures de gestion de la pollution » (article L. 125-6 du code de l'environnement). Ces études doivent être réalisées par des bureaux d'études certifiés LNE respectant les engagements de la norme X31-620-1, répertoriés par le [COFRAC](#). Les SIS permettent un meilleur accès à l'information des terrains sur lesquels l'Etat a une connaissance de la pollution. Ces zones comprennent des terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie notamment, en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et de mesure de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé et l'environnement. Arrêté par le préfet de département, ces secteurs seront annexés au document d'urbanisme et mis à disposition du grand public sur [Géorisques](#).

### DIAGNOSTIC DES SITES ET SOLS POLLUÉS

Les diagnostics SSP peuvent avoir lieu dans de nombreux contextes : état des lieux dans le cadre d'une transaction immobilière, état initial dans le cadre de l'exploitation d'une ICPE, présomption de pollution dans le cadre d'un accident ou d'une cessation d'activité avec changement d'usage, etc. Ils ne s'appliquent pas seulement aux sols mais aussi aux eaux souterraines et superficielles, aux sédiments, aux gaz du sol, à l'atmosphère, aux poussières, aux denrées alimentaires et aux terres excavées.

Ils ont pour objectif de caractériser les milieux impactés, les voies de transfert, les milieux d'exposition afin de comprendre quelles sont les sources de pollution susceptibles de se propager dans les milieux dans le cas des polluants organiques et inorganiques (essentiellement métaux lourds, hydrocarbures, composés organiques volatils, cyanure). Ne sont pas concernées par ces diagnostics les pollutions radioactives, pathogènes, pyrotechniques ou liées à l'amiante, qui font l'objet d'une réglementation spécifique.

Le diagnostic SSP suit une [méthode précise](#), composée d'études préalables (étude historique et documentaire, étude de vulnérabilité des milieux), d'investigations des milieux impactés sur site et hors site (étude IEM : Interprétation de l'état des milieux) avec nécessité, le cas échéant de caractériser un environnement local témoin. Ces analyses permettent de construire un schéma conceptuel des sources de pollution, voies de transfert et récepteurs, pour produire par la suite un plan de gestion.

## DONNÉES DISPONIBLES

Depuis 2020, l'application **InfoSols**, accessible via le portail GéoRisques, est gérée par le BRGM pour le compte du Ministère de la Transition Écologique, et regroupe différentes bases de données sur la pollution des sols, afin d'améliorer l'information des citoyens sur la pollution des terrains, optimiser le suivi et la gestion des terrains pollués ou potentiellement pollués ou encore pour conserver la mémoire des anciennes ICPE. Cette plateforme permet d'accéder à :

- La base de données **CASIAS**, anciennement dénommée BASIAS, qui recense les anciens sites industriels susceptibles d'être polluants, en se basant sur les inventaires historiques régionaux. Elle existe depuis 1978 et regroupait en 2020 plus de 323 000 sites.
- La base de données ex-**BASOL**, désormais nommée « informations de l'administration concernant des pollutions suspectées ou avérées ». Elle réunit 10 500 sites pollués ou potentiellement pollués, qui demandent une action de dépollution, et propose un ciblage plus fin que CASIAS.
- La base de données SIS qui recense les 6000 Secteurs d'information sur les sols.

Si la plateforme InfoSols a été créée pour unifier ces anciennes bases de données, elle permet aussi de communiquer avec les systèmes de gestion des ICPE, la base de données des établissements de l'INSEE, et l'application MAJIC permettant la mise à jour des informations cadastrales. Les acteurs de la saisie dans GéoRisques sont les services de l'État disposant d'information sur l'état de pollution des sols pour lesquels ils assurent la police et le contrôle, à savoir les DREAL, DRIEAT et DRIEE pour les installations classées, l'ASN pour les sites radium, l'IRSN pour les anciens sites miniers d'uranium, le ministère des Armées pour les sites militaires, Géodéris pour les anciens sites miniers, l'ARS pour les sites relevant de la loi sur l'eau, et le BRGM pour les SSP historiques. Les agents de consultation (bureaux d'étude, grand public) peuvent avoir accès à l'ensemble des données quel que soit le territoire ou l'organisme.

### Recommandation 25

Garantir le caractère public des données, et leur accès spatialisé via un portail préexistant accessible et intuitif. Les données seront publiées à l'échelle fine de la parcelle, mais anonymisées.

#### Quels supports possibles de centralisation des données ?

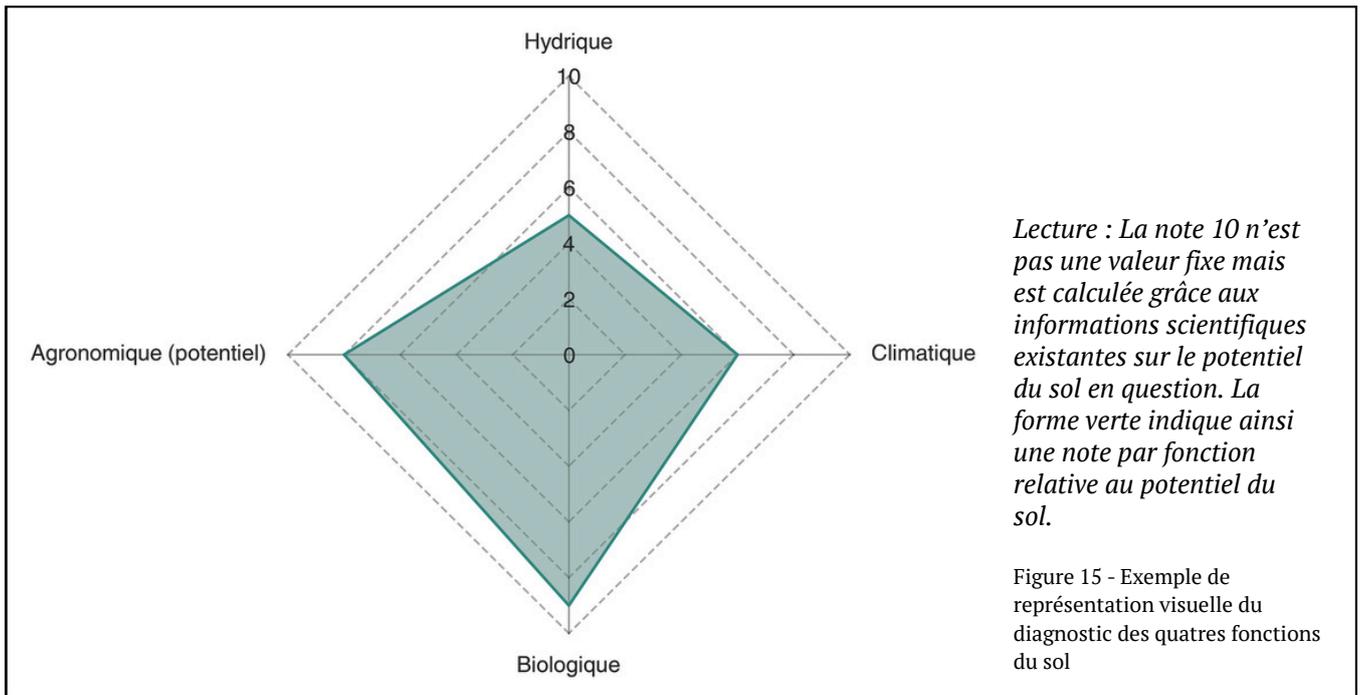
Dans une base publique (ex. Géoportail ou GéoRisques)	Rejoindre les SIS (Secteur d'information sur les Sols)
--	---

## Conclusion partielle : cadre formel du diagnostic

Sur la base des conditions et recommandations formulées précédemment, nous proposons un prototype de diagnostic qui pourrait revêtir les caractéristiques suivantes :

Cadre formel du diagnostic	
Moment du diagnostic	Lors des mutations immobilières + une obligation à 10 ans
Portage des coûts du diagnostic	Le propriétaire principalement
Validité du diagnostic	10 ans
Objectif du diagnostic	Créer une donnée scientifiquement reconnue, à l'échelle fine de la parcelle, sur l'état des fonctions des sols, dans un objectif de connaissance, de surveillance et de préservation des sols.
Présentation et lecture des résultats	<p>Quatre notes, par exemple de 1 à 10, pourraient apparaître sous forme de radar, reflétant les quatre fonctions écologiques des sols. Il pourrait être envisagé par la suite de faire apparaître une note agrégée des fonctions des sols, mais il n'existe à ce jour pas de fondement conceptuel quant à la hiérarchisation de l'importance relative des différentes fonctions<sup>97</sup>.</p> <p>Cette note par fonction prendra en compte deux indicateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'un établi par le travail de croisement des bases de données permettant d'obtenir des unités pédologiques homogènes ainsi que des informations relatives à la qualité de ces unités, et notamment sur leur potentiel de fonctionnalité.</li> <li>- l'autre, établi par les prélèvements sur site, combinerait indicateurs dynamiques et statiques</li> </ul> <p>En croisant ces deux informations, il s'agira de prendre en compte l'état des fonctions des sols par rapport à un potentiel intrinsèque, afin d'intégrer une dimension patrimoniale et contextualiser des résultats, comme ci-dessous.</p>

97 - L'étude IndiQuaSols précise que pour la "pondération entre critères, un coefficient est associé à chaque critère pour calculer une valeur globale de la qualité/santé du sol. [...] Une telle pondération relève d'une hiérarchisation entre fonctions qui doit être assumée par l'utilisateur de l'évaluation. En effet, si des systèmes d'agrégation sont bien proposés dans la littérature scientifique pour apporter une réponse pragmatique à la demande d'assemblage des informations, il n'existe pour autant pas de fondement conceptuel quant à la hiérarchisation de l'importance relative des différentes fonctions."



Cette représentation est une illustration à complexifier et ne peut suffire à elle seule : elle pose les jalons d'une réflexion à mener sur la représentation des données sur les sols.

En tout état de cause, elle doit être jointe à des informations qualitatives et à une mise au regard des usages du sol, notamment en termes de potentiel agronomique dont le caractère absolu pose question, puisque les fertilités d'un sol dépendent de leur différent usage productif.

# Conclusion et ouverture

---

**Un diagnostic des sols pour quelle mise en œuvre au service de la préservation des sols agricoles, naturels et forestiers ?**

# Vers une meilleure connaissance qualitative des sols dans le cadre des politiques publiques

## Exemples de politiques publiques nationales concernées

### ZÉRO ARTIFICIALISATION NETTE

La loi Climat & Résilience adopte une définition fonctionnelle de l'artificialisation, désormais inscrite à l'article L101-1-2 du code de l'urbanisme.

L'artificialisation est ainsi 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"*.

La loi Climat et résilience a défini deux objectifs, le premier en termes de réduction de la consommation d'ENAF entre 2021-2031 et un second qui vise l'absence nette d'artificialisation des sols d'ici 2050. Toutefois, en l'absence d'indicateurs plus précis, cette évaluation repose principalement sur des données d'occupation des sols issues d'images satellitaires (Observatoire de l'Occupation des Sols à Grande Échelle – OCS-GE), ce qui laisse persister certaines contradictions, notamment pour les sols artificiels construits sur dalle. À terme, une meilleure prise en compte des fonctions écologiques des sols sera donc nécessaire.

→ La perspective d'une étiquette relatant l'état des quatre fonctions écologiques des sols, grâce à un diagnostic fourni au moment des mutations immobilières, permet de poursuivre cet objectif : **compléter une approche du ZAN à ce stade principalement axée sur la planification territoriale** avec un diagnostic posant l'enjeu de la préservation des sols vivants à une échelle plus fine.

### LABEL BAS CARBONE

Plusieurs dispositifs incitent au stockage de carbone dans les sols, mais se basent principalement sur des pratiques de gestion plutôt que sur des objectifs de stockage mesurables. Le Label Bas Carbone, instauré par décret et arrêté du 28 novembre 2018, constitue un marché carbone volontaire reposant sur des méthodologies décrivant les pratiques favorables et calculant la quantité de carbone supposée stockée. Toutefois, **le stock réel de carbone dans les sols n'est pas directement mesuré, ce qui pourrait être le cas avec le diagnostic.**

## Politiques publiques locales

### UNE PLANIFICATION TERRITORIALE INFORMÉE SUR LES SOLS

L'objectif d'un diagnostic des fonctions des sols à l'échelle de la parcelle permet d'envisager un retraitement possible de cette information pour une éventuelle inscription (comme objectif de maintien ou d'amélioration des fonctions) dans les orientations stratégiques des documents de planification : SRADDET, SCoT, PLU-iH notamment. À cet égard, cela permet de guider les choix d'aménagement en fonction des enjeux que permettent d'aborder les sols (résilience face aux risques, souveraineté alimentaire, préservation de la biodiversité, etc.).

### DES STRATÉGIES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE PLUS PERTINENTES

De nombreuses collectivités engagent actuellement des stratégies d'adaptation de leur territoire au changement climatique. Elles le font à partir des données disponibles et d'éléments de perspectives sur le climat, les catastrophes naturelles et leurs fréquences, la ressource en eau, le prix de l'énergie... Les indicateurs de qualité des sols, en particulier ceux relatifs à la capacité d'infiltration et de stockage des eaux, de séquestration de carbone, et d'abondance et variété en matière de biodiversité seraient précieux afin d'établir des préconisations à la bonne échelle pour la gestion des usages, le couvert végétal, l'entretien des infrastructures. Les récents épisodes de vulnérabilité aux catastrophes naturelles (inondations, incendies) démontrent également l'utilité prédictive d'un suivi fin de la qualité des sols.

## Législation européenne

### LE RÈGLEMENT EUROPÉEN SUR LA RESTAURATION DE LA NATURE

Adopté au Parlement européen le 27 février 2024, puis par les États membres au Conseil européen le 17 juin 2024, il est entré en vigueur le 18 août 2024 et prévoit la restauration de 20% au moins des écosystèmes terrestres et marins de l'Union européenne (UE) d'ici à 2030 et de tous les écosystèmes dégradés d'ici à 2050.

L'article 1 du règlement impose aux vingt-sept États membres de l'UE de mettre en œuvre, d'ici à 2030, des mesures de restauration sur 20 % des terres et des espaces marins, mais uniquement dans les **zones dont l'état est connu**. Ce texte établit des objectifs juridiquement contraignants dans divers écosystèmes, notamment celui de restaurer au moins 30% de certains habitats en mauvais état : forêts, prairies, zones humides, rivières, lacs et fonds coralliens,

puis 60% d'ici 2040 et 90% d'ici 2050, en priorisant les zones Natura 2000 jusqu'en 2030. Les États membres ont deux ans pour soumettre leur plan national de restauration à la Commission. Des exigences précises sont mentionnées sur ces milieux : remettre en eau 30 % des tourbières d'ici 2030 et 50 % d'ici 2050, améliorer la connaissance de la biodiversité des écosystèmes forestiers en mesurant la quantité de bois mort et le nombre d'espèces d'oiseaux, planter trois milliards d'arbres supplémentaires d'ici 2030.

Pour améliorer la biodiversité dans les écosystèmes agricoles, les pays de l'UE devront progresser sur deux des trois indicateurs suivants : l'indice des papillons de prairies ; la part des terres agricoles présentant des particularités topographiques à haute diversité ; le stock de carbone organique dans les sols cultivés. Les pays doivent également prendre des mesures visant à augmenter l'indice des oiseaux communs des milieux agricoles, indicateurs de l'état général de la biodiversité.

Il peut ainsi être utile de connaître davantage les sols, pour en faire des zones dont l'état est connu, ainsi que pour avoir des connaissances relatives au stock de carbone dans les sols cultivés, sous réserve que cet indicateur soit retenu par la France.

### LES DIRECTIVES 2009/28/CE ET 2009/30/CE

Complétées en 2015, elles intègrent des critères de durabilité pour les productions d'énergies renouvelables en relation avec les sols. Certains types de sols sont exclus de la conversion pour la production de biocarburants et bioliquides, notamment les terres à forte biodiversité, les sols riches en carbone et les tourbières, illustrant la nécessité d'intégrer la qualité des sols dans les politiques énergétiques.

## EN PROJET : LA PROPOSITION DE DIRECTIVE EUROPÉENNE SUR LA SURVEILLANCE ET LA RÉSILIENCE DES SOLS

La proposition de directive européenne sur la surveillance et la résilience des sols, initialement présentée le 5 juillet 2023, a pour objectif d'établir un cadre harmonisé pour surveiller et améliorer la santé des sols au sein de l'Union européenne. A ce jour, il s'agit donc d'un texte non stabilisé.

En résumé, la proposition de Directive s'articule autour de 4 chapitres principaux :

- **Le chapitre I relatif aux dispositions générales** : la mise en place d'un cadre commun de surveillance et d'évaluation de l'état des sols fondé sur des districts de gestion des sols définis par les États membres, appelés "soils districts".
- **Le chapitre II relatif à la surveillance et évaluation de la santé des sols** : ce cadre repose sur plusieurs éléments tels que des descripteurs physiques, chimiques et biologiques obligatoires ou facultatifs des sols dont le détail figure en annexe de la directive, des critères de santé, d'occupation et d'imperméabilisation des sols, des modalités de prélèvements d'échantillons, ainsi que la création d'un portail numérique sur la santé des sols.
- **Le chapitre III relatif à la gestion durable des sols** : la directive ne fixe pas d'objectifs de bon état à atteindre mais demande aux États membres de définir une liste de pratiques favorables et de celles ayant une incidence négative sur les sols.
- **Le chapitre IV relatif aux sites contaminés** : les États membres sont tenus d'adopter une approche fondée sur les risques pour maintenir les sites contaminés et potentiellement contaminés à un niveau acceptable.

Depuis sa présentation, la proposition a fait l'objet de plusieurs révisions. La commission de l'Environnement, de la santé publique et de la sécurité alimentaire (ENVI) du Parlement européen a adopté une version amendée le 11 avril 2024. Le Conseil de l'Union européenne a dégagé une orientation générale le 17 juin 2024, permettant d'entamer les négociations interinstitutionnelles. Le texte est désormais en trilogie. Autant au niveau des définitions des "soils districts" que des indicateurs à utiliser, de nombreuses incertitudes demeurent, mais les données recueillies à travers un dispositif de diagnostic au moment des mutations immobilières pourrait **participer à terme à la surveillance et à la résilience des sols et ainsi à la transposition de la directive.**

## DIRECTIVE EUROPÉENNE "CORPORATE SUSTAINABILITY REPORTING DIRECTIVE"

La CSRD est en vigueur depuis le 1er janvier 2024 ; elle s'appuie sur le principe de la double matérialité auxquels seront soumis tous les critères ESG (changement climatique, biodiversité, sujets sociaux, gouvernance, ...). Les normes techniques sont traduites dans des ESRS (European Sustainability Reporting Standards). Les sols sont notamment concernés par l'ESRS E1 (Changement Climatique), l'ESRS 2 (Pollution), ESRS 4 (Biodiversité et Écosystèmes). **Ces nouvelles obligations s'appliquant à 52 000 entreprises nécessitent un niveau d'information plus fin sur le vivant**, et dans lequel le diagnostic des sols pourrait être utile, par exemple pour rendre compte des dégradations causées par les entreprises sur la biodiversité des sols (ESRS 4) ou sur leur capacité de captation de carbone (ESRS E1).

## 02

# Vers une meilleure connaissance des sols pour éclairer le marché ?

L'état et la santé des sols constituent, à court, moyen ou long terme, un facteur important de contrainte de l'usage qui en est fait. A cet égard, c'est un déterminant :

- Des risques qui pèsent sur les ouvrages bâtis (inondation, retrait/gonflement d'argile, etc.),
- Des risques qui pèsent sur la production agricole ou sylvicole (rendements, espèces cultivables).

Ces éléments sont susceptibles d'affecter un bien foncier et immobilier mis sur le marché, en jouant sur sa liquidité ainsi que sur son prix. À cet égard, une meilleure information concernant des fonctions telles que celles relatives à la capacité d'infiltration des eaux, la capacité de stockage des eaux, du carbone, et la capacité de production de biomasse constitue un **potentiel signal de marché**.

Par ailleurs, dans le cadre des travaux sur les externalités environnementales positives et négatives dans les logiques de marché et de "reporting", ces informations sur la fonctionnalité des sols pourraient permettre aussi bien de renseigner des critères européens de la Corporate Sustainability Reporting Directive (tels que E1-7 Projets d'absorption et d'atténuation des GES ou ESRS-E4 Biodiversité et écosystèmes), que de valoriser des pratiques

vertueuses envers les sols à travers par exemple des paiements pour services environnementaux, des crédits carbone, crédits biodiversité, etc.

Cependant, si ces données peuvent venir alimenter un marché de type "actifs naturels", l'Institut recommande qu'il soit **extrêmement strict dans sa construction en amont (voir II.2.), pour ne pas favoriser la compensation au détriment de l'évitement et de la réduction des dégradations sur les sols, ni les logiques de financiarisation du foncier naturel, agricole et forestier**.

Plus globalement, **l'importance de mieux qualifier la dégradation des fonctions des sols ne peut se substituer à la nécessité de réduire drastiquement l'artificialisation des sols** et d'accompagner la transition écologique vers des pratiques qui restaurent les sols ou maintiennent leur santé.

## 03

# Vers une meilleure connaissance des sols par le grand public

Les sols sont aujourd'hui l'un des parents pauvres de la pédagogie aux enjeux environnementaux, même s'ils connaissent dans la période récente un regain d'intérêt (par exemple avec la fresque du sol). Le retard, dans le socle commun des savoirs comme dans le débat public, reste encore grand lorsque l'on compare aux débats qui ont cours sur la sobriété énergétique, sur le climat ou même sur la biodiversité.

De même que **l'empreinte carbone** est désormais un terme d'usage quotidien, l'acculturation de la population à la sobriété énergétique doit beaucoup à la fameuse « étiquette énergétique » présente sur certains biens de consommation (électroménager, véhicules, etc) et, désormais, sur les annonces de logement du marché immobilier.

La mise en œuvre d'un diagnostic des quatre fonctions des sols lors des mutations immobilières permet d'envisager une formalisation à travers un **outil lisible et grand public qui pourrait être un vecteur massif d'acculturation**.

## 04

# Conclusion générale

La mise en place d'un diagnostic obligatoire visant à connaître l'état des quatre fonctions des sols lors des mutations immobilières présente un intérêt tant pour la puissance publique que pour les acteurs privés. Il permettrait de mieux évaluer la résilience et les potentiels des parcelles, tout en éclairant les décisions d'aménagement ou de protection à différentes échelles.

Cependant, connaître les sols ne suffit pas à les protéger : la connaissance ne précédera l'action que si elle s'accompagne d'un cadre d'application vigilant exposé dans cette étude à travers les recommandations et conditions de mise en œuvre. C'est à cette condition que le diagnostic pourra devenir un outil pertinent et nécessaire de régulation environnementale de la gestion du foncier.

En outre, un tel dispositif devra intégrer la mise à disposition des données de manière compréhensible et contextualisée, ainsi que des capacités d'accompagnement, permettant à termes à chaque propriétaire et usager potentiel (collectivités, aménageurs, exploitants) de traduire l'information en choix de gestion. La première étape est ainsi de mettre à disposition une donnée sur les sols à l'échelle pertinente encore manquante, la seconde sera de proposer des incitations de préservation et des leviers concrets de restauration des fonctions altérées.

Ce rapport a donc vocation à guider le législateur dans la construction d'un cadre d'acquisition de connaissance sur les sols en vue de leur préservation et restauration, intégrant scientificité et accessibilité des données. La connaissance des sols doit s'inscrire dans une dynamique de préservation éclairée des sols français.

# Bibliographie

## RÉFÉRENCES SCIENTIFIQUES

- Amossé, J., & Recous, S. (2015). Indicateurs biologiques de la qualité des sols et évolution après changement de pratiques agricoles. *Cilufer-Gemas*.
- Anthony, M. A., Bender, S. F., & Van Der Heijden, M. G. A. (2023). Enumerating soil biodiversity. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 120 (33). <https://doi.org/10.1073/pnas.2304663120>
- Ay, J., Pousse, N., Rigou, L., & Thannberger, L. (2020). Vers une évaluation des coûts de la dégradation des sols : éléments de cadrage, outil d'analyse et études de cas. *Étude et Gestion des Sols*, 27 (1), pp.147-162 <https://hal.inrae.fr/hal-02884120v1>
- Balesdent, J., Dambrine, É., & Fardeau, J. (2023). *80 clés pour comprendre les sols*. Quae.
- Béchet, B., Bissonais, Y. L., Ruas, A., Aguilera, A., André, M., Andrieu, H., Ay, J., Baumont, C., Barbe, E., Beaudet, L. V., Belton-Chevallier, L., Berthier, E., Billet, P., Bonin, O., Cavailhes, J., Chancibault, K., Cohen, M., Coisnon, T., Colas, R., Desrousseaux, M. (2017). Sols artificialisés et processus d'artificialisation des sols : déterminants, impacts et leviers d'action. Rapport. HAL (le Centre Pour la Communication Scientifique Directe). <https://doi.org/10.15454/731a-nn30>
- Blanchart, A. (2018). Vers une prise en compte des potentialités des sols dans la planification territoriale et l'urbanisme opérationnel. Thèse en agronomie, Université de Lorraine. <https://theses.hal.science/tel-02075744/>
- Bouma, J. (2014). Soil science contributions towards Sustainable Development Goals and their implementation : linking soil functions with ecosystem services. *Journal Of Plant Nutrition And Soil Science*, 177(2), 111-120. <https://doi.org/10.1002/jpln.201300646>
- Bünemann, E. K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., De Deyn, G., De Goede, R., Flesskens, L., Geissen, V., Kuyper, T. W., Mäder, P., Pulleman, M., Sukkel, W., Van Groenigen, J. W., & Brussaard, L. (2018). Soil quality – A critical review. *Soil Biology And Biochemistry*, 120, 105-125. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.01.030>
- Chartin, C., Kruger, I., Stevens, A., Van Wesemael, B., & Carnol, M. (2015). Carbone organique, biomasse et activité microbienne des sols : vers un indicateur de la qualité des sols en Wallonie. Rapport. Service Public de Wallonie - DGARNE / Université Catholique de Louvain/ Université de Liege. [https://etat.environnement.wallonie.be/files/indicateurs/SOLS/SOLS%202/490\\_781\\_CARBIOSOL-rapport\\_final.pdf](https://etat.environnement.wallonie.be/files/indicateurs/SOLS/SOLS%202/490_781_CARBIOSOL-rapport_final.pdf)
- Consalès, J., Blanchart, A., Séré, G., Vidal-Beaudet, L., & Schwartz, C. (2022a). The soil, a resource to be considered in urban planning strategies : Setting up a collaborative approach to build a decision-making tool for land use. *Projets de Paysage*, 27. <https://doi.org/10.4000/paysage.31354>
- Cousin, I., Desrousseaux, M., Leenhardt, S., Angers, D., Augusto, L., Ay, J., Baysse-Lainé, A., Branchu, P., Brichler, M., Prévost-Bouré, N. C., Campagnone, C., Froger, C., Gros, R., Hermon, C., Itey, J., Keller, C., Laroche, B., Lelievre, V., De Mareschal, S.,... Violle, C. (2024). Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs. Synthèse du rapport scientifique de l'étude. <https://doi.org/10.17180/k4j0-m162>
- Curmi, P., Hilal, M., Cavailhès, J., Ay, J., Brayer, J., Bargeot, L., Brochier, M., Carlot, A., Davadan, M., & Laroche, B. (2009). Incidence de la qualité du sol sur la formation du prix des terres agricoles. 10èmes Journées d'Étude des Sols, Strasbourg <https://hal.inrae.fr/hal-02758071v1>
- Faburel, G., Lévêque, F., Berthelot, K., Girault, M., Ferreira, L., & Nicolas, C. (2023). Vivre les fournaies urbaines. Enquête sur les vécus climatiques et les engagements écologiques dans les villes du sud de la France durant l'été 2019. *Triangle*, EHESS, Université de Lyon, pp.62. <https://hal.science/hal-04012154v1>
- Guilbault, P. (2005). Impact des pratiques culturelles sur la vie du sol et le stockage du carbone. *VertCarbone*.
- Kok, N., McLeland, S., & Rietveld, P. (2014). The Value of Resilience : Evidence from the Housing Market. *Environmental Economics And Policy Studies*, 16(2), 157-173. <https://doi.org/10.1007/s10018-013-0047-0>

Le Gouée, P. (2024). Les sols de la métropole Rouen Normandie : De l'élaboration du référentiel pédologique à l'évaluation et l'analyse territorialisée de leurs fonctions écologiques. Visigol.  
[https://books.google.fr/books/about/Les\\_sols\\_de\\_la\\_M%C3%A9tropole\\_Rouen\\_Normandi.html?id=VNLt0AEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.fr/books/about/Les_sols_de_la_M%C3%A9tropole_Rouen_Normandi.html?id=VNLt0AEACAAJ&redir_esc=y)

Lefebvre, R., & Rouquett, M. (2011). Pression urbaine et prix du foncier agricole : Une analyse des effets de la démographie sur les prix fonciers et la rentabilité agricole. *Revue d'économie agricole et agroalimentaire*, 19(2), 56-71.

Letombe, G., & Zuideau, B. (2005). Impact d'un établissement industriel polluant sur les valeurs immobilières de proximité : le cas de Metaleurop-Nord. *Économie Appliquée*, 58(4), 161-191.  
<https://doi.org/10.3406/ecoap.2005.3169>

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

Party, D., Pousse, J., & Thareau, B. (2014). Les critères de fixation du fermage et la valorisation des terres agricoles en France. *Revue d'économie rurale*, 67-85.

Pouyat, R. V., Yesilonis, I. D., & Nowak, D. J. (2006). Carbon Storage by Urban Soils in the United States. *Journal Of Environmental Quality*, 35(4), 1566-1575.  
[h](#)

Rebai, L. (2021). Natural disasters, land-use regulation and real estate markets in France [Thèse en cours]. Toulouse School of Economics.

Rosenwald, J., & Melot, L. (2014). Les effets inflationnistes des zonages environnementaux sur les prix des terres agricoles et immobilières : étude de cas sur le Bassin d'Arcachon et autres zones. *Projets et Politiques Territoriales*, 14(3), 25-43.

## RÉFÉRENCES JURIDIQUES

LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (1)  
[https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article\\_lc/JORFARTI000043957221](https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/JORFARTI000043957221)

Loi n° 2023-175 du 10 mars 2023, demande aux Chambres d'agriculture d'élaborer un document cadre pour l'identification de parcelle agricoles, naturelles et forestières susceptibles d'accueillir des installations photovoltaïques au sol.  
[https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000022658226/2010-07-29](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000022658226/2010-07-29)

Proposition de loi n°1736 visant à instaurer un diagnostic de la santé des sols des terrains agricoles, naturels et forestiers, enregistrée à la Présidence de l'Assemblée nationale le 12 octobre 2023, présentée par M. Richard Ramos et plusieurs députés.  
[https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/textes/116b1736\\_proposition-loi.pdf](https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/textes/116b1736_proposition-loi.pdf)

Proposition de loi Trajectoire de réduction de l'artificialisation concertée avec les élus locaux, déposé au Sénat le 11 mars 2025 par Nicole Bonnefoy et d'autres sénateurs.  
[https://www.senat.fr/amendements/2024-2025/373/Amdt\\_20.html](https://www.senat.fr/amendements/2024-2025/373/Amdt_20.html)

Commission des Affaires économiques du Sénat, 2025, Instaurer une trajectoire de réduction de l'artificialisation concertée avec les élus locaux.  
<https://www.senat.fr/lessentiel/pp124-124.pdf>

# Annexes

## Sommaire des annexes

1. Contributeurs et contributrices experts ayant été concertés lors de la phase de groupes de travail et de questionnaire
2. Tableau récapitulatif des méthodes de diagnostic existantes investiguées (version en ligne : <https://www.transitionfonciere.fr/diagnostic-sols>)
3. Comptes-rendus détaillés des groupes de travail (version en ligne : <https://www.transitionfonciere.fr/diagnostic-sols>)

### 1 Contributeurs et contributrices experts ayant été concertés lors de la phase de groupes de travail et de questionnaire

#### LORS DES ENTRETIENS (NOMS ET DATES DE RÉALISATION – PAR DATES) :

Lionel Ranjard, directeur de recherche en biologie du sol INRAE : 09.04.24 et 23.05.24  
Laurent Thannberger, directeur R&D, groupe VALGO : 22.05.24  
Eva Baraud, pédologue, chambre d'agriculture de l'Oise : 23.05.24  
Clélia Van de Castele, chargée d'études de sol, ARIES Consultants : 04.06.24  
Anne Blanchart, Cofondatrice et présidente de Solc&Co (devenu EODD) : 12.06.24  
Christophe Calvaruso, pédologue, fondation du BE EcoSustain, Équipe scoring Genesis Soil Health : 21.06.24  
Domitille Guilloton, business development, Genesis Soil Health : 21.06.24  
Camille Chauvin, ingénieur de recherche, ELISOL Environnement : 24.06.24  
Cédric Le Guillou, directeur de projets R&D, EODD ingénieurs conseils : 24.06.24  
Justine Le Net, référente technique agro-urbanisme, Aurea Agrosociences : 25.06.24  
Matthieu Valé, responsable scientifique, Aurea Agrosociences : 25.06.24  
Alain Brauman, directeur de recherche, IRD : 03.10.24

#### LORS DES GROUPES DE TRAVAIL :

Eva BARAUD – Agro-pédologue, Chambre d'agriculture de l'Oise  
Jean-Luc BARTMANN – Vice-Président du Conseil National de l'Expertise Foncière Agricole et Forestière (CNEFAF)  
Constance BERTE – Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP)  
Inès BLANC-DURAND – Avocate spécialisée en droit de l'environnement et urbanisme  
Luc BLANCHARD – Co-président de France Nature Environnement (FNE) Île-de-France  
Jeanne BOUILLOT – Chargée d'accompagnement France Foncier+ à la Banque des territoires  
Christophe CALVARUSO – Genesis et EcoSustain  
Camille CHAUVIN – Ingénieur recherche, ELISOL environnement  
Adèle COURBINEAU – Ingénieure conseil, CELESTA LAB  
Laurent FOUX – Géomètre, Ordre des géomètres experts (OGE)  
Battle KARIMI – Directrice scientifique, Novasol Experts  
Cédric LE GUILLOU – Directeur R&D Refonctionnalité des sols à EODD Ingénieurs Conseils  
A Justine LE NET – Référente technique Agro-urbanisme à AUREA AGROSCIENCES  
Thomas LACAZE – Directeur technique, Etablissement public foncier d'Ile-de-France

Félix MAILLY – Fondation pour la Nature et l’Homme (FNH) expert biodiversité et Zéro artificialisation nette (ZAN)  
 Kathleen MONOD – Coordinatrice thématique aménagement du territoire, Office Français de la Biodiversité (OFB)  
 Christelle NEAUD – Responsable d’études écologie urbaine au Centre d’études et d’expertise sur les risques, l’environnement, la mobilité et l’aménagement (CEREMA)  
 Antoine PIERART – Coordinateur Qualité des sols et Prospective à l’Agence de l’environnement et de la maîtrise de l’énergie (ADEME)  
 Candice PIGEARD – Directrice partenariats à l’Institut de la Transition foncière (ITF)  
 Caroline PLANCON – Juriste foncier indépendante  
 Thierry POPOT – Président du CNEFAF  
 Zoé RAIMBAULT – Ingénieure recherche à l’ITF  
 Lionel RANJARD – Directeur recherche à l’Institut national de recherche pour l’agriculture, l’alimentation et l’environnement (INRAE)  
 Michèle RAUNET – Notaire associée, Chevreux  
 Thomas RAULET – Directeur programme France Foncier+ à la Banque des territoires  
 Laurent THANNBERGER – Directeur R&D, VALGO  
 Quentin VINCENT – Co-fondateur et directeur technique, Sol &co (devenu EODD)

#### PAR QUESTIONNAIRE :

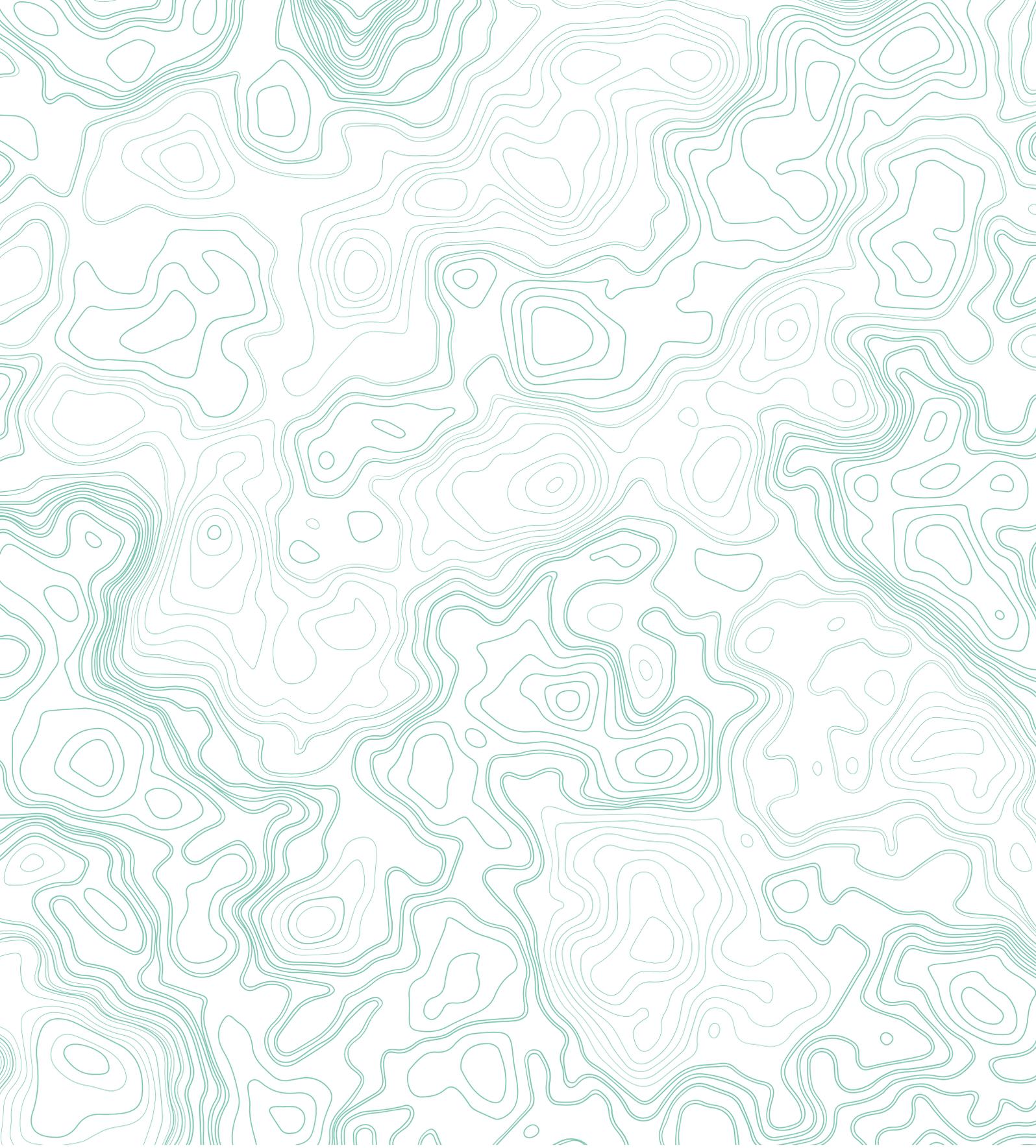
Nicolas AGRESTI, directeur des études à la Fédération nationale des SAFER  
 Charles CLARON, doctorant en économie écologique, Centre International de Recherche sur l’Environnement et le Développement (CIRED)  
 Mickaël DIDAT, juriste à la Chambre d’agriculture Grand Est

#### LORS DES RELECTURES :

Anne BLANCHART, Directrice d’affaires et métier Sols vivants, Sol &co devenu EODD  
 Nolwenn BOUGON, Chargée de mission recherche État des sols et des milieux aquatiques en lien avec l’agriculture à l’Office Français de la Biodiversité  
 Myriam BUITRAGO, Ingénieurs sols à l’ADEME  
 Camille CHAUVIN – Ingénieur recherche, ELISOL environnement  
 Audrey DELALOY, Directrice départementale SAFER Auvergne-Rhône-Alpes, Service départemental de la Métropole de Lyon  
 Maylis DESROUSSEAU, Maîtresse de conférences, Lab’urba, Ecole d’urbanisme de Paris  
 Cécile GRAND, Service Sitésol de l’Ademe  
 Benoît GRIMONPREZ, Professeur de droit rural, Université de Poitiers  
 Battle KARIMI – Directrice scientifique, Novasol Experts  
 Tanguy MARTIN, Médiateur foncier Pays de la Loire et chargé de plaidoyer national à Terre de liens  
 Kathleen MONOD, Coordinatrice thématique aménagement du territoire, OFB  
 Antoine PIERART, Coordinateur Qualité des sols et prospective à l’ADEME  
 Michèle RAUNET, Notaire, Chevreux  
 Bérénice ROBINE, Notaire, Chevreux  
 Quentin VINCENT – Co-fondateur et directeur technique, Sol &co (devenu EODD)



Institut  
de la **Transition**  
**Foncière**



Soutenu par

