

Remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols

Revalorisation des fonctions écologiques du sol.
Un module de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols ».



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

Remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols

Revalorisation des fonctions écologiques du sol.
Un module de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols ».

Impressum

Valeur juridique

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise les exigences du droit fédéral de l'environnement en ce qui concerne les notions juridiques indéterminées et la portée et l'exercice du pouvoir d'appréciation. Cette mesure favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral de l'environnement. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur.

Éditeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)
L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Auteurs

Corsin Lang, OFEV, section Sols
Matias Laustela, Basler & Hofmann SA, Esslingen

Groupe d'accompagnement

Maurus Fischer (Office de la nature et de l'environnement, GR), Sébastien Gassmann (Office cantonal de l'environnement, GE), Markus Lebrun-Steger (Office de l'agriculture et de la nature, BE), Dominik Müller (Département de la construction, des transports et de l'environnement, AG), Gaby von Rohr (Office cantonal de l'environnement, SO)

Traduction

Service linguistique de l'OFEV

Mise en page

Funke Lettershop AG

Photo de couverture

Remodelage de terrain.

© Archives photos OFEV, section Sols

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/uv-2112-f

Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand et en italien. La langue originale est l'allemand.

© OFEV 2024

Table des matières

Abstracts	5
Avant-propos	6
1 Introduction	7
1.1 Situation initiale	7
1.2 Champ d'application	8
2 Bases légales	10
2.1 Classification dans le droit de la protection de l'environnement	10
2.2 Classification dans le droit de l'aménagement du territoire	12
3 Importance du sol dans l'évaluation des remodelages de terrain	13
3.1 Fonctions des sols	13
3.2 Protection des sols dans l'objectif de maintenir leurs fonctions	14
3.3 Revalorisation des fonctions écologiques du sol	17
3.4 Adéquation du site pour des revalorisations des sols	17
4 Exigences de la planification à la remise en culture	19
4.1 Phases de planification et d'étude du projet	19
4.2 Phase de décision	22
4.3 Phase d'exécution et remise en culture	23
Annexe	27
A1 Caractérisation et évaluation des fonctions écologiques du sol	27
A2 Détermination des sols à protéger du fait de leur fonction d'archivage	30
A3 Types de remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols	31
A4 Procédure d'évaluation de sites pour des remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols	33

Abstracts

The 'Terrain modification for the purpose of soil valorization' module of the 'Soil protection on construction sites' implementation guidelines explains how excess excavated soil can be reused as a soil layer in soil valorization projects. The aim is to encourage the reuse of soil in a sensible way, focusing on the improvement of soil ecological functions (habitat function, production function, regulation function). This module clarifies the eligibility of terrain modification for the purpose of soil valorization, based on the applicable environmental protection and land use planning regulations.

Le module « Remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols » de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols » indique comment des matériaux terreux décapés excédentaires peuvent être valorisés en tant qu'horizon du sol dans le cadre de revalorisations des sols. L'objectif est de piloter judicieusement la valorisation du sol, l'accent étant mis sur la revalorisation des fonctions écologiques du sol (fonction d'habitat, fonction de production et fonction de régulation). Le présent module explique quels remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols sont admissibles sur la base des prescriptions du droit de la protection de l'environnement et de l'aménagement du territoire en vigueur.

Das Modul «Terrainveränderung zum Zweck der Bodenaufwertung» der Vollzugshilfe «Bodenschutz beim Bauen» erläutert, wie überschüssiger, abgetragener Boden im Rahmen von Bodenaufwertungen als Bodenschicht verwertet werden kann. Ziel ist die sinnvolle Lenkung der Verwertung von Boden, wobei die Aufwertung der ökologischen Bodenfunktionen (Lebensraumfunktion, Produktionsfunktion, Regulierungsfunktion) im Fokus steht. Im vorliegenden Modul wird die Bewilligungsfähigkeit von Terrainveränderungen zum Zweck der Bodenaufwertung geklärt, basierend auf den geltenden umweltschutz- und raumplanungsrechtlichen Vorgaben.

Il modulo «Modificazioni del terreno per la rivalorizzazione del suolo» dell'aiuto all'esecuzione «Costruire proteggendo il suolo» spiega come riutilizzare l'eventuale terreno di risulta in eccesso come strato di terra nell'ambito di progetti di rivalorizzazione del suolo. L'obiettivo è gestire in maniera oculata il riciclaggio del suolo nell'ottica di valorizzare le sue funzioni ecologiche (funzione di spazio vitale, funzione produttiva, funzione regolatrice). Il presente modulo chiarisce quali interventi di modificazione del terreno finalizzati alla rivalorizzazione del suolo possono essere autorizzati sulla base delle vigenti prescrizioni in materia di protezione dell'ambiente e pianificazione del territorio.

Keywords:

Soil, construction, soil protection, reuse, terrain modifications, soil valorization, soil functions

Mots-clés :

Sols, chantiers, protection des sols, valorisation, remodelages de terrain, revalorisation des sols, fonctions du sol

Stichwörter:

Boden, Bauen, Bodenschutz, Verwertung, Terrainveränderungen, Bodenaufwertung, Bodenfunktionen

Parole chiave:

Suolo, cantieri, protezione del suolo, riciclaggio, modificazioni del terreno, rivalorizzazione del suolo, funzioni del suolo

Avant-propos

En Suisse, les constructions continuent de se multiplier, souvent avec des effets considérables pour les sols. Ainsi, de grandes quantités de matériaux terreux de la couche supérieure et de la couche sous-jacente du sol sont régulièrement décapées. Le sol est une ressource naturelle non renouvelable qui, si elle n'est pas polluée, doit être valorisée.

Il est fréquent que les matériaux terreux décapés ne puissent pas être entreposés et réutilisés directement sur place sur le lieu de construction, auquel cas ils doivent autant que possible être valorisés ailleurs, dans le cadre de remises en état ou de revalorisations de sols. Dans les agglomérations, cette valorisation ne peut se faire qu'à certaines conditions. Par conséquent, les remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols, en particulier hors de la zone à bâtir, contribuent à la préservation de la ressource naturelle sol.

La section Sols de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a élaboré le présent module « Remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols » de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols » en collaboration avec l'Office fédéral du développement territorial, les services cantonaux chargés de la protection des sols et des spécialistes issus de la pratique. La publication a pour but de contribuer à promouvoir un maniement approprié du sol pendant la construction et à préserver la ressource naturelle sol en montrant comment les matériaux terreux issus du décapage de la couche supérieure et de la couche sous-jacente du sol peuvent être valorisés dans le cadre de remodelages de terrain.

L'OFEV tient à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de cette publication, en particulier les membres du groupe d'accompagnement.

Bettina Hitzfeld, division Sols et biotechnologie
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

1 Introduction

1.1 Situation initiale

La présente publication fait partie de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols », qui couvre les aspects essentiels d'un maniement approprié des sols lors de travaux de construction. Cette aide à l'exécution comprend trois modules :

- Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil¹
- Évaluation des sols en vue de leur valorisation²
- Remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols

Avec l'entrée en vigueur de l'ordonnance sur les déchets (OLED) en 2016, une obligation de valoriser les matériaux terreux issus du décapage de la couche supérieure et de la couche sous-jacente du sol est explicitement inscrite dans la législation suisse, si ces matériaux se prêtent à une valorisation de par leurs propriétés (physiques), s'ils sont exempts de polluants et de substances étrangères et s'ils ne contiennent pas d'organismes exotiques envahissants. Le présent module indique la procédure à suivre lors de remodelages de terrain en vue de la revalorisation de sols durant les différentes phases du projet (planification, étude du projet, autorisation, exécution et remise en culture). Il met l'accent sur leur admissibilité en vertu des prescriptions du droit de la protection de l'environnement et de l'aménagement du territoire en vigueur. Si des matériaux terreux décapés sont valorisés, ils doivent, d'un point de vue technique, être réutilisés en tant qu'horizon du sol, de manière à prendre en compte la conservation de cette ressource naturelle précieuse.

Le présent module de l'aide à l'exécution a été élaboré à la demande des services cantonaux chargés de la protection des sols et ne remplace aucune publication existante. Il contribue à la réalisation des objectifs de la Stratégie Sol Suisse (2020)³ adoptée par le Conseil fédéral. Celle-ci fixe l'objectif de zéro consommation nette de sol à l'horizon 2050. Lorsque des constructions sont réalisées, il convient de compenser la perte de fonctions du sol par des revalorisations sur d'autres sites. Il s'agit en premier lieu de reconstituer et de revaloriser les matériaux terreux décapés excédentaires sur des sols dégradés, de telle sorte que ces derniers puissent de nouveau remplir leurs fonctions sur le même lieu.

Les sols remplissent différentes fonctions et fournissent des services d'une importance vitale pour l'être humain et l'environnement. Trois fonctions du sol sont directement liées aux processus écologiques qui se déroulent dans le sol : la fonction d'habitat, la fonction de production et la fonction de régulation. Un remodelage de terrain en vue de la revalorisation des sols doit impliquer la revalorisation d'au moins une fonction écologique du sol. Les divers intérêts liés à différents secteurs de l'environnement (p. ex. biodiversité, climat, forêts, eau), de la

¹ Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil. Sols et chantiers. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2022. L'environnement pratique n° 2112

² Évaluation des sols en vue de leur valorisation. Aptitude des sols à leur valorisation. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2021. L'environnement pratique n° 2112

³ Stratégie Sol Suisse pour une gestion durable des sols. Conseil fédéral suisse, 2020. Info Environnement n° 2018

protection du paysage⁴ et de l'agriculture⁵ doivent alors être pris en considération et conciliés avec les dispositions légales. Du point de vue technique, les sols qui remplissent dans une mesure particulière une ou plusieurs fonctions écologiques ne devraient pas être modifiés par des constructions. Il convient aussi de tenir compte le cas échéant de la fonction d'archivage lors de la revalorisation de sols. La nouvelle approche qui est adoptée dans le présent module de l'aide à l'exécution ne concerne pas uniquement les fonctions du sol. Dans le cadre de la revalorisation des sols, c'est le milieu dans sa globalité qui doit être considéré, car celui-ci fournit de nombreux services qui devraient être conservés en raison des différents intérêts en jeu.

Le chapitre 2 présente les bases légales du droit fédéral qui s'appliquent à la valorisation des matériaux terreux dans le cadre d'un remodelage de terrain. Le chapitre 3 concrétise les bases applicables à l'admissibilité des remodelages de terrain. Le chapitre 4 explique les exigences relatives à la planification et l'étude du projet et à l'exécution des travaux de remodelages de terrain.

1.2 Champ d'application

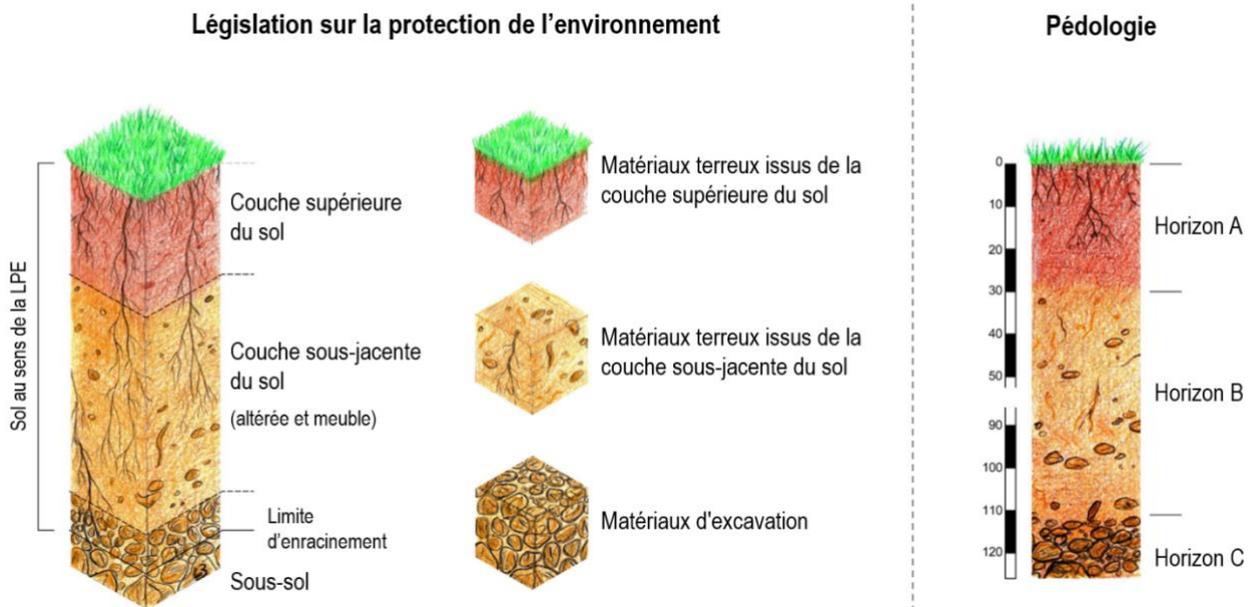
La présente aide à l'exécution porte sur le sol, à savoir la couche supérieure et la couche sous-jacente du sol. La couche supérieure du sol désigne la première couche, riche en matière organique, qui correspond généralement à l'horizon A. La couche sous-jacente, dénommée horizon B en pédologie, rassemble les couches du sol biologiquement moins actives. Dessous se trouve l'horizon C, appelé sous-sol. Conformément à l'art. 7, al. 4^{bis}, 2^e phrase, de la loi sur la protection de l'environnement (LPE), on entend par sol les couches de terre meubles de l'écorce terrestre où peuvent pousser les plantes (couches supérieure et sous-jacente du sol ; cf. figure 1, illustration de gauche). Le sous-sol, qui n'est guère parcouru de racines ni altéré, n'est pas considéré comme faisant partie intégrante du sol.

La figure 1 illustre les différentes définitions du sol. Du point de vue technique, les horizons définis par la pédologie sont déterminants pour fixer l'objectif de remise en état et pour contrôler sa réalisation à l'issue des travaux de construction.

⁴ La revalorisation des fonctions écologiques du sol n'est pas incompatible avec les objectifs de protection du paysage. D'après la conception « Paysage suisse », l'utilisation du territoire vise explicitement, entre autres, la garantie de la pérennité des fonctions du sol et le rétablissement en cas d'atteintes fonctionnelles portées aux domaines du paysage pertinents du point de vue écologique. Cf. Conception « Paysage suisse ». Paysage et nature dans les domaines politiques de la Confédération. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2020. Info Environnement n° 2011, point 2.3 « Principes régissant l'aménagement du territoire », p. 19.

⁵ Une partie importante du paysage est marquée par l'agriculture et revêt une grande importance pour la production alimentaire notamment. Les sols qui contribuent substantiellement à la sécurité de l'approvisionnement de la population sont donc essentiels pour la fonction de production. En outre, comme les zones agricoles servent à sauvegarder les espaces de délasserment et à conserver les ressources naturelles, elles sont primordiales pour la fonction d'habitat et la fonction de régulation. L'agriculture remplit donc de multiples fonctions, tout en devant satisfaire de nombreux intérêts sociaux qui ne sont pas dépourvus de contradictions (cf. Commentaire pratique LAT : Construire hors zone à bâtir. Aemisegger H., Moor P., Ruch A., Tschannen P., 2017. Remarques préliminaires relatives aux articles 16 à 16b. N 42).

Figure 1
Les différentes définitions du sol et le champ d'application de la LPE



La notion de « remodelage de terrain », dans son acception commune, englobe des interventions dans les sols comme les modifications de la configuration du terrain, les nivellements, les comblements ainsi que les remblayages. Les remodelages de terrain au sens de cette aide à l'exécution se réfèrent à des modifications complètes ou partielles de la succession des horizons par apport, mise en place ou décapage de matériaux terreux destinées à revaloriser au moins une fonction écologique du sol. Les remodelages de terrain rendus nécessaires par d'autres intérêts (p. ex. facilitation de l'exploitation agricole, valorisation de matériaux d'excavation [horizon C]) respectent suffisamment l'intérêt de la protection du sol s'ils sont liés à la revalorisation d'au moins une fonction écologique du sol.

2 Bases légales

Le présent module concrétise les exigences du droit fédéral, en particulier sur la protection de l'environnement, qui s'appliquent au remodelage de terrain. Les exigences légales pertinentes pour autoriser les remodelages de terrain se trouvent dans diverses réglementations. Les principales bases légales fédérales déterminantes sont les suivantes :

- loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (loi sur la protection de l'environnement, LPE ; RS 814.01) ;
- ordonnance du 1^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol ; RS 814.12) ;
- ordonnance du 4 décembre 2015 sur la limitation et l'élimination des déchets (ordonnance sur les déchets, OLED ; RS 814.600) ;
- loi fédérale du 22 juin 1979 sur l'aménagement du territoire (loi sur l'aménagement du territoire, LAT ; RS 700) ;
- ordonnance du 28 juin 2000 sur l'aménagement du territoire (OAT ; RS 700.1).

La LPE prévoit que la fertilité du sol doit être conservée à long terme. L'OSol fournit des prescriptions concrètes sur l'utilisation du sol. L'OLED expose des prescriptions fondamentales en matière d'obligation de valoriser et d'aptitude des matériaux terreux décapés à la valorisation. La LAT impose des restrictions concernant l'endroit où ils sont valorisés. L'OAT fixe la manière dont l'autorité compétente doit peser les différents intérêts en présence, éventuellement divergents, dans la procédure d'autorisation de construire (et le cas échéant dans la procédure de planification), par exemple lors de remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols.

Remarque

Les prescriptions ou inventaires des cantons et des communes peuvent eux aussi comprendre des exigences concernant l'admissibilité des remodelages de terrain.

2.1 Classification dans le droit de la protection de l'environnement

Conformément à son art. 1, al. 1, la LPE a pour but de protéger les hommes, les animaux et les plantes, leurs biocénoses et leurs biotopes contre les atteintes nuisibles ou incommodantes, et de conserver durablement les ressources naturelles, en particulier la diversité biologique et la fertilité du sol. Les atteintes qui pourraient devenir nuisibles ou incommodantes seront réduites à titre préventif et assez tôt (art. 1, al. 2, LPE).

Fertilité des sols et fonctions des sols

L'objectif majeur de la protection des sols (art. 33 LPE) est de conserver à long terme la fertilité des sols, c'est-à-dire assurer les conditions indispensables à la capacité de régénération des sols, à la fois naturelle et typique pour sa station⁶. La notion de « fertilité des sols » inclut la préservation de la multifonctionnalité des sols et de leur capacité de régénération. La capacité de production en est une composante, comme la capacité à filtrer et à transformer des substances ou à servir de milieu de vie pour les organismes. Cette interprétation représente un équilibre durable entre la disponibilité et la capacité de renouvellement des ressources naturelles d'une part, et leur utilisation par l'être humain d'autre part⁷.

⁶ Cf. Kommentar zum Umweltschutzgesetz Tschannen P., 1999, 2^e édition, N. 18 s. ad art. 33 (en allemand).

⁷ Cf. Kommentar zum Umweltschutzgesetz. Tschannen P., 1999, 2^e édition, N. 20 ad art. 33 (en allemand).

Prescriptions de la législation sur la protection des sols

Conformément à l'art. 33, al. 2, 1^{re} phrase, 1^{re} partie, LPE, il n'est permis de porter atteinte physiquement à un sol que dans la mesure où sa fertilité n'en est pas altérée durablement. Dans le cas, par exemple, d'une remise en état ou du remodelage d'un terrain, les matériaux terreux doivent être mis en place de sorte que la fertilité du sol en place et celle du sol reconstitué ou intégré ne soient que provisoirement perturbées par des atteintes physiques (art. 7, al. 2, let. a, OSol), et que le sol en place ne subisse pas d'atteintes chimiques et biologiques supplémentaires (art. 7, al. 2, let. b, OSol).

La notion d'« atteinte » a une signification négative. Par conséquent, ne sont considérées comme atteintes physiques portées au sol que les modifications qui détériorent la qualité naturelle du sol à long terme par rapport aux exigences définissant la fertilité du sol. La notion n'inclut pas de mesures d'amélioration de la fertilité du sol⁸. L'art. 5 OSol règle l'évaluation des atteintes portées aux sols. Il n'est pas possible de fixer des valeurs indicatives pour tous les types d'atteintes. En vertu de l'art. 5, al. 2, OSol, si l'on ne dispose pas de valeurs indicatives, comme c'est le cas pour l'évaluation de la revalorisation des sols, il convient d'examiner, au cas par cas, si la fertilité du sol est assurée à long terme sur la base des critères énumérés à l'art. 2, al. 1, OSol. D'après l'art. 2, al. 1, let. a, OSol, le sol est considéré comme fertile s'il présente, pour sa station, une biocénose biologiquement active, une structure, une succession et une épaisseur typiques et qu'il dispose d'une capacité de décomposition intacte.

L'exigence d'absence d'« atteintes supplémentaires » visée à l'art. 7, al. 2, let. b, OSol, ne doit pas être interprétée comme une règle absolue⁹. En ce qui concerne les atteintes chimiques portées aux sols, cela signifie uniquement que la teneur en polluants dans le sol en place ne doit pas augmenter du fait de l'apport de matériaux terreux. Cette exigence est remplie si la teneur en polluants du sol reconstitué est inférieure ou égale à celle du sol en place. Dans le cadre de l'exécution, cette exigence est pertinente pour les atteintes avec des polluants dépassant la valeur indicative tout en restant au-dessous d'un seuil d'investigation. En effet, les matériaux terreux décapés et la surface de réception de ces derniers présentent rarement les mêmes polluants dans les mêmes proportions. Il est toutefois possible, du point de vue de la technique de protection des sols, de tolérer une teneur en polluants ou une atteinte avec d'autres polluants légèrement supérieure pour permettre une valorisation pertinente. En ce qui concerne les atteintes biologiques portées aux sols, l'exigence d'absence d'« atteintes supplémentaires » signifie qu'une atteinte biologique supplémentaire peut toutefois être tolérée si la mise en place du sol englobe une mesure qui conduit à la suppression de cette atteinte (p. ex. une pratique culturale définie).

Prescriptions de la législation sur les déchets

Afin de préserver la précieuse ressource sol, les matériaux terreux issus du décapage de la couche supérieure et de la couche sous-jacente du sol doivent autant que possible être valorisés intégralement s'ils n'ont subi aucune atteinte et s'ils se prêtent à la valorisation prévue (art. 18, al. 1, OLED). De plus, pour les matériaux d'excavation et de percement non pollués devant être valorisés, les modifications de terrain autorisées au sens de l'art. 19, al. 1, let. d, OLED, constituent une possibilité de valorisation. Dans la réalité, la valorisation des matériaux terreux décapés et des matériaux d'excavation a généralement lieu hors de la zone à bâtir.

⁸ Cf. Kommentar zum Umweltschutzgesetz. Tschannen P., 1999, 2^e édition, N. 21 ad art. 33 (en allemand).

⁹ Évaluation des sols en vue de leur valorisation. Aptitude des sols à leur valorisation. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2021. L'environnement pratique n° 2112, point 2.2 « Autres bases légales applicables à la valorisation du sol », p. 12 s.

2.2 Classification dans le droit de l'aménagement du territoire

La séparation entre territoire constructible et territoire non constructible est l'un des principes fondamentaux de l'aménagement du territoire. En outre, la Confédération, les cantons et les communes doivent veiller à une utilisation mesurée du sol (art. 75, al. 1, de la Constitution [Cst. ; RS 101], art. 1, al. 1, 1^{re} phrase, LAT).

Autorisation de construire

En vertu de l'art. 22, al. 1, LAT, aucune construction ou installation ne peut être créée ou transformée sans autorisation de l'autorité compétente. L'autorisation est délivrée si les constructions ou installations – qui incluent également les remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols¹⁰ – sont conformes à l'affectation de la zone et si le terrain est équipé (art. 22, al. 2, LAT). En vertu de l'art. 24 LAT, des autorisations peuvent être délivrées pour de nouvelles constructions ou installations hors de la zone à bâtir si l'implantation de ces constructions ou installations hors de la zone à bâtir est imposée par leur destination (let. a) et si aucun intérêt prépondérant ne s'y oppose (let. b). L'art. 25, al. 2, LAT précise que, pour tous les projets de construction situés hors de la zone à bâtir, il appartient à l'autorité cantonale compétente de décider si ceux-ci sont conformes à l'affectation de la zone ou si une dérogation peut être accordée.

Pesée des intérêts en présence en vertu de l'art. 3 OAT

L'art. 3, al. 1, OAT décrit la méthode de la pesée des intérêts en matière d'aménagement du territoire. Celle-ci prévoit que les autorités disposant d'un pouvoir d'appréciation dans l'accomplissement et la coordination de tâches ayant des effets sur l'organisation du territoire sont tenues de peser les intérêts en présence. Ce faisant, elles déterminent les intérêts concernés (let. a ; en particulier les intérêts de protection et d'utilisation), apprécient au cas par cas ces intérêts notamment en fonction du développement spatial souhaité et des implications qui en résultent (let. b) et, enfin, prennent en considération, dans la mesure du possible, l'ensemble des intérêts concernés (let. c). Dans le cadre de cette procédure en plusieurs étapes, les autorités compétentes examinent quelles possibilités et variantes de solution entrent en ligne de compte (art. 2, al. 1, let. b, OAT). Toutefois, quand les prescriptions légales sont contraignantes, les autorités n'ont pas de pouvoir de décision ou celui-ci est limité (p. ex. concernant les objets d'importance nationale des inventaires fédéraux visés aux art. 5 et 18a de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage [LPN ; RS 451], ou concernant les marais et les sites marécageux mentionnés à l'art. 78, al. 5, Cst.). Pour déterminer si la revalorisation des sols est autorisée dans le cadre d'un remodelage de terrain, les autorités appliquent aussi la méthode de la pesée des intérêts au sens de l'art. 3, al. 1, let. a à c, OAT. Elles exposent leur pondération dans la motivation de leur décision (art. 3, al. 2, OAT).

¹⁰ Cf. arrêt du Tribunal fédéral 1C_580/2021 du 17 juin 2022 consid. 3.1 et 3.4.2.

3 Importance du sol dans l'évaluation des remodelages de terrain

Les sols présentent des caractéristiques très variables et remplissent des fonctions diverses. Les attentes des êtres humains relatives à leur affectation sont tout aussi diverses que ces fonctions. La limitation spatiale du sol et les exigences d'utilisation grandissantes entraînent de plus en plus de conflits d'intérêts. À titre d'exemple, les surfaces agricoles et les forêts doivent expressément servir aussi à maintenir le paysage et les espaces de délasserment¹¹. Afin de conserver toute la multifonctionnalité des sols, ceux-ci doivent être utilisés en priorité aux fins auxquelles ils sont les plus appropriés. Par exemple, les terres arables fertiles doivent demeurer réservées à la production de denrées alimentaires et de fourrage, et les sols situés au-dessus d'importants réservoirs d'eaux souterraines doivent avant tout empêcher la pollution de ces dernières. Pour la promotion de la biodiversité en zone agricole, il faut choisir les terrains offrant le meilleur potentiel en matière de biodiversité, et non les parcelles les moins productives. Toute utilisation peut seulement modifier les propriétés des sols si leurs fonctions ne subissent pas d'atteintes à long terme ou peuvent être restaurées le cas échéant.

3.1 Fonctions des sols

Les sols remplissent plusieurs fonctions en même temps. Cette multifonctionnalité figure dans la définition de la notion de « fertilité du sol » donnée à l'art. 2, al. 1, OSol. La fertilité n'y est pas uniquement décrite comme la capacité de production, mais bien plus comme la capacité des sols à remplir leurs fonctions. Les fonctions du sol sont les services rendus par les sols qui découlent de leurs propriétés et des processus qui s'y déroulent. Elles confèrent aux êtres humains un avantage à la fois direct (p. ex. purification de l'eau potable) et indirect (p. ex. rétention de l'eau). En général, elles ne sont pas indépendantes les unes des autres, par exemple seuls les sols avec une structure et une communauté biologique intactes peuvent à la fois produire des denrées alimentaires et réguler les cycles de matières.

Trois fonctions du sol sont liées aux processus écologiques naturels qui s'y déroulent : les sols sont un fondement de la biodiversité terrestre (fonction d'habitat), ils fournissent des aliments aux êtres humains et aux animaux (fonction de production), ils stockent des nutriments et du carbone, ils stockent et filtrent l'eau, et ils contribuent à la protection contre les crues (fonction de régulation). À cela s'ajoutent trois fonctions socio-économiques qui sont en grande partie indépendantes des processus naturels du sol : les sols renferment des informations par exemple sur les périodes climatiques du passé et sur l'histoire culturelle (fonction d'archivage), ils sont utilisés comme fondement à des constructions (fonction de support) et comme réservoir de matières premières (fonction de source de matières premières)¹². Les trois fonctions écologiques du sol sont pertinentes pour les questions

¹¹ La multifonctionnalité de l'agriculture est notamment mise en évidence à l'art. 104, al. 1, Cst, qui fixe comme objectif une production répondant à la fois aux exigences du développement durable et à celles du marché qui contribue substantiellement à la sécurité de l'approvisionnement de la population, à la conservation des ressources naturelles et à l'entretien du paysage rural, et à l'occupation décentralisée du territoire.

¹² Stratégie Sol Suisse. Pour une gestion durable des sols. Conseil fédéral suisse, 2020. Info Environnement n° 2018. Point 3.1 « Le sol est une ressource précieuse et limitée ». P. 12 ss.

environnementales qui se posent dans le cadre des remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols, et la fonction d'archivage est pertinente lors du choix du site.

Fonctions du sol

- *Fonction d'habitat* : capacité des sols à servir de milieu de vie pour les animaux, les plantes et autres organismes.
- *Fonction de production* : capacité des sols à produire de la biomasse (p. ex. denrées alimentaires, fourrage, bois et fibres).
- *Fonction de régulation* : capacité des sols à réguler les cycles de l'eau, des substances et de l'énergie, à assumer une fonction de filtre et de tampon, et à transformer des substances.
- *Fonction d'archivage* : capacité des sols à conserver des informations sur l'histoire naturelle et culturelle.

Il est possible d'attribuer aux fonctions du sol des sous-fonctions plus détaillées qui peuvent être interprétées et évaluées du point de vue pédologique (cf. annexe A1).

3.2 Protection des sols dans l'objectif de maintenir leurs fonctions

Tout sol non imperméabilisé est en mesure de contribuer au fonctionnement des écosystèmes et est donc en principe digne d'être protégé. C'est pourquoi il faut au moins garantir le maintien des fonctions du sol qui sont indispensables à l'équilibre naturel. Certains sols remplissent dans une mesure particulière des fonctions écologiques et ne peuvent ainsi être revalorisés qu'au prix d'efforts disproportionnés et avec le risque de porter atteinte à d'autres fonctions du sol. Ces sols sont particulièrement précieux et doivent être protégés contre les modifications liées à des constructions. Les sols qui ne sont pas typiques pour leur station (p. ex. sols anthropiques) peuvent eux aussi remplir des fonctions importantes (p. ex. dans le cycle de l'eau, dans la régulation du climat ou en tant que niche écologique). L'accent mis sur les fonctions du sol vise à garantir que même les fonctions de sols qui ne sont pas typiques pour leur station soient aussi conservées à long terme. En outre, la protection des sols contre les modifications peut présenter un intérêt public important parce qu'ils conservent des informations sur l'histoire naturelle et culturelle (fonction d'archivage ; voir point 3.2.4).

3.2.1 Protection dans l'objectif de maintenir la fonction d'habitat

La fonction d'habitat des sols présente un intérêt particulier lorsque les sols sont proches de l'état naturel et non pollués. En règle générale, les sols proches de l'état naturel remplissent de façon optimale leur fonction d'habitat naturel pour les organismes du sol et de base vitale naturelle pour les animaux et les plantes. Les sols présents dans des sites avec des conditions extrêmes (c'est-à-dire les sols engorgés ou à humidité variable, très acides ou pauvres en éléments nutritifs) remplissent usuellement très bien leur fonction d'habitat, car ils permettent l'établissement et le développement de communautés d'organismes du sol et d'associations végétales spécifiques (et possiblement rares).

La protection des sols en raison de leur fonction d'habitat est importante en particulier pour les sols présentant les caractéristiques suivantes :

Fonction d'habitat

- Sols des biotopes dignes de protection énumérés à l'art. 18, al. 1^{bis}, LPN (rives, roselières et marais, associations végétales forestières rares, haies, bosquets, pelouses sèches et autres milieux qui jouent un rôle dans l'équilibre naturel ou présentent des conditions particulièrement favorables pour les biocénoses)
- Sols aux particularités uniques, par exemple sols aux propriétés rares, comprenant des horizons nombreux ou peu épais, avec une grande diversité végétale ou présentant des conditions stationnelles extrêmes (p. ex. sols humides ou à humidité variable, très acides ou pauvres en éléments nutritifs)

3.2.2 Protection dans l'objectif de maintenir la fonction de production

L'agriculture et la sylviculture représentent les groupes d'intérêts les plus importants pour la fonction de production. Ils dépendent de la capacité de production des sols pour nourrir la population, mais aussi pour la production de matières premières (p. ex. bois). Ils peuvent influencer la productivité par leurs modes d'exploitation.

La protection des sols en raison de la fonction de production est importante en particulier pour les sols présentant les propriétés suivantes :

Fonction de production

- Sols intacts typiques de leur milieu qui, du fait de leur aptitude climatique, de l'altitude et de la pente, peuvent faire l'objet d'une exploitation agricole ou sylvicole durable et adaptée aux conditions locales.
- Surfaces d'assolement qui remplissent de manière probante les critères du plan sectoriel des surfaces d'assolement (PS SDA)¹³ et meilleurs sols présentant un niveau de fertilité I avec ≥ 90 points. Pour les régions de montagne¹⁴, le niveau de fertilité III avec ≥ 70 points peut être appliqué par analogie avec le niveau de fertilité I valable pour le Plateau¹⁵.
- Sols en milieu forestier, partout où la forêt est intacte et adaptée aux conditions locales, et où les sols remplissent en général efficacement toutes les fonctions écologiques.

3.2.3 Protection dans l'objectif de maintenir la fonction de régulation

En raison de leurs propriétés, certains sols présentent un potentiel particulier et optimal pour la régulation de divers cycles de matières, la rétention d'eau et l'effet de filtre et de tampon pour des substances. Ils contribuent ainsi de manière marquée à la régulation du climat, la protection contre les crues, la protection des eaux et des eaux souterraines ou encore à la dégradation de substances.

¹³ Chaque canton est tenu de garantir un certain contingent de SDA, déterminé par sa taille et ses conditions géographiques et climatiques. Le nombre de sols fertiles ne doit pas descendre sous un niveau acceptable du point de vue de l'approvisionnement du pays. Les SDA, c'est-à-dire les terres arables convenant le mieux à l'agriculture, doivent donc être conservées. « Conservation » signifie que les contingents cantonaux minimaux définis dans le PS SDA doivent être conservés et non pas que la conservation des SDA doit avoir la priorité sur d'autres objectifs de planification. Il faut conserver les SDA effectives, qui ne doivent pas être entièrement identiques aux surfaces inventoriées comme telles par les cantons selon des méthodes différentes (cf. Commentaire pratique LAT : Construire hors zone à bâtir. Aemisegger H., Moor P., Ruch A., Tschannen P., 2017. Remarques préliminaires relatives aux articles 16 à 16b. N° 38).

¹⁴ Région de montagne au sens de l'art. 1, al. 3, de l'ordonnance sur les zones agricoles (RS 912.1)

¹⁵ Cf. Cartographie et estimation des sols agricoles, cahier de la FAL n° 24. Station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture (FAL, aujourd'hui Agroscope), Zurich-Reckenholz, 1997. Point 11.2 « Les niveaux de fertilité en tant que base d'estimation », p. 11.2-1 ss

La protection des sols en raison de la fonction de régulation est importante en particulier pour les sols présentant les propriétés suivantes :

Fonction de régulation

- Sols profonds, normalement perméables, aux fonctions écologiques intactes, typiques pour la station¹⁶
- Sols avec une forte capacité de rétention d'eau, présentant une activité biologique importante ou un système poral équilibré (pores fins à grossiers)

3.2.4 Protection dans l'objectif de maintenir la fonction d'archivage

À des degrés divers, tous les sols sont des archives. Ceux qui remplissent dans une mesure particulière cette fonction d'archivage de l'histoire naturelle et culturelle ne devraient pas être modifiés.

La protection des sols en raison de la fonction d'archivage est importante en particulier pour les sols présentant les propriétés suivantes :

Fonction d'archivage

- Sols présentant un intérêt scientifique particulier (p. ex. sols qui ont subi un minimum d'altérations par l'être humain, voire aucune, et qui sont donc des témoins fiables de l'évolution de l'environnement et du paysage)
- Sols rares à l'échelle régionale ou suprarégionale
- Sols revêtant une importance particulière pour la connaissance de l'histoire du paysage et du climat ou de la pédogenèse (au sens d'un inventaire géomorphologique et pédogénétique)
- Sols revêtant une importance particulière pour la connaissance de l'histoire de la colonisation humaine ou de l'utilisation du territoire (p. ex. sols des sites archéologiques attestés)

L'annexe A2 du présent module de l'aide à l'exécution répertorie les critères permettant de déterminer les sols qui remplissent dans une mesure particulière la fonction d'archivage de l'histoire naturelle et culturelle. Pour leur localisation et leur détermination, les géoportails des cantons constituent des sources de données fiables (p. ex. inventaires des géotopes, inventaires des sites archéologiques connus)¹⁷.

Remarque

Les sols qui remplissent dans une mesure particulière la fonction d'archivage doivent être documentés sous forme de liste, ou mieux, si les bases de données sont appropriées, sous forme de cartes, et éventuellement visualisés et localisés spatialement dans des systèmes d'information.

¹⁶ Les sols drainés ne contribuent que faiblement au renouvellement des eaux souterraines et à la rétention d'eau (protection contre les crues). En outre, la fonction de régulation est fortement influencée par la profondeur du drainage. L'influence du drainage sur la capacité des sols à remplir leurs fonctions devrait être évaluée au cas par cas.

¹⁷ Autres sources de données possibles : www.geocat.ch ou www.geodienste.ch

3.3 Revalorisation des fonctions écologiques du sol

Un remodelage de terrain en vue de la revalorisation des sols doit impliquer la revalorisation d'au moins une fonction écologique du sol. Le choix doit être effectué en fonction de la nature et du niveau de l'atteinte actuelle aux fonctions écologiques du sol ou, le cas échéant, sur la base des exigences relatives à l'utilisation envisagée. L'annexe A3 du présent module de l'aide à l'exécution répertorie les types de remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols et les illustre par des exemples d'applications possibles.

3.3.1 Revalorisation de la fonction d'habitat

Le rétablissement ou la revalorisation de la fonction d'habitat vise à restaurer ou améliorer le milieu de vie des organismes du sol (animaux, plantes, micro-organismes). La revalorisation contribue à favoriser la diversité biologique. Les mesures de revalorisation de la fonction d'habitat doivent permettre d'améliorer les conditions nécessaires à la préservation de la diversité biologique aussi bien au sein des horizons que pour la végétation et les organismes à la surface du sol.

3.3.2 Revalorisation de la fonction de production

Le rétablissement ou la revalorisation de la fonction de production doit permettre d'améliorer les caractéristiques du sol indispensables à une capacité de production élevée. Les mesures de revalorisation de la fonction de production ont pour but d'optimiser le régime hydrique ou d'augmenter la profondeur du sol. Les propriétés de la couche arable des sols agricoles peuvent aussi être améliorées par la mise en place de matériaux terreux décapés.

3.3.3 Revalorisation de la fonction de régulation

S'agissant des propriétés de filtre et de tampon d'un sol, la mise en place de matériaux terreux améliore à moyen terme la capacité de sorption des nutriments et des polluants et restaure ou revalorise cette fonction de régulation. L'ajout des matériaux terreux peut aussi augmenter la capacité de rétention d'eau, étendre la zone de filtration menant aux eaux souterraines ou réduire la dégradation de la matière organique dans les sols organique (stockage de CO₂).

3.4 Adéquation du site pour des revalorisations des sols

Lors de la restauration ou de la revalorisation de sols, les propriétés de ces derniers doivent être conformes à l'affectation prévue et à une utilisation durable. Les sols qui remplissent déjà largement leurs fonctions écologiques et ceux qui devraient être protégés en raison de leur fonction d'archivage (voir point 3.2) ne doivent pas être retenus comme des sites pour des remodelages de terrain.

3.4.1 Sols dégradés

Il convient généralement d'envisager les remodelages de terrain sur des sols dont les fonctions écologiques ont été altérées par l'être humain (p. ex. remises en état et remodelages de terrain préalables insatisfaisants, sols chargés de polluants) ou qui ont été altérés par des événements extrêmes (p. ex. crues ou glissement de terrain). La priorité doit donc être donnée à la revalorisation de sols dégradés, aux fonctions écologiques perturbées¹⁸.

¹⁸ En vertu du principe 7 du PS SDA du 8 mai 2020, les cantons avaient jusqu'à fin mai 2023 pour désigner les sols qui entrent en ligne de compte pour une revalorisation ciblant la capacité de production agricole (fonction de production). Les offices fédéraux du développement territorial (ARE), de l'agriculture (OFAG) et l'OFEV ont mis à

3.4.2 Sols intacts pouvant être sensiblement améliorés pour l'utilisation envisagée

Dans des cas particuliers dûment motivés, les remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols entrent également en considération sur des sols dont les fonctions écologiques peuvent être sensiblement améliorées pour l'utilisation envisagée dans l'espace paysager en question. La nécessité et l'intérêt prépondérant du projet sont à exposer.

4 Exigences de la planification à la remise en culture

Comme bien d'autres projets de construction, les remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols passent par la planification, l'étude du projet, l'autorisation, la réalisation et la remise en exploitation des sols après leur remise en culture¹⁹. Les explications suivantes donnent un aperçu des phases du projet ainsi que des étapes d'investigation et des données nécessaires pour prendre des décisions appropriées.

L'annexe A4 contient un schéma présentant le déroulement possible de l'évaluation de sites destinés à un remodelage de terrain en vue d'une revalorisation. Il aide les acteurs concernés à traiter systématiquement les questions déterminantes qui se posent lors de projets de revalorisation de sols, afin que toutes les investigations nécessaires soient disponibles de façon ordonnée à la fin de la phase de l'étude du projet et que l'autorité de décision puisse ainsi examiner l'admissibilité de ce dernier et procéder le cas échéant à une pesée des intérêts en présence.

4.1 Phases de planification et d'étude du projet

Une fois que l'objectif de revalorisation²⁰ d'une revalorisation des sols est fixé, la phase de planification et d'étude du projet commence. Les responsables de projet doivent établir les bases nécessaires à l'examen par les autorités compétentes. Les bases techniques à élaborer durant la phase de planification et d'étude du projet de construction pour que les autorités compétentes puissent l'évaluer et l'autoriser le cas échéant figurent au chapitre 3 « Gestion des sols spécifique au projet » du module « Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil » de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols ».

4.1.1 Phase de planification

Dans le cadre de la phase de planification d'un remodelage de terrain, des investigations sont nécessaires en particulier pour déterminer l'adéquation du site (voir point 3.4) et l'état initial. Pour cette phase, s'il n'y a pas d'autres intérêts en présence, une restauration ou revalorisation de fonctions écologiques sur des sites dont les sols présentent des fonctions dégradées (p. ex. par des interventions humaines ou par un événement extrême) est en règle générale admissible du point de vue technique. S'il est envisagé de revaloriser les fonctions de sols intacts, il est en outre nécessaire de prouver que le remodelage de terrain prévu répond à un besoin ainsi qu'à un intérêt prépondérant. Une revalorisation de sols ne peut avoir pour seul objectif l'élimination de matériaux d'excavation minéraux (horizon C).

¹⁹ Cf. Sols et constructions. État de la technique et des pratiques. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2015. Connaissance de l'environnement n° 1508, chapitre 2 « Planification des mesures de protection des sols », p. 38 ss

²⁰ L'« objectif de revalorisation » est un objectif supérieur au vu de la fonction écologique du sol sélectionnée. L'« objectif d'utilisation » se réfère p. ex. à un objectif agronomique ou portant sur la composition de la végétation. L'« objectif de remise en état » correspond à la succession des horizons qui en découle.

Dans le cadre de la planification d'un remodelage de terrain en vue de la revalorisation des sols, il convient en particulier de mener les investigations suivantes :

Investigations lors de la phase de planification

- Détermination des intérêts en présence (p. ex. par la consultation des bases cartographiques existantes sur les sols, l'agriculture, les milieux naturels, les valeurs naturelles, l'aménagement du territoire, les forêts, l'archéologie)
- Collecte d'informations pédologiques (propriétés pédologiques, atteintes portées aux sols, état des sols), évaluation des fonctions écologiques du sol et prise en considération de la fonction d'archivage
- Relevés concernant les habitats et la végétation
- Investigations relatives à d'autres composantes du projet (p. ex. ouvrages techniques tels que des drainages ou un réseau de chemins)
- Indication de projets tiers s'ils peuvent être pertinents pour le projet de construction

Détermination, évaluation et pesée des intérêts concernés et examen de possibilités et variantes de solution

Les responsables de projet déterminent tous les intérêts concernés par le projet concret qui sont pertinents du point de vue juridique, technique et temporel. Il peut s'agir d'intérêts aussi bien publics que privés. Les intérêts doivent être exposés et évalués au cas par cas. Sur cette base, les responsables de projet procèdent à une évaluation complète de l'adéquation du site, et examinent et documentent des possibilités et variantes de solution. Dans le cadre de l'examen des possibilités et variantes de solution, le projet doit être optimisé pour le site choisi de telle sorte qu'il soit le plus compatible possible avec les intérêts concernés (p. ex. par un redimensionnement adéquat du projet).

Dès le début et tout au long de la procédure, des sites de substitution et des variantes permettant de réduire au minimum les interventions sur les sols intacts sont à prendre en compte pour la décision. Les revalorisations de sols intacts requièrent une pesée des intérêts particulièrement rigoureuse entre les différents besoins par les autorités compétentes, sachant que ces interventions sont généralement irréversibles en raison de l'homogénéisation des propriétés pédologiques variables à petite échelle et qu'une revalorisation effective n'est pas toujours garantie (p. ex. transfert des atteintes). D'un point de vue technique, les sols intacts ne devraient être utilisés que si la nécessité de leur utilisation peut être démontrée et s'il existe un intérêt prépondérant.

Collecte d'informations pédologiques et relevés concernant les habitats

Les informations pédologiques existantes et les nouvelles données recueillies dans le cadre de la planification servent de base à l'étude du projet de revalorisation des sols. Lors de la planification, les propriétés pédologiques et les atteintes portées aux sols sont interprétées, les milieux naturels sont évalués²¹ et la future utilisation est fixée. En outre, les conséquences d'une revalorisation des sols doivent être décrites et évaluées au vu des fonctions écologiques du sol (fonction d'habitat, fonction de production et fonction de régulation), afin que la réalisation des objectifs puisse être contrôlée après l'achèvement de la revalorisation. À titre d'exemple, l'annexe A1 du présent module de l'aide à l'exécution énumère des critères à l'aide desquels les fonctions écologiques du sol peuvent être évaluées au cas par cas.

²¹ Pour l'évaluation de milieux naturels, cf. Reconstitution et remplacement en protection de la nature et du paysage. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP ; aujourd'hui Office fédéral de l'environnement, OFEV), 2002. Guides de l'environnement n° 11.

Dans de nombreux cas, la mise en œuvre correcte des exigences du droit de l'environnement n'est assurée que si des personnes qualifiées les intègrent aux projets concernés suffisamment tôt et de manière appropriée. Dans les domaines qui touchent au maniement approprié du sol, ces tâches sont généralement accomplies par un spécialiste responsable de la protection des sols sur les chantiers²². Son implication dès les études préliminaires facilite la prise en compte en temps voulu (c.-à-d. conforme à la phase) des besoins et des mesures (optimisations) pertinents pour la protection des sols.

4.1.2 Phase d'étude du projet

L'état initial est exposé durant la phase d'étude du projet. Du point de vue technique, il faut notamment élaborer les bases suivantes, définir les objectifs et les documenter dans un concept de gestion des sols.

Objectif de la phase d'étude du projet

- Justification de l'adéquation du site et de l'objectif d'utilisation, avec prise en considération de tous les intérêts concernés
- État pédologique initial, déficits existants et potentiel de revalorisation des fonctions du sol
- État pédologique cible au regard de la succession des horizons (objectif de remise en état) et des fonctions du sol (objectif de revalorisation) avec prise en considération de tous les intérêts concernés
- Déroulement de la construction et phasage (calendrier, fenêtre temporelle pour l'exécution)
- Périmètre du projet de construction et, le cas échéant, autres périmètres partiels, mesures accessoires de construction
- Gestion des installations et dessertes temporaires
- Bilan volumique et qualité du sol nécessaire (p. ex. propriétés pédologiques, atteintes portées au sol)
- Future configuration du terrain
- Mesures de maniement approprié du sol et de protection des sols en place
- Mesures de remise en culture et d'entretien²³
- Mesures spécifiques pour les autres domaines de l'environnement (p. ex. milieux naturels et espèces)
- État cible des ouvrages techniques (p. ex. drainages ou réseau de chemins)
- Compétences et fonction des personnes impliquées (dans la mesure où elles sont connues), élaboration de cahiers des charges pour la ou les directions spécialisées des travaux

Lors de la définition de l'objectif de revalorisation, l'historique de l'utilisation et les atteintes possibles existantes (p. ex. compaction, érosion, atteinte causée par des polluants, des substances étrangères ou des organismes exotiques envahissants) ayant conduit à une dégradation des fonctions écologiques du sol doivent être pris en considération au cas par cas. Il doit s'agir d'une évaluation pédologique tenant compte de la situation concrète, et non d'une justification globale pour des atteintes possibles (résultant p. ex. d'une exploitation agricole spécifique).

²² Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil. Sols et chantiers. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2022. L'environnement pratique n° 2112, point 3.5 « Suivi pédologique par des spécialistes de la protection des sols sur les chantiers (SPSC) », p. 16 s.

²³ Mesures d'entretien spécifiques de courte durée pour atteindre l'objectif de végétalisation (p. ex. de certains types de végétation). Un travail typique des soins durant le développement est l'élimination de la végétation concurrente, des adventices ou des espèces exotiques envahissantes.

4.2 Phase de décision

Durant la phase de décision, les autorités compétentes examinent les résultats de la planification et de l'étude du projet. L'autorité de décision compétente doit effectuer une pesée des intérêts complète dans le cadre de la procédure d'autorisation.

Obligation d'obtenir une autorisation et autorisation de construire

Par principe, tout remodelage de terrain est soumis à autorisation²⁴. L'objectif est d'identifier en temps voulu les effets néfastes et indésirables des remodelages de terrain prévus afin de pouvoir les éviter. Une demande d'autorisation de construire fournit les éléments nécessaires pour statuer sur l'admissibilité de la revalorisation des sols. Du point de vue technique, deux aspects priment lors de cette évaluation :

- la revalorisation d'au moins une fonction écologique du sol (voir point 3.3) et
- l'adéquation du site (voir point 3.4).

Si la demande aboutit à une autorisation, les conditions suivantes sont en général imposées :

Conditions typiques

- Conditions relatives à l'objectif de remise en état du sol et à la vérification technique (indicateurs concrets)
- Conditions en rapport avec d'autres domaines environnementaux ou intérêts (p. ex. concernant le type de végétation)
- Le cas échéant, prescription d'un soutien technique (p. ex. par un spécialiste responsable de la protection des sols sur les chantiers²⁵)
- Exigences relatives à la remise en culture

Pesée des intérêts

La pesée des intérêts est une méthode de prise de décision appliquée à des cas particuliers. Au préalable, l'intérêt prépondérant à la réalisation du projet prévu de même que sa nécessité doivent être démontrés. La pesée des intérêts fondée sur l'art. 3 OAT met l'accent sur les besoins de différents domaines de l'environnement (p. ex. sol, biodiversité, climat, forêt, eaux), de la protection du paysage ainsi que de l'agriculture, qui doivent, le cas échéant, être pris en considération de façon adéquate. La pesée des intérêts en présence comporte les étapes suivantes (cf. art. 3, al. 1, OAT) :

- détermination des intérêts pertinents concernés ;
- appréciation de ces intérêts ;
- pesée des intérêts déterminés et appréciés ;
- optimisation du projet au vu des intérêts déterminés et appréciés.

Dans le cadre de la planification et de l'étude du projet, les responsables de projet doivent déterminer et exposer tous les intérêts concernés, qui peuvent être aussi bien publics que privés. En outre, l'examen des possibilités et variantes de solution doit être suffisamment documenté dans la demande d'autorisation de construire (cf. art. 3, al. 2, OAT). Les intérêts déterminés sont à exposer au cas par cas.

²⁴ Des exceptions sont faites pour des projets de petite envergure, qui sont régies de différentes manières au niveau cantonal.

²⁵ Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil. Sols et chantiers. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2022. L'environnement pratique n° 2112, point 3.5 « Suivi pédologique par des spécialistes de la protection des sols sur les chantiers (SPSC) », p. 16 s.

L'autorité de décision examine si tous les intérêts pertinents dans le cas concret ont été pris en considération et bien pondérés et si l'examen de possibilités et variantes de solution a été réalisé de manière correcte et suffisamment approfondie. Ce faisant, elle examine en quoi et dans quelle mesure les différents intérêts sont touchés par le projet à évaluer (ou par ses variantes le cas échéant). Elle apprécie également les intérêts qui ont été déterminés en se demandant quelle importance accorder à chaque intérêt dans le cas concret et dans quelle mesure un intérêt doit primer les autres. Lors de la pondération effectuée dans le cadre de la pesée des intérêts en présence, elle tient compte des prescriptions légales (p. ex. objets protégés en vertu des art. 5 et 18a, LPN, qui sont soumis à la pesée des intérêts qualifiée, conservation de la forêt [art. 3 et 5 de la loi sur les forêts, LFo ; RS 921.0], protection des SDA [art. 30 OAT], protection des eaux [art. 19 ss de la loi fédérale sur la protection des eaux, LEaux ; RS 814.20]).

L'autorité de décision pèse au cas par cas tous les intérêts déterminés et appréciés, et optimise le projet en fonction de ces intérêts. Elle prend en considération, dans la mesure du possible, l'ensemble des intérêts concernés. Une pesée des intérêts complète ne doit pas forcément déboucher sur une solution de compromis. L'autorité de décision dispose en l'occurrence d'une certaine marge d'appréciation qui lui est conférée par le droit matériel, et qui lui permet en fin de compte d'effectuer une pesée des intérêts. Elle doit dans tous les cas exposer la façon dont elle a exercé son pouvoir d'appréciation.

4.3 Phase d'exécution et remise en culture

La phase d'exécution débute par la préparation des sols en place (p. ex. enherbement) et se termine lors du début de la remise en culture, une fois que l'ensemble du projet de construction est achevé. La remise en culture se poursuit jusqu'à ce que l'objectif de remise en état soit atteint²⁶.

4.3.1 Phase d'exécution

Le projet est réalisé au cours de la phase d'exécution. Si, durant celle-ci, des dérogations au projet autorisé sont nécessaires, les modifications à apporter doivent être soumises en temps voulu à l'approbation de l'autorité compétente.

Exécution appropriée

Pendant l'exécution, la personne qualifiée éventuellement sollicitée (p. ex. spécialiste responsable de la protection des sols sur les chantiers) conseille et soutient en règle générale le maître d'ouvrage et la direction des travaux afin de garantir que les exigences juridiques et techniques (p. ex. charges ou conditions) sont respectées et que les matériaux terreux apportés répondent aux exigences nécessaires du point de vue physique, chimique et biologique pour atteindre l'objectif de remise en état.

En règle générale, la succession naturelle des horizons du sol doit être respectée (les matériaux terreux de la couche supérieure sont utilisés pour reconstituer la couche supérieure et les matériaux terreux de la couche sous-jacente, pour la couche sous-jacente). S'il est prévu de mettre en place des matériaux terreux de la couche sous-jacente du sol (horizon B) ou des matériaux d'excavation (horizon C), un décapage de la couche supérieure du sol ou des couches supérieure et sous-jacente du sol est à prévoir ainsi qu'un entreposage temporaire des matériaux terreux décapés. Afin que le sol ne soit que provisoirement perturbé par des atteintes physiques et ne

²⁶ Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil. Sols et chantiers. Office fédéral de l'environnement. L'environnement pratique n° 2112. Point 4.7 « Remise en culture ». P. 31 ss

subisse pas d'atteintes chimiques et biologiques supplémentaires, les propriétés des matériaux terreux apportés et les atteintes possibles à ces derniers doivent être connues au préalable (cf. art. 7, al. 2, OSol). Si des matériaux terreux sont apportés d'ailleurs pour une revalorisation des sols, leur aptitude doit être évaluée. Cette évaluation se déroule en général sur le lieu de décapage des matériaux terreux (lieu d'enlèvement). L'examen porte sur les propriétés physiques (propriétés pédologiques), sur la teneur en polluants et en substances étrangères et sur la présence d'organismes exotiques envahissants ou d'autres espèces indésirables²⁷.

Exigences relatives aux propriétés pédologiques

Les propriétés pédologiques des matériaux terreux apportés doivent contribuer à la réalisation de l'objectif de revalorisation des sols et être compatibles avec les objectifs fixés. La réussite d'une revalorisation des sols est avant tout déterminée par les propriétés physiques et chimiques des couches de sol reconstituées.

Il faut renoncer à utiliser des substrats artificiels lors des remises en état, en particulier pour des sols prévus pour produire des denrées alimentaires et du fourrage (y c. jardins) ou situés dans des forêts et dans des zones de protection des eaux souterraines S. Généralement, ces substrats artificiels sont peu structurés et ne présentent pas les qualités requises pour un remodelage de terrain en vue de la revalorisation des sols (p. ex. faible capacité de rétention d'eau, érodibilité accentuée).

Exigences relatives à la teneur en polluants

Dans le cadre de la revalorisation des sols, les matériaux terreux décapés doivent être utilisés pour reconstituer un sol de sorte que le sol en place ne subisse pas d'atteintes chimiques supplémentaires (art. 7, al. 2, let. b, OSol). Si les matériaux terreux respectent les valeurs indicatives qui figurent aux annexes 1 et 2 de l'OSol, leur valorisation (art. 18, al. 1, let. b, OLED) n'est pas soumise à d'autres restrictions concernant les atteintes chimiques (charge polluante). Il faut toutefois noter qu'il n'est guère judicieux sur le plan technique de mettre en place des matériaux terreux non pollués au sens de l'OSol (charge polluante \leq valeur indicative) sur un sol dont la charge polluante dépasse le seuil d'investigation. La pollution serait redistribuée jusqu'à l'horizon de surface par la bioturbation. En outre, le fait de recouvrir des sols pollués avec des matériaux terreux non pollués ne constitue pas un assainissement au sens de la législation sur la protection des sols, étant donné que les valeurs indicatives, les seuils d'investigation et les valeurs d'assainissement s'appliquent à l'ensemble du sol potentiellement parcouru par les racines.

Si les matériaux terreux décapés affichent une teneur en polluants supérieure à la valeur indicative déterminante mais restent au-dessous du seuil d'investigation, il est autorisé de les valoriser sur une surface présentant déjà une pollution chimique analogue (cf. art. 7, al. 2, let. b, OSol). Dans la pratique, les matériaux terreux décapés et la surface de réception de ces derniers présentent rarement les mêmes polluants dans les mêmes proportions. Dans un tel cas, il est toutefois possible, d'un point de vue technique, de tolérer une teneur en polluants ou une atteinte avec d'autres polluants légèrement supérieure pour permettre une valorisation. En outre, une valorisation des matériaux terreux à un autre endroit que le lieu d'enlèvement n'est autorisée que si les valeurs limites pour les substances organiques qui risquent de polluer les eaux figurant à l'annexe 3, ch. 1, let. c, OLED (par analogie) sont respectées²⁸.

²⁷ Évaluation des sols en vue de leur valorisation. Aptitude des sols à leur valorisation. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2021. L'environnement pratique n° 2112, chapitre 3 « Bases de l'évaluation en vue d'une valorisation », p. 15 ss

²⁸ Évaluation des sols en vue de leur valorisation. Aptitude des sols à leur valorisation. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2021. L'environnement pratique n° 2112, annexe A2-1 « Valeurs permettant d'évaluer l'obligation de valoriser le sol au regard de la pollution chimique », tableau 5 « Valeurs limites pour les substances organiques qui risquent de polluer les eaux permettant d'évaluer l'obligation de valoriser lorsque l'OSol ne fixe aucune valeur (valeurs limites prévues à l'annexe 3, ch. 1, let. c, OLED par analogie) », p. 32.

Les matériaux terreux dont la teneur en polluants dépasse le seuil d'investigation ne peuvent en principe pas être valorisés²⁹. Si le sol contient des polluants (substances naturelles ou artificielles) pour lesquels aucun seuil d'investigation ne figure dans l'OSol, l'art. 5, al. 3, OSol précise qu'il convient d'évaluer, au cas par cas, si l'atteinte portée à un sol menace la santé des êtres humains, des animaux et des plantes.

Exigences relatives à la teneur en substances étrangères

Dans le cadre de revalorisations des sols, il est autorisé de valoriser les matériaux terreux si leur poids est constitué au moins à 99 % d'éléments naturels (éléments minéraux tels que l'argile, le limon, le sable, le gravier et les cailloux, de même que des éléments organiques issus de la formation du sol et de son exploitation) et que le reste est constitué de déchets de chantier minéraux et contient tout au plus des débris isolés de substances étrangères non problématiques (p. ex. plastique ou métal). Si leur poids est constitué de moins de 99 % d'éléments naturels, les matériaux terreux décapés ne conviennent pas à la revalorisation des sols (cf. annexe 3, ch. 1, let. a et b, OLED).

Exigences relatives aux organismes exotiques envahissants présents dans les matériaux terreux

Dans le cadre de la revalorisation des sols, les matériaux terreux décapés doivent être mis en place pour reconstituer un sol de sorte que le sol en place ne subisse pas d'atteintes biologiques supplémentaires (art. 7, al. 2, let. b, OSol). Si les matériaux terreux apportés contiennent des organismes exotiques envahissants – dans la pratique, il s'agit surtout de plantes ou de leurs parties aptes à la reproduction³⁰ –, la valorisation du sol contaminé n'est autorisée que si une mesure dont il est prouvé qu'elle empêche toute nouvelle propagation de l'organisme (p. ex. pratiques culturales définies) est mise en œuvre sur le site de la valorisation (art. 15, al. 3, de l'ordonnance sur la dissémination dans l'environnement [ODE ; RS 814.911])³¹. En présence d'*Ambrosia artemisiifolia*, la valorisation n'est pas autorisée (art. 110, al. 4, de l'ordonnance sur la santé des végétaux [OSaVé ; RS 916.20] en relation avec l'art. 5, al. 1, let. b, et l'annexes 6 de l'ordonnance sur la protection des végétaux [OPV ; RO 2010 6167])³². La valorisation de sols contenant des organismes nuisibles indigènes (p. ex. adventices problématiques apparaissant localement) nécessite toujours une évaluation au cas par cas.

Obligation d'informer

Si les matériaux terreux décapés présentent une teneur en polluants supérieure à une valeur indicative figurant dans les annexes 1 et 2 OSol, si la proportion de déchets de chantier minéraux est supérieure à 1 % en poids, si des substances étrangères sont présentes en quantité ou si la présence de parties aptes à la reproduction d'organismes exotiques envahissants a été établie, le sol ne se prête qu'à une valorisation restreinte. Le remettant doit signaler l'atteinte au preneur. Le signalement requiert la forme écrite, pour des raisons de traçabilité et de moyen de preuve ultérieure.

²⁹ Les cas exceptionnels dans lesquels il est possible de valoriser, sur le lieu de l'enlèvement, des matériaux terreux dont les teneurs en polluants dépassent le seuil d'investigation déterminant selon l'OSol sont définis dans le module de l'aide à l'exécution Évaluation des sols en vue de leur valorisation. Aptitude des sols à leur valorisation. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2021. L'environnement pratique n° 2112. P. 19 s.

³⁰ Pour connaître les espèces végétales pertinentes, voir : Évaluation des sols en vue de leur valorisation. Aptitude des sols à leur valorisation. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2021. L'environnement pratique n° 2112, point 3.4.1 « Évaluation de l'obligation de valoriser le sol au regard des organismes exotiques envahissants », tableau 2 « Liste des espèces végétales exotiques envahissantes pertinentes au regard de l'art. 18, al. 1, let. c, OLED issue de l'annexe 2, ch. 1, ODE et de la Liste Noire de la fondation Info Flora », p. 23.

³¹ La manière dont les matériaux terreux décapés et contaminés par des plantes exotiques envahissantes peuvent être valorisés ailleurs fait l'objet de recommandations du Cercle Exotique sur le « Maniement des matériaux terreux issus du décapage de sols contaminés par des plantes exotiques envahissantes dans le sens de l'annexe 2 de l'ODE. Version 2.0. État au 29 mars 2016. ».

³² Pour *Ambrosia artemisiifolia* L., les dispositions concernant les adventices particulièrement dangereuses selon l'ancien droit restent valables jusqu'au 31 décembre 2027 (conformément à l'OSaVé).

Réception de l'ouvrage pour les sols remis en place et les sols reconstitués

Une fois les travaux exécutés, le résultat doit être contrôlé sur place et une décision doit être prise quant à la conclusion de la phase d'exécution du projet de construction³³.

4.3.2 Remise en culture

Dans la plupart des cas, les sols remis en place et les sols reconstitués n'ont qu'une portance très limitée, ce qui fait qu'ils ne peuvent guère être repris pour une exploitation normale. Une remise en culture qui ménage le sol et des mesures spécifiques de mise en culture des surfaces remises en état doivent être convenues. Au regard des fonctions écologiques du sol, la remise en culture vise à ce que le sol puisse se stabiliser et se restructurer et que le système poral puisse se développer de nouveau. Le sol remis en état doit être exploité de manière particulièrement respectueuse des sols pendant la remise en culture. Des informations détaillées relatives à la gestion des sols pendant la remise en culture figurent au point 4.7 « Remise en culture » du module « Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil » de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols ».

Suivant l'objectif d'utilisation, le travail du sol peut être associé à un entretien de croissance et de développement pour les semis et les plantations. Cela est pertinent en particulier lorsque la remise en état vise non pas une utilisation agricole intensive, mais une exploitation extensive, axée sur des espèces végétales spécifiques.

Réception finale des sols remis en place et des sols reconstitués

À l'issue de la remise en culture, il faut examiner si les obligations liées à l'autorisation ont été respectées³⁴. Dès que l'objectif de remise en état est atteint, le sol peut être exploité normalement.

³³ Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil. Sols et chantiers. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2022. L'environnement pratique n° 2112, point 3.6 « Réception », p. 17

³⁴ Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil. Sols et chantiers. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2022. L'environnement pratique n° 2112, point 3.6 « Réception », p. 17

Annexe

A1 Caractérisation et évaluation des fonctions écologiques du sol

L'évaluation des fonctions écologiques du sol peut aider par exemple à fixer l'objectif de revalorisation ou à contrôler la réalisation des objectifs d'un remodelage de terrain en vue de la revalorisation des sols. Elle doit être axée sur la multifonctionnalité des sols. Pour pouvoir évaluer et comparer les fonctions du sol avant et après le remodelage d'un terrain, il est nécessaire d'avoir des informations sur les propriétés pédologiques, sur les caractéristiques du site et sur les effets de l'exploitation.

Les fonctions écologiques du sol peuvent être décrites par leurs sous-fonctions et appréciées à l'aide de critères fondés sur les propriétés pédologiques. Le tableau 1 propose des critères d'évaluation correspondants.

Tableau 1

Caractérisation des fonctions écologiques du sol et critères possibles pour les évaluer

Les mentions des sous-fonctions et de leurs critères ne sont pas exhaustives, des sols peuvent encore remplir d'autres sous-fonctions.

Fonctions et sous-fonctions du sol	Critères d'évaluation possibles
<p>Fonction d'habitat Les sols servent d'habitat pour les organismes du sol et de milieu de vie pour les animaux et les plantes. La biodiversité du sol, la capacité de régénération des communautés biologiques du sol et l'action conjointe des différents organismes sont complexes, et les relations avec les propriétés pédologiques ne sont pas toutes connues.</p>	
<p>Habitat pour les organismes du sol Les organismes qui vivent dans le sol exercent une influence considérable sur la structure du sol et, par conséquent, sur son régime de l'air et de l'eau. De par leur activité et la minéralisation de la matière organique, ils contribuent aussi à l'approvisionnement des plantes en éléments nutritifs ou à la transformation des polluants organiques. Les services que fournissent les organismes du sol constituent une base indispensable pour les sols.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Grande diversité et interaction des groupes fonctionnels d'organismes • Adéquation du site pour des communautés d'organismes du sol rares et particulièrement diversifiées • Sols proches de l'état naturel, aux propriétés rares
<p>Milieu de vie pour les plantes Le sol constitue la base physique et nutritive des plantes (enracinement). En fonction des conditions géomorphologiques et climatiques, du régime hydrique et du bilan nutritif, il est propice au développement d'une formation végétale donnée.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adéquation du site pour le développement de formations végétales particulièrement diversifiées (p. ex. mosaïque de plusieurs types de milieux naturels) • Adéquation du site pour le développement de formations végétales spécifiques (sites aux conditions extrêmes, p. ex. ils sont engorgés ou leur humidité est variable, ils sont très acides ou pauvres en éléments nutritifs) • Sols proches de l'état naturel, aux propriétés rares

Tableau 1 (suite)

Caractérisation des fonctions écologiques du sol et critères possibles pour les évaluer

Les mentions des sous-fonctions et de leurs critères ne sont pas exhaustives, des sols peuvent encore remplir d'autres sous-fonctions.

Fonctions et sous-fonctions du sol	Critères d'évaluation possibles
<p>Fonction de production</p> <p>Le sol constitue la base de la production agricole et sylvicole. La qualité et la quantité des produits dépendent des propriétés du sol. Une capacité de production à long terme du sol requiert une exploitation adaptée au site et une utilisation durable qui favorise la vie dans le sol et contribue ainsi à la conservation de ses fonctions écologiques. Si les terres agricoles peuvent être fortement affectées par l'exploitation et les changements d'usages, les sols forestiers, en raison de la protection légale des forêts, subissent moins de modifications.</p>	
<p>Production agricole</p> <p>Les sites présentant de bonnes propriétés pédologiques du point de vue agronomique revêtent une importance décisive dans la production alimentaire pour garantir une quantité de denrées nécessaires par rapport au taux d'approvisionnement actuel^{a)}.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aptitude agricole du site (p. ex. pour les grandes cultures ou pour l'exploitation des prairies) • Restrictions pour la production agricole (p. ex. nature et ampleur des différentes atteintes)
<p>Production sylvicole</p> <p>Souvent proches de leur état naturel, les sols forestiers possèdent généralement une structure intacte, un taux de matière organique élevé et des communautés biologiques spécifiques. Ces propriétés sont essentielles à l'approvisionnement en bois, matière première renouvelable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Niveaux de capacité de production sylvicole et pointage des sols^{b)} • Intérêts définis dans le cadre de la planification forestière (fonctions protectrice, sociale et économique)
<p>Fonction de régulation</p> <p>Par infiltration, un sol intact absorbe une part importante des précipitations, ce qui réduit la montée du niveau des eaux et l'occurrence des crues. En tant que réservoir d'eau, le sol remplit une fonction importante dans la régulation du microclimat local (p. ex. en zone urbaine). Tout comme la capacité de réservoir d'eau, la capacité d'un sol à stocker des nutriments et des polluants et à servir de tampon chimique et de filtre mécanique dépend notamment de l'épaisseur des couches supérieures du sol, riches en matière organique. En outre, les processus du sol ont un effet sur le climat, car les sols sont aussi bien des sources que des puits pour les trois principaux gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote).</p>	
<p>Fonction du sol dans le régime hydrique</p> <p>Une partie des eaux de pluie est temporairement stockée dans le sol avant de retourner dans l'atmosphère, essentiellement par évapotranspiration des plantes. L'autre partie s'infiltre et contribue au renouvellement des eaux souterraines, ce qui permet l'approvisionnement en eau potable. Grâce au stockage d'eau de pluie, les sols peuvent restituer à la végétation l'eau dont elle a besoin durant les périodes sèches. Par ailleurs, la rétention d'eau contribue à la réduction du ruissellement en cas de précipitations et sert ainsi de protection contre les crues.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité d'infiltration et de rétention d'eau du sol (régulation de l'écoulement, disponibilité de l'eau, régulation du climat) • Aptitude au renouvellement des eaux souterraines
<p>Fonction du sol dans le cycle des matières nutritives</p> <p>L'activité principale des organismes qui vivent dans le sol consiste à minéraliser et à transformer la matière organique morte apportée au sol, ou qui y est stockée, est minéralisée et transformée par l'activité des organismes du sol : ce faisant, les nutriments contenus dans cette matière sont de nouveau rendus disponibles pour les plantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de rétention des nutriments assimilables par les plantes • Rétention des nutriments face aux pertes dues à la percolation et à l'entraînement par ruissellement
<p>Fonction de filtre et tampon pour les substances</p> <p>Grâce à leur fonction de filtre et de tampon, les sols constituent un système de régulation et de nettoyage naturel capable, suivant le type de substance (polluante) et les propriétés pédologiques, d'absorber et de fixer les substances ou de les transformer dans le cycle de matières. La fonction de filtre et de tampon des sols et leur capacité de rétention des polluants dépendent surtout du pH, de la teneur en argile et en matière organique et de l'activité des organismes qui vivent dans le sol.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de filtration, de tampon et d'élimination des substances • Séquestration du carbone organique

^{a)} Sol et production alimentaire. Synthèse thématique ST1 du Programme national de recherche « Utilisation durable de la ressource sol » (PNR 68). Charles R., Wendling M., Burgos S., 2018. Point 8.3.3 « Sol et alimentation », p. 69 ss

^{b)} Manuel Cartographie des sols forestiers. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP ; aujourd'hui Office fédéral de l'environnement, OFEV), 1996. Point 7.3 « Peuplements, essences, capacité de production », p. 76

Les critères pertinents pour l'évaluation des sous-fonctions du sol peuvent être obtenus à partir des données pédologiques. Si celles-ci font défaut, de nouveaux relevés pédologiques sont absolument nécessaires. Les paramètres doivent être relevés spécifiquement de manière à ce qu'ils soient utilisables pour évaluer les fonctions du sol. Cela requiert des connaissances et une expérience approfondies en pédologie³⁵. Dans le cadre d'un projet concret de revalorisation des sols, l'état cible fixé et la ou des fonctions écologiques du sol à revaloriser déterminent les sous-fonctions du sol à prendre en considération et les données pédologiques nécessaires à leur évaluation. Le résultat d'une évaluation des fonctions du sol se traduit par exemple par des classes indiquant dans quelle mesure un sol remplit une certaine fonction³⁶.

³⁵ Cf. Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil. Sols et chantiers. Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2022. L'environnement pratique n° 2112, point 3.1 « État pédologique initial », p. 12 ss.
Des bases suisses d'évaluation des fonctions écologiques du sol sont en préparation.

³⁶ Il est recommandé de hiérarchiser les résultats de l'évaluation selon leur classe de valeur allant de 1 (fonction très peu remplie) à 5 (fonction très bien remplie). Des opérations mathématiques comme un calcul de moyenne ne sont pas pertinentes avec une telle hiérarchisation, mais une comparaison qualitative (plus petit / plus grand) peut être effectuée.

A2 Détermination des sols à protéger du fait de leur fonction d'archivage

Les sols portent les traces de diverses influences environnementales (p. ex. climat, processus géomorphologiques), de la faune et de la flore, ainsi que de l'utilisation des terres par l'être humain (p. ex. vestiges de colonies, lieux de sépulture). De nombreux sols ne requièrent aucune protection particulière de leur fonction d'archivage. Celle-ci peut revêtir une certaine importance dès lors qu'un type de sol est rare ou présente une particularité paysagère ou un intérêt scientifique. En règle générale, la protection du sol en raison de sa fonction d'archivage n'entre donc en ligne de compte que si l'archive est particulièrement importante.

L'identification des sols ayant une grande valeur informative pour l'histoire naturelle et culturelle repose en général sur la spécificité ou la rareté de certaines caractéristiques ou propriétés. Il est judicieux de concrétiser davantage la sélection des sols présentant les caractéristiques mentionnées en ajoutant des critères d'évaluation tels que l'état naturel du sol, une pédogenèse remarquable ou la rareté d'un sol. Les propriétés pertinentes possibles figurent dans le tableau 2.

Tableau 2

Critères permettant de déterminer les sols à protéger du fait de leur fonction d'archivage

Sous-fonctions du sol	Critères possibles pour déterminer les sols qui remplissent dans une mesure particulière la fonction d'archivage
<p>Archive de l'histoire naturelle</p> <p>Chaque sol naturel est une archive de l'histoire naturelle : ses caractéristiques permettent par exemple de tirer des conclusions sur les conditions environnementales qui régnaient pendant sa formation, et certaines de ses propriétés témoignent du climat et de la végétation des périodes passées.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pédogenèse particulièrement claire et illustrative (p. ex. processus récents de formation du sol ou sols présentant des caractéristiques typiques d'un site donné) • Sols présentant des propriétés pédologiques particulières ou rares dans la région • Processus pédogénétiques de périodes géologiques et climatiques passées (paléosols, p. ex. sols du tertiaire) • Informations sur les conditions passées de climat et de végétation (p. ex. dans les marais) • Processus (péri)glaciaires dans les sols et éléments morphologiques / formes de paysages
<p>Archive de l'histoire culturelle</p> <p>Les sols peuvent aussi être les archives de l'histoire culturelle. En bien des endroits, les activités humaines ont laissé diverses traces dans les sols (p. ex. sites archéologiques, vestiges d'activités économiques ou culturelles).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Archives de l'histoire de l'utilisation du territoire (p. ex. sols marqués par des exploitations agricoles historiques, comme des terrasses en pente ou des bisses) • Sols sur des sites archéologiques comportant des vestiges de l'histoire de la colonisation et de l'utilisation du territoire

A3 Types de remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols

Les remodelages de terrain permettent de revaloriser des sols en vue d'une utilisation conforme à l'affectation de la zone impliquant différents intérêts, à condition que l'utilisation future soit durable (conservation à long terme des fonctions écologiques du sol). Outre la conservation à long terme des fonctions écologiques du sol, les intérêts à prendre en compte comprennent en particulier la biodiversité (p. ex. protection des espèces, mise en réseau), les eaux (p. ex. renouvellement des eaux souterraines, rôle de filtre et de tampon du sol), le climat (p. ex. limitation des émissions de CO₂), le paysage (p. ex. loisir et bien-être de la population), l'agriculture (p. ex. capacité de rendement), l'aménagement du territoire (p. ex. préservation à long terme de la qualité et de la quantité des surfaces d'assolement) et les forêts (p. ex. conservation des fonctions protectrice, sociale et économique des forêts³⁷).

Le tableau 3 répertorie des types de remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols et présente des exemples d'applications possibles et les intérêts concernés. L'énumération des mesures n'est pas exhaustive. D'autres interventions liées à la construction ou mesures relevant du génie rural peuvent être efficaces pour revaloriser les sols.

Tableau 3
Types de remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols

Nature de l'intervention liée à la construction	Fonctions écologiques du sol		
	Fonction d'habitat	Fonction de production	Fonction de régulation
Apport d'une couche supérieure du sol (horizon A)			
Objectif	Reconstitution du paysage et du milieu naturel d'origine (p. ex. anciennes zones d'extraction insuffisamment remises en état)	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de l'épaisseur de la couche arable de sols dont la couche supérieure n'est pas assez profonde sur des zones restreintes bien adaptées à des fins agricoles Mise en place de matériaux terreux issus de la couche supérieure d'un sol sur des sols remis en état dont les propriétés de la couche supérieure s'avèrent insuffisantes (p. ex. sols pierreux ou pauvres en matières organiques) 	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la distance à la nappe souterraine (p. ex. dans une zone de protection des eaux souterraines) Augmentation de l'épaisseur de la zone de filtration (p. ex. pour améliorer la rétention des matières auxiliaires agricoles telles que les engrais et les produits phytosanitaires) Revalorisation des sols en zone bâtie afin de mieux réguler localement le climat et les précipitations (microclimat, rétention d'eau)
Intérêts	Biodiversité, paysage	Agriculture, aménagement du territoire	Eaux, agriculture, climat

³⁷ Intérêts définis dans le cadre de la planification forestière (fonctions de la forêt énumérées à l'art. 1, al. 1, let. c, LFo)

Tableau 3 (suite)

Types de remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols

Nature de l'intervention liée à la construction	Fonctions écologiques du sol		
	Fonction d'habitat	Fonction de production	Fonction de régulation
Mise en place d'une couche sous-jacente du sol (horizon B)			
Objectif	Remise en état de la surface (p. ex. après le comblement d'anciennes zones d'extraction) avec une couche sous-jacente du sol, avec pour objectif une exploitation extensive (p. ex. dans un paysage ne disposant pas de suffisamment de biotopes-relais) ou en forêt (p. ex. dans des zones où la priorité est donnée à la diversité biologique en vertu de la planification forestière)	Augmentation de l'épaisseur de la couche arable de sols peu profonds sur des zones restreintes bien adaptées à des fins agricoles	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la distance à la nappe souterraine (p. ex. dans une zone de protection des eaux souterraines) • Augmentation de l'épaisseur de la zone de filtration (p. ex. pour améliorer la rétention des matières auxiliaires agricoles) • Revalorisation des sols en zone bâtie afin de mieux réguler localement le climat et les précipitations (microclimat, rétention d'eau)
Intérêts	Biodiversité, paysage	Agriculture, aménagement du territoire	Eaux, agriculture, climat
Mise en place d'une couche de matériaux d'excavation (horizon C)			
Objectif	Remise en état de la surface avec des matériaux issus du sous-sol (p. ex. après le comblement de sites d'extraction) afin de créer un écosystème à caractère pionnier	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'une couche de matériaux d'excavation adaptés afin d'établir un flux capillaire entre les aquifères et les matériaux terreux qui se trouvent dessus • Incorporation de matériaux grossiers (p. ex. sable) dans une couche dont la texture est fine pour une meilleure perméabilité 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la distance à la nappe souterraine afin de prévenir l'engorgement permanent de sols agricoles • Incorporation de matériaux grossiers (p. ex. sable) dans une couche dont la texture est fine pour une meilleure perméabilité
Intérêts	Biodiversité, agriculture	Agriculture, eaux, aménagement du territoire	Agriculture, eaux
Reconstitution d'un nouveau sol			
Objectif	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstitution du paysage et du milieu naturel d'origine (p. ex. anciennes zones d'extraction non comblées ou insuffisamment remises en état) • Décapage de matériaux terreux pollués et reconstitution avec des matériaux terreux non pollués (p. ex. si la charge polluante dépasse le seuil d'investigation fixé dans l'OSol dans un jardin familial) 	Modification du terrain pour améliorer l'exploitation agricole (p. ex. évacuation des eaux sans installations techniques)	<ul style="list-style-type: none"> • Comblement d'anciennes zones d'extraction et remise en état de la surface avec la couche supérieure et la couche sous-jacente du sol (p. ex. dans un périmètre de protection des eaux souterraines) • Reconstitution des sols en zone bâtie afin de mieux réguler localement le climat et les précipitations (microclimat, rétention d'eau) ou à la suite d'une désimperméabilisation (p. ex. dans un ancien site industriel)
Intérêts	Biodiversité, prévention des risques (protection des sols)	Agriculture	Eaux, forêts, climat

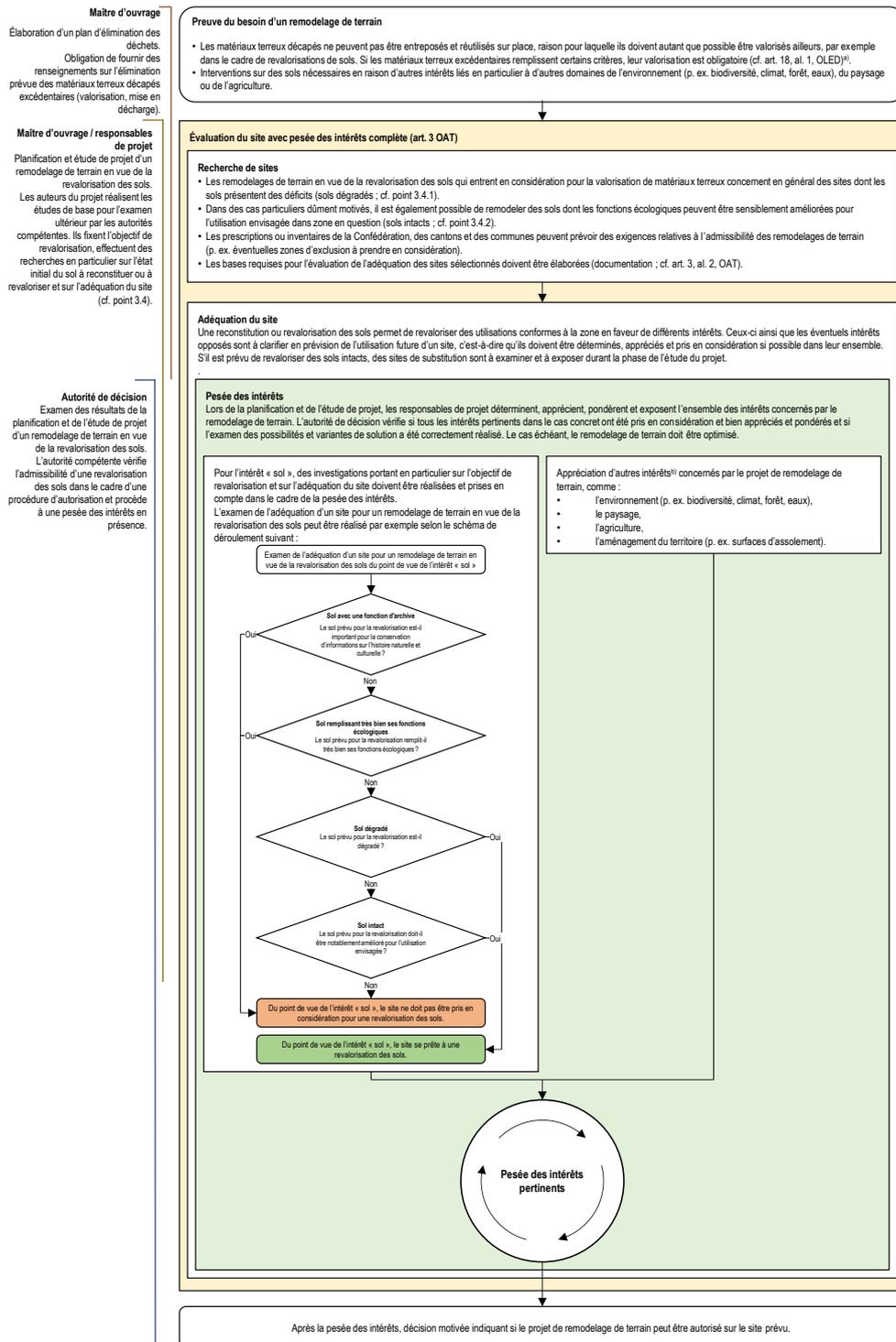
A4 Procédure d'évaluation de sites pour des remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols

La figure 2 montre une procédure possible pour l'évaluation de sites destinés à des remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols ainsi que les investigations à entreprendre lors de la recherche de ces sites en prévision de l'examen ultérieur de leur adéquation. Le schéma aide les acteurs impliqués à traiter systématiquement les questions déterminantes qui se posent lors de remodelages de terrain en vue de la revalorisation des sols. Cela permet de s'assurer que les investigations nécessaires seront disponibles de façon ordonnée à la fin de la phase de l'étude du projet et que l'autorité de décision pourra ainsi examiner l'admissibilité du projet et procéder le cas échéant à la pesée des intérêts en présence.

Les responsables de projet planifient un remodelage de terrain en vue de la revalorisation des sols et cherchent à cet effet des sites appropriés. Ils élaborent les bases nécessaires pour l'examen de l'adéquation des sites sélectionnés. Au début de la planification, les responsables de projet et les autorités se concertent pour coordonner les étapes d'investigation présentées dans la figure 2 et les adapter aux particularités cantonales. L'autorité de décision examine les résultats de la planification et de l'étude du projet, et plus particulièrement le choix des sites retenus par les responsables de projet.

Figure 2

Schéma de la procédure d'évaluation de sites avec pesée des intérêts complète (art. 3 OAT) dans le cadre d'un remodelage de terrain en vue de la revalorisation des sols



a) Les bases pour évaluer l'adéquation de matériaux terreux découpés à une revalorisation peuvent être reprises du module « Évaluation des sols en vue de leur valorisation » de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols ».

b) Si le remodelage de terrain prévu porte gravement atteinte à un objet protégé d'importance nationale, une pesée des intérêts de droit spécial doit être appliquée.