



15 août 2018

Résumé analytique à l'intention des groupes cibles

Numéro de projet	406840-157 872
Titre	Prendre en compte la qualité des sols dans les mécanismes de compensation appliqués en aménagement du territoire
Responsable du projet	Florent Joerin, Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud
Autres responsables du projet	Pascal Boivin, Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale Jean Ruegg, Université de Lausanne

Place, date: Lausanne, le 15 août 2018

Contexte

La pression sur l'accès au foncier s'est accentuée ces dernières années en Suisse sous l'influence de la croissance économique et démographique que le pays a connu entre les années 2005 à 2015. Depuis le lancement en juillet 2007 de l'initiative populaire « De l'espace pour l'homme et la nature (initiative pour le paysage) », la question de la compensation des surfaces de sol urbanisées est ainsi devenue un thème central en aménagement du territoire. En effet, la révision de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire a considérablement restreint les possibilités d'agrandir les zones à bâtir, voire imposé une réduction des surfaces constructibles. Plus récemment, les exigences de la Confédération en matière de mise en œuvre du plan sectoriel des surfaces d'assolement (PS-SDA) ont encore augmenté l'attention portée aux enjeux de compensation.

Pour tout nouveau projet sur le territoire, les acteurs impliqués doivent concilier de multiples contraintes qui limitent grandement et rapidement les marges de manœuvre existantes. Or, sans marge de manœuvre significative, le schéma idéal issu des approches environnementales qui préconise d'éviter de produire des impacts, puis de tenter de les réduire, pour enfin chercher à les compenser, se limite très souvent à la dernière phase, celle de la compensation. En outre, dans la très grande majorité des cas, la qualité des sols, et donc les fonctions qu'ils assurent, est absente de la compensation. Au mieux, la compensation est purement surfacique, ce qui ne garantit absolument pas le maintien de leurs fonctions. Le rôle fondamental des sols dans les équilibres environnementaux locaux, régionaux, continentaux et planétaires imposent de corriger cette lacune.

But

Le projet COMPENSATION MULTICRITÈRE s'est donné pour but d'intégrer la qualité des sols dans la définition et le choix des mesures de compensations territoriales. Pour ce faire, il cible un objectif précis : aider les acteurs à prendre en compte la qualité des sols lorsqu'ils sont impliqués dans des processus de décision relatifs à la compensation territoriale des impacts d'un projet d'aménagement.

Une compensation idéale vise l'absence de perte nette (*no-net-loss*). Ce postulat suppose que la qualité des sols échangés soit identique et que les fonctions qu'assurait le sol perdu soient compensées par celles du sol restitué. Pour atteindre cet objectif, l'approche adoptée se veut opérationnelle (à court terme) et ancrée dans les pratiques des acteurs de l'aménagement. Elle est fondée sur une définition bien établie dans la littérature où la qualité des sols est comprise comme l'aptitude des sols à fonctionner (assurer leurs fonctions) (Karlen et al., 1997). Enfin, et pour tenir compte de l'urgence de problèmes relevant avant tout de l'aménagement du territoire (utilisation mesurée du sol, lutte contre le mitage), elle privilégie dans un premier temps, la fonction de production agricole.

Le projet est organisé autour de trois grands objectifs: 1) Analyser des situations décisionnelles ciblées, 2) Proposer un mode d'évaluation de la qualité des sols compatible avec les contextes décisionnels observés 3) Proposer un outil d'aide à la décision territoriale permettant d'identifier des scénarios de compensation.

Ces trois grands objectifs comprennent chacun une série de sous-objectifs.

Analyser des situations décisionnelles ciblées

- Retracer l'historique des évolutions réglementaires encadrant les pratiques de compensation, comprendre les déterminants de ces évolutions et développer une compréhension fine des spécificités locales dans l'application de ces réglementations.
- Mettre en exergue les liens entre évolutions réglementaires et évolutions des pratiques.
- Identifier dans les pratiques des professionnels du territoire, certains leviers et freins à la prise en compte du sol dans les projets d'aménagement.
- Identifier les processus décisionnels propres à l'application du principe de compensation, ainsi que les acteurs-clés de ces processus.

Proposer un mode d'évaluation de la qualité des sols compatible avec les données existantes et les ressources disponibles, en temps et en argent

- Effectuer une comparaison des méthodes employées pour la mesure des indices de qualité des sols (*soil quality index*, SQI) connus, et leur capacité à classer des sols différents.
- Evaluer s'il est possible de produire un SQI performant à l'aide d'indicateurs synthétiques, en nombre limité, accessibles de façon rapide et économique.
- Accompagner une réflexion critique et comparative sur les indicateurs et les SQI, en se basant notamment sur les connaissances empiriques d'experts et de parties prenantes de la qualité des sols.

Proposer un outil d'aide à la décision territoriale adapté aux spécificités des situations décisionnelles observées

- Cibler certains acteurs de l'aménagement et certaines situations décisionnelles dans lesquelles la prise en compte de la qualité des sols pourrait être facilitée par la mise à disposition d'un outil d'aide à la décision.
- Concevoir la structure et les fonctionnalités de l'outil d'aide à la décision et pour cela s'appuyer sur les leviers et les freins identifiés précédemment.
- Développer un prototype de l'outil d'aide à la décision suffisamment précis et concret pour tester et accroître sa pertinence.
- Valider auprès des acteurs de l'aménagement la proposition méthodologique.

Résultats

1) Pratiques de compensation en aménagement du territoire

Les conclusions exposées ici sont basées, d'une part sur une étude de la littérature grise ayant trait à l'aménagement sur la période 2010-2018 et d'autre part sur un travail de terrain associant *focus groups*, étude de cas de compensation (passés et en cours) et entretiens semi-directifs menés auprès d'urbanistes, de pédologues, de géographes, d'ingénieurs en environnement et d'agronomes œuvrant au sein de bureaux d'étude, d'associations environnementales ou d'administrations communales ou cantonales et actifs dans les cantons de Genève et Vaud durant la période 2015-2018 :

- Le principe de compensation est **appliqué de façon très diverse** en aménagement du territoire. Ces variations dépendent principalement de la procédure déclenchée (compensation des emprises entre zones à bâtir ou hors zone à bâtir ou compensation des emprises sur les surfaces d'assolement) ainsi que du territoire d'étude. Les cantons ainsi

que les porteurs de projet tentent d'adapter l'obligation de compenser à leurs besoins spécifiques et proposent des interprétations diverses du principe (à rapprocher de tentatives de contournement ou de détournement de la règle). Dans la majorité des cas, les compensations intègrent le sol en **le limitant à sa dimension surfacique** exprimée avec le m² comme unité. Dans le cas particulier des compensations de surfaces d'assolement, la procédure intègre une dimension qui se veut qualitative. Mais celle-ci ramène un problème complexe (la notion polysémique de « qualité des sols ») à un indicateur contestable, relevant essentiellement de l'adéquation d'une parcelle aux besoins de l'agriculture intensive mécanisée.

- La protection de la ressource sol constitue un **objet émergent des politiques publiques**. L'intérêt pour la problématique semble fort, tant du côté du grand public que des milieux professionnels. La prééminence de la problématique des SDA dans l'aménagement du territoire (voir les réserves formulées par l'Office fédéral de l'aménagement du territoire (ARE) dans le cadre de l'approbation des plans directeurs cantonaux vaudois et genevois, par exemple) est un **vecteur de changement des pratiques** au sein des milieux professionnels (nouvelles collaborations avec des agronomes et pédologues dans le cadre de projets urbains). Mais elle véhicule également des biais et des représentations erronées. Les acteurs de l'aménagement du territoire assimilent notamment SDA et qualité des sols sans percevoir que la notion SDA ne reflète que partiellement celle de qualité agricole et ne tient pas compte des autres fonctions remplies par les sols. La mise en œuvre de mesures concrètes en faveur de la protection de la ressource sol se heurte ainsi à (i) un manque de connaissance sur le sol, indépendamment de l'accès aux données et (ii) un faible poids accordé à cette problématique dans la pesée des intérêts, en raison de l'absence de base légale et de la multiplicité – et souvent aussi de la prééminence – d'intérêts concurrents au maintien de la qualité des sols.
- Il demeure une forme **d'incohérence** dans les procédures d'aménagement, puisque pour un même effet (un impact sur les sols dû à un projet d'aménagement), 3 situations différentes sont possibles, variant selon le type de compensation et le contexte territorial : (i) l'exigence d'une compensation qualitative et quantitative lorsque le projet impacte des SDA ; (ii) l'exigence d'une compensation quantitative (compensation des emprises entre zones à bâtir ou hors zone à bâtir) lorsque le projet est situé hors zone à bâtir ; (iii) l'absence de l'obligation de compenser si le projet est en zone à bâtir (hors SDA) ou exemption de l'obligation de compenser pour les projets d'intérêts cantonaux défendus par certains cantons.

2) Recherche d'un indice de qualité adapté aux pratiques de l'aménagement

L'examen de la littérature scientifique montre que les SQI publiés relèvent de démarche techniquement complexes (s'appuyant sur de lourdes bases de données) à vocation scientifique ou institutionnelle et visant la gestion de la qualité des terres agricoles dans le temps. Ils visent essentiellement à évaluer le choix de stratégies agricoles relativement à leur impact sur la qualité des sols, et projettent donc dans le temps l'évolution qualitative d'un même ensemble de sols. Ces SQI n'ont pas été développés, ni testés, pour comparer la qualité que des sols différents présentent à un même moment. Cette fonctionnalité est pourtant indispensable dans le cadre de processus décisionnels impliquant des mesures de compensation. Le calcul d'un indice de qualité comporte 4 étapes relativement sophistiquées. C'est pourquoi des outils automatisés sont souvent proposés

aux utilisateurs. Or, cette automatisation n'est envisageable que si leurs paramétrages n'affectent l'évaluation de la qualité, ce qui n'a pas été encore testé.

En appliquant une large gamme de SQI proposés dans la littérature à un cas fictif de compensation (intercomparaison de 57 sites), nous mettons en évidence une grande sensibilité des classements aux choix méthodologiques qui sont à la base de leur évaluation, ainsi que l'apparition d'effets indésirables inhérents aux méthodes de sélection de l'information. La comparaison des classements réalisés montre de ce fait la présence d'arbitraire dans les résultats fournis par ces SQI qui génèrent des corrélations et des anticorrélations entre les rangs. L'usage de ces SQI est donc à proscrire en situation de compensation.

Par ailleurs, le travail empirique effectué avec le panel d'experts que nous avons réuni montre que ceux-ci privilégient le choix d'indicateurs simples et synthétiques de qualité des sols. Ce type d'indicateurs, qui gagne en popularité, se fonde sur la qualité de la structure (via le test bêche, méthode VESS) et le rapport matière organique / argile. Le test bêche est rapide et économique à effectuer, et les données sur les teneurs en matière organique et en argile sont en général disponibles.

Ces résultats nous conduisent à proposer une démarche pragmatique et efficace en deux temps. Dans un premier temps, l'utilisation de ces indicateurs simplifiés permet d'éliminer rapidement les cas de compensation non équilibrés en termes de qualité des sols, puis dans un deuxième temps, le recours possible à une expertise de terrain à la fois plus ciblée et plus poussée permet de différencier les derniers cas restant en lice.

3) Développement d'un outil d'aide à la décision

L'aménagement du territoire est régulièrement amené à intégrer de nouveaux enjeux parmi lesquels les changements climatiques, la protection de l'eau souterraine ou de la biodiversité, par exemple. La prise en compte de la qualité des sols s'inscrit ainsi dans cette dynamique de complexification des prises de décision en aménagement du territoire pour laquelle certaines difficultés récurrentes peuvent être identifiées (Lavoie et al., 2014 ; Cloutier et al., 2015). Dans un premier temps, ces nouveaux enjeux doivent surmonter un manque de connaissances des acteurs : que signifie pour eux concrètement la biodiversité, la qualité des sols ou de l'eau souterraine ? Ensuite, lorsque l'enjeu s'immisce dans les représentations des acteurs, le second défi est celui d'un manque de données disponibles. Enfin, et cette étape est malheureusement souvent négligée, lorsque l'enjeu est identifié et les données disponibles, il reste à lui donner un degré d'importance ou de priorité suffisant pour justifier les coûts techniques et cognitifs nécessaires à son intégration dans les pratiques professionnelles et la pesée des intérêts. Autrement dit, et si l'on revient au cas spécifique de l'enjeu de la qualité des sols, son intégration aux processus de décision de compensation territoriale nécessite une accentuation de son importance politique ou légale, et/ou une diminution des coûts techniques et cognitifs de son intégration. Ainsi, sur la base des résultats précédents (urgence d'agir et lente évolution des conditions politiques et légales), le projet COMPENSATION MULTICRITÈRE propose un outil d'aide à la décision qui vise à accompagner les acteurs dans la prise en compte de la qualité des sols, afin de réduire les coûts techniques, cognitifs mais aussi organisationnels de son intégration.

L'outil proposé se fonde sur deux grands principes.

1) Mesurer la qualité du sol d'une manière intégrée et transparente

Observant que les acteurs de l'aménagement du territoire ne disposent pas des compétences nécessaires pour analyser ou interpréter les paramètres en termes de qualité des sols, nous avons choisi d'encapsuler dans l'outil toutes les opérations de mesures et de comparaisons de la qualité des sols. Concrètement, l'outil ne produit pour les utilisateurs non-experts des sols que de l'information ordinale concernant la qualité des sols (le sol X a une qualité plus grande, plus petite ou égale, à un autre sol Y). Par contre, cette information ordinale est produite par un ensemble d'algorithmes paramétrables qu'un expert ou groupe d'experts du sol peuvent consulter et modifier.

Par ailleurs, l'outil est développé en abordant la mesure de la qualité des sols dans une logique d'aide à la décision multicritère. Ainsi, l'outil proposé n'a pas pour objectif de quantifier (ou mesurer sur une échelle d'évaluation cardinale) la qualité des sols, mais plutôt de répondre à la question suivante : cette parcelle peut-elle compenser la perte de qualité des sols de cette autre parcelle (sur laquelle une construction est projetée) ? La réponse à cette question est le résultat d'une double vérification indépendante : une équivalence en surface, d'une part et une équivalence en qualité, d'autre part. En effet, à l'opposé des dispositifs de compensations des impacts sur les sols qui permettent de compenser une qualité des sols plus faible par une surface de parcelle plus grande (Wolff et Schweiker, 2008), nous avons considéré que cette compensation entre une qualité et une surface n'est techniquement pas nécessaire et théoriquement impossible à justifier (hors situation particulière).

Concernant l'équivalence de qualité des sols, l'outil propose deux méthodes multicritère alternatives. La première se base sur une moyenne pondérée de la distance multicritère à un idéal-type, la seconde sur la méthode d'agrégation partielle Electre Tri (Figueira, Mousseau et Roy, 2016).

2) Aider l'utilisateur à élargir les marges de manœuvre dans la prise de décision

Le second principe découle du constat du peu de réceptivité des acteurs de l'aménagement du territoire à une prise en compte volontaire de la qualité des sols dans les projets territoriaux. Il est apparu ainsi qu'un outil, même facile à utiliser, aurait peu de chances d'être effectivement mis en pratique s'il se restreint au seul objectif d'intégration de la qualité des sols. L'outil proposé doit donc apporter à l'utilisateur une aide plus globale, dans laquelle l'intégration de la qualité des sols est une plus-value facile à obtenir. Cette plus-value pourrait en effet être mise en avant pour faciliter la validation procédurale du projet par les autorités ou son acceptabilité sociale, notamment par les groupes environnementaux.

L'outil permet ainsi aux porteurs de projets d'élargir leurs marges de manœuvre en produisant un inventaire systématique des terrains ou parcelles pouvant faire l'objet de projets (de construction) ou pouvant devenir les terrains de compensation d'autres projets. Pour cela, l'outil offre à son utilisateur des données concernant un vaste ensemble de parcelles, puis il lui propose des parcelles pertinentes et enfin il lui permet de conserver ou gérer celles qu'il juge intéressantes. L'utilisateur peut ainsi considérer plusieurs parcelles pour accueillir un projet et aussi, plusieurs autres parcelles pour établir une compensation à la consommation

de sol induite par ce projet. Cette multiplication de possibilités augmente les chances d'identifier un terrain de compensation qui soit non seulement adéquat en termes de surface, mais aussi en termes de qualité des sols et de légitimité en termes d'aménagement. Disposer d'un plus grand nombre de possibilités constitue aussi un avantage important dans les étapes ultérieures du projet, notamment lorsqu'il s'agira de discuter avec les propriétaires et autorités concernés.

Captures d'écran de l'outil (état au 15.08.18)

Commune	ha	Assièment	Propriété
Vaux-sur-Morges	518	100%	parcelle privée
Vaux-sur-Morges	858	100%	parcelle privée
Vuffens-le-Château	299	100%	parcelle privée
Clamont	587	100%	parcelle privée
Pampigny	1994	0%	parcelle privée
La Chaux (Cossoney)	725	85%	parcelle privée
280.	-	-	parcelle

Fonction de recherche de parcelle. Permet aux porteurs de sélectionner les parcelles à développer. Indique la disponibilité de données pédologiques sur les parcelles sélectionnées ou, à défaut, les données manquantes à récolter.

Parcelle	Surface (ha)	Assièment (ha)
voir 4969	8582	857
Variante de compensation 1		
Surface totale: 98356		
Parcelle	Surface (ha)	Assièment (ha)
voir 11486	98354	000
Variante de compensation 2		
Surface totale: 87432		
Parcelle	Surface (ha)	Assièment (ha)
voir 64827	87432	000
Variante de compensation 3		
Surface totale: 136330		
Parcelle	Surface (ha)	Assièment (ha)
voir 80339	13633	000

Fonction de recherche de compensation. L'outil détermine, pour une parcelle à développer définie, une parcelle de compensation ou un couple de parcelles de compensation. Les scénarios de compensation retenus garantissent une compensation quantitative et qualitative sur la fonction de production. Un rapport détaillant les modalités des couplages parcelle à développer / parcelle(s) de compensation peut être téléchargé.

Nom	Formule	Echantillon de référence
● ELP_ACP_2A_P	power10.10.41'delta_norg-0.12'delta_sand-0.11'delta_mgeau+0.007'delta_mgae-0.04'delta_corg_norg/1519	Sélectionner
● SQI_MO_2A	power10.10.41'delta_norg-0.12'delta_sand-0.11'delta_mgeau+0.007'delta_mgae-0.04'delta_corg_norg/1519	9 Sélectionner
● SQI_VESS_MO_clay_2A	power10.10.41'delta_norg-0.12'delta_sand-0.11'delta_mgeau+0.007'delta_mgae-0.04'delta_corg_norg/1519	9 Sélectionner
● electre	electre	Sélectionner

Sélection	Nom	Poids	Seuil indifférence	Seuil préférence	Seuil veto
<input type="checkbox"/>	A_10	1	0	0	0
<input type="checkbox"/>	CuAAE	1	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Caeau	1	0	0	0
<input type="checkbox"/>	CEC	1	0	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	Clay	3	0.1	0.3	0.4
<input checked="" type="checkbox"/>	ConvESS	3	0.1	0.3	0.4
<input type="checkbox"/>	delta_convess	1	0	0	0
<input type="checkbox"/>	delta_corg_norg ²	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	delta_mgae	1	0	0	0
<input type="checkbox"/>	delta_mgeau	1	0	0	0
<input type="checkbox"/>	delta_mo	1	0	0	0
<input type="checkbox"/>	delta_mo_clay	1	0	0	0
<input type="checkbox"/>	delta_norg	1	0	0	0
<input type="checkbox"/>	delta_sand	1	0	0	0
<input type="checkbox"/>	KAAE	1	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Kcau	1	0	0	0

Fonction de sélection de la méthode de compensation. L'outil se caractérise par sa souplesse : selon les besoins des décideurs impliqués ou les particularismes locaux, différentes méthodes peuvent être choisies. Sont représentés ici différents SQI (SQI « classiques » et SQI simplifié développé dans le cadre du projet) ainsi qu'un tableau de sélection et pondération des variables pour une l'utilisation d'ELECTRE-TRI.

Apports au champs de la recherche

Importance d'insérer les outils dans une démarche d'aide à la décision

L'intégration de la qualité des sols dans la définition des compensations territoriales entre en concurrence avec d'autres préoccupations – anciennes ou nouvelles – souvent considérées comme prioritaires. Malgré un intérêt exprimé pour cet enjeu, la qualité des sols peine à gagner en importance dans les décisions d'aménagement du territoire, notamment pour celles qui exigent une compensation territoriale. L'intégration de la qualité des sols dans la définition des compensations territoriales ne sera possible que si elle est accompagnée d'une approche d'aide à la décision qui se fonde sur une analyse des contraintes des processus de décision (rapidité, faible coût, adéquation avec les niveaux de connaissances, plus-value indirecte). **La mise à disposition de données et d'outils est insuffisante si elle ne s'insère pas dans une démarche d'aide à la décision complète** (définition des acteurs, des contextes décisionnels, et des usages des outils).

Proposer des SQI adaptés et pertinents à une utilisation en compensation territoriale

Les SQI traditionnels ne sont pas adaptés à la comparaison de la qualité de plusieurs types de sol quand bien même celle-ci est un prérequis dans le cadre des compensations territoriales. Des SQI **simplifiés utilisant un ensemble réduit, accessible et pertinent d'indicateurs semblent par contre mieux adaptés** aux spécificités des processus décisionnels portant sur la compensation territoriale, dans la mesure où ils sont complétés dans un deuxième temps par une expertise de terrain. La question qui reste ouverte est celle de l'échelle de temps à prendre en considération pour évaluer la qualité des sols (cela renvoie à la dimension dynamique des indicateurs retenus). Deux pistes de réflexion sont à mettre en exergue : analyser l'effet de cette temporalité sur l'évaluation, et identifier la part de la décision qui peut, en l'occurrence, être incluse dans le processus de négociation.

Exclure une compensation de qualité des sols par une augmentation de surface

Sous l'angle de l'analyse multicritère, il n'est pas nécessaire de chercher à établir une équivalence entre un gain de surface et une perte de qualité, d'autant qu'une telle approche est à la fois scientifiquement et méthodologiquement très fragile. L'intégration de la qualité des sols dans les compensations territoriales devrait se faire sur la base d'une **vérification double et indépendante, en termes de surface d'une part, en termes de qualité d'autre part**. On peut relever que ce principe de vérifications parallèles et indépendantes offre une solution facile et intéressante à la **prise en compte de multiples et diverses fonctions ou service écosystémique des sols**. En suivant cette approche qui concrétise simplement l'idée **qu'un service écosystémique ne peut pas compenser un autre service écosystémique** et que par conséquent, chacun doit être compensé en quantité (surface) **et** en qualité, il n'est pas nécessaire d'établir de discutables pondérations, ni non plus de considérer que le nombre de fonctions ou de service écosystémique mesure la qualité globale des sols.

Implications pour la pratique

Le principe de « compensation » tel qu'appliqué dans l'aménagement du territoire Suisse, est principalement basé sur la première étape de la 3^e révision de la LAT approuvée par les Chambres fédérales en 2012 et entrée en vigueur le 1^{er} mai 2014 et sur la mise en œuvre du PS-SDA. Il consiste à gérer, en termes de qualité des sols, les impacts résultant d'un projet de construction en compensant une surface de terrain équivalente à la surface impactée. Nous observons deux limites principales à cette approche : (a) elle ne s'applique qu'à certaines procédures d'aménagement spécifiques et (b) elle ne garantit pas le maintien, a minima, de la qualité des sols. Pour assurer la protection de la ressource sol, il paraît impératif : (a) **d'étendre ce principe de compensation à d'autres procédures**, telles que le redimensionnement des zones à bâtir surdimensionnées ou l'autorisation de constructions hors zones à bâtir (zone agricole) et (b) d'intégrer une prise en compte qualitative des sols dans ces procédures, avec des **méthodologies itératives et de plus en plus précises à mesure de l'avancement du projet**.

A l'échelle locale, nous voulons souligner **l'opportunité constituée par les chantiers de mise en cohérence des Plans Généraux d'Affectation** aux nouveaux Plan Directeur Cantonaux et à la LAT révisée (2012). Dans le canton de Vaud, par exemple, 169 communes sont identifiées comme étant surdimensionnées (disposant de réserves de zone à bâtir trop importantes au regard des besoins et de leurs perspectives de développement). De nombreuses parcelles vont ainsi voir leur affectation modifiée, passant de la zone à bâtir à la zone agricole. Le Canton a d'ores et déjà manifesté la volonté de privilégier les dézonages qui permettront de rendre à la zone agricole des parcelles répondant aux critères de « qualité » des surfaces d'assolement. Un accompagnement de ces processus avec l'outil COMPSOIL comme première évaluation de la qualité des sols des parcelles à dézoner peut être envisagé sans présenter de contraintes (temporelles et économiques) trop fortes.

Par ailleurs, une autre réponse à l'urgence constatée serait **d'intégrer l'outil COMPSOIL aux outils existants, tel que celui qui définit les critères SDA** proposés dans le Guide d'application de l'ARE (2006). Un des principaux enjeux soulevés par les études de cas et la revue de la littérature scientifique relatives aux pratiques de compensation est l'importance de la prise en compte de l'obligation de compenser en amont des projets. Les difficultés rencontrées par les acteurs de l'aménagement dans l'application des nouvelles dispositions de la LAT tiennent notamment à l'intégration de l'obligation de compenser à un stade d'avancement du projet où différents éléments (site d'implantation, dimensionnement) ont déjà fait l'objet de négociations / validations par les autorités de contrôle et sont donc difficiles à remettre en question. Nous proposons par conséquent d'intégrer la prise en compte de la qualité des sols dans les projets d'aménagement selon un principe d'itérations successives. L'outil COMPSOIL permettrait cette intégration de la qualité des sols en amont des projets, et **permettrait aussi de sensibiliser dès maintenant les décideurs** quant aux impacts de leurs choix en matière de sites d'implantation et de scénarios de compensation. Après la pesée des intérêts, certains scénarios de compensation, viables du point de vue de la préservation de la ressource sol, seront naturellement écartés s'ils sont défaillants sur d'autres critères comme la faisabilité technique ou économique. Pour les scénarios retenus, il appartiendra alors aux porteurs de projet de prouver, par les méthodologies usuelles, la conformité de leur projet avec la loi, mais aussi si besoin de réaliser des études pédologiques plus approfondies permettant de valider la pertinence de la compensation proposée. L'objet de l'outil développé n'est pas de remplacer les évaluations existantes, de nier les autres composantes de la pesée des intérêts en matière d'aménagement, ni même d'imposer une unique méthode d'évaluation de la qualité des

sols. Il s'agit avant tout d'intégrer une étape supplémentaire aux réflexions pré-opérationnelles des projets d'aménagement afin d'éviter les blocages observés dans de nombreuses opérations lancées ces dernières années. Dans ce contexte, il serait bénéfique d'articuler l'outil COMPSOIL à **l'évaluation environnementale stratégique**, que l'article 2 de l'Ordonnance d'application de la loi sur l'aménagement du territoire rend possible.

Concernant plus spécifiquement la mesure de la qualité des sols, nous recommandons de **proscrire le recours à des SQI semi automatisés** pour la compensation territoriale. Notre recherche nous pousse à privilégier une démarche itérative, s'appuyant dans un premier temps sur des indicateurs simples (facile à mesurer et à interpréter) et plébiscités par les experts (test bêche, teneur en MO et rapport MO:Argile). Ensuite, lorsqu'un nombre limité de situations reste en balance, il est possible de recourir à des expertises complémentaires : polluants, profondeur du sol, aptitude du site.

Enfin, concernant les politiques de gestion de la ressource sol qui sont basées sur la consommation de « points »¹, comme celle qui est pratiquée à Stuttgart et qui est préconisée par le groupe d'experts sur les SDA (DETEC, 2018), il nous semble important de souligner que leur mise en œuvre présente **certaines limites peu analysées** pour l'instant:

- D'un point de vue scientifique et méthodologique, il est difficile de justifier qu'une surface plus petite présentant une meilleure qualité des sols soit considérée comme équivalente à une surface plus grande présentant une moins bonne qualité des sols. La seule justification d'une telle pratique est à chercher dans la pesée des intérêts que des acteurs « autorisés » effectuent. Ne pas prêter attention à cela induit un risque important : que **l'application de telles démarches échappe au contrôle démocratique** (Lascoumes et Le Galès, 2004). Or, comme démontré par l'outil COMPSOIL, cette délicate agrégation entre surface et qualité des sols n'est pas nécessaire.
- D'un point de vue territorial, on peut craindre qu'une telle pratique entraîne des effets de débordement indésirables, se traduisant par un report de l'urbanisation vers des territoires non protégés / non intégrés à l'échelle d'application de l'outil. Des effets similaires peuvent d'ores et déjà être observés sur le territoire du Grand Genève, par exemple, avec un report de l'urbanisation sur les territoires voisins en France voisine et dans le canton de Vaud. De telles démarches obligent alors à **prendre en considération le territoire fonctionnel** auquel elles seraient appliquées, en veillant à les compléter, le cas échéant, par des mesures d'accompagnement.
- La mise en œuvre d'une telle politique à l'échelle de la Suisse sera particulièrement longue, de l'ordre de 10 ans ou plus, et sera **sans effet sur la consommation de la ressource sol durant ce délai**, alors même qu'elle est soumise à une forte pression qui ne souffre aucun report dans le temps.

¹ Ces démarches visent i) à établir un mapping du sol sur l'intégralité du territoire ; ii) à attribuer à chaque parcelle une qualité dépendant du nombre des fonctions écosystémiques qu'elle pourrait exercer ; iii) à multiplier, pour chaque parcelle, la surface par la qualité pour obtenir un score ; iv) enfin de définir un quota de points à utiliser sur une période de temps donnée, ceci en vue d'orienter le développement urbain vers les parcelles ayant le plus faible score.

Recommandation

1 - Notre recherche participe directement au débat sur la réforme des politiques de gestion de la qualité des sols, en soulignant l'importance des temporalités des réformes entreprises. Ainsi, en matière de prise en compte du sol dans les procédures d'aménagement, il nous semble préférable d'accepter des avancées progressives et perfectibles permettant une mise en œuvre à court-terme. A l'inverse, il nous semblerait dommageable de repousser cette prise en compte en attendant des évolutions réglementaires majeures et en posant comme préalable la mise à disposition de données complètes et uniformisées sur la qualité des sols. Ainsi, et au contraire des recommandations formulées par le groupe d'expert en charge de la révision du PS-SDA dans ses conclusions préliminaires (DETEC, 2018), il nous semble essentiel de soutenir dès à présent l'intégration de la qualité des sols dans un large spectre de procédures d'aménagement. Les outils disponibles, développés dans le cadre du PNR 68, devraient notamment être déclinés dès à présent en projets-pilotes, comparés et adaptés aux contextes locaux.

2 - La démarche itérative d'évaluation de la qualité des sols que nous proposons s'appuie dans un premier temps sur des indicateurs simples (facile à mesurer et à interpréter) et plébiscités par les experts (test bêche, teneur en MO et rapport MO:Argile). En fin de processus, lorsqu'un nombre limité de parcelles pouvant se prêter à la compensation, un recours à des expertises complémentaires : polluants, profondeur du sol, aptitude du site reste en balance. Cette approche de collecte de données procédant en deux temps permet aux acteurs de disposer immédiatement d'outils permettant l'intégration de la qualité des sols dans les pratiques d'aménagement du territoire. De plus, en ciblant la récolte de ces données dans les régions où les enjeux d'aménagement se concentrent, cette approche complète la cartographie des sols de l'ensemble du territoire qui se focalise, quant à elle, sur des propriétés invariantes et relève plutôt de la notion de « soil capability » et non pas de « soil quality ».

3 - Pour une prise en compte de la qualité des sols dans l'aménagement, et pour parvenir à un « no-net-loss » effectif, la démarche doit être simple et efficace. La genèse d'un indicateur de qualité doit rester **sous le contrôle des experts et transparente pour les parties prenantes**, notamment lorsqu'il s'agit d'évaluer les fonctions du sol qui sont compensées.

4 - En lien avec le point précédent, nous tenons à souligner l'urgence de mettre en œuvre, sous forme de projets-pilotes, des **solutions transitoires** visant à l'intégration de la qualité des sols dans les processus d'aménagement. Si des politiques nationales ambitieuses sont plus que jamais souhaitables, il s'agit également de développer des solutions **aptés à réduire dès maintenant les impacts sur les sols**. De telles solutions se caractériseront par leur disponibilité, leur faible coût de mise en œuvre et la possibilité d'un déploiement rapide.

5 - La notion de « qualité des sols » est intrinsèquement polysémique, ne serait-ce que dans sa dimension qualité actuelle / qualité potentielle. Dans le contexte d'urgence que nous avons relevé plus haut, il apparaît essentiel de se **focaliser rapidement sur la préservation d'une ou d'un faible nombre de fonctions du sol jugées stratégiques**, plutôt que de chercher à intégrer en une fois toutes les fonctions du sol (le mieux peut être l'ennemi du bien). La fonction de production, au centre de notre recherche, est en elle-même complexe, puisque dépendante notamment des usages (passés et actuels) du sol, ainsi que du type de culture considéré (un même sol peut être très

productif pour un type de culture donné, peu pour un autre ; un sol peut être productif pour une culture dans un premier temps, puis « s'épuiser »). Pour autant, cette fonction de production est essentielle : tous les sols remplissent une pluralité de fonctions, mais les sociétés humaines valorisent certaines fonctions plus que d'autres. Dans le contexte suisse c'est la fonction de production qui est construite comme problème public et valorisée par la population. De cette fonction découlent par ailleurs des services secondaires (à valider) : mise à disposition de produits locaux, maintien des modes de vie paysans, conservation du paysage, sécurité alimentaire...

6 - Nous constatons et regrettons les difficultés de médiations entre *policy-makers*, professionnels du territoire, et agriculteurs. Dans une optique d'évaluation de la fonction de production, il apparaît essentiel que les milieux agricoles soient associés à la définition de la qualité des sols, d'autant que, au titre des Prestations Ecologiques Requises, ils génèrent déjà aujourd'hui toute une série d'informations tout à fait pertinentes pour définir un indice de qualité des sols. Il serait donc urgent que **les données des Prestations Ecologiques Requises fassent l'objet d'un relevé systématique, informatisé et géo-localisé** afin de constituer la base de données requises. Il y a donc là un potentiel extrêmement intéressant qui pourrait être exploité en établissant un partenariat fort entre agriculteurs et experts de la protection de la qualité des sols.

Bibliographie

ARE. 2006. *Plan sectoriel des surfaces d'assolement : Aide à la mise en oeuvre*. Office fédéral du développement territorial (ARE).

Cloutier G., Joerin F., Dubois C., Labarthe M., Legay C., Viens D. 2015. Planning adaptation based on local actors' knowledge and participation: a climate governance experiment. *Climate Policy* 15 (4), 458-474.

Département fédéral de l'environnement (DETEC). 2018. Remaniement du plan sectoriel des surfaces d'assolement. Berne

Figueira J.R., Mousseau V., Roy B., 2016, ELECTRE methods. In: *Multiple Criteria Decision Analysis*, pp. 155–185. Springer.

Karlen D.L., Mausbach M.J., Doran J.W., Cline R.G., Harris R.F., Schuman G.E. 1997. Soil Quality: A Concept, Definition, and Framework for Evaluation. *Soil Science Society of America Journal*, 61, 4–10.

Lascoumes P., Le Galès P. 2005. *Gouverner par les instruments*. Presses de Sciences Po (PFNSP).

Lavoie R., Joerin F., Rodriguez M. J. 2014. Incorporating Groundwater Issues into Regional Planning in the Province of Quebec. *Journal of Environmental Planning and Management*, 57 (4), 516-537, DOI: 10.1080/09640568.2012.751019.

Wolff G., Schweiker M. 2008. The Stuttgart Soil Protection Concept – Methods, Goals, Strategies. *URBAN SMS newsletter* No. 1, local land & soil news 26/27 II/08