



MINISTÈRE DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION

Étude de parangonnage sur les dispositifs d'information concernant la qualité des sols agricoles

Rapport CGEDD 013156-01 et CGAAER n° 19104

établi par
Claude GITTON (CGEDD)
Gérard FALLON (CGAAER)

Juin 2020



Les auteurs attestent qu'aucun des éléments de leurs activités passées ou présentes n'a affecté leur impartialité dans la rédaction de ce rapport.

Statut de communication	
<input type="checkbox"/>	Préparatoire à une décision administrative
<input type="checkbox"/>	Non communicable
<input type="checkbox"/>	Communicable (données confidentielles occultées)
<input checked="" type="checkbox"/>	Communicable

Sommaire

Résumé	6
Liste des recommandations	9
Introduction – Éléments de contexte	10
Les objectifs de la mission.....	10
Un contexte européen favorablement orienté pour la préservation des sols	10
Le Plan biodiversité et son action 51	11
1 Méthodologie et démarche	12
1.1 Le périmètre de la mission	12
1.2 Le regard sur le porter à connaissance d’informations sur la qualité des sols	12
1.3 Les canaux de recueil d’informations	12
1.3.1 En France.....	12
1.3.2 À l’étranger	13
2 Les enjeux du porter à connaissance de la qualité des sols agricoles	14
2.1 Notion de qualité des sols agricoles - Fonctions des sols et services écosystémiques.....	14
2.2 Le point de situation présenté par l’ADEME	14
2.3 Le sol en deux ou trois dimensions : sol-surface et sol-milieu	16
2.4 Sol-patrimoine et sol-ressource	17
2.5 Menaces sur les sols.....	18
2.6 Connaître et faire connaître la qualité des sols agricoles pour répondre à des préoccupations d’intérêt particulier et d’intérêt collectif	18
2.7 Rendre compte de la qualité des sols agricoles	19
2.7.1 La question des indicateurs	19
2.7.2 Les approches d’évaluation visuelle.....	20
3 La prise en compte de la qualité des sols agricoles dans les usages agricoles	21
3.1 La prise en compte de la qualité des sols agricoles dans les relations propriétaire/exploitant.....	21
3.1.1 Baux ruraux	21
3.1.2 Sols et aménagement foncier rural	24
3.2 La prise en compte de la qualité des sols agricoles pour préserver un potentiel de production agricole et alimentaire	25
3.2.1 Suisse : surfaces d’assolement	25
3.2.2 Slovaquie : fonds primaire agricole	26
3.3 La prise en compte de la qualité des sols agricoles pour optimiser leur utilisation en tant que facteur de production.....	27
3.3.1 La proposition d’un outil européen d’évaluation multifonctionnelle des sols : le Soil Navigator	27
3.3.2 Royaume-Uni : le projet « Soils Matrix »	28

3.3.3	France - Diagnostic humus : un diagnostic pour l'état des lieux préalable à un bail rural à clauses environnementales en agriculture biologique	29
3.3.4	France - La qualification des sols et le porter à connaissance dans la démarche Agrinnov –REVA : l'impact des pratiques sur la vie des sols.....	30
3.3.5	France - TypTerres : caractériser les sols agricoles par une approche typologique simplifiée pour répondre aux besoins opérationnels des agronomes.....	32
3.3.6	Suisse : management des sols par la gestion de la matière organique	33
3.3.7	France – Suisse : le projet Sols vivants	34
3.3.8	France – Greenback : un projet d'agence mondiale de notation des sols	35
3.3.9	Europe et France : dispositifs d'étiquetage.....	37
3.4	Enseignements et recommandations.....	39
3.4.1	Répondre au besoin de connaissance des utilisateurs et gestionnaires de sols agricoles	39
3.4.2	Arrêter une méthode d'évaluation de l'état carboné des sols agricoles	39
3.4.3	Informé pour responsabiliser ; simplifier pour informer	40
3.4.4	Accompagner les démarches des agriculteurs visant à favoriser le bon état des sols	41
4	La prise en compte de la qualité des sols agricoles dans la gestion de projets à finalité non spécifiquement agricole.....	42
4.1	Le dispositif des attestations de sol en Belgique.....	42
4.2	La prise en compte de la qualité des sols dans l'aménagement et l'urbanisation des territoires.....	44
4.2.1	Slovaquie : La politique slovaque de lutte contre l'artificialisation des sols.....	44
4.2.2	Allemagne : Le concept de protection des sols de Stuttgart (Bodenschutzkonzept Stuttgart - BOKS) : la gestion qualitative d'un contingent foncier potentiellement urbanisable.....	45
4.2.3	Suisse : Élaboration d'indicateurs de sol en faveur d'un aménagement territorial durable (BOKS et SQUID).....	46
4.2.4	France : le projet MUSE.....	47
4.3	La prise en compte de la qualité des sols aux fins de compensation environnementale.....	48
4.4	Enseignements et recommandations.....	49
4.4.1	Être exigeant sur l'intégration de la multifonctionnalité des sols dans l'évaluation de l'impact des projets	49
4.4.2	Généraliser l'information sur la qualité des sols	50
4.4.3	Intégrer la multifonctionnalité des sols dans les démarches territoriales de gestion foncière.....	50
	Conclusion.....	52
	Annexes.....	53
	Annexe 1. Lettre de mission	54
	Annexe 2. Liste des personnes rencontrées	57
	Annexe 3. Place des sols dans le Plan biodiversité de juillet 2018.....	59

Annexe 4.	Quelques éléments sur l'évolution du droit des sols en France	61
Annexe 5.	Construction en Languedoc-Roussillon d'un indicateur de potentiel agronomique des sols comme outil d'une prévision à long terme.....	63
Annexe 6.	Évaluation visuelle de la structure des horizons de surface des sols cultivés (VESS)	64
Annexe 7.	Un exemple d'évaluation du potentiel de rendement agricole des sols La méthode SQR de Muencheberg (Muencheberg Soil Quality Rating - SQR).....	67
Annexe 8.	Politique slovaque des sols.....	69
Annexe 9.	Soil Navigator, outil européen d'évaluation multifonctionnelle des sols	72
Annexe 10.	Soils Matrix : schéma de fonctionnement.....	75
Annexe 11.	Diagnostic humus (Terre de liens).....	76
Annexe 12.	Exemples d'étiquetage de biens immobiliers et de produits.....	77
Annexe 13.	Attestation de sol en Belgique.....	81
Annexe 14.	Méthode de qualification des sols dans le Bade-Wurtemberg et adaptation au projet BOKS de Stuttgart.....	86
Annexe 15.	Sélection bibliographique	88
Annexe 16.	Glossaire des sigles et acronymes.....	91

Résumé

Le regard porté sur les sols a beaucoup évolué au cours des dernières décennies. Au sortir de la Seconde Guerre mondiale, une des priorités des politiques publiques a été d'assurer la sécurité alimentaire et d'augmenter le volume de la production agricole. Dans ce contexte, les sols devaient permettre la production agricole et l'évolution de l'agriculture a été notamment marquée par la mécanisation, la motorisation, les aménagements fonciers, l'utilisation d'engrais chimiques, le recul de l'élevage et une spécialisation des exploitations et des territoires. Dans le même temps, le développement de l'économie française a conduit à artificialiser des terres agricoles à un rythme soutenu.

Les constats suivants marquent l'évolution de l'appréciation des enjeux liés aux sols :

- Les sols constituent une ressource finie, non renouvelable à l'échelle de temps humaine, et il est nécessaire d'en faire une consommation avec une grande sobriété ;
- Les menaces sur les sols sont nombreuses et les pratiques agricoles sont des déterminants importants de la qualité des sols, qu'elles peuvent dégrader ou au contraire protéger et améliorer ;
- Les fonctions des sols sont multiples. Outre la fonction de production de biomasse (agricole et forestière), les sols ont une fonction dans la purification et la régulation de l'eau, la séquestration du carbone, l'habitat pour la biodiversité et le cycle des nutriments.

Le Plan biodiversité adopté en juillet 2018 souligne la nécessité de porter un regard nouveau sur les sols. Il met notamment l'accent sur l'impérieuse exigence d'une limitation de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers pour atteindre l'objectif de « zéro artificialisation nette ». Il a pour ambition d'améliorer les connaissances sur la biodiversité des sols et de développer les pratiques agricoles et forestières permettant de conserver cette ressource, de la restaurer et de la valoriser. Son action 51 promeut l'établissement de diagnostics, afin qu'acquéreurs et fermiers bénéficient d'une information sur l'état des sols.

La mission a été chargée d'examiner la situation d'autres pays européens et de proposer un déploiement de l'action 51 du Plan biodiversité. L'état des lieux est le suivant.

L'Union européenne se préoccupe des sols, même en l'absence d'une directive-cadre dédiée. Tous les pays mènent une politique des sols, dont une partie seulement est directement liée à l'application de textes communautaires.

Aucun des pays européens investigués ne présente de dispositions réglementaires imposant de porter à la connaissance des propriétaires fonciers et des exploitants agricoles une information sur la qualité des sols cultivés. En revanche, diverses initiatives reposant sur une caractérisation des sols et une information des usagers sont mises en œuvre pour des motifs de sécurité alimentaire nationale, de santé publique, d'aménagement du territoire ou de lutte contre le changement climatique.

La connaissance sur les sols en France est bonne et est souvent citée en exemple à l'étranger.

La multifonctionnalité des sols est de mieux en mieux connue dans le monde de la recherche. Toutefois, cette connaissance pénètre peu les sphères de décision, que ce soit pour la gestion des sols agricoles ou pour la consommation de sols agricoles par artificialisation.

En particulier, le statut du fermage reste marqué par la prééminence de la fonction de production et accorde une place prépondérante à l'initiative du preneur pour la valoriser. Le droit actuel se prête peu à l'introduction dans un bail rural de clauses permettant une amélioration des pratiques par rapport à celles de l'exploitant précédent. Les dispositifs récents tels que les baux ruraux à clauses environnementales ou les obligations réelles environnementales ouvrent néanmoins cette voie.

La connaissance scientifique des sols ainsi que les projets professionnels et territoriaux qui visent à raisonner l'utilisation de cette ressource en prenant en compte sa multifonctionnalité reconnaissent l'importance du carbone organique comme facteur favorable à la santé des sols et à leur fertilité. Plus largement, par la capacité de stockage de carbone qu'ils représentent, les sols agricoles ouvrent

d'importantes perspectives dans l'atténuation du changement climatique et occupent une place essentielle dans la stratégie nationale bas-carbone. Celle-ci a l'ambition de faire évoluer la gestion des sols pour passer d'une situation où ils sont émetteurs de CO₂ à une situation où ils constituent un puits majeur de carbone. La teneur en carbone organique est par ailleurs un facteur favorable à la santé des sols et à leur fertilité.

Le stockage du carbone dans les sols peut donc constituer le fil conducteur d'un déploiement de la politique publique en faveur des sols agricoles. Les travaux conduits dans le cadre de l'initiative « 4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat » peuvent être mobilisés. Un tel fil conducteur permet une bonne lisibilité de la politique. Cette approche se révèle multifonctionnelle, malgré l'utilisation d'un critère unique.

Les initiatives de **caractérisation multifonctionnelle des sols** font ressortir **deux éléments constants : leur état structural et leur composition organique** (abordée en termes de teneur en carbone, matière organique ou humus). Ce sont là des états et propriétés sous la dépendance des pratiques de l'agriculteur, contrairement à certaines caractéristiques pérennes du sol (granulométrie, profondeur...). S'y ajoute, mais de façon moins systématique, la question des polluants éventuels.

Des initiatives territoriales tentent également d'intégrer la qualité multifonctionnelle des sols dans les politiques locales d'urbanisme, pour freiner l'artificialisation des sols ou pour inscrire leur gestion dans la logique « éviter, réduire, compenser ». Les exemples identifiés montrent que pour agir efficacement sur les menaces pesant sur les sols, il faut « éclairer » l'utilisateur ou le gestionnaire et faire en sorte que ses décisions soient prises en connaissance de leurs effets directs ou indirects sur l'état des sols. **Le porter à connaissance est inopérant s'il n'est pas mis au service d'une politique de l'impact** qui puisse responsabiliser le décideur et lui permettre de privilégier les options favorables au bon état des sols.

Prendre en compte la complexité des sols dans une politique de l'impact nécessite d'une part de **poursuivre les travaux de décryptage de cette complexité, par la recherche scientifique** sur la multifonctionnalité des sols et la capitalisation de la connaissance acquise, et d'autre part de « **simplifier** cette complexité » pour la rendre accessible à tout usager et permettre ainsi de le **responsabiliser**, moralement mais surtout juridiquement et le cas échéant financièrement. Les outils d'aide à la décision en agriculture englobent une fonction informative et constituent des canaux du porter à connaissance, mais ils ne paraissent pas transposables aux usages non agricoles des sols. Une représentation très synthétique et visuelle de la qualité des sols, à l'image des étiquettes informatives développées dans les secteurs de l'alimentation ou de l'énergie, pourrait être un support de porter à connaissance à grande échelle.

L'établissement généralisé de diagnostics d'état des sols, afin qu'acquéreurs et fermiers bénéficient d'une information sur l'état des sols, sera d'autant plus utile qu'il s'inscrira dans une politique ambitieuse de protection des sols, aux objectifs clairement identifiés et dotée de moyens suffisants.

Partant de ces constats, la mission formule des recommandations pour améliorer l'information sur la qualité des sols agricoles et sa prise en compte. Elles sont articulées autour de trois axes :

1. Poursuivre l'amélioration de la connaissance de la multifonctionnalité des sols et capitaliser les informations recueillies :
 - Développer des méthodes et les déployer,
 - Être capable d'évaluer une politique de stockage du carbone (incluant la préservation du stock actuel),
 - Capitaliser l'information ;
2. Mener des actions d'amélioration de la gestion des sols à usage agricole :
 - Développer un cadre technique, contractuel et réglementaire de stockage du carbone,
 - Faire évoluer le statut du fermage pour favoriser les dispositions contractuelles visant l'amélioration des sols, notamment à la demande du bailleur,
 - Mettre en place un « Certi-sol » et subordonner à son obtention les actions techniques et commerciales ayant une incidence directe sur l'état des sols.

- Inscrire un descriptif simplifié de la qualité du sol dans les contrats fonciers (vente ou location), comportant *a minima* le taux et le stock de carbone selon une densité minimale de mesure à définir.
3. Mener des actions de protection des sols en cas de projet d'artificialisation des sols :
- Rappeler le principe de la séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) qui doit pleinement prendre en compte les sols,
 - Développer une approche « en trois dimensions », en inscrivant la qualification des sols dans les documents de planification de l'urbanisme et autres projets soumis à enquête publique,
 - Expérimenter par appel à projets en favorisant le dialogue entre les parties prenantes locales.

Liste des recommandations

Les recommandations qui suivent sont formulées à l'attention des administrations centrales suivantes :

- Pour le ministère de la transition écologique et solidaire : direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN), commissariat général au développement durable (CGDD), direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) ;
- Pour le ministère de l'agriculture et de l'alimentation : direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises (DGPE), direction générale de l'enseignement et de la recherche (DGER).

Recommandation 1. Capitaliser et rendre accessible l'information sur la qualité multifonctionnelle des sols afin de valoriser les données acquises.39

Recommandation 2. Disposer à brève échéance d'un outil unique d'évaluation et de suivi du stock de carbone dans les sols, à utiliser sur l'ensemble du territoire national à l'échelle de la parcelle agricole ; déployer cet outil notamment dans les démarches de certification agro-environnementale et de labellisation « Bas-Carbone ».....40

Recommandation 3. Expertiser l'inscription dans la partie législative du code rural et de la pêche maritime d'une meilleure prise en compte des sols et la possibilité pour le bailleur de proposer un contrat avec l'obligation pour le preneur de mettre en œuvre des pratiques rendant plus de services écosystémiques que celles de l'exploitant précédent.....41

Recommandation 4. Expertiser la mise en place obligatoire, à l'attention des techniciens-conseil, des techniciens de vente de matériel de travail du sol et des fournisseurs et de produits de fertilisation ou d'amendement, d'un certificat d'aptitude relatif à l'utilisation agricole des sols (« Certi-sol ») qui sanctionnerait une formation de courte durée portant sur la multifonctionnalité des sols et sur l'impact des décisions susceptibles de l'affecter (successions de cultures, matériel utilisé, pratiques culturelles notamment).....41

Recommandation 5. Réaffirmer la nécessité de prendre en compte les sols et leurs fonctions dans l'évaluation des impacts des projets.50

Recommandation 6. Mettre en place une obligation d'informer portant sur la qualité des sols, applicable :
- à tout projet soumis à enquête publique (document d'urbanisme, opération d'aménagement, ICPE, etc.),
- aux transactions foncières agricoles (ventes, locations) avec a minima une estimation du stock de carbone organique.....50

Recommandation 7. Lancer un appel à projets pour expérimenter avec une ou quelques intercommunalités volontaires une démarche de sobriété foncière intégrant la multifonctionnalité des sols et s'inspirant du dispositif « BOKS » mis en place à Stuttgart, basé sur le principe d'une gestion contingentée et multifonctionnelle du foncier.51

Introduction – Éléments de contexte

Les objectifs de la mission

Les enjeux liés aux sols en général, et aux sols agricoles en particulier, sont très inégalement perçus selon le degré de connaissance qu'en ont les personnes, physiques ou morales, qui y portent intérêt et selon les usages pratiqués ou envisagés. Au-delà des perceptions les plus immédiates, qui traduisent des préoccupations d'accès au foncier pour produire ou pour aménager le territoire et notamment l'urbaniser, les connaissances scientifiques et techniques montrent que le sol est d'abord un milieu vivant complexe aux nombreuses fonctionnalités, susceptible de rendre de multiples services écosystémiques, aux premiers rangs desquels non seulement la production de biomasse, notamment alimentaire, mais aussi la fonction d'habitat naturel pour la biodiversité, la régulation des cycles de l'eau et des éléments nutritifs, ou encore le stockage du carbone grâce à la matière organique du sol, qui peut significativement contribuer à l'atténuation du changement climatique.

Les sols se trouvent exposés à de multiples pressions anthropiques sous l'effet desquels ils peuvent se détériorer, voire disparaître. Au regard des menaces qui pèsent sur les sols, la protection de cette ressource non renouvelable à l'échelle de temps humaine, sa gestion durable et la valorisation de sa multifonctionnalité s'affirment comme des enjeux grandissants de politique publique.

En septembre 2015, un rapport conjoint du CGAAER-CGEDD¹ a formulé, sur la base d'un large état des lieux des politiques des sols en Europe, des propositions pour l'élaboration d'un cadre national de gestion durable des sols. Dans la continuité de ces propositions et d'un travail complémentaire piloté par l'ADEME (voir § 2.2), la présente mission a consisté, à partir d'une revue des dispositifs et dispositions d'information concernant la qualité des sols agricoles existant en France et dans d'autres pays d'Europe, à « *fournir des éclairages sur les meilleures voies de définition et de mise en œuvre de dispositif(s) permettant la prise en compte par les acquéreurs et les fermiers de la qualité des sols exploités pour une production alimentaire afin de répondre aux objectifs de l'action 51 du plan biodiversité* ». La lettre de mission (cf. annexe 1) a ouvert également la réflexion aux enjeux de la planification urbaine, dans une double optique de sécurisation de la qualité des produits issus de l'agriculture en secteur urbain ou péri-urbain et de lutte contre « *l'artificialisation des terres à haut potentiel agronomique alors que d'autres parcelles de moindre qualité pourraient être mobilisées pour des projets d'aménagement* ».

Un contexte européen favorablement orienté pour la préservation des sols

La protection des sols est une préoccupation ancienne de l'Union européenne, formalisée par la Commission européenne en 2002 (« Vers une stratégie thématique pour la protection des sols » - COM 2002, 179), puis en 2006 (« Stratégie thématique en faveur de la protection des sols » - COM 2006, 231). La mission renvoie à ce sujet aux éléments de contexte présentés dans le rapport CGAAER-CGEDD de septembre 2015 déjà cité. Il existe un large fossé entre les constats préoccupants et convergents dressés par la communauté scientifique et technique sur la gravité des atteintes portées aux sols, ressource non renouvelable, et les réponses politiques à ces constats : l'Europe est toujours orpheline d'une directive-cadre sur la protection des sols, après l'abandon du projet présenté par la Commission européenne (22 septembre 2006) et rejeté en 2007 du fait de l'opposition de cinq États membres (Allemagne, Autriche, France, Grande-Bretagne et Pays-Bas) en raison d'un désaccord sur la gestion des sols pollués.

¹ CGAAER-CGEDD - *Propositions pour l'élaboration d'un cadre national de gestion durable des sols* - Philippe BELLEC, Patrick LAVARDE, Laurence LEFEBVRE et Marie-Laurence MADIGNIER – Septembre 2015 – 135 pages.

À ce jour, diverses politiques communautaires contribuent à la protection des sols. Déployées dans les champs de compétence que l'Union européenne partage avec les États membres, elles concernent l'environnement, l'eau, l'agriculture (via notamment le verdissement de la politique agricole commune)², l'énergie, les déchets, les produits chimiques. Pour autant, ces politiques ne constituent pas un ensemble complet de règles dédiées aux sols et n'apparaissent pas suffisantes pour assurer leur protection générale à un niveau adéquat en Europe.

Dans sa communication du 20 mai 2020 au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions, la Commission européenne, a présenté, au titre du « Pacte vert pour l'Europe », une ambitieuse proposition de stratégie de l'Union européenne « en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030 » ainsi qu'une stratégie « De la ferme à la table ("from Farm to Fork") pour un système alimentaire équitable, sain et respectueux de l'environnement ». Ces propositions, soumises à l'approbation du Parlement européen et du Conseil, consacrent un large volet à la restauration et à la préservation des sols (lutte contre l'érosion, contre les pollutions, contre l'artificialisation...). La Commission annonce la mise à jour en 2021 de la stratégie thématique pour la protection des sols (reprise du projet de directive-cadre après l'échec de 2006-2007) et le lancement, dans le cadre du programme « Horizon Europe », d'une mission dans le domaine de l'alimentation et de la santé des sols, dont l'objet sera la mise au point de solutions pour restaurer la santé et les fonctions des sols. Le contexte européen semble donc très favorablement orienté.

Le Plan biodiversité et son action 51

S'inscrivant dans un contexte national brièvement rappelé en annexe 3 et précurseur du « Pacte vert pour l'Europe », le Plan biodiversité présenté le 4 juillet 2018 par le ministre de la transition écologique et solidaire, identifie parmi les 90 actions de reconquête de la biodiversité plusieurs grands objectifs opérationnels relatifs aux sols. Ils visent principalement l'amélioration de la connaissance de la biodiversité des sols, la mise en œuvre de pratiques culturales favorables à un bon état multifonctionnel des sols et un passage de la parole aux actes en matière de sobriété foncière, en limitant la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers pour atteindre l'objectif de « zéro artificialisation nette ».

L'action 48 porte notamment sur des actions de normalisation et de certification ayant une portée sur le maintien de la qualité des sols. L'action 51 promeut l'établissement de diagnostics d'état des sols, afin qu'acquéreurs et fermiers bénéficient d'une information sur l'état des sols qu'ils exploiteront, pour qu'ils assurent une gestion pertinente, au bénéfice de la biodiversité, de la qualité des productions et de l'environnement.

Cette action fait écho à la feuille de route nationale pour une économie circulaire (FREC - avril 2018) et plus particulièrement à son volet agricole de février 2019, dont l'une des dix-huit mesures préconise la mise au point d'un diagnostic de la qualité des sols susceptible d'être utilisé en cas de transaction (location, vente), à l'image des diagnostics réalisés lors de l'achat d'une habitation ou de l'état des lieux préalable à la location d'un logement.

² Plusieurs « bonnes conditions agricoles et environnementales » (BCAE) énoncent des objectifs directement liés à la préservation des sols : protection des sols contre l'érosion, protection de leur structure et stockage du carbone dans les sols. Le niveau d'exigence requis ne permet pas de garantir des résultats remarquables.

1 Méthodologie et démarche

1.1 Le périmètre de la mission

Sur le plan géographique, la mission a ciblé un nombre significatif de pays où elle a pu identifier, par recherche bibliographique et au cours d'échanges avec différents interlocuteurs, un panel d'outils, de démarches ou d'initiatives de caractérisation des sols à vocation agricole et de porter à connaissance de cette information, en s'intéressant aux préoccupations de leurs initiateurs et aux attentes de leurs cibles. L'objet premier de cette exploration (l'utilisation des sols pour la production agricole) a été élargi à d'autres champs de préoccupation nécessitant de qualifier les sols : l'information des usagers, la dépollution des sols, la lutte contre l'artificialisation des sols, la compensation environnementale.

Dans chaque cas, la mission n'a pas voulu empiéter sur la globalité de ces problématiques spécifiques, mais s'est limitée à appréhender les méthodes de caractérisation des sols et les conditions et modalités de leur mise en œuvre. Elle a cherché à apprécier les éléments potentiellement transférables ou généralisables au contexte français, en lien avec les orientations des politiques publiques agricoles et environnementales.

1.2 Le regard sur le porter à connaissance d'informations sur la qualité des sols

À travers les dispositifs et initiatives examinés en France et dans d'autres pays européens, la mission s'est intéressée :

- aux modalités d'acquisition, d'organisation, de capitalisation et de partage de la connaissance sur les sols ;
- aux critères selon lesquels est définie la notion de « qualité » des sols agricoles, englobant la prise en compte de leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques et celle des services écosystémiques attachés. La mission s'est interrogée sur l'existence de méthodes d'évaluation suffisamment mûres et robustes pour permettre une utilisation généralisée ;
- aux méthodes de diffusion de la connaissance sur les sols vers les cibles concernées (professionnels de l'agriculture, propriétaires fonciers, aménageurs, collectivités...). Le porter à connaissance passe par des outils et démarches techniques intéressant la sphère publique (par des moyens techniques et/ou réglementaires) ou la sphère privée (pouvant impliquer des acteurs divers : milieux professionnels agricoles, monde associatif, opérateurs privés). L'examen des « canaux » du porter à connaissance a conduit à aborder les moyens mobilisés, les freins et difficultés de la transmission, les évolutions possibles ;
- à l'évaluation de l'incidence du porter à connaissance, c'est-à-dire à sa capacité à produire les effets escomptés (préservation et gestion durable des sols et des services écosystémiques associés), mais aussi à éclairer et, le cas échéant, à infléchir les décisions de gestion des consommateurs du foncier.

1.3 Les canaux de recueil d'informations

1.3.1 En France

Outre les approches bibliographiques, la mission a rencontré des interlocuteurs de différentes origines : services de l'État, établissements publics tels que l'INRAE, l'ADEME et le CEREMA,

organismes privés, associations, etc.³ Ces rencontres ont permis de découvrir et d'analyser des actions qui sont menées en utilisant des données relatives à la qualité des sols.

1.3.2 À l'étranger

À l'exception d'un déplacement en Suisse, les contraintes de confinement liées à l'urgence sanitaire ont conduit à privilégier les recherches sur internet pour prendre connaissance des initiatives étrangères, ainsi que les contacts par courrier électronique et par visioconférence avec les interlocuteurs étrangers.

Pour connaître les politiques publiques en faveur des sols dans les pays européens, la consultation des données mises en ligne par l'Union européenne et notamment l'accès à une base de données constituée par la Commission ont été très utiles. Cette base est renseignée par les États membres ; elle décrit de manière harmonisée les politiques ayant une incidence sur les sols comme celles concernant l'activité agricole, le développement ou l'aménagement ; elle fournit différents liens vers les sites internet nationaux.

La consultation de cette base a permis d'appréhender les politiques que les pays mettent en œuvre pour protéger les sols, notamment en matière de gestion des sols pollués ou d'urbanisation. À partir de cette base ont été plus particulièrement examinées les situations des pays suivants : France, Allemagne, Royaume-Uni, Belgique, Pays-Bas, Italie, Espagne, Portugal, Autriche, Slovaquie. La mission a sélectionné dans certains de ces pays des initiatives illustrant des méthodes de prise en compte et de gestion de la qualité des sols.

En revanche, cette base de données sur les politiques des sols n'a pas permis d'identifier un seul pays où des informations sur la qualité des sols figurent dans les actes de location de terre agricole. Pour cette question particulière, la mission a donc interrogé directement des interlocuteurs dans dix-huit pays européens en leur posant seulement des questions spécifiques au contenu des baux ruraux. L'interrogation a été concise et a appelé une réponse elle-même concise, de manière à maximiser les chances d'avoir un retour. Une ou plusieurs réponses ont été obtenues pour onze pays⁴. Aucun n'a mis en place un dispositif d'information accompagnant les actes de location de terres agricoles.

³ Voir annexe 2 : liste des personnes rencontrées

⁴ Belgique (Flandres), Espagne (Catalogne), Hongrie, Irlande, Italie, Lituanie, Portugal, Roumanie, Serbie, Slovaquie et Suède.

2 Les enjeux du porter à connaissance de la qualité des sols agricoles

2.1 Notion de qualité des sols agricoles - Fonctions des sols et services écosystémiques

Dans une acception commune, la « qualité des sols agricoles » exprime leur capacité à produire de la biomasse à usage alimentaire ou non alimentaire (cultures énergétiques, fibres...) ayant une valeur marchande. La notion de « qualité » renvoie ainsi à l'aptitude agronomique des sols agricoles ou à leur « fertilité » (aptitude intrinsèque d'un sol à produire), notion proche de celle de « productivité des sols » (qui est l'expression de la fertilité sous l'effet des pratiques). Elle fonde notamment le concept de « valeur de productivité réelle » utilisé dans les opérations d'aménagement foncier pour établir l'équivalence entre parcelles (voir § 3.1.2).

Dans la logique du concept « One health », les termes « qualité du sol » et « santé du sol » sont parfois utilisés de manière interchangeable, au regard de l'influence de la qualité des sols sur la santé des animaux et des hommes. La santé des sols agricoles peut alors se définir comme leur aptitude à supporter la croissance des cultures sans se dégrader ou nuire à l'environnement. L'approche est ici plus large.

De fait, la notion de « qualité » ne s'applique pas de façon identique aux trois ressources vitales que sont l'eau, l'air et le sol. Si la qualité de l'eau ou de l'air est principalement définie par leur degré de pollution, celle-ci ayant un impact direct sur la santé humaine et animale ou sur les écosystèmes naturels, la qualité du sol est communément définie de manière beaucoup plus large, comme « *la capacité d'un sol à fonctionner dans les limites de l'écosystème et de l'utilisation des terres pour soutenir la productivité biologique, maintenir la qualité de l'environnement et promouvoir la santé des plantes et des animaux* » (Doran et Parkin, 1994 et 1996).

Cette définition exprime la complexité des sols, au regard de leurs caractéristiques intrinsèques et de la diversité des utilisations dont ils font l'objet. Celles-ci établissent de nombreux liens entre le fonctionnement des sols et les services écosystémiques rendus, donc en particulier entre les sols et leurs utilisateurs.

Les « fonctions » du sol sont les mécanismes naturels résultant de l'activité du sol indépendamment de toute intervention humaine. Les services écosystémiques traduisent l'effet des fonctions du sol lorsque cet effet est considéré comme utile ou bénéfique au bien-être ou à l'activité humaine.

Les différentes fonctions du sol étant en interrelation, ce que traduit la notion d'écosystème, les services écosystémiques qui en résultent sont eux aussi interdépendants. Définir la « qualité » d'un sol agricole nécessite ainsi de prendre en compte ces relations dans une approche globale.

2.2 Le point de situation présenté par l'ADEME⁵

S'inscrivant dans la mise en œuvre de l'action 51 du plan Biodiversité, une étude de diagnostic de la qualité des sols agricoles et forestiers, publiée fin 2019, a été conduite par l'ADEME avec l'appui du réseau national de coordination de l'expertise scientifique et technique sur les sols (RNEST)⁶, poursuivant deux objectifs :

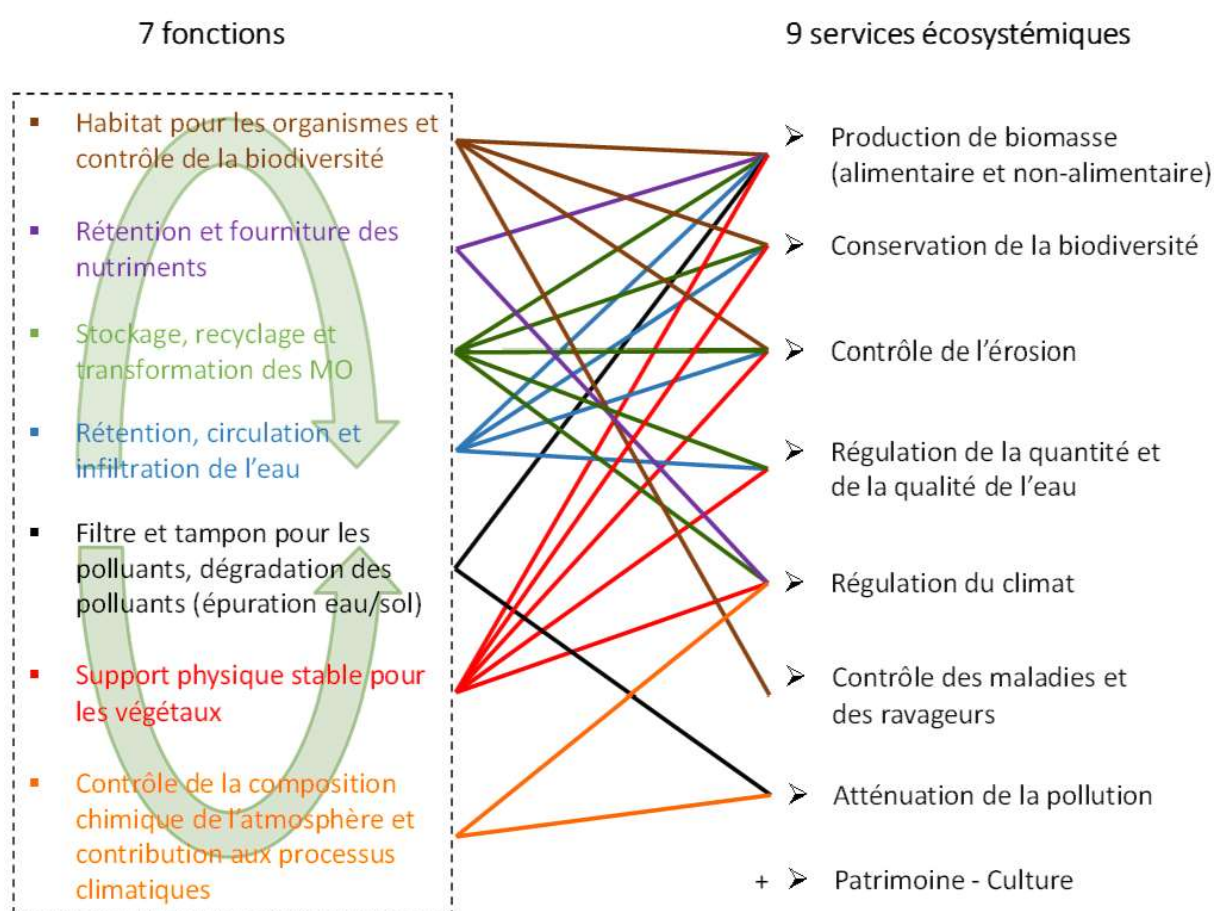
⁵ Christophe Calvaruso, Anne Blanchart, Sophie Bertin, 2019. *Synthèse - Diagnostic de la qualité des sols agricoles et forestiers : indicateurs de suivi et stratégies de déploiement*. 21 pages.

www.ademe.fr/mediatheque

⁶ <https://rnest.fr/>

- d'une part, faire un point sur les outils d'évaluation des fonctions des sols agricoles et forestiers au regard des services écosystémiques rendus par ces sols, et en extraire une liste restreinte d'indicateurs techniquement et économiquement accessibles, qui puissent répondre de façon efficiente aux divers champs de préoccupations de leurs utilisateurs ;
- d'autre part, envisager à l'attention des gestionnaires et utilisateurs des sols, plusieurs voies possibles de mobilisation à grande échelle de ces outils d'évaluation, aux fins de diagnostic et d'aide à la décision dans une optique de gestion durable de la ressource « sol ».

L'analyse pilotée par l'ADEME retient sept fonctions principales du sol reliées à neuf services écosystémiques (fig. ci-dessous). Elle cherche à rendre compte de cette multifonctionnalité par un jeu restreint d'indicateurs. Dans sa version complète, la démarche proposée pour la réalisation d'un diagnostic de sol par un expert mobilise les connaissances générales sur les sols, combine observation *in situ* (environnement général, végétation, état de la surface du sol, test bêche, carottage) et analyse de laboratoire (texture, pH, taux et rythme de dégradation de la matière organique...), porte sur les sept fonctions retenues et débouche sur une action de conseil agronomique visant à assurer le maintien en bon état de ces fonctions ou la restauration de celles qui seraient altérées. Des approches plus ciblées (santé du sol, stockage du carbone...) peuvent ne mobiliser qu'un nombre limité d'indicateurs, le choix des indicateurs dépendant des objectifs de l'évaluation.



L'analyse conduite par l'ADEME relève le caractère réducteur des méthodes reposant sur l'utilisation d'indicateurs de synthèse obtenus par agrégation d'indicateurs élémentaires (méthode M-SQR présentée en annexe 7, « Soil Navigator » du projet européen Landmark présenté en 3.3.1, indicateur de fertilité développé par l'OFSV, voir 3.3.4). Ces approches peuvent limiter la portée et l'importance du dire d'expert qui les fonde. L'ADEME en préconise une analyse comparative et le cas échéant un approfondissement.

Inversement, mobiliser un grand nombre d'indicateurs pour porter un diagnostic renchérit la procédure et rend moins intelligibles les indicateurs finaux.

Les indicateurs de qualité du sol étant mobilisés comme outils d'aide à la décision développés ou expérimentés dans diverses initiatives territoriales, l'ADEME préconise une harmonisation autour d'un socle commun d'indicateurs ainsi qu'un partage des informations nationales et des référentiels d'interprétation, ce travail de capitalisation pouvant être placé sous l'égide du Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (GIS Sol).

Il existe en France et dans les autres pays d'Europe une diversité de contextes dans lesquels s'expriment, à travers une pluralité d'outils et d'initiatives, les éléments de constats et d'analyse présentés par l'ADEME. Quelques clés de lecture doivent être préalablement précisées.

2.3 Le sol en deux ou trois dimensions : sol-surface et sol-milieu

Considérer les sols dans l'espace et dans le temps donne une première grille pour appréhender schématiquement les services rendus ou susceptibles d'être rendus par les sols, et pour les mettre en perspective avec les préoccupations des utilisateurs.

UN CHANGEMENT DE PARADIGME NÉCESSAIRE



Dans leur dimension spatiale, les sols sont abordés, selon les cas, dans des logiques de surfaces ou dans des logiques de volumes. Dans un espace à deux dimensions (souvent celui de l'aménagement du territoire et notamment de la planification urbaine), les sols sont les surfaces supports des lieux de vie (espaces naturels, lieux d'habitat, lieux d'activités), qui concourent à la construction des paysages. Les services écosystémiques liés à cette fonction de support sont les services socioculturels (cadre de vie, loisirs, histoire, spiritualité, etc.) et le service de ressource foncière, pour répondre aux besoins d'emprise des acteurs économiques (agriculteurs notamment) et des aménageurs.

Prise en compte dans la durée, cette fonction de support physique soulève la question de la concurrence entre les usages des terres⁷, et notamment de leur artificialisation, c'est-à-dire de leur réduction en quantité. Elle conduit à réfléchir aux moyens de freiner la consommation des terres agricoles (l'un des enjeux de la planification urbaine) ainsi qu'au recyclage de sols déjà artificialisés et par extension au recyclage des sols pollués.

L'approche « en deux dimensions » n'est pas exclusivement quantitative : pour les aménageurs, l'intérêt porté aux ressources foncières pour répondre à des besoins d'emprise englobe aussi une

⁷ Voire entre les usagers eux-mêmes pour le même usage, à l'image de la concurrence qui peut s'exercer entre agriculteurs candidats à l'agrandissement de leurs exploitations agricoles.

dimension qualitative, notamment en termes de localisation, de topographie, mais aussi d'état sanitaire des emprises (problème des sites pollués) voire de coûts d'acquisition ou de gestion. Par ailleurs, certains usages non durables des sols agricoles peuvent s'apparenter à une forme d'artificialisation, plus ou moins réversible, à l'exemple de certaines pratiques de culture répétitive de pommes de terre dans le nord de la France qui appauvrissent les sols et favorisent leur érosion.

Dans un espace à trois dimensions, les sols sont pris en compte en tant qu'écosystèmes dont les fonctions rendent de multiples services de ressources, de régulation et d'approvisionnement. La biodiversité des sols constitue un important réservoir génétique dont l'exploration est en plein développement. Les sols assurent la régulation du cycle de l'eau (par infiltration, rétention, épuration et restitution des eaux météoriques), du cycle des nutriments, nécessaire à la production de biomasse et du cycle du carbone ; en tant que plus grand réservoir terrestre de carbone organique, ils constituent une pièce maîtresse du défi climatique.

2.4 Sol-patrimoine et sol-ressource

Aux deux ou trois dimensions de l'appréhension spatiale s'ajoute une dimension temporelle, qui peut selon les cas être rétrospective (connaissance du passé proche ou plus lointain du sol)⁸, actuelle (connaître l'état présent d'un sol pour en optimiser la gestion) ou prospective (au regard de projections ou d'objectifs économiques, d'environnement ou d'aménagement).

Cette clé de lecture permet d'établir un distinguo entre « sol-patrimoine » (éléments ou ensemble d'éléments hérités et à transmettre, donc à préserver) et « sol-ressource », susceptible de fournir dans la durée des services environnementaux, économiques et sociaux.

Sur le plan juridique, les notions de patrimoine et de ressource s'imbriquent. La loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages a modifié l'article L. 110-1 du code de l'environnement en y ajoutant une référence aux sols : « Les espaces, *ressources* et milieux naturels terrestres et marins, les sites, les paysages diurnes et nocturnes, la qualité de l'air, les êtres vivants et la biodiversité font partie du *patrimoine* commun de la nation. Ce patrimoine génère des services écosystémiques et des valeurs d'usage. *Les processus biologiques, les sols et la géodiversité concourent à la constitution de ce patrimoine (...)* ».

Ce libellé est moins direct que celui qui fonde le statut de l'eau⁹. Dans le cas des sols, s'agissant d'un bien approprié, à l'inverse de l'eau et de l'air, la notion de « patrimoine commun » fait débat¹⁰. Cette particularité doit être considérée dans toute initiative qui tendrait à « massifier » des mesures favorables aux sols en restreignant la latitude d'action de leurs utilisateurs.

S'agissant des politiques publiques, les orientations prennent appui sur les constats de la communauté scientifique rappelant que les sols sont une ressource naturelle limitée, non renouvelable à l'échelle humaine et qu'il est impératif d'en assurer une gestion durable. La feuille de route pour une économie circulaire, son volet agricole de février 2019, le plan biodiversité de juillet 2018 sont autant de documents qui cadrent l'action publique pour y parvenir et définissent les actions à mettre en œuvre.

Si dans le domaine des sols l'approche patrimoine/ressource est fondatrice de l'action publique, il importera de considérer comment cette approche est perçue et s'exprime à l'échelle locale ou individuelle, notamment lorsque les outils de qualification des sols sont mobilisés pour l'aide à la décision.

⁸ Le « service culturel » de sols aux caractéristiques historiques ou archéologiques remarquables est hors du champ de l'étude.

⁹ Article L. 210-1 du code de l'environnement : « *L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général.* »

¹⁰ Rapport de mission interministérielle de conseil n°14135 CGAER – CGEDD - Septembre 2015

2.5 Menaces sur les sols

De multiples menaces, d'origine naturelle mais surtout anthropique, sont susceptibles d'affecter les différentes fonctions des sols et d'entraîner leur dégradation réversible ou irréversible. Il est donc important que les outils de caractérisation des sols, notamment les indicateurs, permettent d'établir les liens entre fonctions des sols, services écosystémiques et menaces.

L'Union européenne, dans sa stratégie de protection des sols¹¹, a identifié les huit menaces les plus préoccupantes (compactage ; érosion ; pollutions ponctuelles ou diffuses ; appauvrissement en matière organique ; perte de biodiversité ; artificialisation ; glissements de terrain ; salinisation).

Le projet européen ENVASSO (*ENVironmental ASsessment of Soil for mOnitoring*) qui a mobilisé, entre 2006 et 2008¹², vingt-cinq États membres sous le pilotage de cinq d'entre eux (dont la France, via l'INRA), a produit un important travail de caractérisation des menaces affectant les sols (identification d'indicateurs, de seuils et de valeurs cibles), dans l'objectif de jeter les bases d'un programme européen de surveillance des sols. Ce travail a été complété, sous le pilotage des Pays-Bas, par le projet européen RECARE (*Preventing and Remediating Degradation of Soils in Europe through Land Care*), conduit entre 2013 et 2019, dans l'objectif d'identifier et de tester des mesures de prévention, de remédiation et de restauration des sols. Cette forme d'action, débouchant sur des expérimentations territoriales participatives, constitue l'un des moyens du porter à connaissance des données de caractérisation des sols.

2.6 Connaître et faire connaître la qualité des sols agricoles pour répondre à des préoccupations d'intérêt particulier et d'intérêt collectif

L'approche globale des sols par les fonctions, les services écosystémiques et les menaces conduit, par parallélisme avec la gestion des risques, à considérer les enjeux liés aux sols puisqu'un risque s'analyse comme l'impact potentiel d'une menace sur un enjeu (économique, social ou environnemental). Ces enjeux sous-tendent des préoccupations d'intérêt particulier ou d'intérêt collectif qui peuvent se superposer, se concilier ou se contrarier, et qui vont influencer les décisions des utilisateurs ou gestionnaires de sols. Il importe de voir comment la connaissance de l'état des sols intervient dans ces décisions.

Au rang des enjeux d'intérêt particulier, les sols font l'objet de préoccupations patrimoniales liées à la propriété foncière, de préoccupations économiques (conserver ou accroître la valeur vénale et/ou locative de la terre ; générer un revenu foncier ; valoriser la fonction de production de biomasse pour dégager un revenu de l'activité agricole) et de préoccupations de mode et de qualité de vie (logement, transport, cadre de vie, proximité des services, alimentation et santé, etc.), avec notamment un intérêt grandissant pour un usage agricole de certains sols urbains.

Les enjeux collectifs recouvrent quant à eux la satisfaction des besoins généraux de la population : besoins d'alimentation (sécurité et souveraineté alimentaire), besoins d'emprise foncière pour l'urbanisation et l'aménagement, ainsi que besoins de santé, la santé des hommes et celle de l'environnement - sols inclus - étant indissociablement liées (« One health »). Ces enjeux se traduisent par des préoccupations d'intérêt général (des pouvoirs publics ou des collectivités) :

- des préoccupations « stratégiques » des États, à forte dimension économique : mettre la « ressource sol agricole » au service de la stratégie agricole et alimentaire du pays (à des degrés

¹¹ Commission européenne, 22 septembre 2006

¹² Avec la participation de la France (contributions de l'INRA et de l'ADEME)

différents : stratégies défensives (visant à préserver la capacité du pays à résister à une crise alimentaire) ; stratégies offensives visant à valoriser les atouts agricoles à l'export ;

- des préoccupations de prévention ou de limitation des risques liés à l'usage des sols agricoles : agir sur les pratiques agricoles pour limiter leurs impacts négatifs sur la santé et/ou l'environnement ; utiliser les pratiques agricoles pour entretenir des espaces naturels d'intérêt environnemental ; responsabiliser les utilisateurs et gestionnaires de sols (par la mesure de l'impact) ;
- des préoccupations d'intérêt collectif d'urbanisation et d'aménagement du territoire.

Sur la base de ces éléments, la mission a cherché à examiner les démarches de qualification des sols et de porter à connaissance à travers les réponses, de nature publique ou privée, qu'ont pu susciter les préoccupations des cibles, utilisateurs ou gestionnaires des sols. Certaines réponses sont anciennes, d'autres plus récentes traduisent l'évolution des préoccupations relatives aux sols donc de la perception des acteurs concernés. Les initiatives et démarches présentées ci-après se veulent simplement illustratives de réponses identifiées dans les pays européens, elles ne sont pas le résultat d'investigations systématiques qui auraient nécessité une expertise exhaustive des politiques des sols conduites dans chacun des pays.

La mission a élargi également son exploration à des démarches de porter à connaissance portant sur la qualification d'objets autres que les sols, afin d'examiner la faisabilité de leur éventuelle transposition au domaine des sols. Tel est notamment l'objet de l'examen des dispositifs « d'étiquetage » présentés au paragraphe 3.3.9.

2.7 Rendre compte de la qualité des sols agricoles

2.7.1 La question des indicateurs

Rendre compte de l'état présent des sols agricoles et de l'évolution de leur qualité dans la durée, tel est l'objet des « indicateurs de qualité du sol », ou attributs sensibles et mesurables reflétant la capacité d'un sol à remplir ses fonctions. L'indicateur veut être une représentation simplifiée de la réalité. La simplification peut consister à ne retenir qu'une seule fonction (en l'occurrence la production de biomasse), mais elle devient difficile quand elle veut rendre compte de la multifonctionnalité des sols. La dimension temporelle est parfois la prévision à long ou très long terme, à l'exemple de l'indicateur de potentiel agronomique testé en Languedoc-Roussillon en 2009 pour alimenter les projections territoriales sur l'usage des sols (exemple présenté en annexe 5).

Les enjeux qui s'attachent à la qualification des sols, condition première pour fonder une politique de préservation et de gestion durable de cette ressource, mais aussi la difficulté que représente la construction d'indicateurs fiables, robustes (qui restent applicables même en conditions non optimales), non déformants et suffisamment discriminants ont nourri de nombreux travaux de recherche et alimentent une littérature très abondante sur cette question. Une étude récente pilotée par l'Université de Wageningen aux Pays-Bas (*Concepts and indicators of soil quality – a review*)¹³, a fait un large tour d'horizon international des concepts et indicateurs de la qualité des sols en Europe, dans le cadre du projet « ISQAPER »¹⁴.

Sans entrer dans le détail de cette étude, on peut en extraire quelques repères constants. Rendre compte de la multifonctionnalité des sols nécessite tout d'abord d'établir clairement les relations

¹³ « *Concepts and indicators of soil quality – a review* » - Else K. Bünemann, Paul Mäder, Jens Wohlfahrt, Lijbert Brussaard, Giulia Bongiorno, Ron de Goede, Violette Geissen, Luuk Fleskens, Wijnand Sukkel, Zhanguo Bai, Thomas Caspari – Octobre 2016

¹⁴ Interactive Soil Quality Assessment in Europe and China for Agricultural Productivity and Environmental Resilience - www.iSQAPER-project.eu

existant entre les indicateurs (physiques, chimiques et biologiques) utilisés et les fonctions des sols. Les apports de la recherche demeurent donc essentiels. Dans le domaine biologique par exemple, les indicateurs doivent intégrer les avancées des techniques de la biologie moléculaire.

Rendre compte des services écosystémiques fournis par les sols suppose également de pouvoir quantifier ces services et de sélectionner des indicateurs en fonction des objectifs de gestion qui doivent être représentés.

Comme le confirme par ailleurs l'étude de l'ADEME, la revue des indicateurs met en exergue l'importance de la teneur en matière organique, indicatrice de la plupart des services écosystémiques du sol, et plus particulièrement sa fraction de carbone labile. Outre ce critère, le pH, la profondeur du sol et la texture sont les indicateurs de qualité des sols les plus fréquemment cités. Parmi les outils de qualification des sols, recensés par les auteurs de cette étude, peu sont ceux qui reposent sur un faible nombre d'indicateurs. Le nombre moyen d'indicateurs par outil est de 13, ce qui est peu compatible avec un usage à grande échelle et économiquement accessible.

2.7.2 Les approches d'évaluation visuelle

L'étude réalisée au titre de l'initiative ISQAPER classe dans cette catégorie d'outils de la connaissance des sols les méthodes traditionnelles d'observation du profil cultural, nécessitant l'ouverture de tranchées parfois profondes pour l'examen du sol et du sous-sol et pratiquées en principe par des spécialistes du sol, et les méthodes dites de « tests bêche »¹⁵ qui s'intéressent à la couche arable et permettent d'établir un diagnostic rapide de l'état physique et biologique du sol. Le test bêche peut être pratiqué directement par l'agriculteur, moyennant un apprentissage préalable. Il porte sur la structure du sol (forme et organisation des agrégats, porosité, état des développements racinaires).

La méthode VESS¹⁶, largement utilisée, définit cinq niveaux de qualité structurale du sol, notés de 1 (très favorable) à 5 (très défavorable). Elle est présentée en annexe 6, dans sa version mise au point avec l'INRAE et utilisée en Suisse pour le suivi des sols en agriculture de conservation (voir § 3.3.6).

L'évaluation visuelle des sols peut aller au-delà de l'examen de la structure des sols. C'est notamment le cas de l'outil « Muencheberg Soil Quality Rating » (M-SQR) mis au point en 2007 par le Centre Leibniz de Recherche pour le Paysage agricole (*Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung - ZALF*¹⁷), basé à Müncheberg, dans le Land de Brandebourg en Allemagne.

Cette méthode a pour objet d'évaluer, par un système de notation, l'aptitude agricole d'un sol en modulant son potentiel théorique (évalué à partir d'indicateurs de base) par des facteurs de danger susceptibles de limiter l'expression de ce potentiel. Elle combine des observations de terrain et des résultats d'analyse physico-chimique et fournit une estimation approximative du potentiel de rendement des terres cultivées et des prairies. Son principe est présenté en annexe 7.

L'approche visuelle par test-bêche (méthode VESS) a le mérite de la simplicité et de la rapidité. Elle renseigne rapidement l'observateur sur l'état du sol et est plus accessible que la méthode du profil cultural. Elle est très complémentaire des analyses de laboratoire et mérite de faire partie du quotidien de l'agriculteur.

¹⁵ Méthodes dénommées VSA (*Visual soil assessment*) ou VESS (*visual evaluation of soil structure*).

¹⁶ Méthode formalisée en 2007 par le chercheur écossais Bruce Ball et son équipe.

¹⁷ Le ZALF est une institution de recherche financée à parts égales par le Ministère fédéral de l'alimentation et de l'agriculture (*Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, BMEL*) et le Ministère de la science, de la recherche et de la culture de l'État de Brandebourg (*Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur (MWFK)*).

3 La prise en compte de la qualité des sols agricoles dans les usages agricoles

3.1 La prise en compte de la qualité des sols agricoles dans les relations propriétaire/exploitant

3.1.1 Baux ruraux

Ni la base de données sur les politiques des sols des pays de l'Union européenne, ni les correspondants « sols » identifiés dans ces pays et contactés par enquête rapide ne font état de l'existence de dispositifs réglementaires de qualification des sols, qui seraient fondateurs de droits et d'obligations pour les propriétaires et/ou les exploitants, notamment dans leurs relations contractuelles (baux ruraux).

Seuls les contacts pris au Royaume-Uni ont signalé la pratique volontaire, depuis une dizaine d'années, d'un état initial des sols effectué en entrée de bail. L'exemple mentionné citait l'expérimentation d'une qualification multifonctionnelle des sols à intégrer dans l'état des lieux, par l'utilisation de l'outil « Soils Matrix » présenté par ailleurs, où preneur et bailleur s'accordent notamment sur le poids à donner aux indicateurs de qualité de sol retenus (voir § 3.3.2).

La mission s'est donc plus particulièrement penchée sur la place faite aux sols dans le statut des baux ruraux en France.

Les relations preneur-propriétaire

Codifiées en 1946, les relations contractuelles entre bailleur et fermier sont régies par le statut du fermage, dont l'objet est d'assurer la bonne exploitation des biens loués (livre IV du code rural et de la pêche maritime).

Si les préoccupations du bailleur et du preneur se rejoignent dans la relation contractuelle, chaque partie cherchant à en tirer un revenu, leurs perceptions diffèrent néanmoins : pour le bailleur, la terre agricole est un élément de patrimoine qu'il doit pouvoir préserver et transmettre ; le loyer perçu doit permettre de couvrir les coûts de la gestion patrimoniale. Pour le preneur, la terre agricole est un facteur de production, dont la combinaison avec les autres facteurs de production de l'exploitation (travail, moyens financiers, etc.) doit permettre d'assurer la viabilité économique de l'exploitation. L'exploitant, connaissant de façon pratique la capacité productive des terres de son territoire, va surtout se préoccuper de disposer de surfaces agricoles en quantité suffisante. Les relations propriétaire-preneur répondent ainsi plutôt à des préoccupations « en deux dimensions » qui, en première approche au moins, n'abordent pas les sols sous l'angle multifonctionnel et écosystémique.

Le barème du fermage prend en compte de façon plus ou moins empirique le potentiel agronomique de la terre louée, ce qui permet une forme de corrélation entre valeur locative et qualité des sols. Les méthodes d'évaluation et de calcul, arrêtées par les préfets, distinguent des natures de cultures et des classes de terres évaluées en nombre de points selon l'appréciation de la fertilité, c'est-à-dire de l'aptitude des sols à fournir des rendements. Mais le barème du fermage n'intègre pas leur multifonctionnalité et n'a aucun effet sur la protection du patrimoine « sol » ni même de la ressource « sol ».

Une référence aux sols dans le statut du fermage a été introduite à l'article L411-27 du Code rural et de la pêche maritime par la loi n° 2006-11 du 5 janvier 2006 d'orientation agricole, venant elle-même préciser un libellé issu de la précédente loi d'orientation agricole (n° 99-574 du 9 juillet 1999) : « *Le fait que le preneur applique sur les terres prises à bail des pratiques ayant pour objet la préservation de la ressource en eau, de la biodiversité, des paysages, de la qualité des produits, des sols et de l'air, la prévention des risques naturels et la lutte contre l'érosion ne peut être invoqué à l'appui d'une demande de résiliation formée par le bailleur en application du présent article.* ».

Cette formulation n'a pas pour objet de protéger les ressources naturelles affermées, les sols notamment, mais elle vise à protéger le preneur en limitant le droit du bailleur de demander la

résiliation du bail au motif que l'exploitant contreviendrait à ses obligations de mise en valeur du fonds pris à bail dans les conditions prévues aux articles 1766¹⁸ et 1767 du code civil. Cette mesure se voulait notamment protectrice de pratiques d'exploitation (agriculture biologique notamment) suspectées par certains bailleurs d'être incompatibles avec la préservation du bon état du fonds loué.

L'entrée timide de préoccupations environnementales dans le statut du fermage

Deux outils peuvent être utilisés par le bailleur pour intégrer dans un bail rural des pratiques en faveur de l'environnement : les clauses environnementales et l'obligation réelle environnementale. Ces dispositifs peuvent, entre autres objectifs, s'appliquer à la préservation du bon état des sols.

Mis en place en 2006 par la loi n° 2006-11 du 5 janvier 2006 d'orientation agricole, le bail rural à clauses environnementales (BRE) a eu, dès l'origine, pour objet le respect par le preneur des pratiques culturelles mentionnées à l'article L411-27 du code rural et de la pêche maritime, c'est-à-dire « *des pratiques ayant pour objet la préservation de la ressource en eau, de la biodiversité, des paysages, de la qualité des produits, des sols et de l'air, la prévention des risques naturels et la lutte contre l'érosion* ».

Les clauses environnementales ont été précisées par le décret n° 2007-326 du 8 mars 2007. Certaines des pratiques pouvant faire l'objet de clauses environnementales dans un bail rural sont particulièrement favorables à la protection des sols et de la matière organique : le non-retournement des prairies ; la création, le maintien et les modalités de gestion des surfaces en herbe ; la couverture végétale du sol périodique ou permanente pour les cultures annuelles ou les cultures pérennes ; les techniques de travail du sol.

Le non-respect de clauses environnementales par le preneur est un motif de résiliation du bail à la demande du bailleur. Elles fragilisent en cela la position historique du preneur qui jusqu'alors ne pouvait être inquiété que pour des motifs liés à sa gestion agricole du fonds.

La loi n° 2014-1170 du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt a élargi le champ d'application du bail rural à clauses environnementales, en permettant aux bailleurs privés de conclure des BRE sur la totalité du territoire, et non plus seulement sur des parcelles situées en zones protégées. Dans ces nouveaux territoires concernés, cette possibilité est toutefois limitée à la seule hypothèse du maintien de l'existant : maintien d'un taux minimal d'infrastructures écologiques ou de pratiques environnementales qui étaient mises en œuvre par le précédent exploitant.

L'obligation réelle environnementale (ORE) est un outil de protection volontaire de l'environnement introduit à l'article L. 132-6 du code de l'environnement par la loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages :

« *Les propriétaires de biens immobiliers peuvent conclure un contrat avec une collectivité publique, un établissement public ou une personne morale de droit privé agissant pour la protection de l'environnement en vue de faire naître à leur charge, ainsi qu'à la charge des propriétaires ultérieurs du bien, les obligations réelles que bon leur semble, dès lors que de telles obligations ont pour finalité le maintien, la conservation, la gestion ou la restauration d'éléments de la biodiversité ou de fonctions écologiques. (...) Le propriétaire qui a consenti un bail rural sur son fonds ne peut, à peine de nullité absolue, mettre en œuvre une obligation réelle environnementale qu'avec l'accord préalable du preneur et sous réserve des droits des tiers (...)* »

Par cet outil, le propriétaire s'impose à lui-même, ainsi qu'à ses successeurs, des obligations de protection environnementale que l'exploitant va devoir mettre en œuvre. Bailleur et preneur

¹⁸ Dans cet article, l'ancienne expression « *cultiver en bon père de famille* » a été remplacée par « *cultiver raisonnablement* » (art. 26 de la loi n° 2014-873 du 4 août 2014 pour l'égalité réelle entre les femmes et les hommes).

conviennent dans le bail des modalités de suivi des clauses environnementales (article R. 411-9-11-4 du code rural et de la pêche maritime).

Éléments d'analyse et perspectives

En définitive, la ressource « sol » apparaît comme le parent pauvre du statut du fermage, et c'est paradoxalement sa gestion par des pratiques vertueuses qui peut apparaître comme une menace. À l'exception des baux ruraux environnementaux, les services écosystémiques ne sont pas pris en considération, ils sont en quelque sorte implicitement englobés dans les pratiques agricoles d'utilisation du sol, qui sont du ressort de l'exploitant. Sous réserve de l'interprétation du juge, les services écosystémiques ne semblent pas correspondre aux « travaux d'amélioration » définis par l'article L. 411-73 du code rural et de la pêche maritime et susceptibles d'ouvrir droit à indemnisation du preneur en sortie de bail. En revanche, le droit à indemnité du bailleur, en cas de dégradation du bien loué, est préservé (article L. 411-72). Une dégradation provoquée par une mauvaise gestion multifonctionnelle des sols pourrait ainsi conduire à une sanction du preneur.

Une évolution du statut du fermage est-elle nécessaire pour renforcer la prise en compte multifonctionnelle des sols agricoles et cadrer la gestion durable de cette ressource ? Il n'existe pas en tout cas de disposition de cette nature concernant les deux autres ressources naturelles vitales que sont l'air et l'eau, mais à la différence de celles-ci, les sols sont « *res propria* » et entrent dans le champ d'application de l'article 544 du code civil¹⁹ qui définit le droit de propriété.

Le statut du fermage de ce fait traite implicitement de sol-patrimoine plus que de sol-ressource, ce qui est paradoxal s'agissant d'un droit très soucieux de l'intérêt du preneur. Un exploitant preneur a de certes intérêt à valoriser le sol comme facteur de production et non à le compromettre. Toutefois certaines pratiques dont l'agriculteur peut tirer avantage à court terme (par exemple un retournement de prairies qui entraîne une minéralisation accélérée de matière organique et une libération d'éléments fertilisants) peuvent produire à long terme des effets défavorables (baisse des fonctionnalités du sol, en lien avec la baisse du taux de matière organique).

Introduire dans l'état des lieux d'entrée de bail une rubrique obligatoire de qualification de l'état multifonctionnel des sols pourrait constituer une première étape de concrétisation de l'article L. 110-1 du code de l'environnement et de mise en concordance avec le code rural. Son objet serait *a minima* de s'assurer de la non-dégradation de la qualité des sols pendant la durée du bail.

Un tel ajout soulèverait la question des droits et obligations respectifs du preneur et du bailleur : si le bailleur peut être dédommagé en sortie de bail d'un préjudice porté à ses sols, le preneur qui améliorerait significativement la qualité du sol pourrait-il quant à lui prétendre soit à minoration de loyer en cours de bail, soit à indemnisation en sortie de bail ? Outre la réticence probable de certains bailleurs qui seraient fondés à n'exiger du preneur que l'obligation de non-dégradation des sols loués, une évolution législative rendant possible l'indemnisation du preneur pour amélioration de la qualité des sols loués nécessiterait de normer par voie réglementaire ce concept de qualité des sols. Même si un consensus technique sera probablement difficile à obtenir, l'exercice paraît techniquement faisable, notamment en s'appuyant sur des méthodes intégratrices de la multifonctionnalité des sols et fortement axées sur le carbone.

Les efforts d'amélioration humique des sols peuvent être bénéfiques tant à l'exploitant soucieux des capacités de son outil de production qu'au propriétaire soucieux de préserver son patrimoine. Ils se traduisent également par une séquestration de carbone, enjeu d'intérêt public au regard du défi climatique. Cette convergence d'intérêts peut ainsi justifier d'intégrer le statut du fermage au rang des vecteurs des politiques agroenvironnementales.

¹⁹ Article 544 du code civil : « *La propriété est le droit de jouir et disposer des choses de la manière la plus absolue, pourvu qu'on n'en fasse pas un usage prohibé par les lois ou par les règlements.* »

3.1.2 Sols et aménagement foncier rural

À l'exception de la Belgique, les réponses à la consultation des correspondants « sols » n'ont pas spontanément cité les démarches d'aménagement foncier parmi les outils permettant de porter l'état de la qualité des sols à la connaissance des propriétaires et exploitants. L'objet de la présente mission n'étant pas d'expertiser ces démarches en Europe, le présent rapport se limitera à présenter, à partir de la législation française, quelques éléments concernant la prise en compte des sols dans les démarches d'aménagement foncier.

Comme le statut du fermage, le remembrement trouve ses racines dans la double préoccupation des pouvoirs publics de renforcer l'outil productif agricole malmené par les guerres et de prendre en compte l'agrandissement des exploitations lié à l'exode rural. La loi du 9 mars 1941 sur la réorganisation foncière et le remembrement constitue le socle historique de l'aménagement foncier rural, marqué de la même dualité que la législation sur le fermage : un traitement patrimonial (on remembre la propriété foncière) et des objectifs d'amélioration des conditions d'utilisation de la ressource foncière et d'augmentation de la capacité productive, par regroupement parcellaire. L'une des difficultés, source d'une jurisprudence très abondante, est ici de conjuguer intérêt individuel et intérêt collectif.

Dans sa dénomination actuelle, l'aménagement foncier agricole, forestier et environnemental prévoit (article L. 132-4 du code rural et de la pêche maritime) que chaque propriétaire reçoit, par la nouvelle distribution parcellaire, une superficie globale équivalente, en valeur de productivité réelle, à celle des terrains qu'il a apportés²⁰. Cette équivalence doit en principe être assurée dans chacune des natures de culture qu'a déterminées la commission communale d'aménagement foncier. Le classement des terres s'opère en travaux de sous-commission, sur le terrain, avec les agriculteurs concernés et l'appui du géomètre. Le barème de classement est établi à partir de parcelles-témoins considérées comme représentatives des différentes classes de terres ou de prés décidées par la commission, chacune d'elles se voyant attribuer un nombre de points par hectare traduisant sa capacité productive (ou valeur de productivité réelle). Le caractère participatif de ce classement peut le rendre suspect de partialité, mais ce risque est contrebalancé par le caractère contradictoire de la méthode, soumise à enquête publique et à plusieurs échelons de recours (commission départementale d'aménagement foncier, juge administratif).

À titre d'exemple, une étude conduite sur deux communes alsaciennes²¹ a cherché à croiser classement des terres et classement des sols, ce dernier étant effectué par sondages de terrain à la tarière complétés de résultats d'analyses de sols. L'étude montre une convergence moyenne des deux approches, des différences importantes affectant un tiers des surfaces dans l'une des communes. Certains écarts portent sur l'appréciation de la capacité productive des sols, d'autres s'interprètent comme une anticipation d'impacts négatifs futurs (eu égard à un projet ferroviaire de ligne à grande vitesse). Mais la comparaison des méthodes permet, au besoin après retour sur le terrain, d'objectiver les appréciations.

L'étude des sols, ici à partir d'indicateurs simples (réserve en eau, hydromorphie, teneur en calcaire) pourrait également s'élargir à des indicateurs environnementaux et permettrait alors d'intégrer dans le classement des sols, puis dans celui des terres, une dimension écosystémique. Cette piste évoquée par les auteurs de l'étude s'écarterait alors de l'approche en valeur de productivité réelle qui prévaut en matière d'aménagement foncier rural, mais elle pourrait s'adapter « à d'autres espaces du territoire français, notamment dans les espaces péri-urbains des grandes communautés urbaines dans lesquelles les enjeux de consommation deviennent cruciaux ».

²⁰ déduction faite de la surface nécessaire aux ouvrages collectifs (...) et compte tenu des servitudes maintenues ou créées.

²¹ Classement des sols et classement des terres pour l'aménagement foncier - Méthodes et adaptation en Alsace - J.-P. Party, J. Sauter, M. Lux et N. Muller - 2014

Perspectives

La mission relève l'intérêt de ces données sur les sols issues des opérations d'aménagement foncier et détenues par les Départements, maîtres d'ouvrage de ces opérations. L'approche en valeur de productivité réelle prend en compte la connaissance locale des sols et des pratiques agricoles couramment mises en œuvre sur le périmètre remembré. Elle ne permet pas pour autant de discriminer certains usages (parcelles en agriculture biologique par exemple). Sous réserve d'être capitalisées et rendues accessibles, elles pourraient, lorsqu'elles existent, être systématiquement portées à la connaissance des utilisateurs du sol et constituer un élément informatif d'aide à la décision, que ce soit dans le cadre d'une utilisation agricole ou d'un projet de changement d'usage (voir recommandations 1 et 6). Les contacts pris avec l'Association des Départements de France n'ont toutefois pas permis d'explorer plus avant cette piste.

3.2 La prise en compte de la qualité des sols agricoles pour préserver un potentiel de production agricole et alimentaire

Garantir une capacité de production alimentaire qui permette de faire face aux besoins essentiels de la population, à tout le moins en situation de crise, est une préoccupation d'intérêt général qui a conduit certains pays à caractériser leurs sols agricoles pour sanctuariser un socle foncier de sécurité dédié à la production alimentaire. La mission a examiné les contextes de la Suisse et de la Slovaquie, qui ont en commun la surface relativement limitée du pays²², mais qui diffèrent par leur population et globalement par leur niveau de richesse économique. La qualification des sols vise ici à répondre à un besoin stratégique de l'État.

3.2.1 Suisse : surfaces d'assolement

En Suisse, chaque canton a l'obligation de sanctuariser un contingent de terres agricoles (ou « surfaces d'assolement ») fixé par le Conseil fédéral à travers le plan sectoriel des surfaces d'assolement (décision du 8 avril 1992)²³. Le contingent fédéral global (438 460 hectares pour les 26 cantons, soit environ 40 % de la totalité de la surface agricole utile de la Suisse) correspond aux terres arables convenant le mieux à l'agriculture et qui doivent être protégées à long terme pour garantir un socle d'approvisionnement du pays en denrées alimentaires en cas de pénurie grave. Les projets concernant des surfaces d'assolement de plus de trois hectares doivent être portés à la connaissance de l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG), qui peut les contester y compris devant les tribunaux.

Les surfaces d'assolement sont sélectionnées sur la base de critères simplifiés et harmonisés à l'échelle fédérale : trois critères principaux (zone climatique, pente inférieure à 18 %, profondeur au moins égale à 50 cm), et trois critères complémentaires (compacité, charge de pollution, « exploitabilité » de la parcelle : au moins un hectare d'un seul tenant et de forme correcte).

Au regard de la préoccupation d'intérêt national, l'approche qualitative des sols est focalisée sur leur capacité productive, sans préoccupation multifonctionnelle, à l'exception de la « fonction d'emprise » à d'autres fins que l'agriculture, qui est en principe proscrite. Une possibilité d'ajustement existe néanmoins à la marge, le contingent cantonal étant alors maintenu constant par intégration de nouvelles surfaces à concurrence des surfaces soustraites.

²² Suisse : environ 41 000 km² ; 208 hab./km² ; Slovaquie : environ 49 000 km², 111 hab./km²

²³ Les plans sectoriels (tels que prévus à l'article 13 de la loi sur l'aménagement du territoire - LAT- du 22 juin 1979 modifiée) sont des instruments de planification établis par la Confédération helvétique pour coordonner les politiques fédérales et cantonales à incidences territoriales.

3.2.2 Slovaquie : fonds primaire agricole

Sur la base de travaux réalisés dans les années soixante-dix, tous les sols agricoles de la Slovaquie font l'objet d'une caractérisation agro-pédologique qui retient cinq types de facteurs considérés comme pertinents pour rendre compte de la productivité du sol : la région climatique d'appartenance, le type de sol, la pente et l'exposition, la pierrosité et la profondeur du sol ainsi que sa texture. La combinaison de ces facteurs permet de délimiter des « unités éco-pédologiques » homogènes (bonitovanej pôdno-ekologickej jednotky - BPEJ). Les BPEJ ont été définies par le VUPOP²⁴ à la demande de l'État, elles sont cartographiées à l'échelle du 1/5000^e et font l'objet d'une actualisation continue.

Plus de 6 500 unités BPEJ différentes sont identifiées et cartographiées sur la zone agricole de la Slovaquie. Il est possible à tout propriétaire foncier, via internet, de connaître l'identifiant de l'unité ou des unités constitutive(s) de toute parcelle cadastrale.

Un décret de 2004 a réparti en neuf groupes de productivité tous les sols agricoles des unités éco-pédologiques, soit environ 2,4 millions d'hectares sur le territoire slovaque. Pour opérer cette répartition, un indice de productivité, destiné à traduire le potentiel de production agricole de chaque unité, a été calculé en croisant les données pédologiques et les données disponibles sur le rendement des cultures. L'indice de productivité varie de 0 à 100.

Les sols ayant le plus grand potentiel de productivité appartiennent aux quatre premiers groupes (indice de productivité compris entre 60 et 100). Ils sont protégés par la loi n° 307/1992 sur la protection des ressources agricoles. Ils couvrent près du quart des terres agricoles du pays.

Complémentairement à l'approche éco-pédologique des BPEJ, une typologie agricole répartit les sols de Slovaquie en quatre types (O, OT, T et N) et quatorze sous-types ou catégories :

- terres arables (O) : 7 catégories (de O1 à O7, O1 = la plus productive),
- prairies temporaires (OT) : 3 catégories (OT1 à OT3),
- prairies permanentes (T) : 3 catégories (T1 à T3),
- terres inaptes à l'activité agricole (1 catégorie : N).

Pour garantir la capacité de production alimentaire du pays, la législation slovaque définit les « terres agricoles primaires », dédiées à la suffisance alimentaire et donc d'intérêt stratégique pour le pays.

Elles couvrent les sols ayant le potentiel de production le plus élevé dans les sept catégories de terres arables (de O1 à O7) et la première catégorie de prairies temporaires (OT1). Leur indice moyen de productivité est proche de 70 points. Ce « fonds primaire agricole » couvre près de 1,4 million d'hectares, soit environ 56% des terres agricoles actuellement enregistrées en Slovaquie dans le LPIS (land parcel identification system), outil local de gestion de la politique agricole commune.

La Slovaquie dispose ainsi d'un dispositif très administré de qualification des sols pour la production. L'information qualitative, assez fine mais sans aller au détail de la parcelle, est accessible par consultation cadastrale, mais la codification des unités de sol n'est parlante qu'aux utilisateurs avertis. Les préoccupations écosystémiques sont présentes par ailleurs dans la législation slovaque qui fixe aux propriétaires et locataires des obligations de gestion durable, mais leur mise en œuvre n'est pas dénuée de difficultés (voir annexe 8).

²⁴ Institut de recherche des sciences du sol et de protection du sol - (Výskumný ústav pôdnoznalectva a ochrany pôdy - VUPOP).

3.3 La prise en compte de la qualité des sols agricoles pour optimiser leur utilisation en tant que facteur de production

À la différence des dispositifs précédents, axés principalement sur la fonction productive des terres agricoles et qui fixent, par voie législative ou réglementaire, des normes d'utilisation de ces terres et donc indirectement des sols qui les composent, divers outils et initiatives s'attachent à une caractérisation écosystémique des sols pour en optimiser l'utilisation agricole dans une optique de gestion durable.

Ces démarches ont en commun d'avoir à mettre la complexité multifonctionnelle des sols à la portée de leurs utilisateurs. Elles le font de trois façons, dissociées ou conjuguées : agir sur la formation de l'utilisateur pour le rendre plus expert et plus autonome ; mettre en place des outils ou services d'interface pour interpréter la complexité et aider à la décision ; simplifier la caractérisation du sol pour en rendre la compréhension plus immédiate. Les exemples présentés ne prétendent évidemment pas à l'exhaustivité.

3.3.1 La proposition d'un outil européen d'évaluation multifonctionnelle des sols : le Soil Navigator

L'Union européenne, au titre de son programme de financement de la recherche et de l'innovation (Horizon 2020) a lancé sur la période 2015-2019 l'appel à projets « Soil quality and functions », visant à proposer, aux échelles locale, régionale et européenne, des outils et recommandations pour l'évaluation et l'optimisation de cinq services écosystémiques²⁵ des sols : la production de biomasse, la purification et la régulation de l'eau, la régulation du climat et la séquestration du carbone, la fourniture d'habitats pour la biodiversité, la fourniture et le cycle des nutriments.

Financé par l'Union européenne à hauteur de 5 millions d'euros, le projet Landmark²⁶ (voir annexe 9), retenu dans ce programme, a été piloté par l'université néerlandaise de Wageningen (*Wageningen Research and University -WUR*) et a réuni vingt-deux partenaires de quatorze pays de l'Union européenne²⁷, ainsi que des partenaires de la Suisse, de la Chine et du Brésil.

Dans le cadre d'une démarche collaborative, le projet Landmark a mis au point, aux fins d'utilisation par les agriculteurs et par leurs conseillers à l'échelle de l'exploitation agricole, un outil d'aide à la décision, le « Soil navigator », destiné (i) à évaluer simultanément l'impact des pratiques agricoles sur les différentes fonctions du sol, (ii) à proposer des recommandations de gestion durable pour améliorer simultanément l'apport de plusieurs fonctions du sol en recherchant le meilleur compromis entre ces fonctions et (iii) à évaluer l'offre de fonctions du sol résultant des choix de gestion opérés par l'utilisateur dans la suite qu'il entend donner à ces recommandations.

Concrètement, l'utilisateur (agriculteur ou conseiller) fournit les informations sur le secteur géographique concerné, le système de production, les pratiques (travail du sol, fertilisation, traitements...), l'environnement de l'exploitation (altitude, pente, pluviométrie, températures) et sur les caractéristiques du sol (texture, profondeur, pH, couche arable...). L'outil évalue les fonctions du sol (faibles, moyennes, élevées) et propose des objectifs d'amélioration. L'agriculteur peut choisir de les suivre ou non, et avec plus ou moins d'intensité. L'outil réévalue enfin les fonctions en tenant compte des choix de l'agriculteur.

Cet outil collaboratif expérimental d'aide à la décision est une interface pédagogique à usage professionnel, d'utilisation simple, quasi ludique ; l'agriculteur apporte les renseignements sur son

²⁵ Les notions de services écosystémiques et de fonctions du sol étant ici superposées.

²⁶ <http://landmark2020.eu/>

²⁷ En France : l'INRAE (unité InfoSol), l'Institut polytechnique UniLaSalle, les chambres régionales d'agriculture du Centre-Val de Loire, de Bourgogne-Franche-Comté, d'Occitanie et de Nouvelle-Aquitaine, ainsi que l'Assemblée permanente des chambres d'agriculture (APCA).

système de production, ses pratiques (travail, fertilisation, traitements...), sa gestion de l'eau (drainage, irrigation), ses sols (caractéristiques agro-pédologiques de base). Le navigateur fonctionne même s'il est incomplètement renseigné, mais la précision baisse si la complétude diminue.

L'outil porte à la connaissance de l'agriculteur non pas les caractéristiques du sol, mais l'état de ses principales fonctions, c'est-à-dire la capacité du sol à fournir des services écosystémiques propices à l'activité agricole. Le porter à connaissance de l'état multifonctionnel du sol est mis au service d'une aide à la décision de gestion des pratiques agricoles. L'évaluation finale, intégrant les options de gestion prises par l'agriculteur, s'analyse comme une mesure de l'impact.

Quelques limites sont identifiées : l'utilisation est probablement plus compliquée sur une exploitation aux sols variés, car le fonctionnement de l'outil par grands types de sols semble alors nécessiter plusieurs passages, ce qui peut contrarier le principe d'approche globale (systémique) qui caractérise l'analyse multifonctionnelle. L'outil est à ce stade assez peu explicatif, ses recommandations paraissent stéréotypées, mais ces défauts de jeunesse pourraient être levés moyennant des développements complémentaires et notamment une régionalisation fine des contextes.

Les autorités françaises pourraient utilement manifester leur intérêt pour une consolidation de cet outil. Outre ses dimensions de support pédagogique et d'outil d'aide à la décision, il pourrait aussi contribuer au suivi qualitatif de mesures communautaires à impact sur les sols (MAEC, BCAE).

3.3.2 Royaume-Uni : le projet « Soils Matrix »

Cet outil d'aide à la décision est développé par le cabinet britannique privé Fisher German²⁸ (voir annexe 10), en partenariat avec les agronomes du cabinet-conseil indépendant Indigro. L'objectif est de mesurer avec précision la qualité des sols agricoles, dans une optique résolument productiviste : comprendre la qualité du sol pour tirer le meilleur profit économique des exploitations et de leur environnement.

À partir d'un recueil d'informations générales permettant l'identification du type de sol (application Soilscape - <http://www.landis.org.uk/soilscapes>), d'une évaluation visuelle (*visual soil assessment* ou VSA, synthétisée par un « indice de qualité de sol ») et d'analyses pédologiques classiques, l'outil combine sous forme matricielle :

- une appréciation des caractéristiques physico-chimiques du sol (structure, texture, couleur, odeur, taux de matière organique, pH, taux des principaux nutriments),
- une appréciation de ses caractéristiques hydriques : porosité, présence de marbrures, stagnation de l'eau en surface, présence ou non d'un drainage,
- une appréciation de son fonctionnement biologique : profondeur des racines, nombre de lombrics ; évaluation du stock de semences d'adventices,
- une appréciation de la sensibilité à l'érosion.

À dire d'expert et par référence à des sols de caractéristiques et de potentialités connues, les items pris en compte reçoivent une note de 1 à 10 et font l'objet d'une pondération détaillée, pour obtenir un score final traduisant la qualité du sol. Dans cette évaluation, les facteurs physico-chimiques « pèsent » environ 40% de la note finale, les caractéristiques hydriques 25%, les facteurs biologiques 20% et la teneur en matière organique 15%.

L'outil Soils Matrix (matrice des sols) s'adresse aux exploitants et aux propriétaires fonciers.

Aux premiers, il veut apporter une lecture analytique et globale du fonctionnement du sol en intégrant de multiples facteurs représentatifs de sa multifonctionnalité. Le dispositif de notation / pondération,

²⁸ 600 conseillers spécialisés en matière de gestion d'actifs et de biens immobiliers dans un large éventail de secteurs, dont l'agriculture.

calé sur des références locales, semble vouer l'outil surtout à un public averti pour qui il va pouvoir constituer une base d'échanges avec des conseillers agricoles pour évaluer les sols et les pratiques, identifier les évolutions techniques souhaitables, chiffrer les coûts et la rentabilité de ces évolutions et suivre leur impact dans la durée. Au-delà de sa finalité d'évaluation de la qualité des sols, la « matrice des sols » veut être plus globalement un outil d'aide au management général de l'exploitation agricole, reliant gestion des sols et enjeux économiques de l'entreprise.

Aux seconds, il se propose d'apporter une évaluation synthétique des aptitudes des sols, périodiquement actualisable et susceptible d'être intégrée dans l'état des lieux d'un bail rural, sous réserve d'un accord entre bailleur et preneur.

S'agissant d'un « nouvel outil » proposé à titre de prestation de service aux agriculteurs, il n'a pas été possible d'apprécier quelle pourra en être la portée, mais son concepteur le considère comme étant en résonance avec le projet de loi agricole présenté par le gouvernement britannique en janvier 2020 pour l'après-Brexit, projet qui prévoit notamment, à l'attention des agriculteurs, des aides publiques pour inciter à la protection et à l'amélioration de la qualité des sols.

3.3.3 France - Diagnostic humus : un diagnostic pour l'état des lieux préalable à un bail rural à clauses environnementales en agriculture biologique

Le réseau associatif Terre de Liens²⁹, qui compte plus de 19 000 membres, englobe dix-neuf associations régionales en France continentale, une fédération nationale et deux structures d'acquisition foncière (une entreprise d'investissement solidaire et une fondation reconnue d'utilité publique). Le réseau œuvre en faveur de l'installation d'agriculteurs dans des espaces agricoles soumis à une forte pression foncière.

Terre de Liens acquiert des terres et les loue par bail à clauses environnementales de longue durée à des agriculteurs qui s'engagent dans des projets d'agriculture paysanne, biologique ou biodynamique, privilégiant les circuits de proximité et notamment la vente directe. La rédaction du bail s'appuie sur un état des lieux agro-environnemental de l'exploitation effectué sur un mode participatif (présence du fermier, de bénévoles et d'un expert) et qui donne lieu à un « tour de ferme » et/ou à un « diagnostic humus », démarche participative de diagnostic environnemental des sols dont la mise au point a bénéficié de l'appui de plusieurs partenaires scientifiques et techniques³⁰.

Le « diagnostic Humus » ne se limite pas à un diagnostic de sol *sensu stricto*, mais prend en compte plus largement, dans une logique d'approche globale, tout l'environnement (géologique, historique, géographique, climatique, naturel) de l'exploitation, ainsi que la situation de l'exploitant. Il s'agit d'une démarche lourde. Selon Terre de Liens (octobre 2019), trois dépenses sont à prévoir pour la mise en œuvre d'un diagnostic Humus : la prestation de la personne en charge de sa réalisation (six jours de travail), l'analyse en laboratoire, l'animation de la démarche par l'association territoriale (environ deux jours par diagnostic). À titre indicatif, la réalisation d'un diagnostic représente un budget prévisionnel de 3 760 euros.

La caractérisation de l'état des sols fait appel à dix-sept indicateurs, principalement liés à la structure et à la vie des sols. Elle donne lieu au recueil et à l'interprétation de données toutes en lien avec la préservation des sols, recueillies par observation (examen d'un profil cultural) et par analyses de laboratoire. Un guide technique³¹ précise les sources et références d'interprétation. Chaque indicateur est noté (sur une échelle de 0 à 5) puis reçoit un code couleur, permettant en phase de synthèse de percevoir visuellement la tonalité d'ensemble du sol (voir annexe 11).

²⁹ <https://terredeliens.org/>

³⁰ ENSAIA de Nancy, ESITPA de Rouen, AFES.

³¹ <https://terredeliens.org/la-notice-du-diagnostic-humus-fait.html>

La mission relève, dans cette méthode, les effets de synergie recherchés entre expertise scientifique et « participation citoyenne », les dimensions technique, humaine et éducative n'étant ici pas dissociables. Le diagnostic des sols est fortement axé sur les paramètres biologiques (vie des sols) et sur les paramètres physico-chimiques sensibles aux pratiques culturales de l'exploitant. La démarche est en résonance avec les convictions agroenvironnementales de l'association.

3.3.4 France - La qualification des sols et le porter à connaissance dans la démarche Agrinnov –REVA : l'impact des pratiques sur la vie des sols

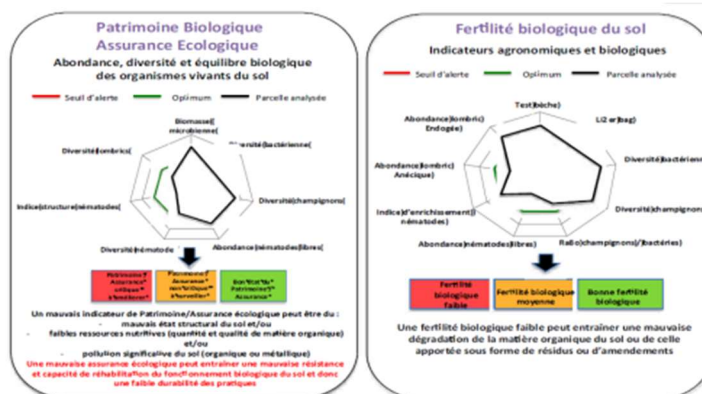
Le projet AgrInnov³² s'est fondé sur les constats des milieux scientifiques montrant que le fonctionnement du sol est largement déterminé par la biodiversité qui le compose³³ ; les communautés biologiques du sol sont susceptibles de révéler l'ensemble des stress environnementaux que subit leur milieu et apparaissent comme de bons indicateurs de son évolution.

AgrInnov a mobilisé pendant quatre ans environ 250 agriculteurs et viticulteurs animés en réseau par l'association « Observatoire français des sols vivants » (OFSV), ainsi qu'un large panel d'experts scientifiques et techniques du monde de la recherche agronomique, de l'enseignement supérieur et du développement agricole (INRA, universités de Rennes, Dijon et Orléans, ESA d'Angers, Agrosup Dijon, ISARA, chambre d'agriculture du Maine-et-Loire, laboratoire privé ELISOL environnement).

S'intéressant à la fonction productive du sol agricole, l'objectif d'AgrInnov a été, dans une démarche participative, de construire des outils de surveillance de la qualité du sol permettant d'appréhender l'impact des pratiques agricoles sur son fonctionnement biologique et sur les services écosystémiques associés. La démarche se prolonge aujourd'hui avec le Réseau d'Expérimentation et de Veille à l'innovation Agricole (REVA), animé par l'OFSV. La caractérisation du sol est effectuée à la parcelle sur la base d'une quinzaine d'indicateurs biologiques et agronomiques.

Les **indicateurs biologiques** sont ciblés sur l'analyse de la faune du sol (lombrics et nématodes) et des microorganismes telluriques (champignons et les bactéries), la mesure de la biomasse moléculaire microbienne (par extraction et séquençage de l'ADN microbien du sol) et l'appréciation de la dégradation de la matière organique (par la méthode du *litter bag*³⁴).

Les indicateurs agronomiques visent à prendre en compte les caractéristiques physico-chimiques du sol, l'état de sa structure (test-bêche) et la présence éventuelle de polluants métalliques (cuivre, nickel, plomb...). Les indicateurs sont interprétés à la lumière d'un référentiel scientifiquement validé, qui définit des valeurs optimales et d'alerte.



³² Projet n°1116 du programme CASDAR 2011 (compte d'affectation spécial au développement agricole et rural), mis en œuvre de 2012 à 2015 ; coût de 1,24 M€, pour un financement CASDAR de 0,5 M€.

³³ Le sol est reconnu comme étant le 3e plus important réservoir de biodiversité de notre planète, regroupant 25% de la biodiversité totale (La vie cachée des sols – GESSOL – ADEME – CGDD - 2010)

³⁴ ou « sac à litière » : sac de nylon contenant une quantité précise de paille standardisée, enfouie pendant environ quatre mois dans la couche de sol travaillée ; l'analyse du résidu végétal à l'issue de la période d'enfouissement permet de caractériser l'activité des microorganismes décomposeurs présents dans le sol.

Une synthèse de ces éléments est traduite sous la forme d'un indicateur de potentiel (patrimoine biologique) et d'un indicateur de fonctionnalité (fertilité biologique).

Les indicateurs de connaissance de l'état des sols sont croisés avec les **pratiques agricoles** mises en œuvre par les agriculteurs sur les parcelles concernées. A cette fin, une typologie des pratiques est établie en discriminant les itinéraires techniques à partir de quatre facteurs considérés comme des « thèmes d'arbitrage » pour l'agriculteur : le travail du sol, l'assolement et la longueur des rotations, la fertilisation et les amendements, la stratégie sanitaire de l'exploitant. Des analyses statistiques par système de cultures et type de pratiques permettent d'imputer respectivement aux sols eux-mêmes et aux pratiques culturelles les variations constatées des différents indicateurs.

À partir de ces données, les agriculteurs peuvent alors appréhender l'impact de leurs pratiques, d'une part au regard du fonctionnement de leur propre système d'exploitation et d'autre part en se comparant aux autres agriculteurs partageant soit les mêmes sols, soit les mêmes pratiques. Cette phase de diagnostic de la qualité biologique et agronomique des sols agricoles, nourrie de l'expertise des acteurs de la recherche et du développement mobilisés dans le programme, est donc la base d'une réflexion sur les pratiques culturelles des agriculteurs et le cas échéant le déclencheur d'une modification de ces pratiques dans un sens favorable à la vie des sols.

Intérêt de la démarche et perspectives

L'important travail d'échanges entre spécialistes et praticiens, l'un des points forts de la démarche AgrInnov, a permis une appréciation dynamique du sol en tant que « facteur de production vivant » : **le véritable facteur de production n'est plus « le sol », mais la vie du sol, seules les pratiques favorables à la vie des sols pouvant permettre de répondre à des objectifs durables de production.** La méthode s'attache fortement à mesurer l'impact des pratiques sur la vie des sols. L'investissement, notamment en termes d'accompagnement et d'animation, est important ; il conditionne le succès du travail en réseau. La contrepartie est peut-être de toucher plus facilement les agriculteurs déjà sensibilisés à l'importance de la vie des sols et disposés à investir du temps dans l'acquisition ou la consolidation des connaissances et l'analyse des pratiques.

Poursuivre cette démarche en valorisant ses acquis appelle des mesures concernant à la fois les agriculteurs et leur environnement technique. Pour les agriculteurs, il pourrait s'agir de faire reconnaître les productions issues de systèmes de cultures fondés sur le suivi et l'amélioration de la vie des sols. L'intégration des exploitations dans un label existant ou à créer (label « transition agro-écologique ») irait dans ce sens. D'autres moyens de plus large utilisation pourraient également permettre d'y parvenir (voir 3.3.8 et 3.3.9).

Pour l'environnement technique de l'agriculteur, l'une des suggestions de l'OFSV, que la mission considère comme très opportune, est de mettre en place un certificat d'aptitude obligatoire relatif à l'utilisation des sols, à l'image du « Certiphyto »³⁵ qui vise, dans le domaine sanitaire, à renforcer la formation des utilisateurs et distributeurs de produits phytopharmaceutiques à usage professionnel. Le « Certi-sol » s'adresserait aux techniciens des chambres d'agriculture et du monde économique agricole (établissements d'approvisionnement et de collecte, fournisseurs de l'agriculture). Il mettrait l'accent sur la multifonctionnalité des sols, sur l'impact des décisions à incidences sur les sols (pratiques culturelles notamment). Ce point fait l'objet de la proposition de recommandation 4.

³⁵ Certificat individuel de produits phytopharmaceutiques. Tout acte professionnel où l'action conduite porte sur l'utilisation, la distribution, le conseil, la vente de produits phytopharmaceutiques, est soumis à la détention d'un certificat individuel pour les produits phytopharmaceutiques : « Certiphyto ». Ce certificat atteste de connaissances suffisantes pour utiliser les pesticides en sécurité et en réduire leur usage.

3.3.5 France - TypTerres : caractériser les sols agricoles par une approche typologique simplifiée pour répondre aux besoins opérationnels des agronomes

Pour les agronomes, les référentiels régionaux pédologiques (RRP)³⁶ fournissent une description très complète des sols, mais leur représentation cartographique à l'échelle du 1/250 000^{ème} ne permet pas de les utiliser directement pour le conseil à la parcelle, notamment comme données d'entrée pour les outils d'aide à la décision (aide au calcul de la fertilisation, aide à la réalisation de bilans hydriques, etc.) et les outils d'évaluation agroenvironnementale (estimation des risques de lixiviation par exemple). Il en résulte une diversité de bases de données, de typologies de sols et d'outils d'aide à la décision plus ou moins indépendants les uns des autres, ce qui fait naître un besoin de simplification et d'harmonisation. En réponse à cette préoccupation, le projet expérimental et multi-partenarial TypTerres a été lancé en 2015 sur les régions Centre-Ouest et Alsace-Lorraine, pour articuler l'offre de données sur les sols (les RRP) avec la demande des utilisateurs (disposer d'outils simples, mobilisant des données fiables, harmonisées et si possible « prédigérées »).

La méthode retenue est l'approche typologique : à dire d'expert, des regroupements sont opérés, sur un territoire donné, entre unités de sols aux caractéristiques agronomiques voisines, pour parvenir à une liste limitée de types de sols ou « unités TypTerres », chacune étant assortie d'une fiche d'identification qui en présente les principales caractéristiques pédologiques et établit les correspondances avec la terminologie vernaculaire des sols. La typologie agronomique ainsi obtenue donne une représentation simplifiée de la diversité pédologique d'un territoire, la co-construction visant à obtenir une vision harmonisée et consensuelle.

L'effet de simplification est plus ou moins intense : pour le territoire Centre-Ouest (départements de Vendée, Deux-Sèvres, Vienne et Indre), les 913 unités pédologiques³⁷ issues des RRP ont été réparties en seulement 65 types de sols « TypTerres ». En Alsace hors massif vosgien, 70 types de sols ont été constitués à partir de 323 UTS³⁸.

La démarche permet de valoriser la connaissance sur les sols acquise au travers des référentiels régionaux pédologiques aujourd'hui disponibles sur la quasi-totalité du territoire français. Elle incite à l'interopérabilité des données issues des laboratoires d'analyse de sol et des différents réseaux d'acquisition de références. Elle permet également d'harmoniser les résultats des outils de conseil et d'aide à la décision relatifs à la gestion des sols agricoles.

Le regard de la mission

L'initiative TypTerres présente ainsi les caractères d'une interface entre l'offre des producteurs de données pédologiques et les besoins d'utilisateurs non pédologues de la « ressource sol ». La mission relève la robustesse du référentiel utilisé (RRP) et l'intérêt de l'approche typologique simplificatrice, mais la précision de l'outil demeure tributaire de l'échelle cartographique initiale (1/250 000^{ème}). Une utilisation à l'échelle de l'exploitation ne peut faire l'économie d'observations complémentaires de terrain, ce qui est de toute façon propre à toute action de conseil agronomique.

La simplification par l'approche et le souci d'harmonisation facilitent la valorisation des données par les territoires. La démarche est donc également une interface entre politique sectorielle de

³⁶ Les référentiels régionaux pédologiques (RRP) sont des bases de données régionales sur les sols, associées à une représentation des sols à l'échelle du 1/250 000^{ème} réalisée 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).

³⁷ Dans les RRP, ces unités pédologiques sont dénommées « unités typologiques de sol » ou UTS.

³⁸ Les typologies sont accessibles sur le site du Réseau mixte technologique (RMT) Sols et territoires (<http://www.sols-et-territoires.org/produits-du-reseau/projets-affilies-au-rmt-st/typterres/>).

connaissance des sols et politiques territoriales de valorisation de cette connaissance. Elle est généralisable et peut constituer ainsi un facteur de cohérence des politiques publiques liées aux sols.

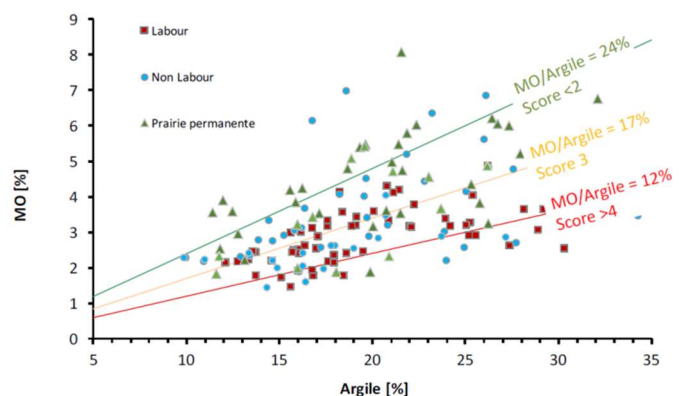
La mission note également que l'initiative TypTerres, en passant d'un classement pédologique à un classement agronomique, ne s'est portée pratiquement que sur la seule fonction productive des sols agricoles, prenant en compte leurs caractéristiques pérennes, sans pouvoir être sensible à celles que les pratiques agricoles peuvent influencer. Pour être mise au service non seulement d'outils d'aide à la décision agronomique, mais aussi d'outils d'évaluation agroenvironnementale, la construction typologique gagnerait à croiser approche pédologique et caractérisation multifonctionnelle des sols (par exemple potentiel biologique des sols, capacité d'épuration ou encore capacité à stocker du carbone).

Dans ces conditions, la mission considère que la démarche TypTerres, qui contribue efficacement à la connaissance des sols agricoles et à la diffusion de cette connaissance pour une gestion durable des sols, justifierait d'être étendue voire généralisée à tout le territoire couvert par les RRP, dans la continuité du programme IGCS.

3.3.6 Suisse : management des sols par la gestion de la matière organique

Une méthode d'appréciation de la qualité multifonctionnelle des sols agricoles est développée par le département d'agronomie de l'HEPIA, haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève, sous la conduite de M. Pascal Boivin, agronome et professeur de science du sol, en partenariat avec les autorités cantonales et la profession agricole (AgriGenève, organisation faîtière cantonale regroupant la chambre genevoise d'agriculture et l'association genevoise des centres d'études techniques agricoles). La méthode est testée dans le suivi d'exploitations pratiquant l'agriculture de conservation des sols (ACS).

L'équipe du professeur Boivin établit que le fonctionnement d'ensemble d'un sol, considéré à partir de ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques (portance, résistance mécanique, comportement thermique, capacité épuratoire, porosité, aération, infiltration, rétention d'eau, réserve de nutriments, biodiversité, activité biologique, etc.) est fortement dépendant d'un paramètre-clé : le taux matière organique du sol (figure ci-contre – source HEPIA). La matière organique détermine non seulement le fonctionnement du milieu « sol », mais aussi sa capacité à supporter des conditions susceptibles d'altérer ses fonctionnalités (résistance), ainsi que sa capacité à les rétablir lorsqu'elles ont été perturbées (résilience).



Le stock de matière organique du sol se constitue sous l'effet des apports qu'il reçoit (résidus de végétation en place, amendements et fumures organiques) et diminue sous l'effet de l'activité microbienne qui décompose cette matière organique. Une certaine proportion de la matière organique du sol se fixe par complexation à la surface des argiles (complexe argilo-humique) et se trouve ainsi protégée de la dégradation microbienne. Le rapport matière organique/argile (MO/argile) rend compte synthétiquement de ce fonctionnement.

La démarche examine l'état structural du sol par test bêche (méthode VESS) au regard du rapport MO/argile. Un score VESS de 3, jugé satisfaisant, correspond en moyenne à un rapport MO/argile de 17%. Un tel taux apparaît atteignable quel que soit le mode de mise en valeur du sol et peut être considéré comme une assurance raisonnable de fertilité. Un score VESS supérieur à 4 correspond en moyenne à un rapport MO/argile inférieur à 12% et traduit une forte probabilité de structure dégradée. À l'opposé, un score VESS inférieur à 2 (très bonne qualité structurale) correspond à un rapport moyen MO/argile de 24%, valeur rencontrée notamment sous prairie permanente ainsi que

dans les parcelles conduites en agriculture de conservation des sols, avec présence permanente d'un couvert végétal et suppression ou forte réduction du travail du sol (non-labour).

S'il apparaît bien corrélé à la fertilité du sol, le rapport MO/argile n'est pas un critère absolu ; différents facteurs peuvent expliquer des écarts de corrélation (acidité ou alcalinité du sol, conditions météorologiques, pratiques culturales, maîtrise technique de l'exploitant...).

Intérêt de la méthode et perspectives

La prise en compte de deux indicateurs (test VESS réalisé annuellement et mesure périodique, tous les trois à cinq ans, du taux MO/argile) constitue ainsi un moyen à la fois simple et peu coûteux (de 25 à 80 € par analyse) pour apprécier la qualité multifonctionnelle des sols agricoles. La méthode n'est cependant pas applicable aux sols sans argile (sols sableux notamment) ou aux sols constitués uniquement de matière organique (sols tourbeux).

Elle pourrait être appelée à se généraliser en Suisse au regard des éléments suivants :

- Les exploitants suisses ont l'obligation, au titre du dispositif des « prestations écologiques requises » (l'équivalent de la conditionnalité de la politique agricole commune de l'Union européenne (PAC), de faire analyser une fois au moins tous les dix ans, par un laboratoire agréé, chacune de leurs parcelles agricoles, ce qui représente un coût moyen de 130 €/exploitation et par an. Ces données, capitalisées et publiques, constituent une base de surveillance de l'état des sols. Le traitement statistique de ces données a montré que trois quarts des sols suisses s'avèrent fortement déficitaires en carbone (avec un rapport moyen MO/argile de l'ordre de 10%). Relever ce taux pour restaurer la fertilité des sols est donc d'abord un enjeu agricole.
- Parallèlement, en réponse à l'enjeu environnemental que représente la lutte contre le changement climatique, le plan climat du canton de Genève s'est fixé l'objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40% d'ici 2030 par rapport à 1990, soit un objectif cantonal de réduction de 1 700 000 tonnes de CO₂ par an d'ici 2030, dont 15 000 tonnes par an à séquestrer dans les sols agricoles. Pour y contribuer, la mesure 6.4 du plan cantonal préconise la généralisation de l'agriculture de conservation des sols. Le suivi des sols par examen visuel (VESS) et mesure périodique du rapport MO/argile pourrait donc ainsi lui aussi se généraliser.

L'approche présentée se focalise sur la gestion de la matière organique des sols comme déterminant essentiel de leur multifonctionnalité. Améliorer l'état organique des sols permet à la fois d'agir sur leur fertilité et de contribuer, par la séquestration de carbone, à l'atténuation du changement climatique. Ce « management des sols » concilie ainsi intérêt particulier de l'agriculteur et intérêt général. La méthode est simple de mise en œuvre et donc *a priori* facilement généralisable. L'incidence des autres facteurs n'est pas ignorée, elle intervient pour comprendre des écarts de corrélation entre état organique et structural du sol et rendements agricoles. Le dispositif d'ensemble constitue une aide à la décision pour l'agriculteur et pourrait devenir, pour les pouvoirs publics, un outil de pilotage et de suivi de l'état des sols.

Le regard de la mission

La mission relève une certaine convergence des démarches AgrInnov-RESA et HEPIA-AgriGenève, avec comme point commun la dynamique du carbone organique des sols. La première approche, très analytique, personnalise l'implication professionnelle de l'agriculteur dans une logique collective de réseau. La seconde est d'apparence simplificatrice, même si l'analyse écosystémique est bien sûr nécessaire pour comprendre les évolutions constatées. **La méthode HEPIA-AgriGenève apparaît compatible avec un déploiement rapide et à grande échelle de mesures de politique publique qui viseraient l'amélioration de la qualité multifonctionnelle des sols agricoles**, en cohérence avec les objectifs de la stratégie nationale bas-carbone.

3.3.7 France – Suisse : le projet Sols vivants

L'approche de la qualité des sols ciblant la dynamique du carbone trouve un champ d'expérimentation et de développement à travers le projet « Sols vivants », porté par l'organisation internationale à but

non lucratif Earthworm. Son objectif est d'accompagner les agriculteurs et les filières agricoles vers des pratiques régénératives des sols (agriculture de conservation des sols - ACS) et de rémunérer les agriculteurs pour leurs efforts de stockage du carbone, dans un double intérêt agronomique et climatique. Les initiatives en cours en France (Santerre, Champagne) mobilisent des professionnels agricoles, des partenaires scientifiques et techniques (AgroTransfert³⁹, INRAE, HEPIA) et des entreprises privées (Airbus, Nestlé, Bonduelle, Soufflet, Shell, Lidl, etc.) qui cherchent à compenser leur empreinte carbone. Le principe est de confronter une « demande de stockage » de carbone (exprimée par les entreprises) à une « offre de stockage » proposée par les agriculteurs susceptibles de s'engager, moyennant rémunération, à modifier leurs pratiques culturales dans un sens propice à la séquestration du carbone dans le sol. La démarche est en cours de mise au point. Earthworm vise une labellisation « Bas-Carbone » en 2020.

Le suivi qualitatif du sol est centré sur son état structural et organique ; il s'appuie sur le test bêche d'une part, et sur une quantification du stock de carbone d'autre part. Celle-ci est obtenue par simulation de l'évolution des teneurs en carbone sous l'effet des pratiques agronomiques de l'exploitant, moyennant étalonnage de la méthode et vérifications *in situ* ou par voie satellitaire. L'outil de simulation est basé sur un modèle de calcul de bilan humique à long terme développé par l'INRA de Laon (méthode SIMEOS AMG). Earthworm annonce 100 000 hectares concernés à l'horizon 2021, avec un potentiel de stockage annuel de 30 000 tonnes de carbone par an.

Dans cet exemple, la connaissance du sol, basée sur un nombre restreint d'indicateurs, permet d'établir un lien entre pratiques agricoles et services écosystémiques. La méthode est en phase avec les objectifs de transition agro-écologique. Son déploiement à grande échelle est néanmoins subordonné à l'adhésion d'un nombre suffisant de partenaires industriels et à un calibrage satisfaisant de la rémunération du stockage de carbone (l'objectif préconisé de 80 €/tonne est très éloigné des bases actuelles du marché, près de quatre fois moindres).

3.3.8 France – Greenback : un projet d'agence mondiale de notation des sols

Le projet Greenback est, à l'image des agences de notation financière, un projet d'agence mondiale de notation des sols ayant pour objet de produire à grande échelle et à bas coût une appréciation indépendante et synthétique de l'état des sols cultivés, renseignant sur leur fertilité intrinsèque, leur capacité de résistance et de résilience et leur état sanitaire. Le dispositif de notation vise à évaluer l'impact sur les sols des décisions prises par les utilisateurs directs ou indirects de cette ressource (industries de l'agroalimentaire notamment), afin de favoriser des pratiques transparentes et vertueuses.

Le projet, porté par la start-up Greenback, est en cours d'élaboration et s'appuie sur des partenaires scientifiques français et étrangers (Joint Research Centre⁴⁰ de l'Union européenne ; INRAE et CNRS en France ; Rothamsted Research⁴¹ en Grande Bretagne ; University of Washington, à Seattle aux USA).

Le projet trouve ses racines dans les constats alarmants des scientifiques nationaux et internationaux sur l'ampleur planétaire des atteintes subies par les sols. La chaîne des causes de dégradation des sols est longue et l'agriculteur qui, par ses pratiques culturales, agit directement sur l'état des sols, ne constitue que l'extrémité de cette chaîne.

³⁹ « Agro-Transfert, Ressources et Territoires » est une plateforme associative de conduite de projets d'innovation, créée en 1988 à l'initiative du Conseil régional de Picardie, des chambres d'agriculture de Picardie et de l'INRA. <http://www.agro-transfert-rt.org/>

⁴⁰ Le Joint Research Centre (JRC) est un service de recherche scientifique de la Commission européenne, au sein du Centre européen de données sur les sols (ESDAC). Le site <http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/> permet le téléchargement des cartes des sols numériques européennes à l'échelle du 1/1 000 000^e.

⁴¹ Centre de recherche mondial à but non lucratif sur l'agriculture, basé en Angleterre au nord de Londres.

Dans une exploitation, les différents facteurs de production - et parmi eux le sol - sont en interaction. Les pratiques culturales, qui traduisent le mode d'utilisation du facteur sol, ne sont pas dissociables du fonctionnement d'ensemble de l'exploitation. Ce fonctionnement dépend lui-même des relations qui s'établissent entre l'exploitation et son environnement social, technique et économique (entreprises d'approvisionnement et de collecte, monde de l'agroalimentaire, banques, assurances, etc.). Les décisions internes (de l'exploitant) et externes (celles de son environnement) sont donc susceptibles d'impacts directs ou indirects sur l'état des sols et à l'inverse l'état des sols peut induire des décisions internes (choix de culture) ou externes (choix de parcelles pour des productions contractualisées par exemple).

Le dispositif de notation des sols vise à fournir un diagnostic de l'état des sols, reflétant l'impact des pratiques agricoles, utilisable à grande échelle et régulièrement actualisable pour en permettre une double utilisation :

- certifier l'état de fertilité intrinsèque et la durabilité d'une parcelle (i) en tant qu'élément de patrimoine, en réponse aux préoccupations d'un propriétaire, d'un bailleur, d'un vendeur ou d'un acheteur ; (ii) en tant qu'élément d'actif comptable, dans le cadre des relations avec le banquier, l'assureur, etc., ou (iii) en tant que facteur de production, au titre des relations exploitant / acheteur / transformateur / distributeur / consommateur ;
- évaluer l'impact des décisions et mesures susceptibles de modifier de façon directe ou indirecte l'état des sols, que ces décisions et mesures relèvent de l'agriculteur lui-même (choix d'assolement, mode de conduite de l'exploitation), de son environnement économique (stratégies agroalimentaires) ou encore des collectivités et des pouvoirs publics (évaluation *ex ante* et *ex post* de politiques publiques ayant des incidences sur l'état des sols telles que MAEC, PSE, conditionnalité, projets d'aménagement, compensation de secteurs artificialisés, etc.).

En assurant sur des bases objectives et opposables la transparence des choix et exigences des acteurs économiques au regard de leurs effets sur l'état des sols, le constat d'impacts négatifs devient une alerte sur les conditions d'utilisation de ce facteur de production et donc une incitation à agir sur les causes et à modifier les pratiques pour y remédier.

La méthode de qualification des sols retient trois indicateurs principaux : la biologie du sol (biomasse et biodiversité), sa teneur en carbone et son intégrité (présence de polluants ou marques d'érosion). Pour apprécier ces indicateurs à l'échelle de la parcelle agricole, la méthodologie de Greenback procède par croisement et interprétation de données générales issues de l'exploitation des bases de données thématiques disponibles (« big data » ou métadonnées) et de données de terrain, issues des prélèvements réalisés. Actuellement Greenback s'attache à développer un référentiel qui lui permettra de comparer des sols quel que soit le contexte pédoclimatique, en développant le référentiel européen des sols du Joint Research Centre (4 000 points dans toute l'Europe) et en réalisant des programmes pilotes avec des partenaires agricoles et industriels⁴².

L'exploitation des bases de données porte sur l'environnement des parcelles (biodiversité générale, cartographie des sites pollués, données hydriques et climatiques, etc.), sur les caractéristiques générales des sols (charge caillouteuse, pH...), ainsi que sur les rotations de culture, les couverts végétaux et le travail du sol (qui renseignent sur les pratiques culturales).

Les échantillonnages de sols sont réalisés pour analyse de la biomasse microbienne⁴³ et du carbone total et labile⁴⁴ et recherche d'éléments-traces métalliques et de résidus polluants.

⁴² Programme en cours en France, Grande-Bretagne, Belgique, Espagne, USA, Tunisie, et Cameroun. Ils couvrent au total plus de 1 000 parcelles agricoles et plusieurs dizaines de milliers d'hectares.

⁴³ À ce stade, par extraction et quantification de l'ADN microbien, fongique et de nématode (partenariats avec Rothamsted Research, et l'INRAE-Dijon),

⁴⁴ Utilisation de technologies issues de la recherche pétrolière (pyrolyse Rock-Eval pour caractériser la stabilité du carbone au laboratoire), en partenariat scientifique avec une équipe ENS-CNRS-INRAE.

La synthèse est présentée sous la forme d'un triple index (état de la biodiversité du sol, index carbone, index d'état sanitaire, assorti d'une note (A = sol en bon état ; B = sol en état moyen, à surveiller ; C= sol en mauvais état) et d'une tendance (↑ tendance à l'amélioration ; ↓ tendance à la dégradation). Le calcul de la tendance se fonde sur l'exploitation combinée des mesures au sol et des métadonnées intégrant l'impact des pratiques de culture sur l'état futur de la parcelle.



Selon son concepteur, cette utilisation combinée des métadonnées et des mesures au sol au sein d'un dispositif d'intelligence artificielle vise à produire à bas coût une notation robuste.

Perspectives

La mission a porté un regard très intéressé sur ce projet en construction, qui ambitionne de produire un marqueur très synthétique de l'état multifonctionnel et de l'évolution des sols en mobilisant les outils de l'intelligence artificielle et en s'appuyant sur des partenariats solides. Il conviendra bien sûr d'apprécier la portée de l'outil en phase opérationnelle, mais ses principes de base sont doublement pertinents.

D'une part, les indicateurs retenus se focalisent sur la vie et la santé du sol, en concordance avec les démarches multifonctionnelles déjà évoquées.

D'autre part, les incidences des facteurs anthropiques sur l'état et le fonctionnement des sols agricoles sont considérés au regard non seulement des pratiques culturelles de l'exploitant, mais aussi de la succession des décisions, internes et externes à l'exploitation qui, en fin de chaîne, « pèsent » sur le fonctionnement du système d'exploitation et sur le choix des pratiques de l'exploitant. La chaîne de décisions est aussi une chaîne de responsabilités : il importe que tous les acteurs de la chaîne de production agricole et alimentaire puissent connaître, et le cas échéant faire connaître et assumer, l'impact direct ou indirect que leurs décisions peuvent avoir *in fine* sur l'utilisation des sols, facteur de production mais aussi ressource multifonctionnelle à préserver. La mesure de l'impact sous-tend le projet Greenback. Le devenir de cet outil dépend donc, en partie au moins, de la place accordée dans la législation à la gestion des impacts sur les sols.

3.3.9 Europe et France : dispositifs d'étiquetage

Rendre compte simplement d'une réalité complexe est l'un des défis qu'ont dû relever certains dispositifs de qualification de produits mis en place en dehors du domaine des sols. La mission s'est intéressée au dispositif « Nutri-Score », aux étiquettes environnementales de performance énergétique et au certificat de qualité de l'air « Crit'air » qui permet de classer les véhicules en fonction de leurs émissions polluantes.

Ces outils trouvent respectivement leur origine dans les compétences qu'exerce l'Union Européenne, de façon partagée avec les États membres, dans les domaines de la santé, de la protection du consommateur, de l'environnement et de l'énergie⁴⁵. Ils sont présentés en annexe 12.

Dans le domaine alimentaire, le règlement (UE) n° 1169/2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires exige l'apposition d'une déclaration nutritionnelle sur la grande majorité des denrées alimentaires préemballées. Comme l'autorise le droit européen, la France a prévu d'accompagner cette déclaration nutritionnelle obligatoire d'une présentation complémentaire « visuelle », au moyen de graphiques ou de symboles.⁴⁶ Tel est l'objet du logo Nutri-Score, dont la mise au point s'est appuyée sur les travaux de scientifiques, les expertises de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) et du Haut

⁴⁵ Cf. art.4, 168, 169, 191 et 194 du traité de fonctionnement de l'Union européenne.

⁴⁶ Article 14 de la loi n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé.

Conseil de Santé Publique. À travers cet outil, la norme fixée par le droit européen et national est une obligation d'informer. Mais derrière l'objectif annoncé (faciliter le choix du consommateur au regard de l'apport en énergie et en nutriments à son régime alimentaire), il s'agit plus globalement d'influencer tant le consommateur que le fournisseur du produit, en orientant le choix du produit consommé, le coût de la transaction et la qualité des produits mis sur le marché. Cette forme de porter à connaissance et d'aide à la décision est donc un moyen mobilisé au service de la politique publique poursuivie.

Il en va de même des étiquettes de performance énergétique et d'émission de gaz à effet de serre, expression du diagnostic de performance énergétique dont la production est obligatoire en cas de vente ou de location d'un logement, ou encore des certificats « Crit'air », qui répartissent les véhicules en sept classes d'émissions polluantes correspondant aux normes européennes, applicables aux véhicules lors de leur mise en circulation et d'autant plus exigeantes qu'elles sont récentes. Ces outils concourent aux objectifs respectifs d'efficacité énergétique et de qualité de l'environnement inscrits dans les compétences de l'Union européenne.

Le système d'étiquetage est-il transposable aux sols ? Les exemples présentés ci-avant montrent l'enracinement des dispositifs d'étiquetage dans le droit communautaire. Même si l'Union européenne n'est pas encore parvenue à se doter d'une politique des sols, elle en partage indéniablement la compétence avec les États membres au double titre de l'environnement et de l'agriculture⁴⁷. En tant qu'élément patrimonial qui peut se louer ou se vendre sur le marché foncier, le sol est assimilable à un « produit de consommation ». Il pourrait à ce titre se voir appliquer des dispositions informatives dans le même esprit que celles exigées d'autres produits de consommation (produits alimentaires, équipements électriques, véhicules automobiles).

Ces dispositions pourraient être présentées sous forme d'un étiquetage, ou certificat, résumant l'état des performances multifonctionnelles du sol, centrées sur son état structural, sa biodiversité et sa teneur en humus (ou en carbone). En tant que ressource, le sol est un facteur de production, comme l'est l'énergie. Considéré sous cet angle, l'étiquetage pourrait porter non plus sur le sol lui-même, mais sur les produits de consommation issus de son utilisation agricole, comme marqueur de l'impact sur les sols des conditions de production.

Le système d'étiquetage paraît donc tout à fait transposable aux sols. Le projet Greenback préfigure déjà une telle approche, mais les données issues des autres initiatives présentées peuvent également alimenter la production d'étiquettes ou de certificats de sol à finalité informative (« étiquette de sol », à l'image du Nutri-score).

La faisabilité d'un dispositif réglementé d'information synthétique de l'état multifonctionnel des sols nécessiterait néanmoins une expertise approfondie qui n'a pu être conduite dans les limites de la présente mission, mais qui devrait prendre en compte les considérations suivantes :

- La base politique et réglementaire du dispositif serait l'édiction d'une obligation d'informer, portant sur l'état des sols, adossée aux objectifs agricoles et environnementaux partagés par l'Union européenne et la France, et expliquée au grand public.
- L'obligation d'informer serait applicable d'une part aux transactions foncières (ventes, locations), d'autre part à tout projet soumis à enquête publique (document d'urbanisme, opération d'aménagement, ICPE, etc.) ; l'obligation d'informer serait mise à la charge des pétitionnaires. S'agissant de l'acceptabilité agricole de la mesure, l'existence de dispositifs informatifs volontaires (cf. annexe 12) montre que la profession agricole peut tout à fait être motrice dans une telle initiative.

La transposition en France de la démarche suisse (§ 3.3.6) pourrait être un scénario opérationnel de court terme à l'attention des exploitants agricoles. La mise en place d'un système d'étiquetage appliqué

⁴⁷ Article 4 du TFUE, points d et e.

aux sols pourrait, dans une échéance de moyen terme, en constituer un élargissement à tous les utilisateurs et gestionnaires de foncier agricole.

3.4 Enseignements et recommandations

Logiquement tous tournés vers l'objectif de production, les usages agricoles des sols traduisent néanmoins des champs de préoccupations de natures sensiblement différentes : la gestion contractuelle des relations entre propriétaire et exploitant, ou encore l'optimisation des conditions d'utilisation du sols comme facteur de production sont des préoccupations d'intérêt particulier, quand bien même les réponses mises en œuvre peuvent contribuer à l'intérêt général et s'inscrire dans un cadre de portée générale.

Par différence, certains usages des sols agricoles résultent de préoccupations d'intérêt général exprimées par les autorités publiques ou relayées par l'initiative privée. Tel est le cas des mesures de sanctuarisation d'un socle foncier national destiné à contribuer à la sécurité alimentaire d'un pays ou, sur un registre plus récent, de la séquestration du carbone dans les sols pour contribuer à l'atténuation du changement climatique.

3.4.1 Répondre au besoin de connaissance des utilisateurs et gestionnaires de sols agricoles

Toutes ces préoccupations et les usages qui en découlent sont sous-tendus par un besoin de connaissance des sols. En fonction de l'état de cette connaissance, la perception des utilisateurs et gestionnaires des sols agricoles évolue : à la vision « monofonctionnelle » et souvent « surfacique » des sols comme supports de production agricole succède peu à peu, mais de façon encore émergente, une vision multifonctionnelle du sol comme milieu vivant complexe, au cœur d'une multiplicité d'enjeux de développement durable.

Le premier constat qui en résulte est la nécessité de **continuer à produire de la connaissance**, notamment sur la multifonctionnalité des sols et les services écosystémiques. L'implication de la recherche scientifique et les initiatives de recherche appliquée, visant notamment la mise au point d'outils adaptés d'analyse et d'aide à la décision, sont des conditions essentielles pour asseoir une politique ambitieuse de reconnaissance de la qualité multifonctionnelle des sols agricoles.

La production et le transfert de connaissance nécessitent de pouvoir mobiliser la diversité des données disponibles sur les sols. Dans cette perspective, la mission recommande de **capitaliser l'information** sur la qualité multifonctionnelle des sols. L'outil de capitalisation pourrait être un infocentre, relié aux bases de données nationales existantes sur les sols. Pourraient s'y intégrer, sous réserve d'interopérabilité, les données détenues par les Départements au titre des programmes d'aménagement ainsi qu'à terme toutes les évaluations individuelles de sols effectuées au titre de l'obligation d'informer (voir ci-après).

Recommandation 1. Capitaliser et rendre accessible l'information sur la qualité multifonctionnelle des sols afin de valoriser les données acquises.

3.4.2 Arrêter une méthode d'évaluation de l'état carboné des sols agricoles

Les initiatives et outils récents ayant pour objet l'optimisation des conditions d'utilisation du sol comme facteur de production retiennent globalement tous une approche multifonctionnelle des sols qui met en évidence l'importance déterminante du facteur carbone dans le bon fonctionnement des sols, tant sur le plan physico-chimique (via le complexe argilo-humique) que biologique (vie des sols).

La dynamique du carbone des sols est également essentielle, au regard du défi climatique, pour atteindre les objectifs de la stratégie nationale bas-carbone et notamment de l'initiative « quatre pour mille ». Les mesures opérationnelles, prescriptions réglementaires ou incitations financières,

nécessitent d'évaluer et de prendre en compte l'état et l'évolution du stock de carbone dans les sols à l'échelle de la parcelle agricole.

Recommandation 2. Disposer à brève échéance d'un outil unique d'évaluation et de suivi du stock de carbone dans les sols, à utiliser sur l'ensemble du territoire national à l'échelle de la parcelle agricole; déployer cet outil notamment dans les démarches de certification agro-environnementale et de labellisation « Bas-Carbone ».

3.4.3 Informer pour responsabiliser ; simplifier pour informer

En concordance avec les objectifs généraux de développement durable, la connaissance des sols en tant que telle est inutile si elle n'est pas mise au service de leur gestion durable. Elle doit donc permettre de mieux comprendre les impacts des usages sur les sols et par conséquent elle doit « atteindre l'utilisateur », tout d'abord pour l'informer, ensuite pour le responsabiliser.

L'objectif général d'information est libellé dans la recommandation 6 au § 4.4, mais deux déclinaisons opérationnelles peuvent être d'ores et déjà proposées au titre des usages agricoles :

a – Mettre en place un indicateur synthétique multifonctionnel des sols

Pour informer à grande échelle l'utilisateur sur l'état multifonctionnel et les enjeux des sols, il est nécessaire de simplifier les messages informatifs et donc de disposer d'outils capables de traduire la complexité des sols en une représentation synthétique facile à comprendre. Les choix de simplification pourraient faire l'objet d'une **étude technique spécifique**, visant à construire, comme support d'information, une « étiquette de sol » (ou « pédoscore ») à l'image des étiquettes informatives existant dans les domaines de l'alimentation (Nutri-score), de l'énergie ou de la qualité de l'air. Les initiatives présentées permettront d'orienter les choix d'indicateurs élémentaires ; elles convergent quant à l'importance des facteurs-clés à prendre en compte : la structure du sol, le pH, la vie du sol (abordée en termes de biodiversité, mais aussi de teneur en carbone, d'humus, de matière organique) et la présence d'éventuels polluants.

b – Intégrer les sols dans le statut du fermage

Dans l'objectif d'informer et de responsabiliser bailleur et preneur quant à l'état des sols loués, une modification ponctuelle du code rural et de la pêche maritime permettrait d'intégrer la prise en compte des sols dans le statut du fermage.

L'article L411-4 du code rural et de la pêche maritime dispose qu'« un état des lieux est établi contradictoirement et à frais communs dans le mois qui précède l'entrée en jouissance ou dans le mois suivant celle-ci. (...) L'état des lieux (...) constate avec précision l'état des bâtiments et des terres ainsi que le degré d'entretien des terres et leurs rendements moyens au cours des cinq dernières années. »

Pour formaliser l'obligation d'une information sur la qualité des sols lors de la conclusion d'un bail rural, la dernière phrase de l'article L414-4 du code rural et de la pêche maritime pourrait être modifiée comme suit : « L'état des lieux (...) constate avec précision l'état des bâtiments et des sols ainsi que le degré d'entretien des terres et leurs rendements moyens au cours des cinq dernières années. »

L'outil d'évaluation de la qualité multifonctionnelle pourrait alors figurer sur une liste validée par l'État (liste nationale ou liste départementale arrêtée par le préfet, le cas échéant après consultation de la commission consultative des baux ruraux prévue à l'article R. 414-1 du code rural et de la pêche maritime). Le « pédoscore » évoqué précédemment pourrait figurer sur cette liste, ou tout autre moyen conjointement validé.

Le statut des baux ruraux se prête mal à l'intégration de pratiques favorisant le développement de services écosystémiques dans la relation contractuelle⁴⁸. Subordonner la conclusion d'un bail rural à une obligation, pour le preneur, de mettre en œuvre des pratiques plus protectrices des sols que celles de l'exploitant précédent est également donc une piste qui pourrait, sans aller jusqu'au bail environnemental, répondre à un objectif de préservation du bon état des sols dans la durée. Sans dispositions législatives de cette nature, l'information sur la qualité des sols dans l'état des lieux établi lors de l'établissement d'un bail rural conservera une portée limitée. Cette suggestion mériterait une expertise spécifique.

Recommandation 3. Expertiser l'inscription dans la partie législative du code rural et de la pêche maritime d'une meilleure prise en compte des sols et la possibilité pour le bailleur de proposer un contrat avec l'obligation pour le preneur de mettre en œuvre des pratiques rendant plus de services écosystémiques que celles de l'exploitant précédent.

3.4.4 Accompagner les démarches des agriculteurs visant à favoriser le bon état des sols

Porter à la connaissance de l'agriculteur l'état de ses sols dans l'objectif de le sensibiliser sur l'impact des pratiques n'aura d'utilité que si l'agriculteur est en mesure, techniquement et économiquement, de modifier et d'adapter certains de ses itinéraires techniques pour mieux prévenir les risques qui menacent le bon état de ses sols (compactage, érosion, perte de matière organique, pollution diffuse, etc.).

Une condition nécessaire pour y parvenir est d'accompagner les agriculteurs au plan technique et au plan financier, pour inciter à l'adaptation des itinéraires techniques et pour couvrir le risque économique lié à un changement des pratiques. La question de l'accompagnement financier est hors du champ de la présente mission. S'agissant de l'accompagnement technique, la mission suggère en premier lieu une formation-responsabilisation de « l'environnement technique » de l'agriculteur par un dispositif comparable à celui des « Certiphyto ».

Recommandation 4. Expertiser la mise en place obligatoire, à l'attention des techniciens-conseil, des techniciens de vente de matériel de travail du sol et des fournisseurs et de produits de fertilisation ou d'amendement, d'un certificat d'aptitude relatif à l'utilisation agricole des sols (« Certi-sol ») qui sanctionnerait une formation de courte durée portant sur la multifonctionnalité des sols et sur l'impact des décisions susceptibles de l'affecter (successions de cultures, matériel utilisé, pratiques culturelles notamment).

⁴⁸ Krajewski D., 2017. *Travail du sol, services écosystémiques et bail rural*. Revue Droit et ville, Institut des Études Juridiques de l'Urbanisme, de la Construction et de l'Environnement (éd.), n° 84, pages 269 à 280.

4 La prise en compte de la qualité des sols agricoles dans la gestion de projets à finalité non spécifiquement agricole

La mission a considéré dans ce chapitre les réponses que les autorités de l'État ou des collectivités apportent à des préoccupations d'intérêt général liées aux sols des espaces agricoles, naturels ou forestiers⁴⁹, et relatives à la santé publique (en cas de contamination des sols) et à l'artificialisation des sols, cause de leur destruction irréversible. Ces réponses passent par une étape d'appréciation de la qualité des sols et de porter à connaissance à l'attention des gestionnaires et décideurs. Il y a lieu de comparer ces méthodes avec celles évoquées précédemment et d'en tirer d'éventuels enseignements pour la sphère agricole.

4.1 Le dispositif des attestations de sol en Belgique

En Belgique, État fédéral, chacune des trois Régions (wallonne, flamande et bruxelloise) a développé une politique de prévention et de résorption des pollutions des sols. Les législations subordonnent les actes de cession foncière à la production, aux frais du cédant, d'une attestation certifiant que le sol du terrain ou de la maison concernée n'est pas pollué. L'exemple de la Région de Bruxelles-Capitale est résumé ci-après. L'annexe 13 présente le dispositif de chaque région,

Dans la Région de Bruxelles-Capitale (qui compte 19 communes, dont Bruxelles), l'ordonnance en vigueur relative à la gestion et à l'assainissement des sols pollués confie à l'Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement (dénommé « Bruxelles Environnement ») la mise en œuvre opérationnelle de cette politique qui repose sur deux outils principaux : la gestion d'un inventaire de l'état du sol et la délivrance d'attestations de sol.

L'Institut répertorie dans un inventaire de l'état du sol les données relatives à la pollution des sols et à sa gestion. L'inventaire est alimenté en continu par la collecte et le traitement automatisé des données fournies par les services chargés de l'instruction et du contrôle des permis d'environnement ainsi que par les experts en pollution du sol. L'inventaire comprend cinq catégories :

- catégorie 0 : état du sol inconnu, pollution suspectée,
- catégorie 1 : sol non pollué, sans risque et libre de tout usage,
- catégorie 2 : sol légèrement pollué mais sans risques (potager déconseillé et réutilisation de terres excavées interdite sur un autre terrain bruxellois),
- catégorie 3 : sol pollué mais sans risques, usage du terrain restreint (pas de potager, pas de terrassement, pas de cave, pas d'habitation, pas de tuyauteries d'eau : selon les conclusions de l'étude de risque),
- catégorie 4 : sol pollué, risques inacceptables ou pas encore étudiés, sol à traiter, en cours de traitement ou en surveillance.

Toute présomption de pollution du sol est signalée dans l'inventaire. La charge de la preuve de cette présomption incombe à Bruxelles Environnement. L'inscription d'une parcelle à l'inventaire fait l'objet d'une procédure contradictoire avec le propriétaire et/ou l'utilisateur de la parcelle. L'inventaire est accessible en ligne sous format cartographique⁵⁰. Les informations qu'il contient sont purement indicatives ; seule une attestation du sol donne toutes les informations détenues par Bruxelles Environnement et détermine les obligations liées à chaque parcelle.

Le cédant d'un droit réel sur un bien immobilier (terrain, construction) ou d'un permis d'environnement avec activités à risque est tenu de fournir au cessionnaire, avant l'acte de cession et

⁴⁹ La situation des sols forestiers n'entre pas dans le périmètre de la présente mission.

⁵⁰ <https://geodata.environnement.brussels/client/view/01445cff-7034-463e-853c-e918232a8a5e>

sous peine de nullité de l'acte, une attestation de sol pour la ou les parcelles concernées (article 11 de l'ordonnance du 5 mars 2009). L'attestation de sol est délivrée par Bruxelles Environnement.

Lorsqu'il est saisi d'une demande d'attestation de sol, Bruxelles Environnement consulte l'inventaire de l'état du sol. Si le terrain objet de la demande présente un risque de pollution, le demandeur est tenu de faire procéder, par un expert, à une reconnaissance de l'état du sol pour confirmer ou non la présomption de pollution. Si l'absence de pollution est confirmée, la vente peut avoir lieu.

Dans le cas contraire, une étude détaillée doit préciser la nature, l'étendue et l'intensité de la pollution. Le traitement de la pollution (ou l'engagement du cédant à réaliser les travaux de dépollution, moyennant constitution d'une garantie financière) est alors un préalable à l'acte de transfert. Le traitement de la pollution prend la forme soit de mesures de gestion du risque après étude de risque, soit de travaux d'assainissement.

Ces différentes étapes sont soumises à la validation de Bruxelles Environnement. Elles sont à la charge de l'auteur de la pollution s'il est identifié ou à défaut à la charge du demandeur. Le principe « pollueur – payeur » est appliqué, avec des possibilités d'aides publiques pour l'étude et traitement des pollutions orphelines.

Commentaires

La transposition au contexte français d'un tel principe de porter à connaissance à l'occasion de transferts de terre agricole est une piste évoquée par l'étude réalisée à la demande de l'ADEME pour le déploiement de diagnostics de la qualité des sols. La mission note que les contextes sont cependant différents : l'attestation de sol en Belgique ne porte que sur une information relativement simple et limitée (la présence éventuelle d'éléments polluants) ; elle est en outre adossée à une obligation réglementaire d'agir (mettre fin à l'exposition au danger avant de pouvoir vendre).

Sur un plan technique, un certificat de sol « multifonctionnel » serait plus complexe à établir et nécessiterait de mobiliser non seulement des informations générales ou particulières disponibles sur les sols concernés⁵¹, mais aussi des indicateurs synthétiques de multifonctionnalité.

Sous un angle juridique, et à l'exemple du certificat d'urbanisme prévu à l'article L410-1 du code de l'urbanisme français, un certificat administratif est délivré au public par l'autorité administrative (ici une collectivité publique) soit pour faire application d'une réglementation existante (cas du certificat d'urbanisme de projet), soit pour informer l'utilisateur de l'état de cette réglementation (cas du certificat d'urbanisme d'information). Un certificat informatif sur les sols se différencierait alors des étiquettes informatives évoquées au paragraphe 3.3.8 par le fait que sa délivrance incomberait à l'autorité administrative (État ou collectivité ou délégataire) et que son objet serait d'informer le demandeur de l'état de la réglementation applicable au sol en cas de vente ou de location de la parcelle, voire en cas de changement de la destination d'une parcelle. À l'image du certificat d'urbanisme, le certificat de sol « de projet » fixerait le contenu des obligations liées à l'opération et incombant au demandeur. En pratique, un tel dispositif pourrait surtout être envisagé comme moyen de mise en œuvre de la réglementation sur l'impact, en cas de projet conduisant à l'artificialisation du sol (par exemple, pour imposer le remboursement d'une « dette de services écosystémiques »). Ces éléments sont abordés à travers les recommandations 5 et 6.

⁵¹ Type d'espace (agricole, naturel ou forestier), statut éventuel de protection, bassin versant concerné, inondabilité, topographie, type de sol selon la cartographie IGCS, existence éventuelle de données analytiques, existence éventuelle d'un classement des terres au titre d'une opération d'aménagement foncier, etc.

4.2 La prise en compte de la qualité des sols dans l'aménagement et l'urbanisation des territoires

L'artificialisation des sols est le processus de changement de l'usage des sols naturels ou agricoles par des actions d'aménagement se traduisant par la mise en place de bâtiments, routes, parkings, jardins, chantiers, etc.). Elle est notamment due à l'étalement urbain. Elle engendre une perte de ressources naturelles et agricoles, une fragmentation et un cloisonnement des milieux naturels, une destruction des réseaux d'habitats naturels et souvent une imperméabilisation des sols⁵².

Avec un rythme de progression sur le territoire européen de plus de 1000 km² par an entre 2000 et 2006 et d'environ 700 km² entre 2012 et 2018⁵³, l'artificialisation constitue pour l'Union européenne, l'une des huit menaces principales qui pèsent sur les sols. En 2011, la Commission européenne a fixé un objectif d'arrêt d'ici 2050 de « toute augmentation nette de la surface de terre occupée ».

En France, la lutte contre l'artificialisation des sols figure depuis une vingtaine d'années dans les priorités du législateur (lois SRU et de modernisation de l'agriculture en 2000 ; loi Grenelle II en 2010, loi ALUR en 2014, loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages en 2016). Les objectifs actuels de sobriété foncière, inscrits dans le plan biodiversité de juillet 2018, font écho aux objectifs européens, sans toutefois fixer d'horizon temporel.

La sanctuarisation de surfaces agricoles de sécurité (cf. 3.2) est une forme de garde-fou ultime contre la menace de l'artificialisation, mais elle est inopérante sur les causes de ce phénomène et ne constitue pas un outil d'aménagement du territoire. La mission a relevé des approches réglementées (cas de la Slovaquie) et des expérimentations territoriales de gouvernance locale (Allemagne, France) ou mixte (cas de la Suisse).

4.2.1 Slovaquie : La politique slovaque de lutte contre l'artificialisation des sols

La loi n° 307/1992 protège les sols ayant le plus grand potentiel de productivité. L'ordonnance gouvernementale n° 58/2013 du 13 mars 2013 prescrit, en cas de retrait temporaire ou définitif de terres agricoles, un prélèvement financier dont le montant est directement lié à la qualité du sol, telle qu'appréciée par le dispositif des BPEJ (cf. 3.2.2). Un arrêté gouvernemental liste les BPEJ protégées concernées par ce dispositif et fixe les montants des prélèvements.

Le prélèvement pour un retrait définitif de terres agricole de haute qualité peut atteindre 20 €/m² ; pour un retrait temporaire, un prélèvement est dû chaque année, d'un montant égal au centième de la valeur définie pour un retrait définitif. Le prélèvement dû pour un retrait définitif de vignoble varie de 40 à 100 €/m². Ces valeurs très élevées (de 200 000 € à 1 000 000 € par hectare) sont à comparer au prix des terres agricoles, qui s'inscrivent dans une fourchette extrêmement large, variant de 2 000 à 100 000 €/hectare, autour d'une moyenne de 10 000 €/ha. Le marché foncier agricole présente une faible activité. La situation est similaire pour les terrains à bâtir, avec d'énormes différences régionales, les prix variant de 20 à 1 000 €/m².

Si plus de la moitié de la superficie agricole est considérée comme d'intérêt stratégique pour le pays, on note donc que le prélèvement financier en cas de retrait de terres agricoles ne porte que sur une partie de ces surfaces puisqu'il ne s'applique que sur le quart des superficies. Toutefois, la part des surfaces artificialisée est faible, de l'ordre de 3% en 2015, inférieure d'un point à la moyenne de l'Europe à 28. Les données d'Eurostat placent toutefois la Slovaquie au 5^e rang européen des progressions du taux d'artificialisation les plus fortes, avec une augmentation de 14% de la superficie artificialisée par habitant entre 2009 et 2015, soit plus du double du rythme moyen européen sur la

⁵² D'après la définition de Légifrance, vocabulaire de l'environnement, de l'équipement et des transports.

⁵³ Source : Agence européenne de l'environnement

période (6,4%). Ces éléments de constat relativisent la portée du dispositif de protection des terres, mais son évaluation nécessiterait une analyse détaillée de la situation slovaque.

4.2.2 Allemagne : Le concept de protection des sols de Stuttgart (Bodenschutzkonzept Stuttgart - BOKS)⁵⁴ : la gestion qualitative d'un contingent foncier potentiellement urbanisable

La loi fédérale sur la protection des sols⁵⁵ impose de prendre en compte les sols dans les procédures de planification et d'autorisation, ce qui nécessite d'évaluer les fonctions des sols pour en déterminer la « capacité de performance ».

Dans le Bade-Wurtemberg, le LUBW (*Landesanstalt für Umwelt - Baden-Württemberg*, Institut d'État pour l'environnement du Bade-Wurtemberg) a élaboré en 1995 puis actualisé en 2010 un guide d'évaluation des sols, succinctement présenté en annexe 14.

Au regard du rythme rapide d'artificialisation de ses sols, la ville de Stuttgart, capitale du Land de Bade-Wurtemberg, a décidé en 2001 d'élaborer un outil pour permettre aux décideurs municipaux de raisonner l'utilisation du foncier sur la base d'une évaluation des sols. La démarche est mise en œuvre depuis mai 2006. La ville comptait près de 602 000 habitants en 1980, avec un ralentissement démographique irrégulier jusqu'en 2010 (577 000 habitants), suivi d'une progression continue depuis cette date (609 000 habitants en 2015, 621 000 habitants en 2018)⁵⁶.

La base technique du « concept de protection des sols de Stuttgart » (*Bodenschutzkonzept Stuttgart - BOKS*) est la « carte de planification de la qualité des sols », adaptée de la méthode établie par le LUBW. Un barème d'évaluation de la qualité du sol est établi par notation (sur une base de 0 à 5) des « fonctions du sol à protéger » (naturalité, eau, capacité épuratoire, fonction d'archive), puis correction à la baisse en cas de facteurs anthropiques défavorables (sols pollués, surfaces imperméabilisées), pour obtenir un score correspondant à un nombre de points d'indice par hectare. Le barème est appliqué à chaque parcelle ou partie de parcelle non encore urbanisée sur le territoire communal, chaque élément de surface fournissant d'autant plus de points d'indice que sa qualité est élevée. La méthode détermine ainsi un contingent communal de points d'indice.

Le conseil municipal définit « la perte maximale de points tolérable pour la commune », c'est-à-dire la part du contingent susceptible d'être soustraite de son usage agricole aux fins d'urbanisation. À chaque utilisation du sol, le contingent communal diminue d'autant plus que la qualité des sols « sacrifiés » est élevée, réduisant d'autant les marges de manœuvre futures de la municipalité. Le système mesure ainsi non seulement les pertes de surface naturelles ou agricoles, mais également les pertes des principales fonctions associées à ces sols.

La superficie non urbanisée et dépourvue de protection réglementaire, donc exposée à la pression de l'artificialisation, s'élevait à plus de 2 800 hectares en 2006 (près de 14% du territoire communal) correspondant à 8 300 points d'indice environ. Le contingent susceptible d'être « sacrifié » dans le moyen-long terme a été fixé à 1 000 points en 2006 (soit 12% environ des espaces naturels et agricoles non protégés de la commune). Entre 2006 et 2015 (9 années), une centaine de points d'indice a été consommée, soit environ 10 % du contingent initial, alors que la consommation d'espaces naturels et agricoles (une cinquantaine d'hectares) s'est maintenue en deçà de 2% de la superficie exposée à la pression de l'artificialisation. La méthode permet ainsi de circonscrire l'affectation des surfaces utiles aux zones déjà urbanisées, incite au renouvellement urbain et permet de préserver le plus possible les espaces naturels et agricoles. Dans sa recommandation 7, la mission propose d'expérimenter cette démarche auprès de quelques intercommunalités volontaires.

⁵⁴ <https://www.stuttgart.de/bodenschutzkonzept>

⁵⁵ BundesBodenschutzgesetz (BBodSchG)

⁵⁶ Source : Site de la ville de Stuttgart - <https://www.stuttgart.de>

4.2.3 Suisse : Élaboration d'indicateurs de sol en faveur d'un aménagement territorial durable (BOKS et SQUID)

Dans un objectif d'aménagement du territoire et de pilotage de l'utilisation du sol, pour éviter les pertes nettes de services écosystémiques (« No net less » – NNL), la Suisse envisage l'utilisation couplée de deux indicateurs : l'indicateur BOKS utilisé à Stuttgart et l'indicateur SQUID (Soil quality indicator) qui vise à relier de façon explicite les sols aux services écosystémiques dont l'homme tire avantage⁵⁷.

La démarche est conduite à titre expérimental sur le canton de Zurich. Ses principes sont schématiquement les suivants.

En concertation avec l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) ont été retenus sur le territoire de l'expérimentation les services écosystémiques culturels, d'approvisionnement, de fourniture de pool génétique, de protection contre les risques, de régulation du climat et de soutien. À dire d'expert (technique de Delphes), chaque service écosystémique sélectionné est noté de 0 à 5 (0 = le sol fournit un niveau négligeable de service écosystémique ; 5 = le sol fournit un niveau élevé de service écosystémique). Le score final de qualité du sol (SQUID) est égal à la moyenne des apports des services écosystémiques, corrigée le cas échéant des effets anthropiques limitants (surfaces imperméabilisées, sites pollués).

Une « consommation de sol » par urbanisation se traduit par une perte de services écosystémiques et crée donc, à l'encontre de l'auteur de la perte, une dette de points d'indice SQUID, qui va devoir être compensée pour rétablir l'offre de service. Le nombre de points de compensation sera modulé en fonction de la demande de service écosystémique (par exemple la perte d'un service écosystémique culturel ou récréatif devra faire l'objet d'une surcompensation si la compensation envisagée est géographiquement éloignée du site initial).

L'indice vise ainsi à rendre compte de l'offre et de la demande de services écosystémiques pour différentes qualités de sol dans les limites du périmètre communal et doit permettre d'identifier des secteurs de déséquilibre.

Selon les services de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), la généralisation de cette approche est subordonnée à plusieurs conditions, actuellement non encore réunies : un consensus sur le concept de base, notamment sur les services écosystémiques considérés comme pertinents pour la Suisse⁵⁸ ; un ensemble de cartes couvrant au niveau national, même en résolution moyenne, tout ou partie des fonctions des sols utilisées pour construire le SQUID ; un lien fiable entre fonctions du sol et services écosystémiques, nécessitant un travail d'expertise interdisciplinaire pour croiser les différentes perceptions selon les parties prenantes (agriculture, construction, protection de la nature...).

Du point de vue de la mission, prolonger la démarche BOKS en la déclinant par services écosystémiques répondrait à l'objectif d'affiner la gestion territoriale de la multifonctionnalité des sols, dans l'esprit du triptyque « éviter-réduire-compenser », donc avec la préoccupation d'une maîtrise des impacts. Mais la méthode se complexifie et risque à terme d'être difficile à mettre en œuvre par les acteurs d'un territoire. L'initiative zurichoise pourra être suivie avec intérêt afin d'apprécier les conditions de sa faisabilité et de son éventuel déploiement territorial.

⁵⁷ Programme national de recherche sur l'utilisation durable des sols, travaux conduits par l'Institut fédéral suisse de technologie de Zurich (Eidgenössische Technische Hochschule - ETH de Zurich) - Dr. Adrienne Grêt-Regamey, professeur ; Thomas Drobnik, chercheur ; Jonas Schwaab.

⁵⁸ Une thèse a été réalisée dans le cadre du PNR 68 sur la manière d'évaluer les fonctions du sol en Suisse : *Soil function assessment: review of methods for quantifying the contributions of soils to ecosystem services*. L. Greiner, A. Keller, A. Grêt-Regamey, A. Papritz – 2017).

4.2.4 France : le projet MUSE

Piloté par le CEREMA et cofinancé par l'ADEME, le projet MUSE⁵⁹ (« intégrer la multifonctionnalité des sols dans les documents d'urbanisme ») est un projet de recherche à finalité opérationnelle programmé sur la période 2017-2020, dont l'objectif est de produire une méthodologie et des outils qui puissent prendre en compte la multifonctionnalité des sols dans les documents d'urbanisme, afin de préserver les sols les plus en capacité de rendre le plus grand nombre de services écosystémiques. L'échelle de planification ciblée est celle du plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi).

Le projet est conduit avec trois collectivités volontaires (Nantes métropole, Châteauroux métropole et Aix-Marseille métropole). Il mobilise l'Institut de Recherche en sciences et techniques de la ville (IRSTV), l'université d'Aix-Marseille (Centre de recherche et d'enseignement de géosciences de l'environnement - CEREGE), le BRGM, la chambre d'agriculture de l'Indre et l'unité de service Infosol de l'INRAE. Les résultats sont attendus pour début 2021.

La méthodologie prévoit l'élaboration d'indicateurs simples et agrégés de caractérisation des fonctions des sols à partir des bases de données disponibles sur le territoire français, la spatialisation de ces indicateurs pour les rendre utilisables dans le cadre du diagnostic du PLUi et le croisement de cette analyse de la qualité des sols avec les enjeux du territoire.

Sur la base d'une analyse de documents de planification urbaine, d'enquêtes et d'ateliers de travail avec un large panel d'acteurs de l'urbanisme, une **étude préalable**⁶⁰ a effectué un état des lieux de la prise en compte des sols par les collectivités dans les documents d'urbanisme, au regard des réglementations applicables et des enjeux des territoires.

Cette étude montre la diversité des perceptions du sol selon les interlocuteurs et leurs préoccupations, une vision des sols souvent monofonctionnelle et surfacique, ainsi qu'une construction des documents d'urbanisme par entrées thématiques, généralement cloisonnées, faisant écho aux législations « en tuyaux d'orgue » que ces documents doivent prendre en compte (consommation foncière, valorisation agricole, sites et sols pollués, risques naturels, zones humides, espaces naturels et paysages). Ce compartimentage est en déphasage avec l'esprit de la démarche d'évaluation environnementale, qui se veut à la fois sectorielle et transversale.

L'étude montre une faible sensibilisation des acteurs aux enjeux multifonctionnels des sols. Elle relève que la question des sols est essentiellement traitée dans l'état initial de l'environnement et qu'elle est peu reprise dans la planification (projet d'aménagement et de développement durable, orientations d'aménagement et de programmation et règlement). Les incidences du projet sur les sols ne sont pas analysées.

Le regard de la mission

Le projet MUSE, en s'intéressant à la prise en compte des sols dans une démarche de planification urbaine, se différencie des démarches à dimension territoriale évoquées aux § 3 ou 4.3 en ce qu'il confronte sur un même territoire des acteurs aux perceptions et aux préoccupations disparates et potentiellement concurrentes, dans un exercice de gestion prévisionnelle d'une même ressource globale (les sols du périmètre de planification). La diversité des usages et le cas échéant leur confrontation tendent alors à placer les acteurs de la planification dans un schéma de raisonnement « surfacique ». L'un des enjeux de la démarche est de voir si l'intégration de la troisième dimension (afin de raisonner non plus en « sol-surface », mais en « sol-milieu »), permet de trouver de nouvelles clés de hiérarchisation des enjeux du territoire et d'arbitrage entre les différents usages. La prise en compte de la multifonctionnalité des sols devient alors un vecteur d'aménagement du territoire.

⁵⁹ <https://www.cerema.fr/fr/actualites/projet-muse-integrer-multifonctionnalite-sols-documents>

⁶⁰ CEREMA - *Quelle prise en compte des sols dans les documents d'urbanisme ?* – Fabienne Marseille et Laëtitia Boithias - Février 2019

Les avancées de l'expérimentation permettront de comparer les modes opératoires de qualification des sols que retiendront les territoires aux fins de planification urbaine et les méthodes multifonctionnelles testées ou utilisées dans la sphère agricole. La mission pense que l'utilisation d'un indicateur synthétique, (« pédoscore ») tel qu'évoqué en 3.4.3 pour une évaluation systématique des sols d'un périmètre communal ou intercommunal serait une avancée importante pour aborder la multifonctionnalité des sols dans l'élaboration des PLU ou PLUi. Comme la multifonctionnalité est fortement liée à l'état carboné du sol, un tel indicateur intégrera nécessairement une dimension « carbone », et une planification « éclairée » de l'usage des sols devrait donc se faire en connaissance de leur état organique. Or l'outil de planification sensé répondre à cette préoccupation est le plan climat-air-énergie territorial (PCAET) prévu à l'article L229-26 du code de l'environnement, qui s'adresse aux collectivités d'au moins 20 000 habitants et qui n'est pas en relation directe avec le PLU, si ce n'est par l'intermédiaire du schéma de cohérence territoriale (SCOT) qu'il doit simplement « prendre en compte ». Les recommandations 5 et 6 proposent de faire évoluer ce point.

4.3 La prise en compte de la qualité des sols aux fins de compensation environnementale

L'initiative relevée par la mission concerne de nouveau le Land du Bade-Wurtemberg en Allemagne.

Une ordonnance du 19 décembre 2010 du ministère de l'environnement, de la protection de la nature et des transports du Bade-Wurtemberg, entrée en vigueur le 1^{er} avril 2011, définit un système de compensation anticipée des interventions à impact environnemental, basé sur la gestion « d'éco-comptes » (*Verordnung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr über die Anerkennung und Anrechnung vorzeitig durchgeführter Maßnahmen zur Kompensation von Eingriffsfolgen - Ökokonto-Verordnung – ÖKVO*).

Le principe est d'évaluer un biotope donné, en lui attribuant un nombre d'« éco-points » avant impact de l'aménagement qui va le modifier, puis après impact (en intégrant les effets supposés de l'aménagement) ; la différence crée une dette de compensation, que le pétitionnaire doit rembourser en créditant d'autant son « éco-compte », par la réalisation d'actions de restauration ou par l'achat d'éco-points auprès d'un opérateur disposant d'un compte alimenté. Les éco-points sont négociés en droit privé ; la fixation des prix relève exclusivement du fournisseur de mesures et de l'acheteur des éco-points ou de l'intermédiaire concerné.

Le décret fixe la liste des actions convertibles en éco-points (actions de restauration des milieux et pratiques agricoles favorables à l'environnement), qui viennent alimenter les éco-comptes. Parmi ces mesures figurent les actions de restauration et d'amélioration des fonctions du sol. En règle générale, 1 euro de coût de mesure correspond à 4 écopoints. Chaque propriétaire foncier peut avoir son propre compte écologique.

Pour les « biotopes agricoles » (cultures, prairies), la méthodologie d'évaluation des sols en éco-points, prend en compte trois fonctions, notées de 0 à 4 (selon la méthodologie établie par LUBW, voir annexe 14).

Pour les parcelles à haute valeur environnementales, seule la fonction « support de végétation naturelle » est retenue ; ces parcelles reçoivent la note maximale (4), correspondant à 16 éco-points par m².

Pour toutes les autres parcelles, l'évaluation prend en compte trois fonctions « fertilité naturelle des sols », « caractéristiques hydriques » et « éléments polluants », chacune notée entre 0 et 4. La moyenne de ces trois notes est attribuée à ces parcelles⁶¹, pour un nombre d'éco-points par mètre carré compris entre 0 (sols artificialisés et imperméabilisés) et 16.

⁶¹ Un sol non pollué aux caractéristiques agronomiques « moyennes » recevrait ainsi la note de $(2+2+4)/3 = 2,67$, correspondant à 10,67 éco-points par m² ($4 \times 2,67$).

Le dispositif de l'ÖKVO est géré par l'autorité administrative. Ses dispositions ne s'appliquent qu'aux mesures de compensation relevant de la loi fédérale sur la protection de la nature (*Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG*) et portent sur les impacts associés aux grands projets d'aménagement et d'infrastructures : autoroutes, voies ferrées, éoliennes, etc. Les mesures approuvées et mises en œuvre sont accessibles en ligne.

Un dispositif d'éco-comptes existe également dans le domaine du droit de la construction et de l'urbanisme (loi fédérale sur la construction - *Baugesetzbuch – BauGB*) pour les impacts associés à la création de zones résidentielles et commerciales. Dans ce cas, la séquence « éviter - réduire - compenser » (ERC) est mise en œuvre par les communes à travers l'élaboration des documents d'urbanisme et les mesures de compensation sont prévues dans ces documents de planification. Aucune méthode d'évaluation n'est imposée par la réglementation, la procédure d'évaluation selon ÖKVO peut être utilisée volontairement. Les municipalités sont responsables des éco-comptes. Les éco-points de l'éco-compte du droit de la construction peuvent, s'ils ont été évalués selon la procédure ÖKVO, être transférés vers un éco-compte de la loi sur la conservation de la nature.

Le regard de la mission

La démarche met en place un marché de la compensation environnementale centrée sur les biotopes et leurs sols, et qui englobe les espaces consacrés à l'agriculture. Ce marché est administré par la puissance publique et présente des similitudes avec le marché du carbone. Il traduit une forme de « marchandisation » de la compensation sur les sols, dont il faudrait évaluer les effets et les coûts de gestion, ce qui n'était pas l'objet de la mission. La démarche présente l'intérêt de prendre en compte des éléments de multifonctionnalité des sols, mais la méthode d'évaluation, en dépit d'un nombre limité de critères, demeure complexe. Une évaluation fine de cet exemple allemand serait nécessaire s'il était envisagé de s'en inspirer, voire de l'expérimenter.

4.4 Enseignements et recommandations

Dans les initiatives présentées, la connaissance et la caractérisation des sols agricoles ne sont pas directement motivées par des questions d'usages agricoles, mais par une préoccupation d'arbitrage entre des usages concurrents des sols, susceptibles de menacer fortement leurs fonctionnalités écosystémiques (cas des sols pollués constituant un danger pour la santé publique) ou leur existence même (cas de l'imperméabilisation des sols artificialisés).

4.4.1 Être exigeant sur l'intégration de la multifonctionnalité des sols dans l'évaluation de l'impact des projets

Ici aussi, le porter à connaissance de l'état des sols vise à responsabiliser l'utilisateur ou le gestionnaire de sol, contraint selon les cas de résorber le danger identifié (par dépollution ou gestion adaptée du sol) ou de rechercher le moindre impact de son projet.

Dans le droit français actuel, les sols, et notamment les sols agricoles, figurent au rang des facteurs qui doivent être pris en compte dans les études d'impact des projets soumis à obligation d'évaluation environnementale en application de l'article L. 122-1 du code de l'environnement. Tout projet soumis à enquête publique fait l'objet d'une étude d'impact qui présente les mesures d'évitement, de réduction et de compensation prises par le maître d'ouvrage pour préserver au mieux l'environnement. Mais en pratique, l'incidence du projet sur les sols et sur les services écosystémiques associés n'est pas évaluée ou est traitée *a minima*.

À travers la recommandation ci-après, la mission suggère de préciser, par texte réglementaire ou par directive technique à l'attention des maîtres d'ouvrage et des services instructeurs, que l'analyse des incidences d'un projet sur les sols doit porter sur l'ensemble des services écosystémiques rendus, dans le respect de la règle séquence « éviter, réduire, compenser ». En particulier, une analyse de l'incidence du projet sur le stockage ou la perte de carbone des sols devrait être requise, compte tenu de l'importance centrale du carbone comme facteur de bon état et de bon fonctionnement des sols et comme puits de carbone pour l'atténuation du changement climatique.

Recommandation 5. Réaffirmer la nécessité de prendre en compte les sols et leurs fonctions dans l'évaluation des impacts des projets.

4.4.2 Généraliser l'information sur la qualité des sols

Afin que la connaissance des sols puisse être mise au service de leur préservation et donc de leur gestion durable, la mission recommande de mettre en place une obligation d'informer portant sur la qualité des sols, applicable à tout projet soumis à enquête publique (document d'urbanisme, opération d'aménagement, ICPE, etc.) ainsi qu'aux ventes et locations de terres agricoles, comme indiqué en 3.4.3.

Cette obligation intervient en complément des dispositifs d'information déjà existants, comme l'information des acquéreurs et locataires de biens immobiliers bâtis ou non bâtis sur les risques naturels et technologiques. Elle se traduit par l'obligation, pour le vendeur ou le bailleur, de fournir *a minima* un indicateur de multifonctionnalité du sol obtenu auprès d'un organisme habilité à le délivrer. Cet indicateur peut prendre la forme synthétique d'une étiquette de sol (pédoscore) ou toute autre forme admise par l'État. Outre le porter à connaissance de l'état initial de la multifonctionnalité des sols, l'outil d'évaluation qualitative des sols permettra un suivi de l'impact dans la durée (en sortie de bail, ou lors de la révision d'un document d'urbanisme).

Les données recueillies devront alimenter l'infocentre évoqué en 3.4.1., ce qui pourrait à terme rendre possible une évolution du dispositif d'information vers un système de « certificats de sol » délivrés par les pouvoirs publics ou leur délégataire et qui seraient rendus exigibles pour la mise en application de la législation de l'impact (à l'image des certificats d'urbanisme dans le domaine de l'aménagement et de la construction).

Enfin, l'utilisation territoriale d'un indicateur synthétique de la qualité multifonctionnelle des sols pourrait également être valorisée par les producteurs et les acheteurs de produits agricoles au travers d'un affichage indiquant que ces produits sont issus d'une gestion durable des sols.

Recommandation 6. Mettre en place une obligation d'informer portant sur la qualité des sols, applicable :

- à tout projet soumis à enquête publique (document d'urbanisme, opération d'aménagement, ICPE, etc.),***
- aux transactions foncières agricoles (ventes, locations) avec a minima une estimation du stock de carbone organique.***

4.4.3 Intégrer la multifonctionnalité des sols dans les démarches territoriales de gestion foncière

Beaucoup de progrès restent à faire pour ne pas se limiter à une vision quantitative de la consommation de terres agricoles par artificialisation et intégrer la qualité des sols et leurs services rendus. Il faut réunir les conditions d'un dialogue local entre toutes les parties prenantes.

En s'appuyant sur les enseignements tirés des expérimentations en cours (projet MUSE notamment) et dans leur prolongement, la mission suggère d'expérimenter, en la cadrant et en l'adaptant préalablement au contexte français, une démarche de gestion territoriale et qualitative des sols visant à concilier les usages, à partir de la caractérisation multifonctionnelle d'un contingent foncier.

Recommandation 7. Lancer un appel à projets pour expérimenter avec une ou quelques intercommunalités volontaires une démarche de sobriété foncière intégrant la multifonctionnalité des sols et s'inspirant du dispositif « BOKS » mis en place à Stuttgart, basé sur le principe d'une gestion contingentée et multifonctionnelle du foncier.

Conclusion

Les sols constituent la troisième ressource naturelle vitale après l'air et l'eau. Cette ressource non renouvelable fait l'objet de perceptions diverses et divergentes : dans sa perception commune, le sol est souvent considéré comme une « surface-support », banale et omniprésente, vouée à la production (agricole ou forestière), à l'urbanisation et aux aménagements, ou bien laissée en l'état dans les espaces naturels.

Pour les utilisateurs avertis, le sol est un milieu vivant, complexe, encore mal connu, aux fonctions diverses et aux enjeux multiples (environnementaux, économiques, sociétaux, climatiques), autant de caractéristiques qui tendent à en faire une « question de spécialistes ».

Un même hiatus se retrouve logiquement dans les perceptions très inégales de la « qualité des sols », ou encore des menaces pesant sur les sols, plus ou moins ignorées ou sous-estimées du grand public, voire des décideurs confrontés à des préoccupations patrimoniales ou d'usages souvent contradictoires.

Prévenir ou réparer les atteintes portées aux sols conduit ainsi à s'intéresser non seulement à « l'objet sol » (la connaissance de ses caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et de son fonctionnement), mais aussi aux utilisateurs du sol et à leurs préoccupations, ainsi qu'aux voies et moyens du porter à connaissance, c'est-à-dire au vecteur chargé de relier « l'objet sol » à l'utilisateur, cible du porter à connaissance.

La mission n'a trouvé ni en France, ni ailleurs en Europe de dispositions réglementaires qui imposeraient de porter à la connaissance des propriétaires fonciers et des exploitants agricoles une information qualitative sur les sols cultivés. La capacité productive de ces derniers est néanmoins l'un des déterminants de la valeur vénale ou locative des terres. Elle constitue également le principal critère retenu par les pays qui veulent sanctuariser un socle foncier de sécurité alimentaire.

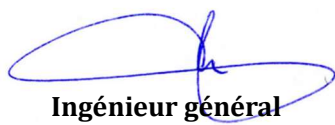
Les méthodes d'évaluation de la qualité multifonctionnelle des sols et de l'impact des pratiques agricoles font constamment ressortir deux éléments : leur état structural et leur composition organique.

Qu'elles soient centrées sur un objectif de production agricole ou qu'elles poursuivent des objectifs de planification de la ressource foncière et d'arbitrage entre des usages concurrents, les initiatives professionnelles et territoriales qui s'attachent à prendre en considération la pluralité des services écosystémiques des sols montrent toutes l'importance de l'observation de terrain, de la mobilisation des données existantes et acquises (analyses de sols) et du partage des éléments de connaissance.

Cette connaissance conditionne l'action en faveur des sols. La rendre accessible à l'utilisateur non spécialiste nécessite d'en simplifier le contenu et d'adapter en conséquence les outils du porter à connaissance. Parmi ces outils, un dispositif visuel « d'étiquette de sol » pourrait être envisagé pour une utilisation à grande échelle.

Le porter à connaissance doit être mis au service d'une politique de l'impact qui responsabilise l'utilisateur ou le gestionnaire de sol en l'incitant à raisonner ses pratiques et ses décisions en connaissance de leurs incidences sur les sols. Mieux formaliser la prise en compte des sols dans le statut du fermage peut y contribuer. Plus généralement, la recherche du moindre impact, dans l'élaboration des projets soumis à enquête publique, doit englober la question des sols, non seulement dans leur dimension surfacique, qui prévaut souvent en cas de projet conduisant à une artificialisation des sols, mais aussi dans leur dimension écosystémique.

Gérard FALLON



**Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts**

Claude GITTON



**Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts**

Annexes

Annexe 1. Lettre de mission



MINISTÈRE DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION

Paris, le **18 SEP, 2019**

Le Directeur de Cabinet de la Ministre
de la Transition Ecologique et
Solidaire,

La Directrice de Cabinet du Ministre
de l'Agriculture et de l'Alimentation

à

Madame la Vice-Présidente du
Conseil Général de l'Environnement
et du Développement Durable,

Monsieur le Vice-Président
du Conseil Général de l'Alimentation,
de l'Agriculture et des Espaces
Ruraux

N/Réf : TR508093

Objet : lettre de mission conjointe Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux (CGAAER) – Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD) pour une étude de parangonnage sur les dispositifs d'information concernant la qualité des sols agricoles

Les enjeux de la qualité des sols sont multiples : économiques, fonciers, climatiques agronomiques, sanitaires, relatifs à l'eau, la sécurité civile, l'aménagement, au paysage, à la biodiversité, etc. La bonne qualité des sols est une condition indispensable au bon fonctionnement et à la productivité des systèmes agro-écologiques. Il convient de la remettre au centre des préoccupations des agriculteurs, des acteurs du foncier et des politiques publiques agricoles, d'urbanisme et en matière d'aménagement du territoire notamment.

.../...

78 rue de Varenne – 75349 PARIS 07 SP - Tél : 01 49 55 49 55

Les souhaits de développement d'une agriculture urbaine posent de nouvelles questions, touchant à la fois la qualité agronomique des sols – potentialité à assurer des productions alimentaires diversifiées et en quantité satisfaisante dans un contexte local donné – et leur qualité sanitaire – capacité à produire des aliments dépourvus de contamination empêchant leur mise sur le marché.

De nouvelles attentes émergent tel que l'approvisionnement de proximité, ce qui demande de raisonner les affectations des sols en intégrant les besoins par bassin de consommation.

Le Conseil National de la Transition Ecologique (CNTE) a engagé, le 7 décembre 2016, la préparation d'une « stratégie nationale pour une bonne gestion des sols » suite au rapport « Propositions pour un cadre national de gestion durable des sols » - CGEDD n°010068-01 – CGAAER n°14135 - septembre 2015. Parmi, les recommandations du rapport figure celle de « rendre l'agriculteur acteur de ses choix par une meilleure connaissance de ses sols - disposer d'instruments politiques et économiques incitatifs ».

Un projet de recherche MUSE : « intégrer la multifonctionnalité des sols dans les documents d'urbanisme » est en cours depuis fin 2017, associant un grand nombre de partenaires¹.

Plus récemment, le plan biodiversité annoncé le 4 juillet 2018 et le volet agricole de la feuille de route économie circulaire soulignent la nécessité d'une meilleure prise en compte de la qualité des sols, que ce soit pour une meilleure gestion des usages des sols permettant la préservation de la biodiversité (Plan biodiversité) ou pour des objectifs de sécurité des productions agricoles (FREC) et la préservation des « sols » et de leurs capacités productives. En particulier, l'action 51 du plan biodiversité nous engage à promouvoir l'établissement de diagnostics d'état des sols, afin qu'acquéreurs et fermiers bénéficient d'une information sur l'état des sols qu'ils exploiteront, pour qu'ils en assurent une gestion pertinente, au bénéfice de la biodiversité et de l'environnement, de la qualité des productions et de la santé humaine.

Sur le plan technique, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) vient de lancer une étude « *Diagnostic de la qualité des sols pour les gestionnaires des sols agricoles et forestiers : indicateurs de suivi et stratégies de déploiement* » relative à la qualification de la qualité des sols, en vue d'élaborer une information des acquéreurs ou locataires de terrains, que ces terrains soient destinés à des usages productifs agricoles ou non (les usages agricoles et forestiers sont plus particulièrement ciblés). Les conclusions de cette étude sont attendues pour octobre 2019.

Certains pays européens disposent déjà d'outils et de méthodes de diagnostics. Par exemple, en Flandres un « certificat » est délivré à l'occasion des transactions foncières, à la fois pour informer le preneur sur l'existence d'une pollution avérée, ou pour l'informer de l'absence d'information et l'inciter à assurer une gestion respectueuse des sols, rappelant ses responsabilités en la matière. Des outils sont aussi mis à la disposition des urbains qui souhaitent pratiquer une production alimentaire (jardinage ou élevage pour la production d'œufs) afin d'évaluer le risque de contamination des aliments du fait de la qualité des sols.

¹ <https://www.cerema.fr/fr/actualites/projet-muse-integrer-multifonctionnalite-sols-documents>

Il existe probablement d'autres exemples dans d'autres régions d'Europe. Concernant la production agricole, certains pays disposent de seuils de référence (Allemagne en particulier). L'analyse de ces dispositifs nourrira les réflexions au niveau national.

Nous souhaitons que le CGAER et le CGEDD conduisent une mission permettant de fournir des éclairages sur les meilleures voies de définition et de mise en œuvre de dispositif(s) permettant la prise en compte par les acquéreurs et les fermiers de la qualité des sols exploités pour une production alimentaire afin de répondre aux objectifs de l'action 51 du plan biodiversité. La mission pourra élargir la réflexion au-delà du contexte d'acquisition ou de bail de terres agricoles pour tenir compte également des enjeux en terme de planification de l'urbanisme. Une évolution² de zonage agricole des documents d'urbanisme pourrait par exemple être accompagnée de diagnostics préalables. Il s'agit par exemple d'éviter de favoriser l'installation de producteurs qui s'engageraient dans un projet agricole avant de s'apercevoir que leurs productions pourraient être impropres à la consommation. Il s'agit également d'éviter d'artificialiser des terres à haut potentiel agronomique alors que d'autres parcelles de moindre qualité pourraient être mobilisées pour des projets d'aménagement.

Vous réaliserez une revue des dispositifs et dispositions existants en France et dans d'autres pays (Belgique, Allemagne, Italie, etc.), leur contexte de mobilisation, leur contenu ainsi que leur assise juridique. Sur la base de ce parangonnage et en tenant compte du contexte national, la mission formulera des scénarios ou propositions permettant de favoriser le déploiement de tels diagnostics. Pour chacune des propositions, la mission veillera à préciser le contexte d'application, les pré-requis (besoin d'acquisition ou de structuration de connaissances, modifications législatives, etc.) et à apprécier l'acceptabilité des différents acteurs.

Cette mission sera conduite en lien avec les services centraux des ministères chargés de l'agriculture (Direction Générale de la Performance économique et environnementale des Entreprises, Direction Générale de l'Alimentation), de l'écologie et de la cohésion des territoires (Direction de l'Eau et de la Biodiversité, Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages, Commissariat Général au Développement Durable), la Direction Générale de la Santé au Ministère des Solidarités et de la Santé, l'ADEME, et avec les chercheurs concernés, les techniciens de développement et les services déconcentrés du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

Nous souhaitons pouvoir disposer des conclusions de cette mission pour la fin de l'année 2019.

Le Directeur de Cabinet



Guillaume LEFORESTIER

La Directrice de Cabinet



Isabelle CHMITELIN

² Affectation agricoles de parcelles précédemment non-agricoles ou au contraire, sorties vers d'autres usages de parcelles initialement agricoles.

Annexe 2. Liste des personnes rencontrées

BAS Adeline, EIFER (Europäisches Institut für Energieforschung, EDF-KIT EWIV, Researcher.

BOIVIN Pascal, Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA), Agronome, professeur de pédologie.

BRANCHU Philippe, Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema), Chef de l'unité « Qualité des eaux et sols ».

BROSSARD Michel, Association française pour l'étude du sol, Président.

CHENU Claire, AgroParisTech - INRAE, Professeure à AgroParisTech, Directrice de recherche à l'INRAE.

COUDERC-OBERT Céline, Ministère de la transition écologique et solidaire, Commissariat Général au Développement Durable, chef de mission.

COURTOIS Nicolas, AgriGenève, Technicien.

De MALLERAY Adrienne, entreprise Greenback, Co-fondatrice du projet.

DIECKOFF Léa, EIFER (Europäisches Institut für Energieforschung EDF-KIT EWIV), Researcher.

D'OIRON-VERAME Elisabeth, Observatoire Français des Sols Vivants (OFSV), Secrétaire générale.

EGLIN Thomas, ADEME, animateur du secteur « Gestion durable des sols ».

FEIX Isabelle, ADEME, Experte nationale « sol ».

FORT Jean-Luc, Chambre régionale d'agriculture de Nouvelle-Aquitaine, Chef de service.

FROSCHAUER Gehrard, Gouvernement provincial de Haute-Autriche, Ingénieur à la direction de l'aménagement du territoire, du développement économique et rural.

GOZAL Muriel, FNSAFER, Directrice.

HAVLICEK Helena, Office fédéral de l'environnement de Suisse, Collaboratrice scientifique.

JESTIN Gaëtan, Earthworm Foundation, Coordinateur du programme.

JULLIOT Catherine, Ministère de la transition écologique et solidaire, Commissariat Général au Développement Durable, Chargée de mission « biodiversité, forêt et sols »

KNIGHT Robert, Fisher German, Consultant en agriculture et agro-industrie.

LAFFONT Frédéric, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, Direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises.

MAILLET Christian, FNSAFER, Directeur des études.

MARSEILLE Fabienne, Cerema, Directrice d'études GES, Sols et Aménagement.

MOUSSET Joël, ADEME, Chef de service.

ROUXEL Jean-Michel, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, Direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises, Adjoint au Chef de bureau.

SANNIÉ Quentin, entreprise Greenback, Fondateur de l'entreprise et concepteur du projet.

SAUTER Joëlle, Chambre régionale d'agriculture du Grand-Est, Connaissance des sols – SIG.

SEFRANKO Thomas, Consulat de Slovaquie à Paris, Premier secrétaire.

SLAK Marie-Françoise, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, Direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises.

STUREL Sylvain, Assemblée permanente des chambres d'agriculture (APCA), Chargé des projets européens.

Ont également répondu à une enquête succincte Mesdames et Messieurs

FINKE PeterBelgique (Flandres)

MONTULL JMEspagne (Catalogne)

STANKOVICS Petra.....Hongrie

TÓTH Gergely.....Hongrie

BIRÓ Borbála.....Hongrie

CURRAN TomIrlande

BARBERI Paolo.....Italie

PAKELTIENĖ Rasa.....Lituanie

VIZINHO AndréPortugal

JITEA MugurRoumanie

ZIVOTIC LjubomirSerbie

VERBIČ Jože.....Slovénie

OLSSON Henrik.....Suède

Annexe 3. Place des sols dans le Plan biodiversité de juillet 2018



Axe 1 - Reconquérir la biodiversité dans les territoires

1.3 Limiter la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers pour atteindre l'objectif de zéro artificialisation nette

L'étalement urbain et l'artificialisation des sols, en détruisant et en morcelant les espaces naturels, agricoles et forestiers, contribuent directement à la dégradation du fonctionnement des écosystèmes et à l'érosion de la biodiversité. Malgré les progrès de la planification urbaine, la consommation des espaces naturels reste trop rapide, même dans les zones où la population n'augmente pas, avec pour causes la construction d'habitats individuels, de zones commerciales en périphérie et le développement d'infrastructures de transport ou logistiques.

Dans une logique globale de lutte contre l'étalement urbain, des mesures récentes ont été prises comme le recentrage du prêt à taux zéro en faveur de la construction neuve sur les zones tendues. La densification urbaine est également au cœur du programme Action cœur de ville qui vise la revitalisation de 222 centres-villes. Mais il faut aller plus loin, en s'engageant dans la définition d'objectifs chiffrés et d'une trajectoire pour atteindre l'objectif de zéro artificialisation nette. Les politiques d'urbanisme et d'aménagement commercial seront revues afin d'enrayer l'augmentation des surfaces artificialisées, de favoriser un urbanisme sobre en consommation d'espace et d'améliorer la mise en œuvre de la séquence « éviter – réduire - compenser » dans le cadre du développement des territoires.

/// [Action 13] Parallèlement, un groupe de travail partenarial sera constitué pour faire des propositions (instruments économiques, mesures réglementaires ou autres) pour favoriser le recyclage urbain, mieux intégrer les enjeux de préservation des espaces naturels et agricoles dans les politiques et documents d'urbanisme. Ce groupe pourra examiner l'opportunité d'étendre l'approche « éviter, réduire, compenser » les impacts sur l'environnement à l'ensemble des projets d'aménagement commercial et logistique. Il sera appuyé par le Comité pour l'économie verte pour identifier des instruments économiques capables de freiner fortement la consommation d'espace non artificialisés et inciter à la densification des constructions.



Axe 3 : Protéger et restaurer la nature dans toutes ses composantes

3.3 Agir pour la préservation de la biodiversité des sols

La biodiversité des sols est l'une des plus méconnues, mais elle est cruciale pour le maintien des multiples services assurés par les sols. Les innombrables organismes du sol contribuent en effet à la transformation de la matière organique et donc au cycle des éléments nutritifs nécessaires aux végétaux comme au recyclage et au stockage du carbone dans les sols sous forme de matières organiques issues de leur activité. Ils contribuent à l'amélioration et au maintien de la structure des sols et de leurs caractéristiques hydriques.

Le Plan biodiversité a pour ambition d'améliorer nos connaissances sur la biodiversité des sols et de développer les pratiques agricoles et forestières permettant de la conserver, de la restaurer et de la valoriser.

/// [Action 48] Nous mettrons en place des mesures visant la conservation physique des sols (lutte contre l'érosion et le tassement), mais aussi le maintien et la restauration de leur qualité, par exemple via le déploiement d'un plan d'actions impliquant l'ensemble des acteurs concernés.

- **Pour la prévention de l'érosion :** nous produirons un document descriptif des processus d'érosion, proposant des solutions adaptables aux contextes (par exemple, aide à l'observation des types d'érosion, aide à l'évaluation de la sensibilité des sols à l'érosion, aide à l'identification de solutions de prévention de l'érosion).
- **Pour la prévention du tassement des sols :** nous diffuserons des documents existants relatifs au tassement des sols forestiers, proposant des solutions de prévention adaptables aux contextes. Afin de favoriser l'utilisation de machines certifiées, nous ferons la promotion du label éco-épandage (certification des machines d'épandage comprenant des critères relatifs au tassement des sols) auprès des agriculteurs, coopératives d'utilisation du matériel agricoles et entreprises et nous inscrirons ce label comme critère prioritaire pour l'aide à l'investissement en matériel agricole dans le Grand Plan d'investissement.
- **Pour le maintien de la qualité :** nous porterons des actions de normalisation et de certification ayant une portée sur le maintien de la qualité des sols.

/// [Action 49] **Nous promovons l'agriculture de conservation des sols** qui, en limitant le travail du sol, en diversifiant les rotations et en assurant une couverture permanente des sols, préserve l'activité biologique des sols. Ce travail sera réalisé en lien avec la task force chargée d'animer et de suivre le plan d'actions pour sortir de l'utilisation de produits contenant du glyphosate.

/// [Action 50] **Nous encouragerons la recherche sur la biodiversité des sols** afin d'améliorer, sans recours à l'engrais, les capacités du sol à accompagner le développement des plantes cultivées et à réduire les adventices.

/// [Action 51] **Nous promovons l'établissement de diagnostics d'état des sols**, afin qu'acquéreurs et fermiers bénéficient d'une information sur l'état des sols qu'ils exploiteront, pour qu'ils en assurent une gestion pertinente, au bénéfice de la biodiversité, de la qualité des productions et de l'environnement.

Annexe 4. Quelques éléments sur l'évolution du droit des sols en France

Les sols font l'objet de nombreuses protections dans la réglementation française. Certaines d'entre elles trouvent leur origine dans le droit communautaire. Toutefois l'absence de rubrique dédiée à la protection des sols dans le code de l'environnement, contrairement à ce qui existe pour l'eau et l'air, est regrettée par certains auteurs⁶², voire assimilée à une insuffisance juridique notable⁶³.

La partie législative du code de l'environnement a été organisée par l'ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000. Le livre II (« Milieux physiques ») comprend deux titres, respectivement consacrés à l'eau et à l'air. Les livres III et IV concernent la protection de la nature (espaces naturels, faune et flore). Le rapport explicatif de l'ordonnance, adressé au président de la République, relève les difficultés rencontrées et justifie les choix effectués : « *Le Gouvernement, assisté par la Commission supérieure de codification, a retenu les textes qui tendent principalement à la lutte contre les pollutions, les risques naturels et technologiques et à la protection de la qualité des milieux naturels. (...) L'absence d'un titre "Sols", troisième composante de base des milieux naturels, est significative de la difficulté d'isoler les dispositions propres à cette composante de celles touchant les milieux naturels en surface et du caractère embryonnaire du droit de l'environnement en cette matière.* »

Les premières dispositions relatives aux sols, en tant que ressource à conserver, ont concerné les zones de montagne, exposées à des phénomènes de dégradation des sols liés à certaines pratiques agropastorales. Le droit forestier y a joué dès le XIX^e siècle un rôle pionnier dans la prévention de l'érosion des sols. Aujourd'hui, la conservation des boisements « sur les montagnes ou sur les pentes », selon les termes de la police administrative du défrichement, constitue un important moyen de protection des sols contre l'érosion, répondant aux principes de la politique forestière inscrits dans le code forestier par la loi d'orientation sur la forêt du 9 juillet 2001.

Il a fallu attendre le début du XXI^e siècle pour que la loi se préoccupe de l'érosion des sols dans les bassins versants à prédominance agricole. La loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques naturels et technologiques et à la réparation des dommages (dite « loi Bachelot ») a entendu répondre aux phénomènes de coulées boueuses ou de « ruissellement érosif massif », en permettant au préfet de délimiter des « zones d'érosion » assorties de programmes d'actions volontaires, ou à défaut imposés par voie réglementaire. La loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 a étendu ce dispositif à l'ensemble des cas où le ruissellement érosif contribue à dégrader la ressource en eau, notamment en créant de la turbidité soupçonnée de véhiculer des polluants. En dehors de la lutte contre l'érosion, les mesures juridiques ayant un effet de protection sur les sols, dans le droit de l'urbanisme et celui de l'environnement, ont d'abord visé à protéger l'eau.

Les sols sont protégés des pollutions liés aux épandages – polluants organiques, éléments traces métalliques – par des dispositions qui relèvent du code rural et de la pêche maritime (mise sur le marché et utilisation des matières fertilisantes, des adjuvants pour matières fertilisantes et des supports de culture ; mise sur le marché et utilisation des produits phytopharmaceutiques et des adjuvants) et du code de l'environnement (installations classées pour la protection de l'environnement ; épandage de boues issues du traitement des eaux usées).

La loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, en reconnaissant aux sols leur contribution au patrimoine commun de la nation, a marqué une

⁶² J-P. Plavinet et Y. Coquet La protection et la gestion durable des sols face au droit, étude et Gestion des Sols, Volume 20, 3, 2013 - pages 39 à 62

⁶³ Cécile Claveirole - *Avis du CESE (13 mai 2015) : La bonne gestion des sols agricoles, un enjeu de société*, Responsabilité & environnement - juillet 2018 - n° 91 - Annales des Mines

évolution majeure dans la prise en compte des sols et des services écosystémiques associés. Cette prise en compte de la multifonctionnalité des sols se retrouve notamment dans la feuille de route de l'économie circulaire (avril 2018) et le plan biodiversité (juillet 2018).

La deuxième édition de la « stratégie nationale bas-carbone » (SNBC) a été adoptée en avril 2020 (décret n° 2020-457 du 21 avril 2020 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone). Elle souligne le caractère incontournable du stockage de carbone dans les sols pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Les orientations retenues prévoient une modification substantielle des pratiques agricoles, avec notamment la préservation des prairies permanentes et des milieux agricoles humides ainsi que la maximisation de la couverture des sols selon les principes de l'agroécologie.

Le sol n'est désormais plus seulement appréhendé comme support pour la production de biens marchands, fonction protégée par les baux ruraux et les droits du preneur, mais aussi comme ressource exposée à des risques qu'il convient de maîtriser (érosion, contaminations, pollutions) et élément-clé de l'atténuation du changement climatique.

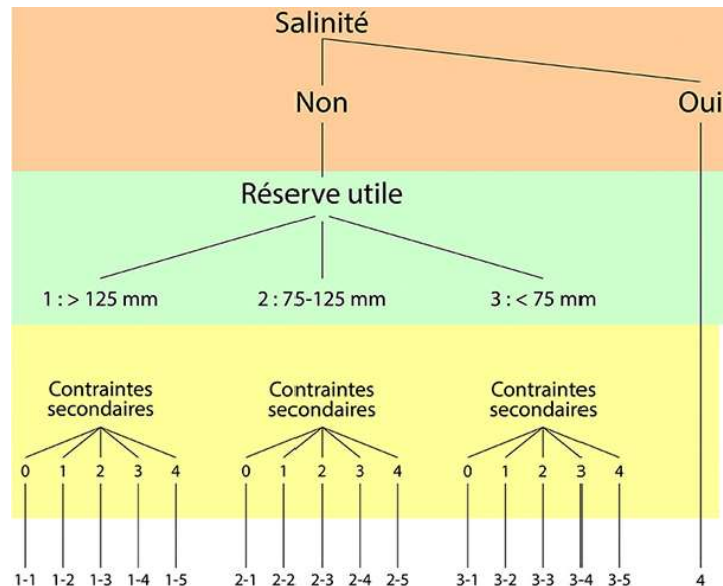
Annexe 5. Construction en Languedoc-Roussillon d'un indicateur de potentiel agronomique des sols comme outil d'une prévision à long terme

Ce projet déjà ancien (2009) s'est inscrit dans une réflexion sur la sécurité et l'autonomie alimentaire à long terme en Languedoc-Roussillon. Il a été piloté par la direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt.

La construction d'un indicateur de qualité des sols devait (i) permettre d'apprécier le potentiel d'utilisation globale d'un sol à long ou très long terme, (ii) proposer des modalités permettant de comparer un maximum de sols du Languedoc-Roussillon entre eux tout en restant simple et (iii) s'appliquer facilement dans un délai très court en utilisant des données spatiales pédologiques déjà disponibles sur l'ensemble du Languedoc-Roussillon.

L'arbre de décision pour déterminer le score de potentiel agronomique des sols utilise trois niveaux hiérarchisés de classification, prenant en compte les contraintes rencontrées en milieu méditerranéen :

- les contraintes « absolues », qui discréditent systématiquement et entièrement le potentiel du sol lorsqu'elles existent (classe 4). Il s'agit de la présence de salinité et de la pente lorsque celle-ci est supérieure à 15 % ;
- la réserve utile, qui constitue le paramètre principal de hiérarchisation, représentée par trois classes ;
- les contraintes « secondaires » (battance, hydromorphie, pierrosité ou abondance des éléments grossiers et pH), dont la prise en compte permet de moduler la qualité des sols au sein de chaque classe de réserve utile.



Ce travail a été complété par la construction participative d'un modèle systémique croisant potentiel agronomique et dynamiques d'artificialisation, permettant ainsi de légitimer l'outil au service d'une réflexion de planification territoriale, l'échelle de travail (au 1/250 000ème) rendant néanmoins difficiles les restitutions à l'échelle communale. La prise en compte des sols reste ici focalisée sur la fonction productive.

Annexe 6. Évaluation visuelle de la structure des horizons de surface des sols cultivés (VESS)



Evaluation Visuelle de la Structure des horizons de surface des sols cultivés (VESS)

traduction de la clé visuelle développée par Guimarães, R.M.L., Ball, B.C., and Tormena, C.A. (2011) adaptée de Boizard, H. et al, in Baize, D. et al., (2013)



Comment effectuer un test VESS ?	
1. Extraire	<ul style="list-style-type: none"> - Extraire un bloc de sol sur la hauteur de la bêche soit environ 25-35 cm d'épaisseur (pas moins de 20 cm sauf en présence de sols extrêmement superficiels) - Placer l'ensemble sur une bâche, une boîte ou directement sur le sol. Pour les sols labourés, ils est important que le bloc comprenne la semelle de labour.
2. Préparer et mesurer le bloc	<ul style="list-style-type: none"> - Enlever les débris et les éventuelles traces de tassement en périphérie du bloc - Mesurer l'épaisseur totale du bloc
3. Séparer et mesurer les horizons	<ul style="list-style-type: none"> - Manipuler doucement le bloc en utilisant les deux mains. Étirer/ouvrir le bloc afin de distinguer les horizons de structures différentes. - S'il y a un changement de structure visible (compacité, mottes* ou agrégats différents, abondance / comportement des racines, etc.) entre deux horizons successifs du bloc il faut distinguer et noter séparément ces derniers. - Mesurer l'épaisseur de chaque horizon - Nota : séparer par erreur deux horizons finalement identiques (de même score à la notation) n'a pas d'incidence sur le test.
4. Donner une note à chaque horizon	<ul style="list-style-type: none"> - Séparer/déliter l'horizon en éléments, en notant si la rupture est plus ou moins naturelle et facile, ou si elle nécessite une pression pour rompre un élément non subdivisé naturellement. - Relever la présence d'agrégats *, leur taille, forme et porosité interne. - Distinguer la présence de mottes fermées* en brisant les plus grosses mottes en deux et en observant surtout la localisation des racines, leurs abondances ainsi que la nature des faces de rupture (très irrégulières ou plutôt planes) et la forme des arêtes (arrondies ou plutôt anguleuses). Observer si la rupture se fait sur des faces de rupture existantes (par exemple résultant de la fissuration) ou sur des faces résultant de la contrainte exercée en brisant les mottes. - Identifier le type de structure majoritairement présent (présence majoritaire d'agrégats poreux et absence de motte fermée, présence majoritaire d'agrégats poreux et présence de quelques rares mottes fermées, ou encore présence majoritaire de mottes fermées etc...) - Plus il y a de mottes fermées* (non poreuses, anguleuses), plus la structure est de mauvaise qualité, plus le score sera élevé. - Donner une note à chaque horizon à l'aide de la fiche VESS (ci-dessus), confronter votre horizon aux photos de la clé visuelle et aux descriptions associées. - Nota : En cas d'hésitation entre deux notes choisir la plus ressemblante selon la description, ou noter au demi-point. Ne pas hésiter à prendre un second avis.
5. Calculer une note globale	<p>Score du bloc = ((épaisseur de la 1ère couche x score de la 1ère couche) + (épaisseur de la 2ème couche x score de la 2ème couche) + (épaisseur de la couche n x score de la couche n)) / épaisseur totale du bloc</p> <p>Ex : Bloc de 30 cm d'épaisseur, deux horizons de 10cm (score 2) et 20cm (score 3)</p> <p>Score du bloc = ((10x2) + (20x3))/30 = 80/30 = 2,7</p>

Équipement :

Bêche approx. 20 cm large, 22-25 cm de hauteur
Optionnel : feuille de plastique blanche, sac ou boîte 50 x 80 cm, couteau, appareil photo.

A quelle période de l'année ?

À n'importe quelle période, mais plutôt lorsque le sol est humide (sol ressuyé) et que les racines sont bien visibles (sous culture ou quelques mois après la récolte). Lorsque le sol est trop sec ou trop humide, il est difficile d'obtenir un échantillon représentatif.

Comment échantillonner ?

Choisir une zone homogène au niveau de la culture ou de la couleur du sol ou une zone présentant un problème. A l'intérieur de cette zone, réaliser au moins 3 prélèvements suivant une grille. Sur des parcelles expérimentales de petite dimension, il peut être nécessaire de limiter le nombre de prélèvements entre 3 à 5 par parcelle.



Evaluation Visuelle de la Structure des horizons de surface des sols cultivés (VESS)

traduction de la clé visuelle développée par Guimarães, R.M.L., Ball, B.C., and Tormena, C.A. (2011) adaptée de Boizard, H. et al., in Baize, D. et al., (2013)

Qualité de la Structure	Apparence générale	Taille	Racines	Porosité Visible*	Apparence après extraction : même sol mais travail du sol différent	Traits distinctifs	Apparence des agrégats* ou fragments* de ≈ 1.5 cm de diamètre				
Sq1 Friable Agrégats* se désagrègent très facilement avec les doigts	Pas de motte fermée*	La plupart des agrégats* < à 0.6 cm.	Les racines colonisent l'ensemble du bloc : les racines sont bien présentes à l'intérieur et autour des agrégats*	La plupart des agrégats* sont TRES poreux			 Agrégats* très fins et poreux	 1 cm	Agrégats* très poreux, composés de plus petits maintenus ensemble par les racines. Ils sont pour la plupart directement obtenus lors de l'extraction du bloc.	1	
Sq2 Intact Agrégats* se désagrègent facilement entre les doigts		Mélange d'agrégats* arrondis de 2mm à 7cm		La plupart des agrégats* sont poreux.			 Forte porosité des agrégats*	 1 cm	Agrégats* arrondis, fragiles, poreux qui se cassent facilement.	2	
Sq3 Ferme La plupart des agrégats* se désagrègent facilement entre les doigts	Présence possible de mottes fermées*	Mélange d'agrégats* de 2 mm-10 cm. Moins de 30% <1cm.		Présence possible de pores grossiers visibles* et de fentes de retrait*			 Faible porosité des agrégats*	 1 cm	Agrégats* avec peu de pores visibles et plutôt arrondis.	3	
Sq4 Compact Assez difficile de briser les mottes fermées* avec une seule main	Principalement mottes fermées* sub-angulaires	moins de 30% des mottes sont de taille <7cm ; structure lamellaire possible.		Pas ou peu de racines à l'intérieur des fragments*. Les racines présentes sont concentrées autour des mottes fermées, dans les « pores grossiers visibles »* et les fissures*	Peu de « pores grossiers visibles »* et peu de fissures*			 Racines dans les pores grossiers visibles*	 1 cm	Ces fragments* de forme cubique à bords anguleux et fissures internes sont faciles à obtenir sur sol humide.	4
Sq5 Très Compact Très difficile de briser les mottes fermées* avec la main	Principalement mottes fermées* angulaires	mottes angulaires >10cm, très peu de taille <7cm.		Très peu de « pores grossiers visibles »* et de fissures*. Anoxie* possible.	Très peu de « pores grossiers visibles »* et de fissures*			 Couleur gris-bleu possible	 1 cm	Ces fragments* à bords anguleux peuvent être difficiles à obtenir même sur sol humide.	5



Glossaire :

Agrégat : Un agrégat (sous-entendu naturel) est le résultat d'un arrangement naturel des constituants du sol (Baize, 2004). Les agrégats se séparent spontanément lors de l'extraction du bloc ou suite à une très faible pression. Selon la qualité structurale du sol les agrégats seront plus ou moins poreux (perméable aux racines, à l'eau et à l'air).

Motte : Une motte résulte généralement du travail du sol. C'est le résultat d'un tassement/fragmentation par des outils. « **Les mottes fermées** » présentent une faible porosité (motte de type Delta d'après la méthode « profil cultural » ou structure en blocs de type « ZK » selon la classification des sols de Suisse (Groupe "classification et nomenclature" de la Société Suisse de Pédologie (SSP), 2010) (formes de structure correspondantes selon la fiche profil de la classification des sols de Suisse : Pr, Pl, Ko, Br, Klr, Klk, Fr). Ces mottes sont très peu prospectées par les racines du fait de leur compacité. En observant des mottes fermées on remarquera que les racines préfèrent courir à leur surface (en présentant un faciès en arrêtes de poisson) plutôt que de s'aventurer à l'intérieur de ces mottes. Néanmoins des racines peuvent pénétrer dans des zones massives et fermées lorsque la phase d'implantation se fait en conditions humides. Ces mottes fermées sont difficiles à débiter en plus petits éléments sauf en cas de sol très humide.



Figure 1 : Racine en arêtes de poisson à la surface des structures compactées Source : (Delaunois et al., 2008)

Fragment de sol : obtenu après avoir brisé une motte plutôt fermée

Anoxie : absence d'air

Fissure : espace inter-agrégats ou inter-fragments créé sous l'effet du retrait / gonflement des argiles durant les phases de dessiccation/humectation ou gel/dégel des sols

Porosité visible à l'œil : regroupe tous les pores > 0.1-0.2 mm jusqu'aux galeries de lombrics. Les « pores visibles grossiers » : pores de plus de 2 mm



Figure 2 : Exemples de mottes fermées (Rachel Muylaert Locks Guimarães, 2011): à gauche très peu de racines et faces pratiquement planes après rupture de la motte ; à droite : cas typique de racine traversant une motte fermée via une galerie de lombric

Bibliographie

Baize, D. (2004). Petit lexique de pédologie (Editions Quae).

Boizard, H., Ball, C.B., Shepherd, G. and Jean Roger-Estrade, 2013. Caractérisation au champ de la structure des horizons de surface des sols cultivés. In: Baize, D., Duval, O., and Richard, G. (2013). Les sols et leurs structures: Observations à différentes échelles (Editions Quae), pp 119-12

Delaunois, A., Ferrie, Y., Bouche, M., Colin, C., and Rionde, C. (2008). Guide pour la description et l'évaluation de la fertilité des sols. INRA Montp.

Groupe "classification et nomenclature" de la Société Suisse de Pédologie (SSP) (2010). Classification des sols de Suisse.

Guimarães, R.M.L., Ball, B.C., and Tormena, C.A. (2011). Improvements in the visual evaluation of soil structure. Soil Use Manag. 27, 395-403.

Auteurs :

Baize, D., Boivin, P., Boizard, H., Fülleman, F., Gondret, K., Johannes, A., Lamy, F., Leopizzi, S. (contacts : karine.gondret@hesge.ch ; hubert.boizard@inra.fr)

Annexe 7. Un exemple d'évaluation du potentiel de rendement agricole des sols La méthode SQR de Muencheberg (Muencheberg Soil Quality Rating - SQR)

La méthode SQR (Soil Quality Rating - SQR) de Muencheberg a été mise au point en 2007 par le Centre Leibniz de Recherche pour le Paysage agricole (*Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts-forschung – ZALF*⁶⁴), basé à Müncheberg, dans le Land de Brandebourg. Elle a pour objet d'évaluer l'aptitude agricole d'un sol en modulant son potentiel théorique (évalué à partir d'indicateurs de base) par des facteurs de danger susceptibles de limiter l'expression de ce potentiel. Le principe est le suivant.

1. Détermination d'un score de base du sol

Ce score est calculé sur une échelle de 34 points, par notation pondérée de 8 indicateurs de base (pente et relief ; texture ; structure ; profondeur de la couche arable ; activité biologique ; compactage du sous-sol ; réserve utile en eau ; hydromorphie).

Chaque note est comprise entre 0 à 2 et varie par demi-point (0 = situation la plus défavorable ; 2 = situation la plus favorable), puis est pondérée d'un facteur entier compris entre 1 et 3, pour un total de 17 points de pondération. La notation se réfère à des tableaux de notation.

2. Détermination d'un coefficient de danger

Douze indicateurs de danger sont examinés : contamination, salinisation, sodification, degré d'acidification, faible teneur en nutriments, faible profondeur de sol, conditions sèches en période de végétation, hydromorphie-inondabilité, pente forte, rochers affleurants, pierrosité, conditions thermiques défavorables.

À chacun d'eux est attribué un coefficient compris entre 0 et 3, d'autant plus faible que le danger est grand. Le plus faible des 12 coefficients correspond au facteur limitant principal de rendement du sol et constitue le coefficient de danger. En pratique, l'examen se focalise sur quatre indicateurs principaux de danger : l'acidité, la pierrosité, la profondeur du sol et le régime hydrique.

3. Le score final du sol est égal au produit du score de base par le coefficient de danger.

Sa valeur maximale théorique (34 x 3) est égale à 102, ce qui permet une notation sur une base arrondie de 100.

Cinq classes de sol sont ainsi distinguées au regard de leur aptitude agronomique, c'est-à-dire des potentiels de rendement : 0-20 : très mauvaise aptitude ; 20-40 = mauvaise aptitude ; 40-60 = aptitude moyenne ; 60-80 bonne aptitude ; 80-100 : très bonne aptitude.

Cette notation fournit une estimation approximative du potentiel de rendement des terres cultivées et des prairies. La méthode combine observations de terrain et résultats d'analyse physico-chimique.

La méthode a été adaptée par l'Institut fédéral des géosciences et des ressources naturelles (*Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe - BGR*) pour produire à partir de la carte générale

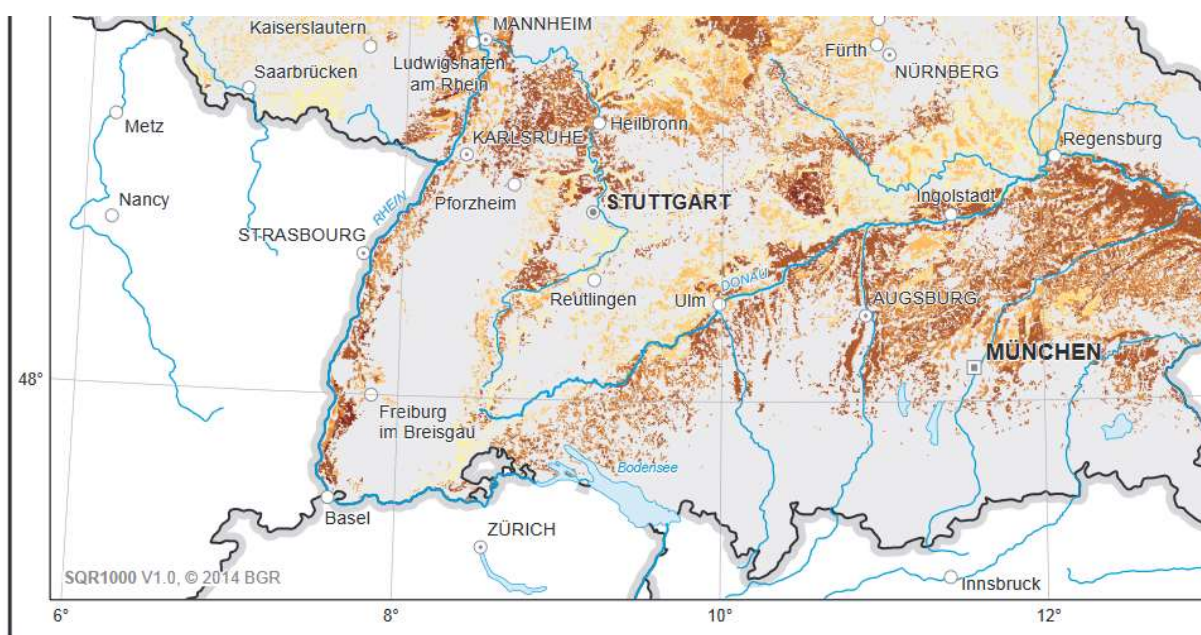
⁶⁴ Le ZALF est une institution de recherche financée à parts égales par le Ministère fédéral de l'alimentation et de l'agriculture (*Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, BMEL*) et le Ministère de la science, de la recherche et de la culture de l'État de Brandebourg (*Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur (MWFK)*).

des sols et à l'échelle du 1/1 000 000^e, une cartographie du potentiel de rendement des terres arables en Allemagne, distinguant six catégories de terres (voir extrait ci-après).

La Mission n'a pu obtenir auprès de la ZALF un bilan d'utilisation de la méthode.

Potentiel de rendement agricole établi par la méthode d'évaluation de la qualité des sols de Muencheberg

Carte du potentiel de rendement des terres arables comme base pour l'évaluation et la gestion des ressources



Ackerbauliches Ertragspotential nach dem Müncheberger Soil Quality Rating (SQR)

<35	35 - <50	50 - <60	60 - <70	70 - <85	≥85	nicht bewertet
extrem gering	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch	nicht bewertet

Quellen:

Nutzungsdifferenzierte Bodenübersichtskarte von Deutschland 1:1.000.000 (FISBo BGR),
Landnutzungsdaten CORINE Land Cover 2006 (Statistisches Bundesamt),
Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD).

Methodik:

Ad-hoc-AG Boden (2000); Methodendokumentation Boden;
Methoden-Wiki im FISBo BGR.

Source : Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

<https://www.bgr.bund.de>

Annexe 8. Politique slovaque des sols

Cadre de la politique slovaque des sols

La République slovaque (49 000 km² ; 5,44 millions d'habitants) a intégré l'Union européenne au 1^{er} mai 2004. À cette période a été défini le cadre de la politique slovaque des sols (loi n° 220/2004 du 10 mars 2004 sur la protection et l'utilisation des terres agricoles, dont la dernière modification remonte à 2015). Le pays est composé de 8 régions et de 79 districts. L'administration slovaque comporte un bureau foncier dans chaque district.

La propriété foncière en Slovaquie est extrêmement morcelée (en moyenne, une parcelle cadastrale couvre moins de 0,5 hectare et compte onze copropriétaires) et son utilisation agricole est extrêmement concentrée (90% environ des terres agricoles sont louées et utilisées par de grandes entreprises sur de grandes parcelles). L'obligation du locataire de respecter la loi sur la conservation des sols est généralement régie par un contrat de bail.

La loi pose différents principes de protection et de gestion durable des terres agricoles, dont le respect incombe au propriétaire des terres agricoles ou au locataire de ces terres et qui s'appliquent également aux démarches d'aménagement du territoire : entretenir les terres agricoles, pour maintenir leurs caractéristiques et leurs fonctions ; protéger les terres agricoles contre les facteurs de dégradation (érosion, compactage, substances dangereuses) ; maintenir le taux de matière organique au-dessus d'une valeur-seuil.

La loi sanctionne sévèrement les infractions aux obligations de protection et d'utilisation des sols, mais sa mise en œuvre, dans la limite des capacités d'intervention des services (bureaux fonciers des districts), est rendue difficile par l'extrême morcellement de la propriété, un constat d'infraction étant susceptible de mettre en cause un très grand nombre de personnes dans des conditions de responsabilité indéfinie.

Organisation et gouvernance de la politique des terres agricoles

Le ministère de l'agriculture et du développement rural est l'autorité centrale de protection des terres agricoles. Le ministère est représenté, dans chaque district, par un « **bureau foncier du district** », **autorité locale de décision** (mesures de protection, autorisations de changement d'usage agricole, de retrait de terre agricole, traitement des infractions).

La loi a créé, au sein de l'Institut de recherche des sciences du sol et de protection du sol – (Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy – VUPOP), un **service des sols (pôdna služba)**. Localisé à Bratislava, le service des sols est chargé de collecter des données sur la qualité des sols agricoles en Slovaquie, de procéder aux études des sols et de proposer les mesures de protection contre les risques de dégradation. L'Institut de recherche des sciences du sol et de protection du sol gère un **portail des sols**, qui présente en ligne une série de cartographies thématiques : érosion, qualité des sols agricoles, valeur indicative de l'épaisseur de l'horizon humique...

Système slovaque d'information sur les sols

<http://www.podnemapy.sk/default.aspx>

Le système d'information élaboré et mis à jour par le VUPOP comprend diverses bases de données regroupant des informations pédologiques et agronomiques obtenues à partir d'observations de terrain et d'analyses en laboratoire. Un serveur de cartes accessible via internet (portail des sols) permet de visualiser en ligne de multiples informations sur les terres agricoles (texture et érodabilité hydrique des sols, épaisseur indicative de la couche arable, unités pédo-écologiques, productivité agricole des sols...). Le portail des sols formule des recommandations à l'attention des exploitants tenus de préserver la bonne qualité des sols.

Le système d'information est adossé à un réseau de 424 sites de surveillance des sols. Au cours des vingt dernières années, il a été progressivement relié aux systèmes des autres institutions (par exemple, l'Institut de recherche sur l'économie agricole et alimentaire, le registre des biens immobiliers).

Appréciation de la qualité des sols agricoles

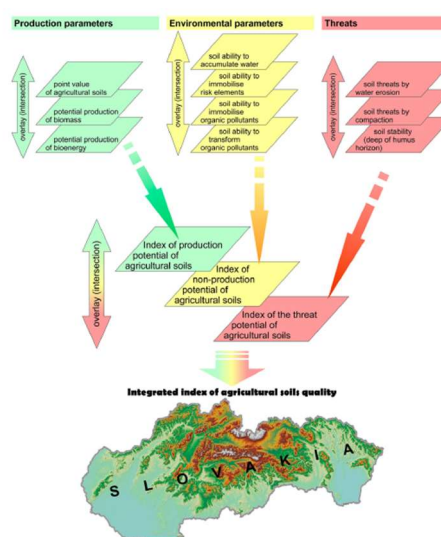


Sur la base de travaux réalisés dans les années 70, tous les sols agricoles de Slovaquie font l'objet d'une caractérisation agro-pédologique qui retient cinq types de facteurs considérés comme pertinents pour rendre compte de la productivité du sol: la région climatique d'appartenance, le type de sol, la pente et l'exposition, la pierrosité et la profondeur du sol ainsi que sa texture. La combinaison de ces facteurs permet de délimiter des « **unités éco-pédologiques** » homogènes (bonitovanej pôdno-ekologickej jednotky - BPEJ). Les BPEJ ont été définies par le VUPOP à la demande de l'État, elles sont cartographiées à l'échelle du 1/5 000^e et font l'objet d'une actualisation continue.

Chaque BPEJ est désignée par un **identifiant de 7 chiffres**, construit par juxtaposition de codes exprimant chaque type de facteur: 00-10 pour la région climatique d'appartenance, 00-99 pour le type de sol, 0-9 pour le facteur pente et exposition, 0-9 pour la pierrosité et la profondeur de sol; 1-5 pour la texture. Plus de 6 500 unités BPEJ différentes sont identifiées et cartographiées sur la zone agricole de la République slovaque. Il est possible à tout propriétaire foncier, via internet, de connaître l'identifiant de l'unité ou des unités constitutive(s) de toute parcelle cadastrale.

Conformément à l'annexe n° 9 du décret modifié n° 508/2004, tous les sols agricoles des unités éco-pédologiques (couvrant environ 2,4 millions d'hectares sur le territoire slovaque) sont répartis en **neuf groupes de productivité**. Pour opérer cette répartition, un **indice de productivité**, destiné à traduire le potentiel de production agricole de chaque unité, a été calculé en croisant les données pédologiques et les données disponibles sur le rendement des cultures. L'indice de productivité varie de 0 à 100. Sa valeur est égale à la somme des notes attribuées au type de sol (de 0 à 60 points), au facteur pente-exposition (de 0 à 15 points), au facteur pierrosité-profondeur (de 0 à 15 points), au facteur texture (de 0 à 10 points)⁶⁵. En pratique, les sols agricoles exploitables sont compris dans la fourchette 11-100 points.

Les quatre premiers groupes (indice de productivité compris entre 61 et 100) sont les sols ayant le plus grand potentiel de productivité et sont protégés en application de la loi n° 307/1992 sur la protection des ressources agricoles. Ils couvrent près du quart des terres agricoles et représentent 5% des unités BPEJ. Les sols de productivité moyenne (groupes 5 à 7, d'indice compris entre 31 et 60) couvrent environ la moitié de la superficie agricole et les 2/3 des unités éco-pédologiques. Les sols à faible productivité (groupes 8 et 9, d'indice compris entre 11 et 30) couvrent plus du quart de la superficie agricole (30% des BPEJ).



⁶⁵ (DžatkoDžatko, 2002, M. (2002). Évaluation du potentiel des sols des terres agricoles et des régions pédo-écologiques en Slovaquie. Bratislava : Institut de recherche sur la science et la conservation des sols.


Complémentairement à l'approche éco-pédologique des BPEJ, une typologie agricole répartit les sols de Slovaquie en 4 types (O, OT, T et N) et 14 sous-types ou catégories :

- terres arables (O) : 7 catégories (de O1 à O7, O1 = la plus productive)
- prairies temporaires (OT) : 3 catégories (OT1 à OT3)
- prairies permanentes (T) : 3 catégories (T1 à T3)
- terres inaptes à l'activité agricole (1 catégorie : N).

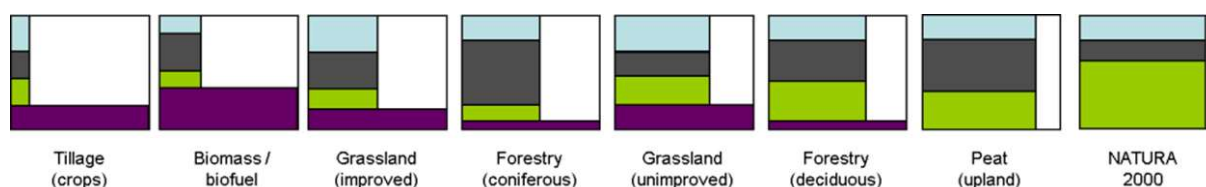
Annexe 9. Soil Navigator, outil européen d'évaluation multifonctionnelle des sols

Financé par l'Union européenne, le projet Landmark, a été retenu par l'Union européenne dans le cadre de l'appel à projets « Soil quality and functions ». Ce programme a associé vingt-deux partenaires de quatorze pays de l'Union européenne, ainsi que des partenaires de la Suisse, de la Chine et du Brésil. Il a permis la mise au point d'un outil d'aide à la décision à l'échelle de la parcelle, le « Soil navigator ».

Les cinq fonctions des sols retenues correspondent à leur contribution à la génération des biens et services écosystémiques suivants :

■ Production de biomasse (boîte blanche)	
■ Purification et régulation de l'eau (boîte bleue)	
■ Séquestration et régulation du carbone (boîte noire)	
■ Habitat pour la biodiversité (boîte verte)	
■ Apport et cycle des nutriments (boîte violette)	

L'impact de l'utilisation des terres sur la composition relative des fonctions du sol peut être illustré comme suit :

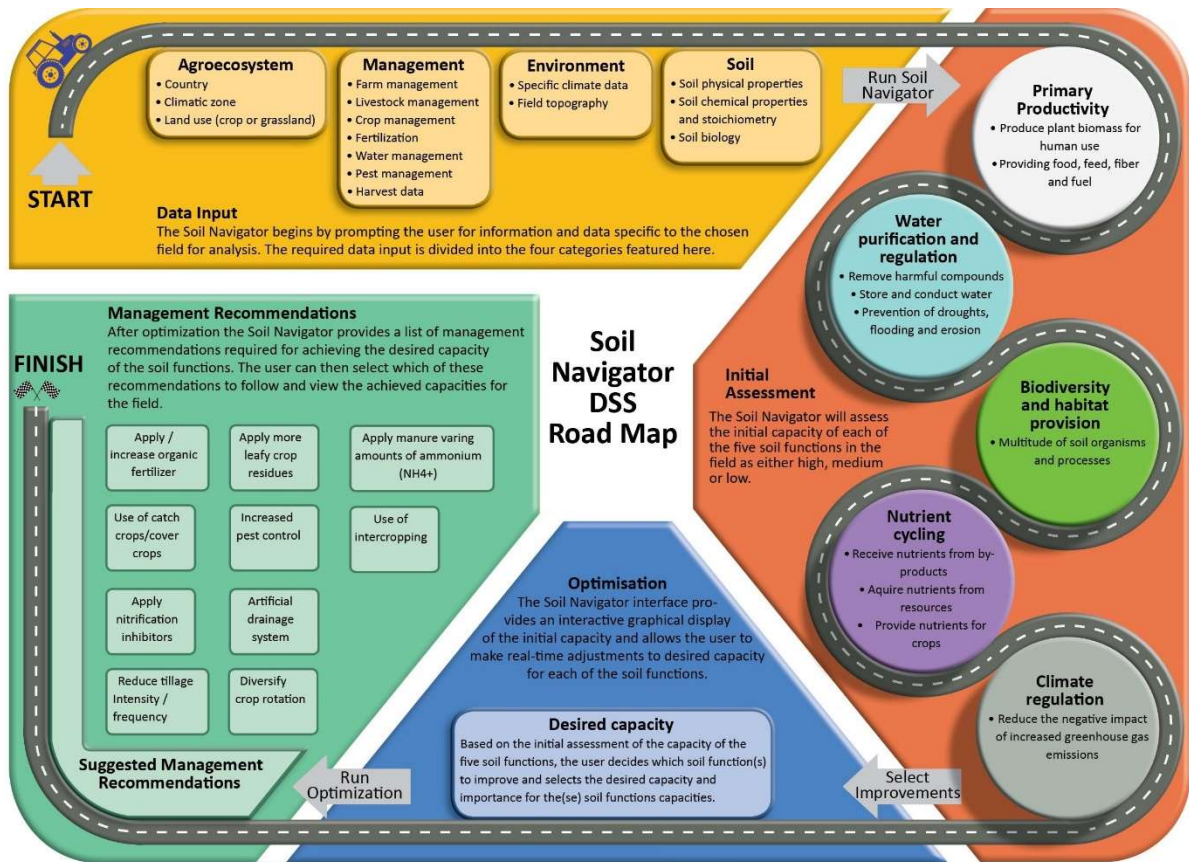


Les étapes de l'utilisation du Soil Navigator sont les suivantes :

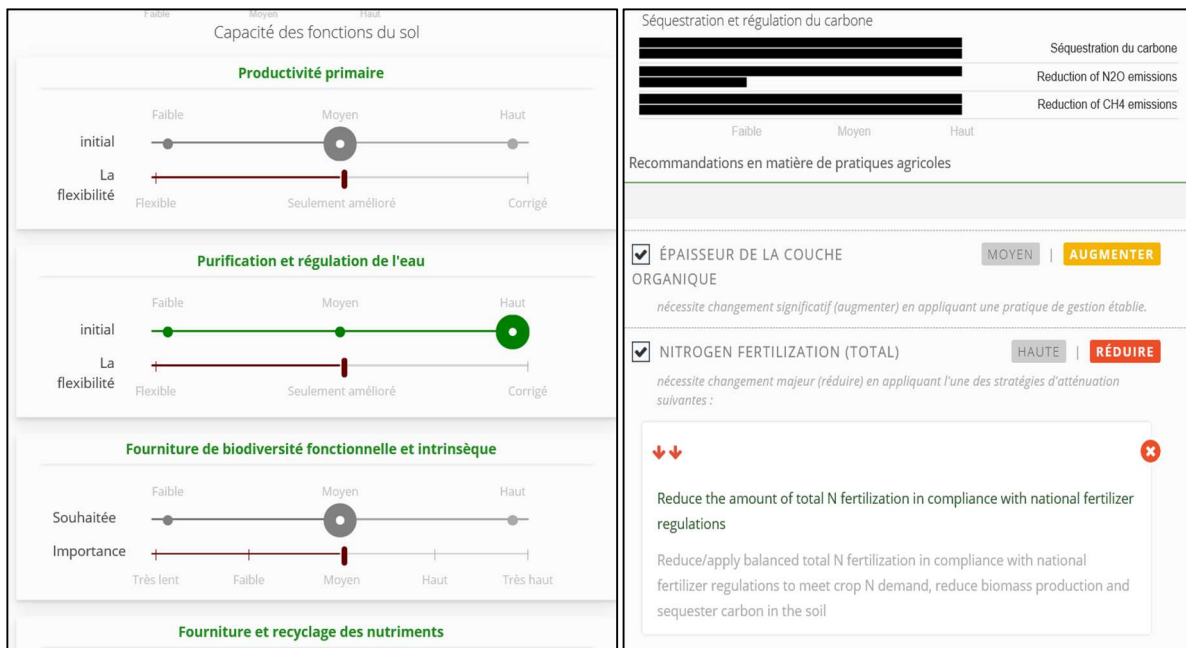
- **Entrée de données**
Le Soil Navigator commence par demander à l'utilisateur des informations et des données spécifiques à la parcelle choisie pour l'analyse.
- **Évaluation initiale**
Le Soil Navigator évalue le niveau initial des cinq fonctions du sol de chacune des parcelles comme élevée, moyenne ou faible. Les fonctions sont les suivantes : « productivité primaire », « purification et régulation de l'eau », « fourniture de biodiversité fonctionnelle et intrinsèque », « fourniture et recyclage de nutriments » et « séquestration et régulation du carbone ».
- **Optimisation**
L'interface Soil Navigator fournit un affichage graphique interactif de la capacité initiale et permet à l'utilisateur de régler en temps réel la capacité souhaitée pour chacune des fonctions du sol.

Recommandations de gestion

Après optimisation, le Soil Navigator fournit une liste de recommandations nécessaires pour atteindre la capacité souhaitée des fonctions du sol. L'utilisateur peut ensuite simuler de suivre certaines de ces recommandations et voir les nouvelles capacités de sa parcelle.



Les images suivantes illustrent quelques écrans de restitution du Soil Navigator :



Source des informations : <http://landmark2020.eu/>

Annexe 10. Soils Matrix : schéma de fonctionnement

1 - Localisation cartographique des parcelles



2 - Examen visuel du sol (visual soil assessment - VSA) par test-bêche



3 - Les différents items du test-bêche sont évalués (notes de 0 à 3), pondérés puis sommés, pour établir un indice de qualité du sol (Soil Quality Index), donnant lieu à une interprétation en trois niveaux (bon, moyen, pauvre).

Scoring Key	
Soil Quality Assessment	Soil Quality Index
Poor	<20
Moderate	20-37
Good	>37

Parcelle	Score visuel 0= pauvre 1= moyen 2= bon	Pondération	Score de la parcelle
Texture	1,5	3	4,5
Structure	1	3	3
Porosité	0,5	3	1,5
Marbrures	0	2	0
Couleur du sol	1	2	2
Présence de lombrics	0	3	0
Odeur du sol	1	2	2
Profondeur d'enracinement	1	3	3
Hydromorphie	1	3	3
Etat de surface	2	2	4
Sensibilité à l'érosion	2	1	2
indice de qualité de sol			25

4- L'indice de qualité obtenu à partir du test-bêche « pèse » 30% du score final. Les autres éléments retenus (70% du score) concernent les caractéristiques générales de la parcelle (pente, drainage), les éléments nutritifs, la matière organique et l'importance du stock de semences d'adventices. La matrice permet un suivi de l'évolution du sol dans la durée.

Location: Manor Farm
Sand % 25
Silt % 38
Clay % 37

Factor	Importance of Factor	First Analysis 01 March 2014		Subsequent Analysis 03 March 2018		
		Input Actual Value	Score 1 - 10 Weighted Score	Input Actual Value	Score 1 - 10 Weighted Score	
Land - Fixed/Long-term						
Grade of Land	10%	2	9 0.90	2	9 0.90	→
Field Drainage	15%	200	8 1.20	0	10 1.50	↑
Land - Variable/Short-term						
VSA Soil Quality Index	30%	25	5 1.50	45	8 2.40	↑
Worms observed*		3		7		↑
pH	10%	5	4 0.40	6	6 0.60	↑
P (mg/l)	5%	16	7 0.35	18	8 0.40	↑
K (mg/l)	3%	395	7 0.21	440	7 0.21	→
Mg (mg/l)	2%	56	7 0.14	65	8 0.16	↑
Organic Matter	15%	2.8	5 0.75	3.9	6 0.90	↑
Weed burden	10%	9	5 0.50	13	4 0.40	↓
Land Total	100%		5.95		7.47	↑

*The VSA Index methodology threshold for worms observed is 15, however we report numbers below that for interest

Annexe 11. Diagnostic humus (Terre de liens)

Le diagnostic Humus fait appel à dix-sept indicateurs pour évaluer la fertilité des sols et suivre la préservation des sols. Les indicateurs sélectionnés sont classés selon cinq finalités.

FINALITÉ	INDICATEURS
Préservation des sols contre l'érosion	Traces d'érosion
	Risque de battance
Préservation de la structure du sol	Compacité
	État d'humidité
	Traces d'hydromorphie
	Structure
Maintien et augmentation de la biodiversité du sol	Porosité
	Vers de terre
	Racines
	Faune épigée
Maintien et amélioration du taux de matières organiques	Faune endogée
	Taux de matières organiques
Rétention du sol en éléments minéraux	Rapport carbone / azote
	Capacité d'échange cationique
	Taux de saturation
	Éléments majeurs
	Oligo-éléments

Annexe 12. Exemples d'étiquetage de biens immobiliers et de produits

Afin d'éclairer les choix du consommateur et de l'inciter à aller dans le sens des priorités des politiques publiques, des indicateurs synthétiques ont été mis en place dans les secteurs de l'alimentation, de l'énergie et de l'environnement, pour rendre compte de la performance d'objets d'utilisation ou de consommation courante à l'utilisateur non spécialiste. Leur principe consiste à résumer une réalité complexe dans un système de notation présenté sous la forme d'une étiquette facilement compréhensible permettant une perception visuelle immédiate de son contenu.

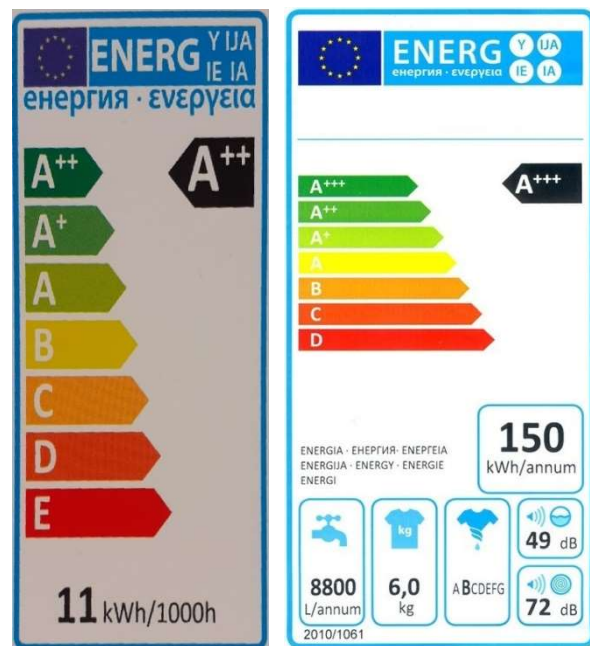
Ces dispositifs sont réglementés ou sont le fruit d'initiatives privées. À l'exception de la vignette Crit'air (voir § 3), le coût de l'étiquetage est pris en charge par le producteur de biens.

1 - Performance énergétique d'un équipement électrique domestique

Un étiquetage informatif est obligatoire pour de très nombreux équipements, au titre de règlements européens.

Pour les lampes électriques par exemple (règlement délégué (UE) n° 874/2012 de la Commission du 12 juillet 2012 modifié), l'évaluation de l'impact environnemental se fait au moyen d'un critère unique : l'efficacité énergétique.

Pour des équipements plus complexes tels que les lave-linge (règlement délégué (UE) n° 1061/2010 de la commission du 28 septembre 2010 complétant la directive 2010/30/UE du Parlement européen et du Conseil), l'affichage de plusieurs critères est requis (classe d'efficacité énergétique, consommation d'énergie annuelle, consommation d'eau annuelle pour une utilisation standard, capacité de lavage et d'essorage ; émissions acoustiques).



Le sens de la graduation est parlant car on le retrouve dans l'évaluation des travaux d'élèves et d'étudiants. Mais ces systèmes de notation évoluent mal avec l'amélioration continue des performances. L'exemple des lampes électriques illustre cette difficulté : il a fallu créer les classes A+ et A++ tandis que les matériels les moins performants ne sont plus produits.

2 - L'évaluation de la performance énergétique d'un logement

Deux étiquettes environnementales permettent de classer les performances d'un logement : l'étiquette énergie situe sa performance énergétique de A à G ; l'étiquette climat qui situe le niveau des émissions de gaz à effet de serre (GES) de A à G.



Ces étiquettes résument les conclusions du diagnostic de performance énergétique (DPE) qui doit obligatoirement être réalisé lors de la vente ou de la mise en location d'un logement. Le DPE comprend en outre des préconisations techniques et des recommandations pour améliorer la performance énergétique du logement.

La consommation annuelle d'énergie par mètre carré et l'émission annuelle de gaz à effet de serre sont deux variables assez faciles à estimer. Ce sont des critères d'évaluation qui correspondent clairement à des enjeux prioritaires et d'appréhension facile pour le citoyen. D'autres critères d'évaluation pourront un jour être ajoutés, par exemple un indice de réparabilité pour informer le consommateur

sur la capacité à réparer le produit concerné (loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire).

3 - L'évaluation des émissions des véhicules à moteur

Les enjeux ont notablement évolué au cours des dernières décennies. Dans un premier temps, les émissions des véhicules à moteur étaient évaluées seulement au travers de leurs émissions de CO₂ pour 100 km parcourus. Cet étiquetage associé à une fiscalité différenciée sur les carburants a contribué au développement des moteurs Diesel en France.

Classe	VOITURES
	Véhicules électriques et hydrogène
	Véhicules gaz Véhicules hybrides rechargeables

Classe	DATE DE PREMIÈRE IMMATRICULATION	
	Diesel	Essence
	-	EURO 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2011
	EURO 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2011	EURO 4 du 1 ^{er} janvier 2006 au 31 décembre 2010
	EURO 4 du 1 ^{er} janvier 2006 au 31 décembre 2010	EURO 2 et 3 du 1 ^{er} janvier 1997 au 31 décembre 2005
	EURO 3 du 1 ^{er} janvier 2001 au 31 décembre 2005	-
	EURO 2 du 1 ^{er} janvier 1997 au 31 décembre 2000	-
Non classés	EURO 1 et avant Jusqu'au 31 décembre 1996	EURO 1 et avant Jusqu'au 31 décembre 1996

Les véhicules rejettent dans l'air du CO₂, mais également des polluants de l'air ayant des effets directs sur la santé et l'environnement. De nombreux progrès ont été faits pour diminuer, voire éliminer, les émissions de certains de ces polluants (plomb, monoxyde de carbone, benzène notamment). Cependant,

des efforts restent à accomplir pour réduire les niveaux de concentration de particules fines, de dioxyde d'azote et d'ozone observés dans l'air extérieur.

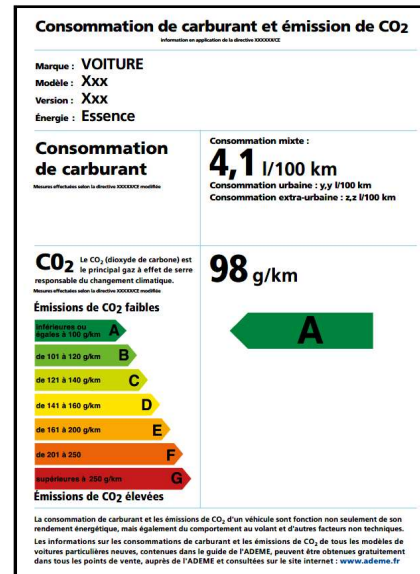
À l'échelle européenne, des évolutions successives de la norme Euro ont contribué à limiter de plus en plus les émissions de polluants des véhicules neufs. Toutefois, il est nécessaire de réduire également l'usage des véhicules les plus polluants, et d'agir prioritairement sur les véhicules les plus émetteurs de particules et d'oxydes d'azote (NO_x), en particulier les véhicules Diesel non équipés de filtres à particules fermés.

La loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte prévoit de développer les transports moins polluants pour améliorer la qualité de l'air et protéger la santé. Les collectivités peuvent notamment mettre en place des zones à circulation restreinte, permettant de limiter l'accès des véhicules les plus polluants à certaines zones lors de pics de pollution de l'air ambiant. Les véhicules autorisés à circuler sont identifiés par une **vignette Crit'Air**.

La classification Crit'Air comprend 7 classes. Leur définition s'appuie sur les normes Euro que devaient respecter les véhicules lors de leur mise en circulation. Les normes sont d'autant plus récentes et exigeantes qu'elles portent un numéro élevé. La conversion de la classification EURO en classification Crit'air est la traduction d'un choix fort. Il a été décidé que les véhicules Diesel, même les plus performants, ne pourraient pas atteindre la classe Crit'air 1.

Crit'air illustre bien le fait qu'une notation multi critères doit effectuer des choix en pondérant les différents critères pour arriver à une seule note.

Le prix du certificat Crit'air est de 3,62 euros, à la charge du propriétaire d'un véhicule. Ce prix couvre les frais de fabrication, de gestion et d'envoi de la vignette auto-collante. Une fois acquis, le certificat est valable aussi longtemps qu'il reste lisible. Il ne s'agit pas d'une taxe et il n'y a aucune recette pour le budget de l'État.



4 - L'évaluation de la valeur nutritionnelle d'un aliment destiné à la consommation humaine : le Nutri-score

L'article 14 de la loi n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé a inscrit dans le droit français la possibilité d'accompagner la déclaration nutritionnelle obligatoire prévue par un règlement européen d'une présentation ou d'une expression complémentaire au moyen de graphiques ou de symboles. L'objectif poursuivi est de faciliter le choix du consommateur au regard de l'apport en énergie et en nutriments à son régime alimentaire, sans préjudice des textes européens s'appliquant en la matière. Ainsi est né le logo Nutri-Score. Sa finalité est sanitaire : protéger une population exposée à des risques liés à l'alimentation (maladies cardiovasculaires, obésité, diabète).

L'algorithme de calcul du Nutri-Score s'est appuyé sur les travaux d'équipes de recherche internationales, composées de scientifiques, de médecins et de nutritionnistes. Il a été conçu par Santé publique France, à la demande de la Direction générale de la santé, en s'appuyant sur les travaux de scientifiques, les expertises de l'Anses et du Haut Conseil de Santé Publique.

Le logo Nutri-Score est :

- basé sur une échelle de 5 couleurs : de la couleur vert foncé à la couleur orange foncé,
- associé à des lettres allant de A à E pour optimiser sa visualisation et sa compréhension par le consommateur.



Le score prend en compte pour 100 grammes de produit, la teneur en nutriments et aliments à favoriser (fibres, protéines, fruits, légumes, légumineuses et fruits à coque), ainsi que la teneur en énergie et en nutriments à limiter (acides gras saturés, sucres, sel).

Actuellement, la réglementation de l'Union européenne ne permet pas aux États membres de rendre un tel dispositif obligatoire. Ils peuvent seulement le recommander et encadrer son utilisation. La réglementation européenne est susceptible d'évoluer sur ce point. Dans sa stratégie « De la ferme à la table » (20 mai 2020) visant à mettre en place un système alimentaire juste, sain et respectueux de l'environnement, la Commission européenne envisage entre autres points d'améliorer l'étiquetage afin de mieux répondre aux besoins d'information des consommateurs sur des aliments sains et durables⁶⁶. Elle relève que plusieurs États membres ont déjà adopté le Nutri-score ou fait part de leur intention de le faire (France, Belgique, Allemagne, Espagne, Pays-Bas et Luxembourg).

Outre le contenu de l'étiquette, son positionnement sur le produit concerné est important : Une étude, citée par la Commission européenne relève que les étiquettes nutritionnelles apposées sur la face avant des emballages peuvent contribuer à réduire la mortalité due aux maladies non transmissibles liées à l'alimentation, avec des effets variables en fonction du type d'étiquette testé, le Nutri-Score apparaissant comme le plus efficace.



⁶⁶ Rapport de la Commission au Parlement européen et au Conseil relatif à l'utilisation des formes d'expression et de présentation complémentaires de la déclaration nutritionnelle. Bruxelles, le 20.5.2020, COM(2020) 207 final https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/labelling-nutrition_fop-report-2020-207_fr.pdf

Pour certains, le Nutri-score a pour point faible de ne pas tenir compte de la présence d'additifs (édulcorants, colorants, conservateurs, etc.). Cela illustre la difficulté de synthétiser avec une seule échelle de notation une réalité multidimensionnelle. Des applications gratuites pour smartphone ont été développées par des start-ups pour attribuer une note tenant compte des additifs présents. Le client scanne le code-barre du produit pour accéder à une note de synthèse et à un descriptif détaillé allant jusqu'à la liste des additifs et leur éventuel caractère déclassant.

5 - Des initiatives privées pour étiqueter les produits alimentaires

Depuis quelques années, les initiatives se multiplient chez des acteurs privés pour des étiquetages comportant une note, tout particulièrement pour les produits alimentaires. C'est le fait d'associations qui regroupent des acteurs de différents niveaux de la filière : agriculteurs et leurs groupements, transformateurs, distributeurs et associations diverses.

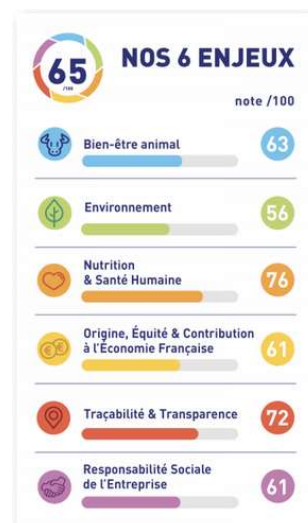
Les acteurs restent maîtres des critères d'évaluation, de l'échelle de cotation et des pondérations. Selon eux, l'étiquetage est co-construit dans une volonté partagée d'accompagner le progrès de la filière tout en informant le consommateur de manière claire, fiable et robuste.

Deux étiquetages peuvent être cités à titre d'exemple :

- Un étiquetage sur le bien-être animal pour les volailles. La classification met en avant les techniques d'élevage qui vont au-delà des seules exigences réglementaires en termes de bien-être. L'étiquetage comporte 5 niveaux A à E, le niveau E correspondant au niveau minimal requis par la réglementation.
- Un étiquetage avec une notation prenant en compte six rubriques : le bien-être animal ; l'environnement ; la nutrition et la santé humaine ; l'origine, l'équité et la contribution à l'économie française ; la traçabilité et la transparence ; la responsabilité sociale de l'entreprise.

La note de chaque produit figure sur son emballage et/ou des supports digitaux (application pour smartphone, site web).

Le système de notation souhaite être un outil de progrès qui aide les acteurs à identifier les actions concrètes à mettre en place pour améliorer la performance de leurs produits.



Annexe 13. Attestation de sol en Belgique

État fédéral, la Belgique comprend trois régions : la région wallonne, la région flamande et la région bruxelloise. Chacune de ces régions a développé une politique de prévention et de résorption des pollutions. Les législations subordonnent les actes de cession à la production, aux frais du cédant, d'une attestation certifiant que le sol du terrain ou de la maison concernée n'est pas pollué.

En région de Bruxelles-Capitale

La région de Bruxelles-Capitale ou région bruxelloise compte 19 communes, dont Bruxelles.

Dans cette région, l'ordonnance du 5 mars 2009 relative à la gestion et à l'assainissement des sols pollués, qui fait suite et se substitue à une première ordonnance du 13 mai 2004 relative à la gestion des sols pollués, vise à prévenir l'apparition de la pollution des sols, à identifier les sources potentielles de pollution, à organiser les études du sol permettant d'établir l'existence d'une pollution et à déterminer les modalités d'assainissement ou de gestion des sols pollués.

L'ordonnance confie à l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement (dénommé « Bruxelles Environnement ») la mise en œuvre opérationnelle de cette politique qui repose sur deux outils principaux : la gestion d'un inventaire de l'état du sol et la délivrance d'attestations de sol.

<http://www.bruxellesenvironnement.be>

Inventaire de l'état du sol

L'Institut répertorie dans un inventaire de l'état du sol les données relatives à la pollution des sols et à sa gestion, qui lui ont été transmises ou qui sont en sa possession. L'institut met à jour cet inventaire de façon continue grâce à la collecte et au traitement automatisés des données fournies par les services chargés de l'instruction et du contrôle des permis d'environnement ainsi que par les experts en pollution du sol. Toute présomption de pollution du sol est portée dans l'inventaire. L'unité géographique de l'inventaire de l'état du sol est la parcelle.

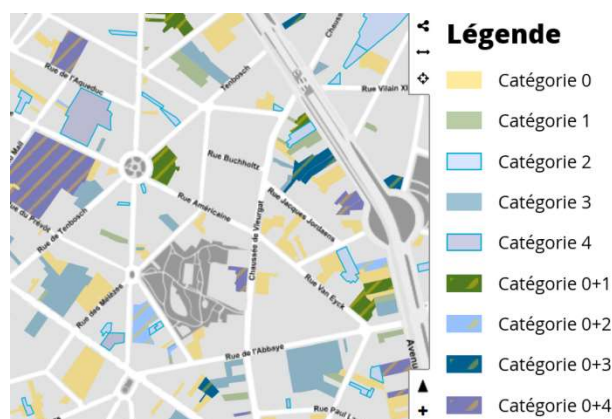
L'inscription d'une parcelle à l'inventaire fait l'objet d'une procédure contradictoire avec le propriétaire et/ou l'utilisateur de la parcelle. L'inventaire est accessible sous format cartographique. Les informations qu'il contient sont purement indicatives ; seule une attestation du sol donne toutes les informations détenues par Bruxelles Environnement et détermine les obligations liées à chaque parcelle.

La carte de l'état du sol est publiée sur le site Internet de Bruxelles Environnement.

<https://geodata.environnement.brussels/client/view/01445cff-7034-463e-853c-e918232a8a5ea>

L'inventaire comprend plusieurs catégories :

- catégorie 0 : état du sol inconnu, pollution suspectée
- catégorie 1 : sol non pollué, sans risque et libre de tout usage
- catégorie 2 : sol légèrement pollué mais sans risques (potager déconseillé et réutilisation de terres excavées interdite sur un autre terrain bruxellois)
- catégorie 3 : sol pollué mais sans risques, usage du terrain restreint (pas de potager, pas de terrassement, pas de cave, pas d'habitation, pas de tuyauteries d'eau : selon les conclusions de l'étude de risque)
- catégorie 4 : sol pollué, risques inacceptables ou pas encore étudiés, sol à traiter, en cours de traitement ou en surveillance.



L'inventaire de l'état du sol reprend les informations suivantes : numéro de parcelle cadastrale de chaque site répertorié ; affectation prescrite par les plans d'affectation du sol ; activités à risque en cours d'exploitation ; activités à risque qui ont été exploitées par le passé ; identification du ou des exploitants de ces activités ; accidents survenus, comportant un risque de pollution du sol ou de l'eau souterraine ; auteurs de ces accidents ; catégorie de l'état du sol ; études réalisées, évaluations finales et mesures de suivi et d'urgence imposées sur la base de ces études.

Selon l'ordonnance de 2009, modifiée par l'ordonnance de 2017, la charge de la preuve de la présomption de pollution incombe désormais à Bruxelles Environnement et non plus au titulaire de droits réels.

Attestation de sol

Le cédant d'un droit réel sur un bien immobilier (terrain, construction) ou d'un permis d'environnement avec activités à risque est tenu de fournir au cessionnaire, avant l'acte de cession et sous peine de nullité de l'acte, une attestation de sol pour la ou les parcelles concernées (article 11 de l'ordonnance du 5 mars 2009).

L'attestation de sol est délivrée par Bruxelles Environnement. Elle mentionne les informations détaillées et actualisées de l'inventaire de l'état du sol relatives à une parcelle, y compris le cas échéant les résumés et conclusions des études du sol, projets, travaux ou mesures dont la parcelle a pu faire l'objet. L'attestation de sol mentionne en outre les obligations et les titulaires d'obligations découlant de l'application de l'ordonnance.

L'arrêté du 24 septembre 2010 du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale précise les modalités de l'attestation de sol. La délivrance d'une attestation de sol est payante, à la charge du demandeur (le prix de base est de 38 €, avec des suppléments possibles allant de 60 à 500 € selon la spécificité de la demande).

Principes de fonctionnement

Lorsqu'il est saisi d'une demande d'attestation de sol, Bruxelles Environnement consulte l'inventaire de l'état du sol. Si le terrain objet de la demande présente un risque de pollution, le demandeur doit faire procéder, par un expert, à une reconnaissance de l'état du sol pour confirmer ou non la présomption de pollution. Si l'absence de pollution est confirmée, la vente peut avoir lieu.

Dans le cas contraire, une étude détaillée doit préciser la nature, l'étendue et l'intensité de la pollution. Le traitement de la pollution (ou l'engagement du cédant à réaliser les travaux de dépollution, moyennant constitution d'une garantie financière) est alors un préalable à l'acte de transfert. Le traitement de la pollution prend la forme soit de mesures de gestion du risque après étude de risque, soit de travaux d'assainissement.

Ces différentes étapes sont soumises à la validation de Bruxelles Environnement. Elles sont à la charge de l'auteur de la pollution s'il est identifié ou à défaut à la charge du demandeur. Le principe « pollueur – payeur » est appliqué, avec des possibilités d'aides publiques pour l'étude et traitement des pollutions orphelines.

En région flamande

En Flandre, le décret du 27 octobre 2006 relatif à l'assainissement du sol et à la protection du sol (*Bodemsaneringsdecreet*), modifié par décret du 8 décembre 2017, organise la politique de gestion des sols pollués selon les mêmes principes qu'en région Bruxelles Capitale.

Le décret confie à l'Agence publique flamande de gestion des déchets (*Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij – OVAM*) la mise en œuvre opérationnelle de cette politique. L'OVAM est notamment chargée de délivrer les attestations de sol (*Bodemattest*).

Le décret est complété par plusieurs arrêtés : arrêté modifié du gouvernement flamand du 14 décembre 2007 fixant le règlement flamand relatif à l'assainissement du sol et à la protection du sol (VLAREBO) ; arrêté du 12 juin 2019 relatif à la détermination du formulaire-type pour la demande d'un certificat de sol.

Selon les estimations, la Flandre compte 80 000 sols à risque dont 40 000 seulement sont actuellement analysés (et, le cas échéant, décontaminés). La Région souhaite avoir assaini tous les sols pollués historiquement d'ici 2036.

Inventaire communal des terrains à risque et registre d'information sur les terrains

Chaque commune doit tenir à jour un inventaire des terrains à risque situés sur son territoire (terrains sur lesquels sont ou étaient établies des installations à risque).

L'OVAM tient un registre d'information sur les terrains (*Grondeninformatieregister - GIR*) qui est alimenté principalement à partir des inventaires communaux des terrains à risque et secondairement par des informations directement détenues par l'agence. Ce registre identifie tous les terrains de Flandre pour lesquels l'agence détient des informations relatives à une présence, une absence ou un risque de pollution du sol (étude de sol, signalement de sinistre, etc.). Un terrain qui figure dans le GIR n'est pas nécessairement un terrain à risques.

Toute modification d'un inventaire communal doit être portée à la connaissance de l'OVAM, qui actualise en conséquence le registre d'information foncière.

Délivrance de l'attestation de sol et mise en œuvre


Lorsque la demande d'attestation porte sur un terrain qui ne figure pas dans le GIR, l'OVAM délivre une attestation de sol vierge. Une telle attestation ne traduit pas une absence de pollution, mais une absence de données.

Lorsque la demande d'attestation porte sur un terrain qui figure dans le GIR, l'OVAM fait mention dans l'attestation des informations qu'elle détient.

Le certificat de sol indique si une contamination du sol a été trouvée sur le terrain et si une enquête plus approfondie ou un assainissement du sol est nécessaire.

Un terrain à risque ne peut être cédé qu'après avoir fait l'objet d'une « reconnaissance d'orientation du sol », effectuée à l'initiative et aux frais du cédant. En cas de confirmation de pollution, la procédure suivie est analogue à celle qui est mise en œuvre en Région Bruxelles-Capitale.

Bodemattest



IP-2015-003919

GEM.BESTUUR DESTELBERGEN
DENDERMONDSESTEENWEG 430
9070 - DESTELBERGEN

Attestnummer: 20150579886/Volnummer: 95
Formuliernummer: 20150578507

Openbare Vlaamse
Afvalstoffenmaatschappij
Stationsstraat 110
B-2800 Mechelen
T: 015 284 284
F: 015 203 275
www.ovam.be

GEMEENTE

18 DEC. 2015

DESTELBERGEN

LW BERICHT VAN: 08.12.2015
LW KENMERK: Sporthal Damvallei
BIJLAGEN: -
MECHELEN: 15.12.2015

AFDELING: Bodembeheer
DIENST: Databeheer
CONTACTPERSOON: Infolijn 015/284 458
ONS KENMERK: A: 20150579886 - R: 20150578507

1 Kadastrale gegevens

datum toestand op: 01.01.2015
afdeling : 44372 DESTELBERGEN 5 AFD/HEUSDEN2/
straat + nr. : Damvalleistraat +31
sectie : A
nummer : 0118/00M004

Verder 'deze grond' genoemd.

2 Inhoud van het bodemattest

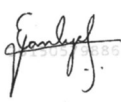
De OVAM beschikt voor deze grond niet over relevante gegevens met betrekking tot de bodemkwaliteit.

Dit bodemattest vervangt alle vorige bodemattesten.

Opmerkingen:

- 1 Risicogronden kunnen slechts overgedragen worden als er vooraf een oriënterend bodemonderzoek aan de OVAM is bezorgd.
- 2 Bijkomende informatie over de overdrachtsregeling: www.overdracht.ovam.be.
- 3 Als er bodem wordt uitgegraven, afgevoerd of ontvangen, gelden de regels van grondverzet. Meer informatie: www.ovam.be/grondverzet.
- 4 De OVAM staat niet in voor de juistheid van de aan haar verstrekte gegevens.

te Mechelen, 15.12.2015



Eddy Van Dyck
afdelingshoofd

p. 1 / 1

Étude de parangonnage sur les dispositifs d'information
concernant la qualité des sols agricoles

Page 83/92

En région wallonne

La politique wallonne de gestion et d'assainissement des sols est comparable à celles des deux autres régions de Belgique. Elle est définie par le décret du 1^{er} mars 2018 (entré en vigueur le 1^{er} janvier 2019), lui-même complété par plusieurs arrêtés du gouvernement wallon. L'objectif premier de cette politique est de remettre dans le circuit économique les friches industrielles et les terrains contaminés.

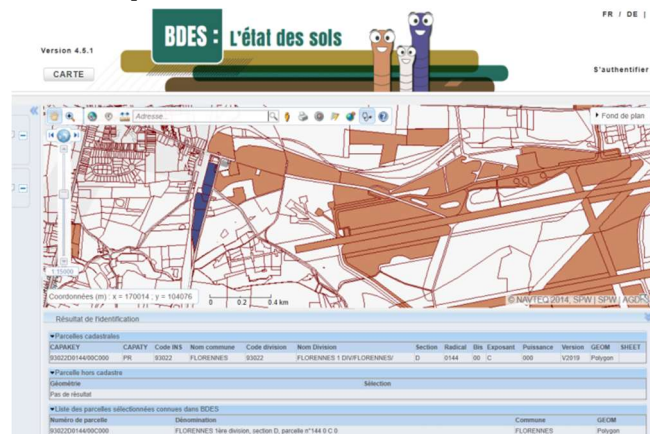
Les services de l'administration wallonne (Direction de la protection des sols du Département du sol et des déchets de la Direction générale opérationnelle agriculture, ressources naturelles et environnement - DGO3) sont gestionnaires de la « banque de données de l'état des sols » (BDES), système d'information géographique qui recense, pour chaque parcelle cadastrale, les données disponibles liées à un état de pollution éventuel du sol, passé ou présent, ainsi que les parcelles où s'exerce une activité posant un risque pour le sol. Ces données sont fournies par différents organismes publics appelés « sources de référence » qui en disposent dans le cadre de leurs activités (autres services de l'administration, Institut Scientifique de Service Public - ISSeP⁶⁷, Société publique d'aide à la qualité de l'environnement - SPAQUE⁶⁸...).



<http://bdes.spw.wallonie.be/portal/>

Les parcelles sont représentées avec un code couleur simple :

- la couleur bleu lavande, informative, indique une possible suspicion de pollution du sol, mais sur la base d'indications insuffisantes pour générer des obligations d'investigation ou d'assainissement. Moins de 2% des parcelles en Wallonie sont reprises dans cette couleur.
- la couleur pêche indique que la parcelle a déjà fait l'objet de démarches de gestion du sol, ou se trouve soumise aux prescriptions d'assainissement prévues par le décret « sols ». Les données d'une parcelle de couleur pêche mentionnent les diverses informations techniques disponibles (études, projets, rapports d'investigation, travaux d'assainissement...). La couleur pêche concerne également moins de 2% des parcelles en Wallonie.



Le décret impose de disposer d'une attestation relative à la pollution du sol préalablement à la cession de tout terrain ou de tout permis d'environnement. Cette attestation est délivrée sous la forme d'un extrait conforme de la BDES.

⁶⁷ Organisme d'intérêt public créé en 1990 sous tutelle du ministre wallon de l'environnement

⁶⁸ Société publique d'aide à la qualité de l'environnement : société anonyme d'intérêt public, spécialisée dans le traitement des déchets et des sols

Le décret détermine les situations (faits générateurs) dans lesquelles le demandeur doit faire réaliser une étude d'orientation du sol. C'est notamment le cas des demandes portant sur des parcelles figurant en couleur « pêche » dans la BDES. En cas de pollution avérée, une étude de caractérisation doit déterminer le niveau de pollution et les mesures envisagées pour y remédier. Les mesures d'assainissement validées par l'administration respectent les principes de précaution, de proportionnalité et de pollueur-payeur.

Annexe 14. Méthode de qualification des sols dans le Bade-Wurtemberg et adaptation au projet BOKS de Stuttgart

La loi fédérale sur la protection des sols (*Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG*) impose de prendre en compte les sols dans les procédures de planification et d'autorisation, ce qui nécessite d'évaluer les fonctions des sols pour en déterminer la « capacité de performance ».

Dans le Bade-Wurtemberg, le LUBW (*Landesanstalt für Umwelt - Baden-Württemberg*, Institut d'État pour l'environnement du Bade-Wurtemberg) a élaboré puis actualisé en 2010, après quinze années de mise en œuvre, un guide d'évaluation des sols (*Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit – Évaluation des sols selon leur performance*). Ce guide s'adresse aux administrations et aux experts, aux promoteurs de projets et à toutes les personnes impliquées dans les procédures de planification et d'autorisation. L'évaluation des fonctions des sols est toujours effectuée par des experts.

La méthode d'évaluation retient en pratique les **cinq fonctions** suivantes :

1. **la fertilité naturelle des sols**, qui prend en compte l'aptitude des sols à produire de la biomasse et intègre notamment des critères de profondeur de la couche arable et d'enracinement,
2. **l'hydraulicité**, qui prend en compte l'aptitude des sols à stocker l'eau ; la note est faible en cas de sol imperméable (argileux) ou de faible épaisseur,
3. **la capacité épuratoire**, qui rend compte, notamment au regard de la texture des sols, de leur rôle de filtre pour les éléments polluants,
4. **la naturalité** (caractère plus ou moins remarquable de la végétation spontanée),
5. **la fonction « d'archive »** de l'histoire naturelle et culturelle des sols (sols d'intérêt géologique, paléontologique, archéologique, historique, etc.).

Chacune des quatre premières fonctions est classée de 0 à 4 (0 = sol imperméabilisé, aux fonctionnalités nulles ; 4 = très bon accomplissement des fonctions). La combinaison de ces fonctions traduit comme suit le potentiel des fonctions naturelles du sol :

- La fonction « naturalité » n'est prise en compte dans l'évaluation que pour les sols supports d'une végétation rare et remarquable, et évalués en classe 4 au titre de cette fonction. Dans ce cas, l'évaluation globale ne prend en compte que cette unique fonction ;
- Dans tous les autres cas, la fonction « naturalité » n'est pas prise en compte, et l'évaluation globale du sol est égale à la moyenne arithmétique des notes allouées aux trois autres fonctions (fertilité, eau, épuration).

À ces principes d'évaluation se superposent des éléments d'évaluation traités au cas par cas :

- l'existence éventuelle d'éléments de patrimoine naturel ou historique (fonction d'archive), qui vient s'ajouter aux fonctionnalités du sol,
- l'existence éventuelle de facteurs de pollution des sols, susceptibles de réduire ou d'annihiler leurs fonctionnalités.

L'évaluation des terres agricoles (et leur notation de 1 à 4) distingue sept catégories de terres arables et trois catégories de prairies, chacune d'elle étant notée au regard de caractéristiques pédologiques (texture, pédogénèse). Il en est rendu compte par un système de codification qui est porté sur le plan cadastral. L'information est donc accessible à tout utilisateur du foncier, mais sous une forme très synthétique et peu explicite.

L'évaluation tient compte de l'acidité des sols (pH) en distinguant deux grandes zones territoriales selon la nature de la roche-mère (zone cristalline, zone calcaire). La teneur en humus n'est pas spécifiquement traitée, mais intégrée dans la fonction « fertilité naturelle ».

Adaptation au concept de protection des sols de Stuttgart

Au regard du rythme rapide d'artificialisation de ses sols, la ville de Stuttgart, capitale du Land de Bade-Wurtemberg, a décidé en 2001 d'élaborer un outil pour permettre aux décideurs municipaux de raisonner l'utilisation du foncier sur la base d'une évaluation des sols. La démarche est mise en œuvre depuis mai 2006. La base technique du « concept de protection des sols de Stuttgart » (*Bodenschutzkonzept Stuttgart - BOKS*) est la « carte de planification de la qualité des sols », élaborée à partir de la méthode établie par le LUBW mais en distinguant six niveaux de qualité de sol, au lieu de cinq : absence, très faible, faible, moyen, élevé, très élevé). Les étapes sont les suivantes :

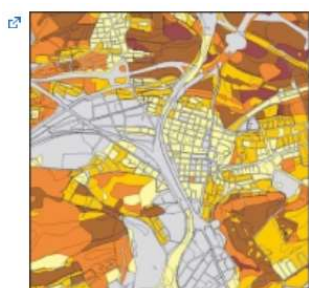
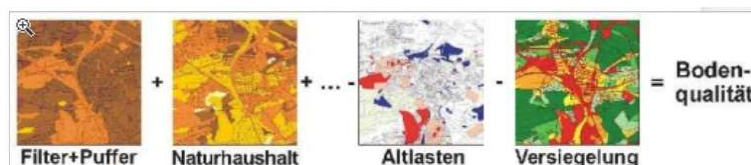
a) Évaluation de la qualité des sols (voir illustrations ci-dessous)

- a.1. Évaluation des fonctions naturelles du sol : naturalité + eau + capacité épuratoire = Potentiel des fonctions naturelles du sol
- a.2. Potentiel des fonctions naturelles du sol + fonction « d'archive » naturelle ou historique = Potentiel des fonctions du sol à protéger
- a.3. Potentiel des fonctions du sol à protéger – facteurs anthropiques défavorables (sols pollués, surfaces imperméabilisées) = Qualité du sol (notée de 0 à 5).
- a.4. **Indication des sols.** Chaque note équivaut à un nombre de points d'indice par hectare. À chaque parcelle ou partie de parcelle d'une note donnée correspond un nombre de points d'indice égal au produit de la note (ou nombre de points d'indice par hectare) par la surface. Ainsi, chaque élément de surface fournit d'autant plus de points d'indice que sa qualité est élevée.

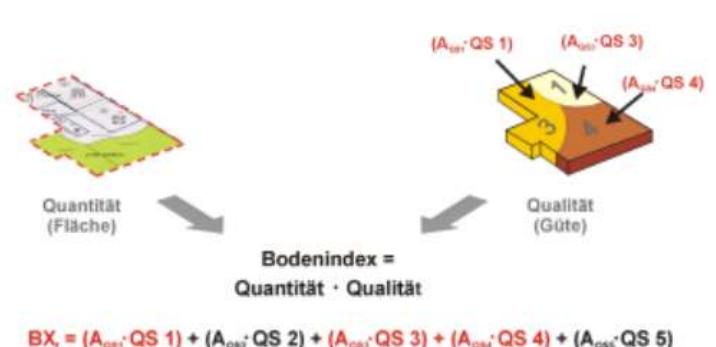
b) Définition d'un contingent de sol potentiellement utilisable aux fins d'aménagement du territoire urbain.

En excluant les terres déjà urbanisées et les terres protégées, ce contingent correspond au nombre de points d'indice des surfaces susceptibles d'être « sacrifiées » compte tenu de leur faible qualité. Il est fixé par le conseil municipal, qui définit ainsi la perte maximale de points tolérable pour la commune.

À chaque utilisation du sol, le contingent communal diminue d'autant plus que la qualité des sols « sacrifiés » est élevée, réduisant d'autant les marges de manœuvre futures de la municipalité. Le système mesure ainsi non seulement les pertes de surface naturelles ou agricoles, mais également les pertes des principales fonctions associées à ces sols.



Bodenqualität	
Grey	0 fehlend
Light yellow	1 sehr gering
Orange	2 gering
Yellow	3 mittel
Brown	4 hoch
Dark brown	5 sehr hoch



Die Planungskarte dient der Bodenindikation, mit der die Inanspruchnahme von Böden gemessen, geplant und gesteuert werden kann. Damit ist sie eine wichtige Fachgrundlage für alle Arten der Bauleitplanung.

BX: Bodenindex= flächenspezifischer Punktestand zum Zeitpunkt t; $A_{cas1 \dots cas4}$: Flächenanteile der einzelnen Qualitätsstufen (QS); QS: Bodenqualitätsstufe (1bis 5/ha); Einheit des Bodenindexes = BX-Punkte [dimensionslos]

Annexe 15. Sélection bibliographique

Rapports et avis divers

Académie d'agriculture de France, 2018, *Avis sur les sols : Vers une gestion territoriale des sols*, 2 p.

Comité pour l'Économie Verte (CEV), 2019, *Les instruments incitatifs pour la maîtrise de l'artificialisation des sols*, rapport du groupe de travail présidé par Anne-Catherine Loisier, sénatrice de la Côte-d'Or et Anne-Laurence Petel, députée des Bouches-du-Rhône.

CGAAER-CGEDD, 2015. *Propositions pour un cadre national de gestion durable des sols*. Philippe Bellec, Patrick Lavarde, Laurence Lefebvre, Marie-Laurence Madignier, 135 p.

CGAAER-CGEDD, 2012. *Gestion économe des terres agricoles dans les pays limitrophes*. Aude Dufourmantelle, Philippe Balny, Annick Hélias, Olivier Beth, 71 p.

CGAAER, 2011. *Mission de parangonnage (Allemagne, Espagne, Italie, Royaume-Uni) sur les mesures de protection de la biodiversité « ordinaire » liées à l'activité agricole*. Bernard Charpentier, Philippe de Quatrebarbes, Yves Riou, 84 p.

Courtoux Agnès et Claveirole Cécile, 2015. *Avis du Conseil économique, social et environnemental - La bonne gestion des sols agricoles : un enjeu de société*, 66 p.

CGAAER, 2018. *Évaluation et propositions d'optimisation des outils concourant à la préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers*. Catherine de Menthière, Hélène de Comarmond, Yves Granger, 135 p.

Direction générale du Trésor, 2016. *Développement urbain et gestion économe des espaces agricoles, naturels et forestiers - Analyse comparative dans 8 pays*, 86 p.

France Stratégie, 2019. « Zéro artificialisation nette » : *quels leviers pour protéger les sols ?* Julien Fosse, avec la contribution de Julia Belaunde, Marie Dégremont, Alice Grémillet, Bérengère Mesqui, 110 p.

Petel A.L., Potier D., députés, 2018. *Rapport d'information sur le foncier agricole*, 193 p.

Documents d'orientation politique

Commission européenne, communication COM(2002) 179 du 16 avril 2002 de la Commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions : Vers une stratégie thématique en faveur de la protection des sols.

Commission européenne, communication COM(2006) 231 du 22 septembre 2006 de la Commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions : Stratégie thématique en faveur de la protection des sols.

Commission européenne, communication COM(2006) 232 du 22 septembre 2006, Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil définissant un cadre pour la protection des sols et modifiant la directive 2004/35/CE.

Commission européenne, communication COM(2020) 380 du 20 mai 2020 de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions : Stratégie de l'Union européenne en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030.

Commission européenne, communication COM(2020) 381 du 20 mai 2020 de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions : Une stratégie « De la ferme à la table » pour un système alimentaire équitable, sain et respectueux de l'environnement.

Ministère de la Transition écologique et solidaire, avril 2018. Feuille de route pour l'économie circulaire.

Ministère de la Transition écologique et solidaire, 4 juillet 2018. Plan Biodiversité.

Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, février 2019. Volet agricole de la feuille de route pour l'économie circulaire.

Documents sur l'état des sols

Agence européenne pour l'environnement, 2002. *Dégradation du sol et développement durable en Europe : ayons les pieds sur terre*. 32 p.

Agence européenne pour l'environnement, 2019, *Signaux de l'AEE 2019 : Les terres et les sols en Europe. Pourquoi convient-il d'utiliser ces ressources vitales et limitées de manière durable ?* 62 p.

Commissariat général au développement durable, 2019. *Rapport de synthèse, L'environnement en France*. La Documentation Française (ed.), pp 48-55.

GIS Sol, 2011. *L'état des sols de France*. Groupement d'intérêt scientifique sur les sols, 188 p.

Méthodes et outils

Bielek Pavol, Čurlík Ján, Fulajtár Emil, Houšková1 Beata, Ilavská Blanka, Kobza Jozef, 2017. *Soil Survey and Managing of Soil Data in Slovakia*. European soil bureau, Research report n° 9, p. 317-329.

Boizard H., Ball B.C., Shepherd G., Roger-Estrade J, 2013. *Caractérisation au champ de la structure des horizons de surface des sols cultivés*. In : Les sols et leurs structures : Observations à différentes échelles. (Baize, D., Duval, O., Richard, G., coord), chap. 8, Éd. Quae, Versailles, 119-129.

Branchu Philippe, *La prise en compte de la qualité des sols dans l'aménagement du territoire*, Séminaire RMT Sols & Territoires, Paris 7 novembre 2019, <https://sols-et-territoires.org/evenements/seminaire-rmt-sols-2019> [accès: 15/06/2020]

Calvaruso Christophe, Blanchart Anne, Bertin Sophie, 2019. *Synthèse - Diagnostic de la qualité des sols agricoles et forestiers : indicateurs de suivi et stratégies de déploiement*. Éd. ADEME, 21 p.

CASDAR, 2011. *Compte rendu final du projet AgrInnov : Tester les indicateurs de l'état biologique des sols en lien avec les pratiques agricoles*. Chef de file : Observatoire Français des Sols Vivants, chef de projet : L. Ranjard, INRA Dijon, 83 p.

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA), 2019. *Quelle prise en compte des sols dans les documents d'urbanisme ?* 126 p.

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA), 2020. *Les super pouvoirs des sols en bande dessinée*, 5 p. <https://www.cerema.fr/fr/actualites/super-pouvoirs-sols-bd> [accès: 15/06/2020]

Collaud Georges, 2014, *Matière organique et entretien du stock d'humus dans les sols*. Revue UFA.

Colsaet A., 2019. *Artificialisation des sols : quelles avancées politiques pour quels résultats ?* Iddri, Décryptage n° 02/19.

Drobnik Thomas, Schwaab Jonas, Grêt-Regamey Adrienne, 2020. *Moving towards integrating soil into spatial planning: No net loss of soil-based ecosystem services*. Journal of Environmental Management 263 (2020) 110406, 13p.

Gautronneau Yvan et Manichon Hubert, 1987, *Guide méthodique du profil cultural*, CEREF-ISARA/GEARA-INAPG. 70 p.

INRA, 2018, *Colloque « De la connaissance de la biologie des sols et de ses fonctions, à son pilotage », Carrefour de l'innovation agronomique, Volume 69* <https://www6.inra.fr/ciag/Revue/Volumes-publies-en-2018/Volume-69-Novembre-2018> [accès : 15/06/2020]

Krajeski D., 2017. *Travail du sol, services écosystémiques et bail rural*. Revue Droit et ville, Institut des Études Juridiques de l'Urbanisme, de la Construction et de l'Environnement (éd.), n° 84, pages 269 à 280. <https://www.cairn.info/revue-droit-et-ville-2017-2-page-269.htm> [accès : 15/06/2020]

Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, octobre 2017. *Tour d'horizon des indicateurs relatifs à l'état organique et biologique des sols*. Benjamin Balloy, Antonio Bispo, Alain Bouthier, Claire Chenu, Daniel Cluzeau, Francesca Degan, Laure Metzger, DGPE, DGER, 61 p.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg, 2015. *Bodenschutz in Baden-Württemberg : Boden, Böden, Bodenschutz*, 52 p.

Natural England, 2018. *The Soils for Profit Project*. Research Report NERR073, 120 p.

Party J.-P., Sauter J., Lux M. et Muller N., 2014. *Classement des sols et classement des terres pour l'aménagement foncier - Méthodes et adaptation en Alsace*. Étude et gestion des sols, volume 21, p. 61-76

Panagos P., Ballabio C., Poesen J., Lugato E., Scarpa S., Montanarella L., Borrelli P., 2020. *A soil erosion indicator for supporting agricultural, environmental and climate policies in the European Union*, REMOTE SENSING, ISSN 2072-4292 (online), 12 (9), 2020, p. 1365, JRC120252.

Pellerin S. et Bamière L. (pilotes scientifiques), Launay C., Martin R., Schiavo M., Angers D., Augusto L., Balesdent J., Basile-Doelsch I., Bellassen V., Cardinael R., Cécillon L., Ceschia E., Chenu C., Constantin J., Darroussin J., Delacote P., Delame N., Gastal F., Gilbert D., Graux A.-I., Guenet B., Houot S., Klumpp K., Letort E., Litrico I., Martin M., Menasseri S., Mézière D., Morvan T., Mosnier C., Roger-Estrade J., Saint-André L., Sierra J., Théron O., Viaud V., Grateau R., Le Perchec S., Savini I., Réchauchère O., 2019. *Stocker du carbone dans les sols français, Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? Synthèse du rapport d'étude*, INRA (France), 114 p.

Plavinet J.-P., Coquet Y., 2013. *La protection et la gestion durable des sols face au droit. Étude et Gestion des Sols*, Volume 20, 3, 2013 - pages 39 à 62.

Sempastous J.B., député, 2020. *Avis présenté au nom de la commission des affaires économiques sur le projet de loi de finances pour 2020 (n° 2272) – Tome II – Agriculture et alimentation*.

Sklenička Petr, Janečková Molnářová Kristina, Šálek Miroslav, Šimová Petra, Vlasák Josef, Sekáč Pavel, Janovská Vratslava, 2015. *Owner or tenant: Who adopts better soil conservation practices ?* Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic. Land Use Policy - Volume 47, p. 253-261.

Else K. Bünemann, Mäder P., Wohlfahrt J., Brussaard L., Bongiorno G., de Goede R., Geissen V., Flesskens L., Sukkel W., Bai Z., Caspari T., 2016, *Concepts and indicators of soil quality – a review*.

Stavi Ilan, Bel Golan, Zaady Eli, 2016. *Soil functions and ecosystem services in conventional, conservation, and integrated agricultural systems. A review*. 12 p.

Steiger U., Knüsel P. Rey L., 2018 : *Utiliser la ressource sol de manière durable. Synthèse générale du Programme national de recherche « Utilisation durable de la ressource sol » (PNR 68) ; Éd. : Comité de direction du PNR 68*, Berne.

Terre de Liens, 2019, *Humus, Diagnostic participatif des sols. Notice d'utilisation, apports théoriques et mise en œuvre*, 106 p. <https://terredeliens.org/la-notice-du-diagnostic-humus-fait.html> [accès: 15/06/2020]

Vilček Jozef & Koco Štefan, 2018. *Integrated index of agricultural soil quality in Slovakia*, Journal of Maps, 14:2, 68-76, DOI: 10.1080/17445647.2018.1428233.

Voltz M., Arrouays D., Bispo A., Lagacherie P., Laroche B., Lemercier B., Richer de Forges A., Sauter J., Schnebel N. 2018. *La cartographie des sols en France : état des lieux et perspectives*. INRA, France, 112 pages.

Wolff Gerd, janv. 2007, *Das Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS) (Kurzfassung)*. 8 p., <http://www.stuttgart.de/img/mdb/item/19830/114869.pdf> [accès : 15/06/2020].

Annexe 16. Glossaire des sigles et acronymes

Acronyme	Signification
2D et 3D	En 2 dimensions et en 3 dimensions
ALUR (loi)	Loi n° 2014-366 du 24 mars 2014 pour l'accès au logement et un urbanisme rénové
APCA	Assemblée permanente des chambres d'agriculture
BCAE	Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales
BOKS	Concept de protection des sols de Stuttgart ("Bodenschutzkonzept Stuttgart")
BRE	Bail rural à clauses environnementales
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières, service géologique national
CASDAR	Compte d'Affectation Spécial au Développement Agricole et Rural
CEREMA	Centre d'Études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement
CGAAER	Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux
CGDD	Commissariat Général au Développement Durable
CGEDD	Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CO ₂	Dioxyde de carbone ou gaz carbonique
ENSAIA	École Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires de Nancy
ERC (séquence)	Éviter - Réduire - Compenser
GIS Sol	Groupement d'Intérêt Scientifique Sol
HEPIA	Haute École du Paysage, d'Ingénierie et d'Architecture de Genève
IGCS	Programme « Inventaire, Gestion et Conservation des Sols »
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INRAE	Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement
ISARA	Institut supérieur d'agriculture Rhône-Alpes
LUBW	Institut d'État pour l'environnement du Bade-Wurtemberg ("Landesanstalt für Umwelt - Baden-Württemberg")
MAEC	Mesures Agro-Environnementales et Climatiques
MO	Matières Organiques
ORE	Obligation réelle environnementale
PAC	Politique Agricole Commune (de l'Union européenne)
PLUi	Plan Local d'Urbanisme intercommunal
PSE	Paiements pour Services Environnementaux

RNEST	Réseau National de coordination de l'Expertise Scientifique et Technique sur les sols
RRP	Référentiels Régionaux Pédologiques
SQUID	Index de qualité du sol ("Soil Quality Indicator")
SCOT	Schéma de Cohérence Territoriale
SRU (loi)	Loi n° 2000-1208 du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbains
VESS	Évaluation Visuelle de la Structure des Sols cultivés ("Visual Evaluation of Soil Structure")