

# Réponse postulat Bourgeois

## 19.3639 :

Aspects économiques de la séquestration du carbone dans les sols

23 avril 2021

Préparé par :

**h e g**



## **Mentions légales**

### *Mandant :*

Office fédéral de l'environnement (OFEV), division Sols et Biotechnologie, CH-3003 Berne

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

### *Mandataire :*

Dr Andrea Baranzini, professeur Haute école de gestion HEG Genève  
Campus de Battelle, Rue de la Tambourine 17, 1227 Carouge

### *Auteurs :*

Dr Andrea Baranzini, professeur HEG-Genève  
Dr David Maradan, chargé de cours HEG-Genève & directeur ecosys SA  
Jonathan Blockley, associé, ecosys SA

### *Accompagnement :*

Cheffe de projet : Elena Havlicek (OFEV)

Equipe de projet : Michael Bock (OFEV), Andreas Schellenberger (OFEV), Gudrun Schwilch (OFEV), Michael Zimmermann (OFAG)

Groupe d'accompagnement : Franziska Humair (OFEV), Daniel Felder (OFAG), Armin Keller (CCSols), Nele Rogiers (OFEV), Philipp Röser (OFEV)

### *Remarque :*

Le présent rapport a été réalisé sur mandat de l'OFEV. Seul le mandataire porte la responsabilité de son contenu.

## **Citation**

Baranzini A., Maradan D. et Blockley J. (2021), Aspects économiques de la séquestration du carbone dans les sols (Postulat Bourgeois 19.3639), Report by Agroscope. Commissioned by the Federal Office for the Environment, Bern.

## Table des matières

1	Introduction	6
1.1	Objectifs et méthodologie	6
1.2	Contexte	6
2	Cadre réglementaire en matière de séquestration de carbone dans les sols	8
2.1	Politique climatique	8
2.2	La politique agricole (PA)	10
2.2.1	Paiements directs (PD)	11
2.2.2	Autres législations dans le domaine agricole	13
2.3	La politique forestière (PF)	13
2.4	La politique de gestion des sols	14
3	Performances économiques des pratiques de séquestration dans les sols agricoles	16
3.1	Risques et opportunités économiques	16
3.2	Additionnalité	18
4	Mécanismes incitatifs en faveur de la séquestration du carbone dans les sols agricoles	20
4.1	Aspects théoriques	20
4.1.1	Définition	20
4.1.2	Justification du subventionnement	20
4.2	Résultats des études existantes	21
4.3	Inventaire des mécanismes incitatifs	22
4.3.1	Marchés formels du carbone	23
4.3.2	Marchés volontaires du carbone	23
4.3.3	Les subventions agroenvironnementales	27
4.4	Analyse comparative des mécanismes incitatifs	30
4.4.1	Identification des pratiques pertinentes	30
4.4.2	Fiabilité de la mesure de la performance	32
4.4.3	Efficacité environnementale	33
4.4.4	Efficacité économique	34
4.4.5	Coûts des prélèvements, complexité administrative et attractivité	35
4.4.6	Bilan	36
4.5	Influence des facteurs comportementaux	38
5	Conclusions	41
5.1	Constats principaux	41
5.2	Propositions	42

6	Bibliographie _____	44
7	Annexe _____	49
7.1	Annexe 1 – Liste des entretiens _____	49
7.2	Annexe 2 – Paiements directs _____	54
7.3	Annexe 3 – Typologie des instruments de protection de l’environnement _____	57

## Acronymes

AC	Agriculture de conservation
PA22+	Politique agricole 2022-2025
CER	Certified Emission Reductions
CDN	Contributions déterminées au niveau national
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
COP	Conférences des parties à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
EU-ETS	European Union Emissions Trading System
GES	Gaz à effet de serre
HEG	Haute Ecole de Gestion
MOS	Matière organique du sol
OCDE	Organisation de coopération et développement économique
OPD	Ordonnance sur les paiements directs
OFAG	Office fédéral de l'agriculture
OFEV	Office fédéral de l'environnement
ONG	Office fédéral de l'environnement
PAC	Politique agricole commune
PD	Paiements directs
PER	Prestations écologiques requises
SEQE	Système d'échange de quotas d'émissions (Suisse)
UE	Union européenne

# 1 Introduction

## 1.1 Objectifs et méthodologie

Le présent rapport est composé de 3 parties.

Premièrement, il offre un inventaire des programmes et mesures actuelles qui impactent la conservation et la séquestration du carbone dans les sols agricoles. Cet inventaire vise à identifier les programmes et mesures qui prêtent la séquestration dans les sols agricoles et ceux qui la favorisent.

Deuxièmement, le rapport propose une revue des évidences concernant la performance économique de la séquestration du carbone dans les sols agricoles. Il s'agit sur cette base de déterminer dans quelle mesure la mise en place d'un mécanisme incitatif subventionnant la séquestration est justifié.

Enfin, il expose les mécanismes économiques susceptibles de renforcer la séquestration du carbone dans les sols agricoles. Cette analyse repose sur l'identification des forces et faiblesses des mesures de subventionnement basées sur la performance et celles basées sur les pratiques.

La réalisation des analyses a nécessité plusieurs méthodes de travail. En premier lieu, nous avons réalisé une revue de la littérature portant sur les performances économiques des pratiques de séquestration du carbone dans les sols, les mécanismes de subventionnement dans l'agriculture et, plus particulièrement, ceux visant à préserver ou améliorer la qualité des sols. Dans ce cadre, nous avons également examiné les travaux comparant les mesures incitatives basées sur les performances et celles basées sur les pratiques. Dans un deuxième temps, nous avons réalisé une analyse des cadres stratégiques, des lois et des réglementations en lien avec la qualité des sols en vigueur en Suisse.

Enfin, nous avons réalisé des entretiens semi-directifs<sup>1</sup> avec des représentants de l'Administration fédérale en charge des politiques climatiques, environnementales et agricoles, ainsi qu'avec un représentant des associations de protection de l'environnement et un représentant de l'agriculture. Ces entretiens ont permis de vérifier et tester la pertinence des informations collectées dans la littérature pour le cas de la Suisse, d'identifier des expériences existantes en matière d'encouragement à la séquestration de carbone dans les sols agricoles et d'appréhender les limites et opportunités de ces mécanismes. Les entretiens fournissent un état des lieux partiel de l'avis des parties prenantes sur ces mécanismes.

## 1.2 Contexte

En juin 2019, le conseiller national Bourgeois a soumis le postulat 19.3639 « Séquestration du carbone dans les sols<sup>2</sup> ». Le postulat a été accepté par le Conseil fédéral et le Parlement en automne 2019. Il appartient maintenant à l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), en collaboration avec l'Office fédéral

---

<sup>1</sup> 7 entretiens ont été réalisés, voir annexe 1.

<sup>2</sup> <https://www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20193639>

de l'agriculture (OFAG), de répondre aux questions posées dans ce postulat et de rédiger un rapport à soumettre au Conseil Fédéral d'ici l'été 2021.

L'OFEV a mandaté la Haute Ecole de Gestion (HEG) Genève afin de traiter des aspects économiques de la séquestration du carbone dans les sols. Il s'agit notamment d'analyser les mécanismes incitatifs qui pourraient encourager les acteurs à prendre des mesures dans le but de séquestrer du carbone dans les sols, en fonction de leur potentiel, en améliorant ainsi leur qualité (question 3 du postulat Bourgeois).

La question soulevée par le postulat fait écho à l'initiative «4 pour 1000: les sols pour la sécurité alimentaire et le climat», lancée le 1<sup>er</sup> décembre 2015 lors de la Conférence des parties à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques à Paris (COP21). Cette initiative internationale a pour objectif de fédérer tous les acteurs volontaires du public et du privé (États, collectivités, entreprises, organisations professionnelles, ONG, établissements de la recherche, etc.) afin de démontrer que l'agriculture, et en particulier les sols agricoles, jouent un rôle crucial pour la sécurité alimentaire et la lutte contre le changement climatique. L'initiative indique qu'un taux de croissance annuel de 0.4% des stocks de carbone du sol<sup>3</sup>, ou 4‰ par an, réduirait de manière significative dans l'atmosphère la concentration de gaz à effet de serre (GES) liée aux activités humaines. Ce taux de 4‰ par an n'est pas une cible normative pour chaque pays, mais vise à illustrer qu'une augmentation, même infime, du stock de carbone des sols agricoles (y compris les prairies et pâtures) et forestiers est un levier majeur pour améliorer la fertilité des sols et limiter la hausse des températures à un niveau inférieur à 2°C par rapport à l'ère préindustrielle, objectif de l'Accord de Paris et seuil au-delà duquel les conséquences induites par le changement climatique seraient d'une ampleur significative, d'après le GIEC.

La séquestration du carbone dans les sols reste toutefois une opportunité largement débattue au niveau scientifique et technique. Le potentiel de séquestration dans les sols (question 1 du postulat Bourgeois) et les mesures qui pourraient renforcer la séquestration dans les sols (question 2) font l'objet d'un rapport spécifique mandaté par l'Office fédéral de l'environnement. Selon le rapport technique 1 (section I)<sup>4</sup>, le principal potentiel de séquestration se situe dans les sols agricoles (sols minéraux dans les terres cultivées<sup>5</sup>). Le présent rapport se concentre dès lors principalement sur les législations et mécanismes incitatifs pertinents dans la gestion des sols agricoles.

La question de la séquestration du carbone dans les sols comporte également une dimension économique, car elle pourrait constituer potentiellement une option économiquement et écologiquement efficace de satisfaire les objectifs des politiques climatiques. La fonction de séquestration des sols est non renouvelable (un puit une fois complet ne peut être réutilisé) ce qui impose au législateur de faire des choix sur la manière de la gérer (ou d'y investir) pour en tirer le plus grand bénéfice pour la société.

---

3 Dans les premiers 30 à 40 cm de profondeur.

4 Keel, S.G., Johannes, A., Boivin, P., Burgos, S., Charles, R., Hagedorn, F., Kulli, B., Leifeld, Saluz, A. (2021) Soil carbon sequestration in Switzerland: analysis of potentials and measures (Postulat Bourgeois 19.3639). Report by Agroscope. Commissioned by the Federal Office for the Environment, Bern

5 Traduction de « agricultural mineral soils on cropland » du rapport technique I.

## 2 Cadre réglementaire en matière de séquestration de carbone dans les sols

Dans ce chapitre, nous passons en revue les cadres réglementaires qui peuvent avoir un impact, direct ou indirect, sur la séquestration de carbone dans les sols.

### 2.1 Politique climatique

La législation actuellement en vigueur en Suisse dans le domaine climatique (loi et ordonnance fédérale sur la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>) stipule qu'aucune attestation n'est délivrée pour un projet ou un programme de réduction des émissions réalisé en Suisse ou à l'étranger si les réductions d'émissions sont obtenues par le biais de projets de séquestration biologique du CO<sub>2</sub><sup>6</sup>, à l'exception de la séquestration de CO<sub>2</sub> dans les produits en bois. Cette exclusion a une conséquence importante sur le financement des projets de séquestration dans les sols, quelle que soit la nature de ces derniers (agricole, forestier, etc.), car elle exclut ces projets des mécanismes possibles de compensation des émissions.

En d'autres termes, il n'est pas possible, en l'état actuel de la législation, qu'un acteur réponde à ses obligations d'atténuation des émissions en rendant compte d'efforts de séquestration biologique. Plus concrètement, avec la législation en vigueur, la Fondation pour la protection du climat et la compensation de CO<sub>2</sub> KliK<sup>7</sup> ne soutiendra ainsi pas financièrement les projets de séquestration biologique, car elle ne pourra pas imputer les attestations ainsi acquises à ses obligations climatiques.

En ratifiant l'Accord de Paris en octobre 2017, la Suisse s'est engagée à réduire de moitié ses émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2030 par rapport à leur niveau de 1990. Se basant sur le rapport spécial du GIEC<sup>8</sup>, le Conseil Fédéral lors de sa séance du 28 août 2019 a décidé de viser un objectif de zéro émissions nettes à partir de 2050. Ainsi, d'ici à 2050, la stratégie climatique de la Suisse doit permettre de ne plus rejeter dans l'atmosphère davantage de GES que ce que les réservoirs naturels et artificiels sont capables d'absorber<sup>9</sup>. La compensation des émissions restantes sera assurée d'une part par les puits<sup>10</sup> naturels de CO<sub>2</sub>, comme les forêts et les sols, ainsi que par des technologies capables de retirer durablement des GES de l'atmosphère et de les stocker.

---

6 641.711, Annexe 2

7 <https://www.klik.ch/fr>

8 En 2018, le GIEC a montré que des bouleversements profonds des écosystèmes étaient à attendre à partir d'un réchauffement de 1,5 °C par rapport à l'ère préindustrielle et que le niveau de zéro émission nette de gaz à effet de serre devait être atteint bien plus tôt que l'échéance visée jusqu'à présent. Le Conseil fédéral a par conséquent chargé l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) de réévaluer les objectifs climatiques à long terme et d'élaborer des pistes d'action possibles.

9 <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/communiques.msg-id-76206.html> (accédé le 29.11.2019)

10 Conformément aux prescriptions internationales, les émissions de gaz à effet de serre sont déterminées sur la base de la quantité de rejets de ces gaz sur le territoire d'un pays. Les puits de carbone tels que les forêts et les sols, qui absorbent plus de CO<sub>2</sub> qu'ils n'en rejettent, sont comptabilisés en tant qu'émissions négatives dans le calcul des émissions totales. De ce fait, la quantité supplémentaire de CO<sub>2</sub> stockée dans ces puits de carbone améliore le bilan des gaz à effet de serre. À l'inverse, si le carbone est à nouveau libéré, les puits deviennent des sources de CO<sub>2</sub>. Le CO<sub>2</sub> qui s'en échappe est alors ajouté aux autres émissions de gaz à effet de serre.

Actuellement, une révision de la loi sur le CO<sub>2</sub> a été approuvée par le Parlement en septembre 2019. Le projet de loi fait l'objet d'un référendum populaire (depuis le 12 janvier 2021). La nouvelle loi spécifie dans son article 5 al.3 que « **le renforcement des capacités des puits de carbone, en particulier au moyen de la séquestration biologique dans la forêt et les sols ainsi que dans les produits en bois sont considérés comme des réductions d'émissions** ». La séquestration de CO<sub>2</sub> dans les sols sera ainsi une mesure éligible permettant aux acteurs concernés de satisfaire leurs obligations d'atténuation des émissions.

La nouvelle loi intègre également le secteur de l'agriculture et de l'économie forestière (art. 4 al. 2) à la politique climatique suisse. L'agriculture doit ainsi contribuer à atteindre les objectifs de réduction, notamment en renforçant les capacités des puits de carbone. Aucun objectif climatique quantifié n'est toutefois conféré dans la loi à l'agriculture et à l'économie forestière. Aucune mesure spécifique ne lui est également adressée. Dans son message initial, le Conseil Fédéral indique que « si les mesures à prendre dans les secteurs du bâtiment, de l'industrie et des transports sont précisées dans la loi sur le CO<sub>2</sub>, celles qui concernent l'agriculture et qui relèvent donc de la politique agricole seront définies dans la législation sur l'agriculture<sup>11</sup> ».

Cette évolution de la législation constitue un facteur décisif. Ainsi, même si le potentiel de séquestration dans les sols reste controversé et que cette option comporte des risques (notamment concernant la réversibilité du puit), le législateur a opté pour laisser l'option ouverte, chaque tonne de CO<sub>2</sub> étant importante pour atteindre les objectifs de la politique climatique.

Le rapport réalisé sur mandat de l'OFEV par la fondation Risiko-Dialog (Beuttler et al., 2019) restitue le ressenti des acteurs sur les possibilités, les risques et les coûts liés aux diverses technologies d'émission négatives disponibles en Suisse. Il indique que, compte tenu des technologies disponibles, la séquestration de CO<sub>2</sub> dans les sols doit être encouragée, même si le potentiel reste incertain, plus spécifiquement dans le secteur agricole. Le système agricole suisse étant fortement influencé par les réglementations, ces dernières pourraient dès lors être élargies pour encourager des efforts de séquestration.

En septembre 2020, en réponse au postulat de Adèle Thorens Goumaz (18.4211), le Conseil fédéral a adopté un rapport sur le potentiel des émissions négatives de GES pour la future politique climatique de la Suisse. Ce rapport fournit un aperçu de l'ensemble des technologies à émission négatives connus à ce jour. Il indique que les émissions projetées du secteur agricole (4.1 millions de tCO<sub>2</sub>/an) en 2050 devront être compensées par des technologies à émissions négatives. Parmi les approches pertinentes recensées, il figure la séquestration dans les sols agricoles.

La stratégie climat de l'agriculture, datant de 2016, considère également le sol agricole comme un domaine pertinent d'actions en matière climatique, notamment par la diminution des GES dans l'agriculture par le biais de mesures touchant au travail du sol. En termes d'objectifs, elle confirme que l'agriculture

---

11 Le message du Conseil fédéral propose que le secteur agricole fournisse d'ici à 2030, en Suisse, une contribution de réduction de 20 à 25% par rapport à l'année de référence (1990). La réalisation de cet objectif sera garantie par des mesures de la PA22+. Des modifications correspondantes sont prévues pour les améliorations structurelles et, en particulier, dans le train de mesures proposé comme alternative à l'initiative pour une eau potable propre. Ces adaptations ont pour but de permettre à l'agriculture de produire en respectant plus le climat, tout en limitant les pertes d'éléments fertilisants, en allongeant la durée de vie utile des vaches, en misant sur des solutions à même de remplacer les agents énergétiques fossiles et améliorer le stockage du carbone dans les sols.

doit devenir un puits de carbone net : le piégeage du carbone par l'utilisation des sols et les changements dans l'utilisation des sols devront au moins compenser les pertes en carbone (émissions produites par le retournement d'herbages ou l'exploitation d'anciens marais). Le champ d'action P4 « Protection et travail du sol » présente les actions pertinentes pour réduire la pression sur les sols (gestion et choix des machines agricoles), l'intensité de leur utilisation (non-labour) et le développement de la teneur en humus (gestion des résidus de culture, apport de manière organique, ajout de biochar et gestion du niveau de la nappe phréatique dans les sols organiques).

Au niveau de la politique climatique, aucune incitation négative, c'est-à-dire encourageant ou soutenant des activités péjorant la séquestration du carbone dans les sols, n'a été répertoriée. Les entretiens menés avec les représentants de OFEV et l'OFAG confirment ce constat.

Le regard de la politique climatique suisse sur la séquestration du CO<sub>2</sub> dans les sols s'est donc récemment modifié, passant d'un rejet (non-éligibilité des projets de séquestration biologique) à leur éligibilité potentielle dans la nouvelle loi. Nous soulignons que les argumentaires des comités référendaires à l'égard de la nouvelle loi sur le climat ne remettent à ce jour pas en cause l'éligibilité des projets de séquestration du CO<sub>2</sub> dans les sols.

## 2.2 La politique agricole (PA)

En 2008, treize objectifs environnementaux pour l'agriculture ont été retenus par l'OFEV et l'OFAG (2008). Ces objectifs concernent les domaines de la biodiversité et du paysage, du climat et de l'air, de l'eau et du sol. En 2016, un rapport (OFEV et OFAG, 2016) rend compte du degré d'atteinte des objectifs. Il indique que, parmi les lacunes à combler, « il est particulièrement urgent de prendre des mesures aux plans de la biodiversité, des gaz à effet de serre [...], de l'azote [...] et de la fertilité des sols ». Ce constat est confirmé par la réponse apportée par le Conseil Fédéral au postulat Bertschy (2016). L'amélioration de la fertilité des sols et la séquestration dans les sols constituent des bénéfices joints (ou co-bénéfices) de l'activité agricole. Les deux sont associés à une augmentation de la teneur en carbone du sol.

L'augmentation de la teneur en carbone des sols agricoles peut être réalisée par la mise en œuvre de l'agriculture de conservation : il s'agit en particulier de renoncer au labour et d'assurer une rotation des cultures ainsi qu'une couverture permanente du sol. Le développement de l'agroforesterie<sup>12</sup>, la gestion des prairies, l'ajout de matière organique ou de biochar<sup>13</sup> constituent également des techniques possibles pour augmenter la teneur en carbone des sols<sup>14</sup>. L'analyse des pratiques permettant d'augmenter la teneur en carbone dans les sols agricoles sont revues dans le rapport technique 1 (section II) ; les trois piliers de l'agriculture de conservation sont mis en évidence comme les mesures pertinentes (« promising measures ») dans ce cadre.

---

12 Association sur une même parcelle les grandes cultures et des plantations d'arbres.

13 Le biochar est un charbon végétal à usage agricole obtenu par pyrolyse de matière végétale d'origines diverses, généralement des déchets de scierie ou des résidus agricoles. Se présentant sous forme de petits fragments noirs, il sert à amender les sols. A une température entre 400 et 650°C et dans un milieu sans oxygène, la pyrolyse transforme la biomasse végétale en charbon, c'est-à-dire en carbone pur, à au moins 98%.

14 Elles sont toutefois pertinentes au niveau de l'effort de séquestration uniquement si la matière organique ou les biochars sont issues de la biomasse locale.

Divers instruments de la politique agricole sont susceptibles d'influer les interactions entre l'agriculture et l'environnement (dont le climat). Il s'agit essentiellement des instruments du système des paiements directs (2.2.1) et, d'autre part, de diverses législations (2.2.2).

## 2.2.1 Paiements directs (PD)

La Constitution fédérale (article 104) confie 5 prestations d'intérêt général à l'agriculture<sup>15</sup>. La politique agricole 2014-2017 (prolongée jusqu'en 2021) associe à chaque prestation un subventionnement spécifique (paiement direct). Les contributions ne sont versées que lorsque les exigences liées aux prestations écologiques (PER) (art. 12 à 25) sont satisfaites dans l'ensemble de l'exploitation (voir annexe 2). Le couplage des paiements directs généraux aux prestations écologiques requises lie ainsi la politique agricole et la politique environnementale (Hirschi et al. 2012, p. 360).

L'art. 17 de l'ordonnance sur les paiements directs incite les exploitants à renforcer et préserver la qualité des sols (contribution à l'utilisation efficiente des ressources). Les exigences concernent une couverture optimale des sols (culture d'automne, une culture intercalaire ou des engrais verts sur chaque parcelle comprenant des cultures qui sont récoltées avant le 31 août). L'objectif visé est d'éviter les pertes de sols et leur dégradation en raison de l'érosion. Bien qu'elle y contribue, cette exigence ne garantit pas la mise en œuvre adéquate de mesures permettant une augmentation de la teneur en humus des sols agricoles et par conséquent une séquestration pérenne de CO<sub>2</sub>. En effet, ni un effort continu (sur 5 à 10 années), ni le respect de l'ensemble des mesures nécessaires à la séquestration (non-labour, couverture du sol, rotation des cultures), ne sont nécessaires pour obtenir le subventionnement.

Le message du Conseil Fédéral (2020) sur l'évolution de la politique agricole (PA22+) confirme que le contenu en matière organique du sols (teneur en humus), facteur déterminant en ce qui concerne la structure du sol, la reconstitution des éléments nutritifs et l'équilibre hydrique, n'est pas suffisamment pris en compte dans la politique agricole actuelle. Dans son message publié en février 2020, le Conseil Fédéral indique que les mesures de la PA22+ doivent permettre à l'agriculture de produire en respectant plus le climat, tout en limitant les pertes d'éléments fertilisants, en allongeant la durée de vie utile des vaches, en misant sur des solutions à même de remplacer les agents énergétiques fossiles et améliorant le stockage du COS. Les effets croisés de ces mesures sont soulignés : « encourager la fertilité des sols par une augmentation de la teneur en matière organique du sol a un effet croisé substantiel dans le module climat ».

Dans le cadre de la formulation de la nouvelle politique agricole PA22+, le Conseil fédéral (2020) projette ainsi l'introduction de mesures incitatives visant le maintien et l'augmentation de la fertilité des sols. Pour les systèmes de production Grand cultures et Culture spéciales, le module « sols » propose deux programmes

---

15 1. La préservation des bases de la production agricole, notamment des terres agricoles.

2. Une production de denrées alimentaires adaptée aux conditions locales et utilisant les ressources de manière efficiente.

3. Une agriculture et un secteur agroalimentaire répondant aux exigences du marché.

4. Des relations commerciales transfrontalières qui contribuent au développement durable de l'agriculture et du secteur agroalimentaire.

5. Une utilisation des denrées alimentaires qui préserve les ressources.

alternatifs visant le maintien et l'augmentation de la fertilité des sols en agissant principalement sur le taux d'humus :

- Le premier programme vise à rémunérer les agriculteurs sur la base des résultats obtenus. La mesure requiert ainsi l'établissement d'un bilan humique et la mise en œuvre des actions choisies. Il s'agit de vérifier l'évolution du taux d'humus en utilisant une solution informatique développée par Agroscope. Ce programme simple et ergonomique est mis à disposition des exploitants<sup>16</sup>. Les données sont introduites pour chaque parcelle de l'exploitation. La durée d'engagement est de 6 ans. La contribution est versée pour chaque année de participation et une contribution supplémentaire peut être accordée en fonction du résultat global obtenu à la fin de la période d'engagement. Dans les cultures spéciales, seules les cultures maraichères peuvent y participer.
- Le deuxième programme soutient la mise en œuvre de mesures particulières. Le montant de contribution est donc indépendant du résultat. Les mesures soutenues correspondent aux pratiques de l'agriculture de conservation et favorise la fertilité des sols sur toutes les parcelles de l'exploitation. Les mesures, prévues pour une durée de 6 ans, visent un travail minimal du sol, la mise en place de couverts végétaux et une rotation des cultures diversifiée. Dans les cultures spéciales, le soutien à la mise en place de couverts végétaux et des apports supplémentaires de matières organiques est prévu, mais uniquement dans les cultures maraichères et la viticulture.

Ces deux programmes incitatifs visent à encourager les producteurs à augmenter la quantité de matière organique dans leurs sols ainsi qu'à la maintenir. L'objectif est d'améliorer et de préserver la fertilité des sols, ce qui augmentera les quantités de CO<sub>2</sub> séquestrées. Néanmoins, le message du Conseil Fédéral n'évoque pas explicitement ce co-bénéfice des mesures. De même, le module « Climat » ne fait pas référence à la séquestration du CO<sub>2</sub> dans les sols agricoles.

Les travaux concernant la politique agricole PA22+ ont actuellement suspendus suite à la décision en août 2020 de la Commission pour l'économie et les redevances du Conseil des États (CER-E). Le 16 mars 2021, suite au refus d'entrée en matière du parlement, le projet est renvoyé au Conseil Fédéral.

Dans la politique agricole actuelle, nous n'avons pas répertorié d'incitations négatives à la séquestration du carbone dans les sols agricoles. Ce constat est confirmé par l'Administration fédérale lors de nos entretiens. Plusieurs prestations écologiques sont liées à l'agriculture biologique et nécessite l'abandon ou la limitation très strictes des herbicides et pesticides. Il peut en résulter une opposition d'objectif avec la séquestration. En effet, si l'agriculture biologique et de conservation invoquent toutes les deux le respect du fonctionnement naturel du sol et plus généralement le respect de l'environnement, cette référence commune se traduit par des choix techniques différents (Fleury et al., 2014). Plus spécifiquement, l'agriculture de conservation exige un couvert végétal permanent et va dès lors nécessiter le recours plus fréquent à des herbicides. Les deux modes de production tendent néanmoins désormais à s'enrichir mutuellement et de plus

---

<sup>16</sup> Le projet ne maîtrise si la prestation est gratuite ou non.

en plus d'expériences concrètes indiquent que l'agriculture de conservation peut être compatible avec les exigences de l'agriculture biologique<sup>17</sup>.

## 2.2.2 Autres législations dans le domaine agricole

Dans le domaine de l'agriculture, plusieurs réglementations (cf. Tableau 1), hors des paiements directs, ont un contenu environnemental. Aucune d'entre elles n'a toutefois de lien avec la séquestration du carbone dans les sols agricoles.

**Tableau 1 : Autres législations**

Réglementation / loi	Dimension environnementale
<b>Loi sur l'Agriculture, contribution au structure (art. 87)</b>	Contribution pour les bâtiments ruraux : réduction des émissions d'ammoniac (étables, aire de nettoyage des appareils de pulvérisation)
<b>Plan d'action du conseil fédéral (2017) dans le domaine des produits phytosanitaires,</b>	Contributions en cas de renonciation aux herbicides, promotion de la recherche, réglementation des distances, prescriptions en matière de cultures, formation initiale et continue, information de la population
<b>Loi sur les Eaux (art. 62a)</b>	Encouragement des mesures agricoles visant à empêcher le ruissellement et le lessivage de substances telles que le nitrate (NO <sub>3</sub> ), le phosphore (P) et les produits phytosanitaires dans les eaux de surface et souterraines si les autres instruments (par ex. PER, agriculture biologique) s'avèrent insuffisants.

## 2.3 La politique forestière (PF)

Dans le domaine climatique, la politique forestière 2020 (OFEV, 2013) met l'accent sur le potentiel de séquestration des forêts par l'augmentation pérenne du volume sur pied, de la productivité forestière et le développement de produits en bois destiné à une utilisation durable, comme dans la construction (le carbone reste ainsi stocké longtemps) en Suisse ou à l'étranger. La politique forestière internationale a également une orientation climatique. Le programme REDD+ (Réduction des Émissions dues à la Déforestation et à la Dégradation forestière) en faveur des pays en développement vise ainsi à diminuer les déforestations et le défrichement des terres, facteur important d'émission de GES.

La loi révisée sur les forêts et son ordonnance (entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2017) visent à renforcer la protection contre les organismes nuisibles et à optimiser les soins aux forêts dans la perspective des changements climatiques. Elle permet en outre d'accroître l'exploitation et l'utilisation de bois indigène, ainsi que d'améliorer la compétitivité de l'économie forestière.

La politique forestière 2020 (OFEV, 2013) ne contient pas d'objectifs à l'égard de la séquestration de CO<sub>2</sub> dans les sols forestiers, ces efforts n'étant pas reconnus comme éligible par la politique climatique. La loi et l'ordonnance n'incluent ainsi aucune mesure encourageant la séquestration du CO<sub>2</sub> dans les sols forestiers.

<sup>17</sup> Entretien avec le WWF, 14.12.2020

Néanmoins, comme la législation protège strictement la dimension des aires forestières et la qualité des milieux forestiers, la loi assure ainsi indirectement une préservation des sols forestiers et donc du carbone y étant stocké.

De cette manière, elle contribue à la politique climatique. La croissance de la surface forestière en Suisse contribue ainsi à une augmentation de la séquestration dans les sols<sup>18</sup> et dans la végétation ligneuse. Les causes de ce reboisement sont connues: les pâturages mal situés sont progressivement laissés à l'abandon par les paysans de montagne.

Le fait que les paiements directs (politique agricole) aient contribué à freiner l'augmentation de la surface forestière indique un conflit d'objectif sous-jacent entre politique climatique et agricole. Si l'objectif est de séquestrer du carbone dans les sols, l'augmentation de la surface forestière présente un double avantage, les sols forestiers étant à terme plus riches et plus stables en matière organique que les sols agricoles. Ce conflit doit néanmoins être tempéré au niveau du stock de carbone dans le sol. En effet, selon les analyses menées dans le cadre du Programme national de recherche PNR 68 « Ressource sol », il existe une faible corrélation négative entre l'âge de la forêt et le stockage de carbone dans les sols (Hagedorn et al, 2017). D'autres facteurs, en particulier la chimie des sols et le climat, exercent davantage d'influence sur le stockage du carbone. Parmi les causes possibles de cette influence étonnamment faible de l'âge de la forêt sur les stocks de carbone, Hagedorn et al. (2017) citent l'utilisation antérieure de la majorité des sites étudiés comme prairies ou pâturages. Dans ces milieux, l'apport de carbone dans le sol par les racines est plus élevé qu'en forêt, et de plus, la stratification naturelle du sol n'est pas perturbée comme elle l'est par le labour dans un champ.

## 2.4 La politique de gestion des sols

La Loi sur l'Aménagement du Territoire (LAT) et la Loi sur la Protection de l'environnement (LPE) contiennent des dispositions relatives à la gestion des sols. La LAT précise que la Confédération, les cantons et les communes « *veillent à une utilisation mesurée du sol* ». Cette diminution de la consommation de surface (aspect quantitatif), tout comme la protection des aires naturelles, forestières et agricoles (aspect qualitatifs), est compatible avec le renforcement des efforts de séquestration. La LPE a pour objectif de conserver durablement « *en particulier la diversité biologique et la fertilité du sol* ». Les bases permettant de garantir une gestion respectueuse des sols y sont données.

Toutefois, des conflits d'objectifs entre prescriptions légales lors de l'exécution sont possibles. La Stratégie Sol Suisse (OFEV, 2020) souligne ainsi la nécessité d'examiner les dispositions légales dans les différents domaines, afin d'identifier les recoupements, les contradictions et les conflits d'objectifs et d'aboutir à une réglementation cohérente.

Au niveau de l'agriculture, la Stratégie Sol inclut au niveau des objectifs la préservation de la matière organiques des sols agricoles (OA4: Compenser la perte de matière organique résultant de l'exploitation agricole des sols minéraux. OA5: Réduire au minimum la perte de matière organique résultant de l'exploitation agricole des sols organiques). Elle souligne que bien que la perte de matière organique soit mentionnée directement ou indirectement dans différentes

---

18 L'aire forestière est en augmentation, elle s'accroît chaque année d'environ 5400 ha.

dispositions légales (p. ex. PER et OPD), ces dispositions sont trop imprécises et il n'existe pas de système opérationnel pour les appliquer.

Les autres dimensions stratégiques dans le domaine de l'agriculture visent la prévention et l'érosion contre compaction des sols, ainsi que l'évitement des apports de polluants (notamment par la diminution du recours aux produits phytosanitaires et aux fertilisants).

Au niveau des sols forestiers, la Stratégie Sol vise à lutter contre la compaction et diminuer les atteintes persistantes aux fonctions des sols forestiers dues aux dépôts d'azote atmosphérique. Les polluants atmosphériques azotés, lorsqu'ils se déposent en grandes quantités dans des écosystèmes comme celui de la forêt, entraînent une sur-fertilisation et une acidification des sols. Ceci peut perturber la capacité des sols forestiers à maintenir leur teneur en carbone organique.

Les autres domaines (chantier, manifestation en plein air, territoire urbanisé, sols pollués, engagement international) n'adressent pas la question de la teneur en matière organique du sol. Néanmoins, l'objectif de soutenir la protection des sols et de maintenir/rétablir leurs fonctions biologiques (milieu urbain, dépollution) est cohérent avec la séquestration du carbone. Au niveau des milieux bâtis, la Stratégie Sol n'empêche pas la séquestration, elle n'attire toutefois pas l'attention sur le potentiel de séquestration, notamment par l'enfouissement de biochars produits à partir de biomasse locale, dans les sols artificiellement tassés<sup>19</sup> (cf. Rapport technique 1, Section I).

---

<sup>19</sup> Traduction de « settlement soils » du rapport technique I.

## 3 Performances économiques des pratiques de séquestration dans les sols agricoles

### 3.1 Risques et opportunités économiques

Un changement de pratique agricole implique un risque pour l'exploitant (baisse des rendements possibles, coûts supplémentaires), lié à l'incertitude du résultat final. Ceci constitue un frein à l'adoption des pratiques permettant la séquestration du carbone dans les sols agricoles.

Peu d'évidence empiriques sont disponibles sur les impacts sur les rendements et les coûts de production des pratiques favorisant la séquestration<sup>20</sup>. La plupart des évidences disponibles concernent l'une ou l'autre des pratiques concernées dans des parcelles test, leur effet combiné dans des exploitations réelles demeure rarement examiné.

Les travaux de Pittelkow & al. (2015) basés sur une méta-analyse de 610 études, montrent que la réduction du travail des sols peut conduire à une diminution des rendements de l'ordre de 10% en comparaison à la pratique du labour, sans pour autant que cela ne soit toujours avéré. En effet, dans certaines situations, les rendements sont équivalents voire supérieurs : lorsque la réduction du travail des sols s'accompagne des deux autres pratiques de l'AC (couverture continue des sols ; rotations et couverts diversifiés), les pertes de rendement diminuent au cours du temps pour tendre vers l'équivalence (à 10 ans).

En Suisse, la plateforme Oberacker<sup>21</sup> comparant depuis 20 ans les rendements d'exploitations agricoles pratiquant le semis direct aux exploitations pratiquant le labour aboutissent à des résultats très hétérogènes. Il apparaît que l'impact de l'AC sur les rendements productifs dépend de nombreuses conditions ayant trait tant à la typologie des sols et du climat local, aux pratiques agricoles, au type de cultures, ainsi qu'à l'expérience des producteurs.

Les coûts supplémentaires de la séquestration sont engendrés principalement par l'achat d'engrais de ferme, de semences nécessaires aux plantes compagnes ou de couverts végétaux, ainsi qu'au traitement mécanique de ces mêmes plantes ou couverts (Lemaitre, 2019). L'impossibilité de revendre des pailles de céréales représente encore un potentiel manque à gagner. En outre, la technique du semis direct pourrait augmenter la fréquence d'utilisation d'herbicide.

Toutefois, les engrais de ferme (et dans une moindre mesure les couverts végétaux) participent également à la fertilisation des cultures et tend à augmenter les rendements. La suppression d'herbicides de prélevée pour les cultures associées et la diminution du travail du sol engendre des gains en temps de travail et en frais de mécanisation.

De plus, certaines des pratiques nécessaires à la séquestration donnent déjà droit à des subventions. Ainsi, les pratiques de semis direct, de semis en bande ou de

---

20 L'abandon du labour implique par exemple une gestion de la flore adventice (ou mauvaises herbes) plus complexe, elle ralentit également le réchauffement saisonnier des sols et a un impact sur la floraison et, de ce fait, provoque une réduction de la minéralisation de la matière organique du sol. Ceci diminue la quantité d'éléments nutritifs pour les cultures, dans les étapes de développement primaires.

21 <https://www.vol.be.ch/vol/fr/index/landwirtschaft/landwirtschaft/bodenschutz/bodenzustand.html>

semis sous litière sont éligibles à un subventionnement fédéral<sup>22</sup> de 250, 200 ou 150.- CHF/ha/an respectivement.

L'ensemble de ces facteurs doit donc être pris en considération lors de l'analyse de l'impact économique sur les exploitations des pratiques ayant pour objectif la séquestration du carbone. Si, d'un côté, les pratiques concernées engendrent un surcoût sur certains postes, ce surcoût peut être entièrement ou en partie compensé par des économies sur d'autres postes et l'accès à différentes subventions.

L'Institut de recherche agronomique (INRA, 2013) a estimé les coûts d'atténuation et de séquestration des GES dans l'agriculture en France. Ses résultats indiquent que certaines techniques visant à séquestrer davantage de carbone dans les sols agricoles peuvent présenter des coûts négatifs importants (allonger la durée de vie des prairies temporelles), légèrement positifs (labour 1 an sur 5 ; agroforesterie, culture intercalaire) ou encore relativement élevés (cultures intercalaires, haies, bandes enherbées)

Un rapport plus récent de l'INRA (2019) s'est concentré sur le coût (euro par hectare) des pratiques favorisant la séquestration du carbone. Les résultats indiquent que l'apport de matière organique exogène constitue la pratique la plus efficiente. Les auteurs précisent que leurs résultats présentent une grande variabilité interrégionale, due aussi bien à la variabilité du stockage additionnel qu'à la variabilité des pertes ou gains de revenus liés à la mise en œuvre de la pratique stockante. En conséquence, il semble impossible sur la base des évidences disponibles de proposer un classement des pratiques en fonction de leur efficacité.

Nous avons répertorié une analyse<sup>23</sup> (Lemaître, 2019) portant sur la Suisse (Genève). Elle examine l'impact sur les performances économiques des pratiques de séquestration dans le cas d'exploitations du canton de Genève. Ses résultats montrent qu'il n'y a pas de relation entre la performance économique et le taux d'évolution de la matière organique du sol des exploitations. Une très légère corrélation positive peut même être observée.

Les résultats précédents doivent à nouveau être interprétés avec précaution, au regard de l'incertitude concernant les informations sur les rendements, les quantités d'intrants (fertilisant et produit phytosanitaire: Bio ou synthèse) utilisées pour le calcul des marges brutes avec contributions respectives<sup>24</sup>. L'utilisation de la marge brute<sup>25</sup> avec contributions comme indicateur des performances

---

22 Office fédéral de l'agriculture (OFAG) | Contributions à l'utilisation efficiente des ressources - techniques culturales préservant le sol 1 juin 2014.

23 Il s'agit d'un travail de bachelier à l'HEPIA (Genève) réalisé par T. Lemaître «Caractérisation des agrosystèmes efficaces dans la séquestration du carbone et de leurs performances économiques» (HEPIA, 2019).

24 Les données moyennes utilisées et l'estimation d'un nombre de passages identique pour chaque mode de production (PI, extenso, Bio) ont lissé les résultats, ce qui a gommé certains effets individuels et la maîtrise des techniques culturales. Cela empêche également de considérer les économies de fertilisants et d'herbicides permis par les techniques de couverts végétaux et de cultures associées dans la rotation. Il a également été considéré que les engrais de ferme avaient systématiquement été achetés, que les pailles exportées étaient toujours vendues et que les opérations culturales étaient toujours réalisées par le producteur.

25 La «marge brute moyenne avec contributions sur la durée de la rotation» est égale au produit brut qui se compose de la production et des contributions, moins les consommations intermédiaires et les charges opérationnelles. Elle se rapproche de la valeur ajoutée de l'exploitation, c'est-à-dire des montants, avant impôt, dont dispose l'agriculture pour rémunérer les facteurs de production (travail et capital). Les données nécessaires au calcul de cette marge brute sont les rendements, les prix de vente, les différentes subventions perçues, ainsi que les charges opérationnelles. Ces dernières se rapportent à l'achat de semences, d'intrants (fertilisant et produit phytosanitaire), aux frais liés à la mécanisation, ainsi qu'à l'assurance grêle.

économiques des exploitations est aussi discutable, car il ne prend pas en compte les charges liées à la main-d'œuvre. Ceci pénalise la technique de semis direct étant donné que cette pratique permet une réduction du temps de travail et, par conséquent, des économies de main d'œuvre.

L'analyse des performances économiques de trois systèmes de culture appliqués au blé extenso (1. Semis direct, sans export de paille et avec implantation de couverts ; 2. Labour, avec export de paille et avec implantation de couverts ; 3. Labour, avec export de paille et sans couverts) montre que les subventions à Genève ont tendance à favoriser l'adoption de pratiques conjointes de semis direct, sans exports de paille et avec l'implantation de couverts végétaux.

Les résultats montrent également que la différence entre la marge brute des pratiques 1 et 3 est relativement faible et qu'elle ne semble pas générer un effet incitatif suffisant pour initier les changements nécessaires pour l'atteinte des objectifs cantonaux en matière de séquestration de CO<sub>2</sub>. La perte de marge brute entre les pratiques 2 et 3 indique même que les subventions actuelles découragent l'adoption de pratiques compensatoires intermédiaires pour la séquestration du CO<sub>2</sub>. Il semble important que l'adoption de ces pratiques confère un réel bénéfice aux producteurs, sans quoi les changements nécessaires pour atteindre les objectifs cantonaux risquent de se faire attendre. La rémunération de la séquestration du carbone représente, en ce sens, un levier pertinent.

Cette analyse tend à confirmer que l'implémentation des pratiques favorisant la séquestration du carbone nécessite des aides financières. Néanmoins, les évidences sur la performance économique de l'agriculture de séquestration doivent être interprétées avec précaution. Aux yeux des agronomes que nous avons interrogés, il n'est pas possible de les considérer comme représentatives, l'hétérogénéité des exploitations au niveau des structures économiques et caractéristiques environnementales étant très importantes.

## 3.2 Additionnalité

Le constat précédent est particulièrement important, car le critère d'additionnalité constitue un prérequis à la rémunération des efforts de séquestration sur la base de certificats CO<sub>2</sub> dans le cadre des marchés carbone formels et aussi, dans la majeure partie des cas, des marchés volontaires.

Si le critère l'additionnalité est exigé, ceci signifie que l'éligibilité d'un effort de séquestration à un mécanisme de compensation (certificats carbone) repose sur le fait qu'un effort de séquestration n'est rentable financièrement que grâce aux revenus supplémentaires provenant de la vente des certificats. Selon Leifeld (2019), il s'agit là d'un véritable défi pour la certification des puits de carbone, car tant dans l'agriculture que dans la sylviculture en Suisse, les mesures d'exploitation n'ont pas encore été mises en œuvre, ou tout au moins pas exclusivement, pour des raisons de protection climatique, mais sont toujours assorties d'autres avantages (par exemple mise en place de cultures intermédiaires) et stimulent des activités liées à la fertilité des sols dans le cadre de la politique agricole.

Les résultats précédents (3.1) tendent à indiquer que les actions de séquestration sont coûteuses et que leur mise en pratiques nécessite une aide financière. Néanmoins, il reste difficile, voire impossible, de juger l'additionnalité, car une même pratique peut être rentable dans certains cas et non dans d'autres.

Ainsi, le fait qu'une mesure ne soit pas appliquée spontanément peut suffire à démontrer l'additionnalité. De même, des lacunes informationnelles peuvent par exemple expliquer pourquoi une pratique de séquestration, bien que profitable, ne soit pas implémentée. Dans ce cas, si la rémunération des certificats contribue à la mise en œuvre d'actions d'information et de formations des agriculteurs, l'additionnalité serait « de fait » respectée.

La politique agricole et les paiements directs n'examinent pas l'additionnalité des pratiques subventionnées. Les instruments de la politique climatique, tels les marchés volontaires et formels du carbone, tendent par contre à l'imposer.

## 4 Mécanismes incitatifs en faveur de la séquestration du carbone dans les sols agricoles

### 4.1 Aspects théoriques

#### 4.1.1 Définition

Les mesures incitatives désignent des **mécanismes de paiements pouvant être utilisés afin d'orienter les comportements des agents**. L'hypothèse de base est que les acteurs visent à maximiser, pour un effort donné, leurs gains financiers nets. Il est donc possible pour une organisation d'influencer les comportements des acteurs en intervenant sur les modalités de paiement, de façon à encourager des décisions et des activités, ou au contraire à en décourager d'autres. Les taxes, les subventions, les certificats (ou permis) à polluer échangeables constituent les instruments de protection de l'environnement à caractère incitatif (cf. annexe 3).

Néanmoins, au niveau politique, les mesures incitatives désignent également des mécanismes non financiers : à côté des mécanismes qui modifient les coûts et les bénéfices de manière directe (taxe sur les carburants), elles comprennent aussi des mesures qui influencent les comportements de manière indirecte (place de parking réservées pour la mobilité électrique, par exemple).

#### 4.1.2 Justification du subventionnement

La valeur du carbone du sol, ou plus techniquement la capacité du sol à séquestrer le carbone, constitue un bien public mondial découlant de la gestion des sols. Le maintien des stocks de carbone du sol ajoute à l'effort global d'atténuation des gaz à effet de serre et contribue à éviter les coûts résultant des changements climatiques.

Le sol ou la terre, ainsi que le capital et la main-d'œuvre, constituent des intrants à la production de l'agriculture. La façon dont les sols sont gérés dans la production de nourriture détermine également la génération d'autres produits liés à la composition et au fonctionnement des écosystèmes du sol, y compris la régulation des émissions de carbone du sol.

Si la production alimentaire est en grande partie un processus privé (c.-à-d. les revenus générés sont «capturables» pour le fournisseur), les services écosystémiques résultant de la séquestration de carbone constituent une externalité positive possédant les caractéristiques d'un bien public. Cela signifie que les actions privées génèrent des résultats que le fournisseur ne peut pas vendre aux individus et que ces derniers peuvent en bénéficier librement. En conséquence, les biens et services du sol ne sont pas produits spontanément. Le marché est ainsi lacunaire (on parle de « dysfonctionnement des marchés »). Afin d'y pallier, le législateur peut, par le biais d'incitations économiques, faire en sorte que les agents concernés tiennent compte des bénéfices qu'une gestion spécifique des sols permet de générer. Il s'agit ainsi d'encourager par le biais de versements monétaires les exploitants qui optent pour des pratiques augmentant la séquestration du carbone dans les sols ou préservant les stocks actuels. Cette aide

financière peut être différenciée selon les pratiques et conditionnée au respect de critères géographiques et économiques (comme celui d'additionnalité, cf. section 3.2)

Le législateur suisse a décidé par le biais d'un système de subventions (paiements directs) d'encourager les agriculteurs à tenir compte de la multifonctionnalité de l'agriculture dans leurs décisions de gestion. La question est désormais de déterminer s'il faut inclure dans cet encouragement les efforts de séquestration de carbone et, si oui, de quelle manière procéder. Le rapport du Conseil Fédéral sur la PA22+ confirme qu'une telle mesure d'encouragement est déjà en discussion.

Cela semble également le cas dans la plupart des pays européens. Lors de la réunion informelle des Ministres de l'agriculture de l'UE (22-24 septembre 2019 à Helsinki), l'encouragement des efforts de séquestration du carbone dans les sols agricoles a été décrit comme une mesure-clé qui nécessite un financement adéquat et une certaine flexibilité. Les ministres ont donné leur accord pour adresser cette question dans la politique agricole commune (PAC) après 2020 (Fortuna, 2019).

## 4.2 Résultats des études existantes

Amelung et al. (2020) indiquent que les connaissances en matière de séquestration du CO<sub>2</sub> dans les sols est suffisamment avancée pour justifier la création de politiques et de programmes d'incitation, bien qu'il demeure une incertitude quant aux taux absolus de séquestration de pratiques particulières dans des lieux spécifiques. Ces auteurs soulignent que les mesures de séquestration seront probablement adoptées plus rapidement dans l'agriculture si elles sont présentées non seulement comme un moyen d'atténuer le changement climatique, mais aussi comme un contributeur à la santé des sols, à la sécurité alimentaire accrue et aux objectifs de développement durable.

Corsi et al. (2012) ont réalisé une méta-analyse portant sur les principales questions scientifiques sur la séquestration du carbone dans les sols agricoles. Au niveau des mesures d'encouragement, ils indiquent que le passage à l'agriculture de conservation a été plus important là où: i) les agriculteurs ont été informés du système et convaincus de ses avantages par l'expérience; ii) une formation et un soutien technique aux premiers utilisateurs ont été fournis; et iii) des politiques de soutien adéquates (par exemple, un financement par le biais de contrats de séquestration du carbone avec les agriculteurs) ont été mises en œuvre.

Amelung et al. (2020) soulignent que les mesures de soutien à la séquestration du carbone dans les sols agricoles demeurent rares, par exemple en comparaison aux programmes visant une séquestration dans les forêts et les produits bois. Deux raisons principales l'expliquent :

- Premièrement, les paiements pour les services écosystémiques (PSE), y compris la séquestration du carbone dans le sol, sont rarement concrets, car les avantages sont difficiles à mesurer et non standardisés, exigeant ainsi une médiation entre les bénéficiaires mondiaux et les prestataires de services locaux et régionaux.
- Deuxièmement, les gestionnaires individuels des terres ne se concentrent pas sur la séquestration du carbone, mais plutôt sur la production agricole. Il est donc nécessaire de créer des incitations supplémentaires pour les agriculteurs pour favoriser la séquestration, comme l'identification

d'améliorations de la productivité, un meilleur accès au marché ou la vente de certificats carbone (Vermeulen, 2019).

Les normes sociales ainsi que les facteurs psychologiques et comportementaux doivent être également pris en compte pour l'adoption généralisée de mesures de gestion favorisant la séquestration de carbone dans les sols (Sykes, 2019 ; Money, 2007). Sur cet aspect, il est essentiel d'identifier les stratégies qui permettent de lier la séquestration du carbone dans les sols à la sécurité alimentaire, à la protection de la biodiversité et la préservation de la qualité de l'environnement. Les auteurs soulignent que les solutions pertinentes seront probablement diverses et progressives. Il n'y aura pas de «solution miracle» mondiale unique, mais plutôt une vaste gamme de politiques de petite taille, diversifiées et si possible interconnectées (Foley, 2011).

Demenois et al. (2020) ont identifié en France et au Sénégal, par le biais d'ateliers avec les parties prenantes, les obstacles à l'initiative 4 pour 1000 et aux stratégies permettant d'y répondre. Leurs résultats révèlent que, dans les deux pays, les principales barrières sont d'ordre sociale et économique, comme le manque de connaissances ou de formation, la charge de travail, la gestion des risques, le financement et la pression sociale. Les contraintes biophysiques (potentiel limité de stockage du sol, rareté et la variabilité des précipitations) sont également mentionnées (plus importante au Sénégal). Les acteurs indiquent encore que les actions nécessaires à la séquestration du carbone dans les sols nécessitent des démarches innovantes en matière d'aménagement du territoire, une communication accrue avec les parties prenantes, des installations et projets de démonstration, un renforcement des capacités et, surtout, un soutien financier.

CIRCASA (2019) propose une analyse similaire des contraintes et opportunités à la séquestration de carbone dans les sols agricoles à l'échelle mondiale (sur la base d'ateliers et d'une enquête online). Le principal obstacle recensé est d'ordre économique (perte de rendement), tant au niveau mondial qu'europpéen. Suivent le manque de connaissance et de soutien politique (ce point inclut les subventions et crédit carbone). Au niveau économique, les résultats indiquent qu'il existe un « trade-off » entre les gains économiques à court terme et la mise en œuvre des stratégies visant une augmentation de la teneur en carbone dans les sols. Des incitations financières sont jugées nécessaires, afin de permettre de compenser les pertes financières à court terme et de limiter les risques induits par le changement de pratiques agricoles.

La littérature confirme que lever les barrières économiques constitue une composante clé des stratégies visant à augmenter la teneur en matière organique du sol. Néanmoins, ce constat général ne doit pas voiler le fait que le secteur agricole est très hétérogène et que certaines pratiques visant à la séquestration du carbone dans les sols impliquent un coût faible (c'est ce qui potentiellement les rend attractive au niveau de la politique climatique) voir un gain net (Pellerin et al., 2017 ; voir la section 3.1).

### 4.3 Inventaire des mécanismes incitatifs

Les principaux mécanismes incitatifs potentiels dans le domaine de la séquestration du carbone dans les sols sont les suivants (Alexander, 2015): les marchés formels du carbone, les marchés volontaires du carbone et les systèmes de subventions agroenvironnementales.

### 4.3.1 Marchés formels du carbone

Les marchés formels du carbone résultent des réglementations gouvernementales directes des émissions de GES du secteur industriel et du transport. Les marchés formels du carbone permettent l'échange d'efforts de réduction des émissions de GES entre les agents. Par ce biais, un acteur non soumis à des obligations climatiques peut, sous certaines conditions, vendre des efforts de séquestration de carbone qu'il aurait réalisés à des acteurs soumis. Comme indiqué à la section 2.1, la loi fédérale sur le CO<sub>2</sub> exclut actuellement la séquestration biologique, ce qui rend les éventuels « certificats carbone » dans ce domaine non éligibles sur le marché suisse du carbone (soit le « système d'échange de quotas d'émission » - SEQE). La réforme de la loi prévoit d'admettre ce type de séquestration. En 2020, le prix moyen de la tonne de carbone sur le marché européen (lié au marché suisse) est d'environ 25 euros.

Certains secteurs, comme l'agriculture - et donc le sol -, sont exclus des marchés formels du carbone pour des raisons techniques. La mesure et le contrôle des émissions sont considérées complexes (voir peu fiables) et coûteux, étant donné qu'ils portent sur un nombre important de petits opérateurs. En conséquence, le législateur a considéré que les avantages d'inclure ces secteurs dans un marché formel du carbone y sont inférieurs aux coûts de transaction (De Pinto et al., 2010). La difficulté de prouver l'additionnalité des efforts ajoute une difficulté supplémentaire.

Sur la base de l'examen de la littérature et des entretiens réalisés, nous n'avons répertorié à l'heure actuelle (2020) aucun marché formel du carbone incluant des certificats issus des efforts de séquestration du carbone dans les sols.

### 4.3.2 Marchés volontaires du carbone

L'exclusion de certains secteurs du marché formel du carbone a généré une opportunité pour le développement de marchés volontaires de compensation de carbone, notamment dans le domaine forestier, des énergies renouvelables et du sol. Ces marchés proposent une option pour quiconque peut offrir des réductions d'émissions valables à quiconque veut les acheter. Le fonctionnement des marchés volontaires pose les mêmes questions que le marché formel (mesure, permanence, additionnalité).

Néanmoins, ces limites sont généralement plus souples et basées sur des règles et des contrôles moins stricts. Les marchés volontaires présentent l'avantage de pouvoir s'adapter aux contextes concernés. Le «Gold Standard<sup>26</sup>» est, par exemple, considéré comme un critère indépendant et de référence pour évaluer les projets « carbone » à l'échelle internationale. Néanmoins, ce standard n'est économiquement pas viable pour des projets d'envergure régionale et incluant de nombreux acteurs produisant chacun un faible nombre de certificats en raison des efforts importants nécessaires à son obtention. Un tel standard n'est pour cette raison pas systématiquement exigé sur les marchés volontaires. L'application du critère d'additionnalité est aussi plus souple. Dans certains cas, le fait que les

---

26 Le Gold Standard, développé en 2003 par un groupe d'Organisations non gouvernementales (ONG), est le premier standard de certification indépendant et le plus rigoureux permettant de créer des projets de compensation des émissions de CO<sub>2</sub> de haute qualité sur les marchés carbone. Jusqu'à présent, le Gold Standard est soutenu par l'ONU et la plupart des gouvernements nationaux. Le Gold Standard vise à garantir que les crédits « carbone » générés constituent une contribution réelle, vérifiable et mesurable au développement durable.

projets de séquestration n'aboutissent pas spontanément suffit ainsi à prouver leur additionnalité.

Les marchés volontaires comportent en conséquence davantage de risques, les contrôles garantissant l'effectivité des efforts accomplis étant plus faibles. Dans les entretiens réalisés, ce risque est décrit comme élevé dans le domaine de la séquestration du carbone dans les sols, les méthodes de mesure étant mal établies et la temporalité de la séquestration étant lente (5 à 10ans de pratiques agricoles sont requises avant de mesurer une augmentation de la teneur en carbone du sol agricole).

Il existe quelques exemples de marchés volontaires encourageant la séquestration du carbone dans les sols à l'étranger et en Suisse. Selon Vermeulen et al. (2019), ces expériences tendent à fournir des preuves de la viabilité économique et de l'effectivité de ces mécanismes au niveau local. Ces expériences sont décrites ci-dessous.

### **a) A l'étranger**

L'Australie a initié un des premiers programmes de compensation volontaire basé sur la production de crédits carbone par les propriétaires fonciers et les agriculteurs. Ce mécanisme a permis l'acquisition des contrats d'une valeur approximative de 200 millions de dollars australiens (soit 133 millions de CHF). Le mécanisme soutient un large éventail d'activités allant du pâturage en rotation au travail réduit du sol. Les crédits sont payés sur la base de résultats mesurés, c'est-à-dire l'augmentation vérifiée du carbone organique du sol sur une période de dix ans<sup>27</sup>.

Les projets restent toutefois rares. En Australie, moins de 60 projets traitant du carbone organique du sol dans les terres cultivées, les pâturages, les tourbières ou les zones humides sont actuellement enregistrés en vertu des marchés volontaires du carbone. C'est une bagatelle par rapport aux 1500 projets couvrant 12 millions d'hectares de terres dans le secteur forestier (Vermeulen et al. ; 2019).

Des mécanismes volontaires sont également recensés au Canada et en Californie. Ils visent généralement un financement par le biais de fonds privés et de la vente de certificats carbone. La région de l'Alberta au Canada a, par exemple, développé un système de soutien de la séquestration CO<sub>2</sub> dans les sols agricoles dès 2007 par le biais de compensation carbone avec l'industrie (Von Unger M. et Emmer, I., 2018).

### **b) En Suisse**

4 mécanismes volontaires visant à favoriser la séquestration du carbone dans les sols agricoles ont été recensés en Suisse. Comme dans les cas australiens ou canadiens, ils font recours à des instruments de financement développés par les acteurs privés sur une base volontaire et reposant sur la vente de certificats d'émission sur le marché du carbone. Ils disposent généralement de sources complémentaires de financement (subventions publiques ou dons privés).

---

27 Carbon Abatement Contract Register (Clean Energy Regulator, 2018); <https://go.nature.com/2Ga0e69>

- **Fonds pour la fertilité des sols**

Le Fonds pour la fertilité des sols («Bodenfruchtbarkeitsfonds»)<sup>28</sup>, financé par la Bio-Foundation Switzerland<sup>29</sup>, vise l'humification des sols et la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans la région du lac de Constance (Suisse, Allemagne et Autriche).

Le fonds pour la fertilité des sols propose un soutien financier et une expertise aux agriculteurs. Le concept est actuellement en phase de test (période de trois ans, 1<sup>ère</sup> phase 2018-2022) et comprend 32 exploitations (environ 1000 ha de surface cultivée au total). Cette phase de test doit permettre de procéder à des ajustements qui seront ensuite intégrés au projet principal portant sur un nombre plus important d'exploitations (2<sup>ème</sup> phase 2022-2024)<sup>30</sup>.

Dans le cadre du projet pilote, 1,6 millions de CHF ont été levés pour financer les mises à niveau technique des établissements agricoles (uniquement Bio), la réalisation des bilans humiques et de CO<sub>2</sub> (à l'aide du partenaire «Soil & More – impacts»), le développement d'un outil de calcul, ainsi que la mise en relation avec le réseau d'entreprises et de privés souhaitant obtenir des crédits de compensation carbone (à l'aide du réseau myclimate). Cette aide représente entre 6'500 et 13'000.- CHF par exploitation. Elle est en partie financée par la vente de certificats CO<sub>2</sub> sur les marchés volontaires du carbone.

Les objectifs à atteindre au niveau des mesures de matière organique du sol et de CO<sub>2</sub> sont fixés par contrat avec chaque exploitant. Les crédits de compensation sont ensuite émis sur la base d'un bilan effectué en continu. Les audits nécessaires sont réalisés sur la base de critères définis avec les partenaires du projet (Myclimate, Soil & More – Impacts) et suivent les prescriptions de la norme ISO sur les émissions de GES<sup>31</sup>. Si le projet pilote est un succès, le modèle sera alors a priori répliquable (mécanisme « opensource ») pour d'autres régions en Suisse dès 2021.

- **Restauration de la tourbière du Schwändi (Glaris)**

Un projet compris dans le portefeuille suisse de myclimate soutient spécifiquement la séquestration du carbone dans les sols, puisqu'il vise à restaurer la tourbière de la vallée de Schwändi (Glaris). En milieu naturel, les tourbières présentent un potentiel très conséquent de stockage de carbone: le drainage dans un but d'exploitation agricole ou d'extraction de la tourbe induit un déversement en continu de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. La remise en eau

---

28 [www.bodenfruchtbarkeit.bio](http://www.bodenfruchtbarkeit.bio) (accédé le 15.08.2019) et entretien réalisé dans le cadre d'un travail réalisé en 2019.

29 La Bio-Foundation promeut une agriculture respectueuse de l'environnement et un comportement écologique du consommateur à l'aide de projets mis en place par la Fondation ou en soutenant les institutions existantes, notamment : en promouvant l'information et l'éducation ; en promouvant l'éducation et la formation ; en finançant la recherche et l'innovation ; en soutenant des projets axés sur la pratique ; en promouvant la compréhension entre les populations urbaines et rurales<sup>29</sup>.

La Fondation n'exerce pas d'activité lucrative et se considère comme une base opérationnelle, c'est-à-dire qu'elle agit principalement dans le cadre de son programme prioritaire et participe activement à l'élaboration et à la mise en œuvre du projet.

Avec le Fonds pour la fertilité des sols, la Bio-Foundation Switzerland assume un rôle de médiateur entre la gestion des sols et la société. Elle considère les producteurs comme des dépositaires du sol, qui assument la tâche de tous les consommateurs qui ne peuvent ou ne veulent pas faire ce travail eux-mêmes.

30 Echange e-mail du 15.08.19 (dans le cadre d'une étude préalable) avec Mme Mélanie Siegrist de Myclimate

31 La norme « Standards Gold » utilisée dans le cadre des marchés de certificats volontaires n'est pas applicable au niveau régional.

garantit qu'une tourbière asséchée retrouve sa qualité de réservoir de carbone à long terme<sup>32</sup>.

D'importance nationale, cette grande tourbière est asséchée, faute de moyens financiers. Le projet de « myclimate » vise à combler cette lacune de financement par le biais de la vente de certificats CO<sub>2</sub>. Le projet est également financé par la Confédération et le canton de Glaris.

- **Le projet CarboCert**

Carbocert est un projet d'origine allemande qui encourage la séquestration du carbone dans les sols agricoles<sup>33</sup>. Les agricultures participent volontairement avec une partie ou l'ensemble de leurs terres agricoles en concluant un contrat avec CarboCert GmbH. CarboCert organise ensuite un échantillonnage précis du sol par données GPS. Les échantillons d'analyse de sol sont envoyés à un laboratoire accrédité afin de déterminer la teneur en matière organique du sol selon la norme DIN EN 15936<sup>34</sup>. Le producteur peut éventuellement faire mesurer la teneur d'autres éléments nutritifs selon la méthode d'Albrecht<sup>35</sup>.

Deux à cinq ans après l'examen initial, une mesure de suivi est effectuée afin de déterminer la variation de la teneur en matière organique du sol et ainsi les quantités de CO<sub>2</sub> séquestrées dans le sol. Cette séquestration donne lieu à un premier versement de la prime de réussite (environ 30 CHF par % de matière organique/ha supplémentaire). Pour garantir un stockage dans le temps, une partie de la prime est retenue. Cette dernière sera restituée 5 ans plus tard si la teneur en matière organique est maintenue ou augmentée<sup>36</sup>. Les frais d'analyse sont à la charge de l'agriculteur et déduits du dernier versement.

Selon Carbocert, une augmentation de 1% de la teneur en matière organique du sol (MOS/ha) permet de générer un chiffre d'affaires d'environ 1'200 €/ha par la commercialisation de certificats CO<sub>2</sub>. Une augmentation de 0,1 à 0,2 % de MOS/ha/an est selon eux réaliste avec une mise en œuvre cohérente de l'agriculture de conservation, soit un revenu espéré de 120 à 240€/ha/an.

- **AgroCO2ncept Flaachtal (ZH et SO)**

Cette démarche élaborée dans le cadre du programme d'utilisation durable des ressources naturelles et des moyens de production<sup>37</sup> vise à démontrer la faisabilité d'une réduction des émissions de GES de l'agriculture de la région de Flaachtal<sup>38</sup>. Les trois préoccupations principales du projet sont réunies dans la formule «20/20/20»<sup>39</sup>:

- moins 20% d'émissions de CO<sub>2</sub> liées à la conservation des ressources, au stockage du carbone et à la production d'énergie renouvelable dans le cadre d'une agriculture respectueuse du climat;

---

32 La quantité d'émissions de CO<sub>2</sub> qu'une remise en eau permet d'éviter est estimée par l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL). Selon cette approche, les 50 cm supérieurs de la tourbière retiennent les émissions potentielles de plus de 1'000 t de CO<sub>2</sub>/ha pour les 50 à 100 prochaines années.

33 Selon échanges par e-mails avec M. Wolfgang Alder du 12.09.20.

34 Le contenu en matière organique indiqué dans le rapport d'enquête est divisé par un facteur de 1 721. Le résultat est la teneur en carbone du sol.

35 <https://www.carbocert.de/humuscertifikate> (accédé le 12.08.2019)

36 Voir exemple sous : <http://www.terr-avenir.com/archives/7768> (accédé le 12.08.2019)

37 Article 77a / b de la loi sur l'agriculture

38 Selon M. Daniel Felder (OFAG), échange e-mail du 25.06.19 (dans le cadre d'une étude préalable)

39 <http://www.agroco2ncept.ch/das-projekt/index.html> (accédé le 28.07.2019)

- moins 20% de dépenses par la réduction des coûts, les synergies et les gains d'efficacité du côté de la production;
- plus 20% de valeur ajoutée supplémentaire grâce à l'acquisition de connaissances et au transfert de connaissances, à la vente de produits respectueux du climat, au commerce de certificats carbone ainsi qu'au gain d'image pour les participants et la région.

Cette initiative vise la séquestration du CO<sub>2</sub> dans les sols par le non-labour, l'apport de compost et de biochar ainsi que l'agroforesterie. Le programme supporte également toutes les mesures contribuant à limiter les émissions de GES des exploitations agricoles, comme par exemple le recours aux engrais de ferme et aux fourrages locaux (transport évité), le partage des engins de fermes, la limitation des processus de nitrification et de dénitrification dans les étables, la réduction de la lixiviation et la volatilisation de l'ammoniac par le recours à des épandeurs de précision, etc. Il n'est donc pas axé uniquement sur la séquestration au niveau du sol.

Entre 2015 et 2018, les émissions des exploitations participantes ont baissé de 8% et de 26% par unité d'énergie utilisée, tout en maîtrisant les coûts de production. Le prochain bilan est prévu en 2021.

### 4.3.3 Les subventions agroenvironnementales

La mesure la plus souvent utilisée par les gouvernements afin de soutenir la production des services écosystémiques par l'agriculture est constituée des systèmes de subventions agroenvironnementales. De nombreux pays de l'OCDE ainsi que la Suisse (par le biais des prestations écologiques requises dans les systèmes de paiements direct) ont mis en œuvre des subventions visant la préservation des paysages, la protection de l'eau ou encore le renoncement aux pesticides et aux herbicides (agriculture biologique). Il s'agit par ce biais de rémunérer les agriculteurs pour les services non marchands que leur activité procure à la collectivité (« provider get principle » et « paiements pour les services écosystémiques »).

Ces subventions encouragent également une variété de mesures de conservation des sols, telles que le non-labour, l'utilisation de cultures de couverture, la rotation des cultures ou encore la prévention du compactage et de la conversion de la tourbe. Elles incitent donc indirectement la conservation du carbone dans les sols agricoles.

Les subventions visent généralement à compenser les coûts encourus et les revenus perdus. Le suivi est généralement réalisé en observant la conformité des pratiques plutôt que les résultats atteints, ces derniers étant plus problématiques à mesurer et à vérifier.

Comme indiqué dans la section 2.2, les systèmes de paiements directs actuels ne comprennent pas directement des mécanismes incitatifs encourageant une augmentation (ou préservation) de la matière organique dans les sols, et par la même, la séquestration du carbone. Néanmoins, le message du Conseil fédéral relatif au projet de réforme de la politique agricole 22+ retient deux mesures alternatives visant à subventionner les efforts de séquestration. La première rémunère l'adoption de pratiques spécifiques, tandis que la seconde rémunère les résultats atteints.

De plus, la Confédération soutient actuellement deux programmes (projets « ressources Humus » et « Terre vivante ») ayant pour objectif l'amélioration du bilan humique des sols. Le programme « Terre vivante » contient un mécanisme de subventions.

### **a) *Projet de ressources Humus***

Le programme de ressources "Gestion de l'humus dans l'agriculture" a débuté en août 2017<sup>40</sup> dans la région de Soleure. Il est géré par l'OFAG, l'OFEV et l'association des agriculteurs de Soleure. Le projet dure 6 ans et bénéficie du soutien financier de l'OFAG. Les objectifs principaux du programme sont<sup>41</sup>:

- Favoriser l'accumulation de matière organique dans les sols sur les terres cultivées ou maintenir un taux élevé d'humus
- Assurer une fertilité durable du sol
- Sensibiliser les producteurs sur le sujet par le conseil et l'utilisation d'une balance humus
- Optimiser la gestion de la matière organique du sol dans le sens de bonnes pratiques agricoles

Dans un bilan humique, l'apport et la dégradation de la matière organique sont comparés. C'est un outil pratique pour estimer si l'activité en cours peut augmenter, maintenir ou diminuer le contenu en carbone du sol. Tous les participants ont un accès personnel à la balance humus, la participation rend obligatoire la mise à jour annuelle du bilan humique.

### **b) *Terre vivante***

Le programme « Terre Vivante » (programme de protection des ressources, 2019-2026) est mis en œuvre par la Fondation rurale interjurassienne (FRI) et soutenu financièrement par l'OFAG et les cantons du Jura et de Berne. Son but est d'améliorer la qualité structurale des sols en permettant aux agriculteurs de tester dans le terrain des mesures d'amélioration des sols et des combinaisons de mesures innovantes. Les agriculteurs réalisent des observations du sol avec l'appui des conseillers et des partenaires scientifiques, afin de pouvoir analyser les effets des techniques employées. Quatre thématiques ont été retenues, à savoir l'intensité de la couverture végétale, les apports en amendements organiques, la gestion de l'intensité du travail du sol et les risques de compaction.

Les mesures mises en œuvre sont évaluées sur la base d'un système de points de manière à encourager le résultat, sans favoriser une mesure par rapport à l'autre. A maximum, il est possible d'obtenir un score de 40 points par hectare de terre assolée, reparti en 4 sous catégories (inspirées des piliers de l'agriculture de conservation des sols) : a) l'intensité végétale, 2) la gestion des apports en matière organique, 3) l'intensité du travail du sol et 4) l'appréciation des risques de compaction. Le calcul est réalisé sur l'ensemble des terres assolées de l'exploitation engagée. En fonction du site, chaque agriculteur définit sa meilleure stratégie. Ce système a également l'avantage de laisser à l'agriculteur la possibilité d'innover et de tester de nouvelles techniques culturales. La subvention est de 10 CHF par point et hectare de terre assolée, ce qui représente donc au maximum 400 CHF/ha de terre assolée.

---

40 Selon M. Daniel Felder (OFAG), échange e-mail du 25.06.19 (dans le cadre d'une étude préalable)

41 <https://www.so.ch/verwaltung/volkswirtschaftsdepartement/amt-fuer-landwirtschaft/> (accédé le 28.07.2019)

Après deux ans, le programme « Terre Vivante » constate que les pratiques ont encore peu évolué. Les montants proposés semblent ainsi en l'état suffisants pour motiver la participation aux programmes, mais demeurent trop faibles pour modifier les pratiques de manière importante. Les responsables du programme soulignent qu'il est toutefois trop tôt pour formuler à ce stade des conclusions définitives sur cet aspect. Le mécanisme de subventionnement proposé est également apparu comme relativement complexe pour les agriculteurs. Cette expérience confirme un élément fréquemment mentionné dans la littérature sur l'implémentation de nouvelles pratiques agricoles : la mise en place d'un mécanisme incitatif financier n'est pas à lui seul suffisant, il est ainsi nécessaire d'informer les agriculteurs quant aux conséquences du changement de pratiques au niveau de leur exploitations et de fournir des conseils sur ce point. Au niveau des coûts, les responsables soulignent que le changement de pratique implique des coûts d'appropriation non négligeables. Ils soulignent la très forte hétérogénéité des exploitations agricoles. En conséquence, il n'est pas possible de considérer que les évidences sur la performance économique de la séquestration de carbone dans les sols agricoles disponibles pour la région genevoise ou pour la France puissent être considérées comme représentatives pour l'ensemble de la Suisse.

### **c) *Projet Klimaschutz durch Humusaufbau***

Initié en 2019, le projet « protection du climat par la constitution d'humus » (Klimaschutz durch Humusaufbau) vise à accumuler le humus de manière à renforcer la résilience et la fertilité des sols agricoles, ainsi qu'à contribuer à la séquestration de CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Le projet engendre donc un bénéfice à la fois pour les agriculteurs et pour la société dans son ensemble.

Le projet est conduit par le Centre pour l'agriculture, la nature et l'alimentation d'Ebenrain (Bâle-Campagne) en collaboration avec Bio-Nordwestschweiz et l'Institut de recherche en agriculture biologique (FiBL) de Frick. Il porte sur une superficie de 1000 ha et exige une participation de 6 ans. Les mesures sont au libre choix des agricultures (par exemple : couverture permanente du sol, résidus de culture, engrais organiques, apport de compost (provenant de la région – 15 km), rotation des cultures travail du sol réduit ou minimal, haie et agroforesteries, application de biochars). Des conseils et un suivi sont proposés aux agriculteurs.

Chaque exploitation reçoit une « contribution de participation » fixe de 200 francs par hectare au cours de la première année de participation au projet. Cela correspond à 1/3 de la contribution totale sur six ans. La rémunération supplémentaire est axée sur l'impact et n'est pas liée aux mesures : elle est versée lors de la troisième et de la sixième année sur la base des performances, c'est-à-dire en fonction de l'augmentation réelle de l'humus. Le potentiel est estimé à 1 tonne de CO<sub>2</sub> par hectare de terre arable et par an. La BLKB (Banque cantonale du Bâle-Campagne) paiera CHF 100.- chaque tonne de CO<sub>2</sub> séquestrée. Après six ans, on peut ainsi s'attendre à une rémunération totale de 600 francs par hectare<sup>42</sup> (incluant la contribution de participation initiale).

---

42 Si la teneur en humus n'augmente que légèrement ou pas du tout en raison de facteurs imprévisibles tels qu'une sécheresse extrême ou de fortes pluies, la "contribution de participation" ne doit pas être remboursée, ni les coûts des deux premières analyses de sol.

## 4.4 Analyse comparative des mécanismes incitatifs

Sur la base de la revue de la littérature, des expériences existantes et des mesures projetées dans la PA22+, deux types de mécanismes incitatifs pour augmenter la séquestration de carbone dans les sols agricoles sont possibles :

1. **Les mécanismes basés sur les pratiques** visent à favoriser l'adoption des techniques de production et d'entretien des sols entraînant la séquestration de carbone. Il s'agit de mécanismes de subventionnement conditionnant le versement de l'aide aux actions prises par les agents (« action-based incentive ou action-oriented payments »). Les résultats effectivement atteints ne sont donc pas pris en compte pour déterminer le montant de subvention versée (obligation de moyens).
2. **Les mécanismes basés sur la performance** visent à rémunérer les efforts de séquestration sur la base de l'augmentation constatée de la teneur en carbone du sol. Ceci revient à subventionner les efforts de séquestration. Il s'agit d'un mécanisme incitatif rémunérant les agents sur la base des performances réalisées (« performance-based incentive »<sup>43</sup>) sans considération donnée aux mesures mises en œuvre (obligation de résultats).

Dans la très grande majorité des cas, les mécanismes de soutien sont basés sur les pratiques. L'explication est juridique (Burton et Schwarz, 2013). Les mesures soutenant les pratiques seraient en effet mieux à même de respecter les critères des accords commerciaux internationaux (Cycle d'Uruguay de l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce, GATT, 1994) qui exigent que les paiements agroenvironnementaux ne faussent pas les échanges commerciaux entre les pays (GATT, 1994)<sup>44</sup>. L'Union européenne (UE) ainsi que la Suisse ont par conséquent construit des programmes agroenvironnementaux visant à payer les agriculteurs pour des services environnementaux et de conservation lorsque ceux-ci sont «dépendants du respect de conditions spécifiques» (au niveau des pratiques de production et du choix des intrants).

Néanmoins, depuis le début du 21<sup>ème</sup> siècle et face aux pressions pour renforcer l'efficacité des subventions agroenvironnementales, l'intérêt pour les mécanismes basés sur les performances s'est accru. Burton et Schwartz (2013) ont identifié en Europe plus d'une dizaine de mécanismes axés sur les performances dont, en Suisse, la contribution des prairies<sup>45</sup> à la biodiversité.

### 4.4.1 Identification des pratiques pertinentes

Rétribuer les agents sur la base de l'adoption de pratiques nécessite de pouvoir établir un lien effectif entre une ou plusieurs pratiques et l'objectif visé.

---

43 Il existe plusieurs terminologies pour désigner ce type de mécanismes, notamment : outcome-based/oriented ; results-oriented, performance payment, success-oriented, objective-driven, payments by result.

44 Les deux critères sont les suivants (GATT, 1994) :

a) «L'éligibilité à des paiements agroenvironnementaux doit être déterminée dans le cadre d'un programme gouvernemental clairement défini en matière d'environnement ou de conservation et dépendre du respect de conditions spécifiques dans le cadre du programme gouvernemental, y compris les conditions liées aux méthodes de production ou aux intrants», et

b) «Le montant du paiement doit être limité aux coûts supplémentaires ou à la perte de revenus liés à la conformité au programme gouvernemental»

45 Soutien à la qualité écologique des prairies et création de réseaux de prairies écologiquement valables.

La littérature prouve l'existence d'un consensus à l'égard des pratiques contribuant à la séquestration du carbone dans les sols : l'agriculture de conservation, l'enfouissement de biochars, l'agroforesterie, l'afforestation des sols agricoles, la gestion des prairies. La performance de ces pratiques dépend néanmoins des conditions dans lesquels l'activité s'opère<sup>46</sup> (type de sols, pluviométrie, etc. ; Sun et al., 2020 ; Ogle et al, 2019). L'examen de la littérature scientifique ne permet ainsi pas d'établir des recommandations univoques quant aux pratiques agricoles et sylvicoles les plus efficaces pour séquestrer du carbone (Powlson et al., 2014).

Le rapport technique report I propose une revue détaillée des pratiques susceptibles d'améliorer la teneur en matière organique des sols agricoles.

Ce constat a été confirmé par les entretiens que nous avons menés dans le cadre de ce projet auprès de l'administration fédérale, des agronomes et des agriculteurs. Il demeure en l'état difficile d'indiquer quelles pratiques sont recommandées pour quel type d'exploitation. Il ne semble pas possible de proposer une typologie des exploitations et un catalogue de mesures à recommander pour chaque type d'exploitation. L'hétérogénéité est en effet très forte.

Dans les entretiens, des doutes ont également été mentionnés à plusieurs reprises au niveau de la pertinence environnementale et économique de l'enfouissement de biochar (qualité du produit, disponibilité de la biomasse nécessaire à sa production, coût de production des biochars<sup>47</sup>). Le recourt aux biochars fait davantage sens au niveau des sols artificiellement tassés (en milieu construit), surtout si les biochars sont produits à partir de la biomasse locale<sup>48</sup>.

Plusieurs membres de l'administration fédérale ainsi que la représentante du milieu paysan ont souligné que les pratiques de l'agriculture de conservation peuvent être contradictoires avec les pratiques de l'agriculture biologique, pratiques également subventionnées (cf. section 2.2.1). De nombreuses recherches et projets tests sont toutefois en cours sur les pratiques pertinentes en fonction de situations spécifiques (sols, climat, pratiques associées). A cet égard, une veille technique est nécessaire. Il s'agit également de redécouvrir des pratiques qui existaient dans le passé, comme le met en évidence le représentant de l'association de protection de l'environnement<sup>49</sup> (il y a 60 – 80 ans).

La mise en place d'un mécanisme incitatif basé sur les pratiques présente l'avantage de pouvoir encourager uniquement les pratiques les plus pertinentes. A ce stade, bien qu'un consensus existe parmi les personnes interviewées sur ce point à l'égard des pratiques de l'agriculture de conservation, il y a davantage d'opposition quant à l'opportunité de soutenir l'enfouissement de biochars. Les autres pratiques n'ont par contre pas été commentées. Le message du CF concernant la PA22+ qui prévoit un mécanisme incitatif basé sur l'adoption conjointe des 3 pratiques de l'agriculture de conservation (un travail minimal du

---

46 Notamment à l'HEPIA (Genève) dont les travaux visent à déterminer la relation entre les pratiques et les résultats au niveau des exploitations et non de parcelles test.

47 Le coût de production des biochar atteindrait environ 1'000 CHF par tonne de biochar (entretiens réalisés).

48 Cf. Technical report 1, section II.4

49 Le programme « connexion naturelle » du WWF atteste de l'immense potentiel qui existe à ce niveau. Ce projet soutient la transition de l'agriculteur vers des modèles de production alternatifs. Il s'agit d'aider les agriculteurs à faire aux potentielles pertes de revenu liées à ce changement. En effet, à moyen terme, le changement de pratique peut entraîner des pertes en raison des essais nécessaires avant de trouver la formule pertinente.

sol, la mise en place de couverts végétaux et une rotation des cultures diversifiée) s'appuie sur le consensus précédent. Une telle mesure exclut du subventionnement l'enfouissement de biochars.

Le mécanisme basé sur la performance base le subventionnement sur le résultat atteint. Il confie ainsi la décision concernant le choix des mesures aux acteurs concernés. Le risque d'adopter une mesure non pertinente est donc transféré aux exploitants.

#### 4.4.2 Fiabilité de la mesure de la performance

Rétribuer les efforts de séquestration sur la base de la performance nécessite de :

- Sélectionner un indicateur de performance pertinent.
- Pouvoir quantifier (et vérifier) avec suffisamment de précision l'évolution de l'indicateur.

Un indicateur de performance pertinent doit partager les caractéristique suivantes (Burton et Schwarz, 2013) : 1) être mesurable et comparable entre exploitants et au cours du temps 3) être consistant avec l'objectifs écologique 3) refléter les efforts faits par les agriculteurs. En matière de séquestration, la teneur en carbone est généralement mentionnée comme un indicateur pertinent. Dans les entretiens, aucun des membres de l'Administration ne remet en cause le choix de cet indicateur<sup>50</sup>.

Les personnes interrogées ainsi que la représentante de l'association paysanne considèrent que la précision des mesures reste toutefois insuffisante pour rémunérer les acteurs sur la base de la performance de séquestration. Le fait que la variation de l'indicateur ne soit détectable qu'après plusieurs années (5 à 7 ans) est également indiqué comme une limite, tout comme le coût des prélèvement et d'analyse. Une difficulté supplémentaire tient au fait que la situation de référence (évolution de la teneur en carbone en l'absence de la mise en place de la pratique) n'est pas connue et varie selon les exploitations.

L'incertitude concernant la manière de vérifier l'ampleur de la séquestration se reflète dans la variété de protocoles et de calculateurs, dont aucun ne peut prétendre être un protocole ou une norme de référence<sup>51</sup> (Alexander et al., 2015 ; Admunssen et al. 2020 ; Vermeulen et al., 2019). En Suisse également, il existe plusieurs protocoles de mesures (bilan humique d'Agroscope, carbocert). Le protocole d'Agroscope a été retenu dans le message du Conseil Fédéral sur la PA22+. Le protocole de mesure utilisé par Carbocert (marché volontaire) a été par contre jugé problématique par les agronomes consultés, car il ne garantit pas une estimation reproductible et comparable de l'évolution du stock de carbone organique du sol. En conséquence, le mécanisme pourrait ne pas compenser financièrement des résultats probants ou, au contraire, subventionner des performances qui n'existent pas. De plus, une durée de 2 ans entre deux mesures semble irréaliste, 5 ans constituant par contre une temporalité crédible. Leifeld et al. (2019) évoque la « difficile » mesurabilité (et donc vérifiabilité) du puit « sol » comme une limite à la rémunération des agriculteurs sur la base de certificats

---

50 Une alternative à la rémunération à la tonne de CO<sub>2</sub> séquestrée pourrait être de rémunérer les acteurs sur la base de la concentration de matière organique du sol par rapport à l'argile, afin de tenir compte des caractéristiques du sol dans le mécanisme de subventionnement.

51 Les parties I.1, I.2 et I.3 du Rapport technique 1 examinent de manière détaillée la question de la mesure de la concentration de la matière organique (SOC) dans les sols.

carbone. Leifeld et al. (2019) indiquent ainsi que ce défi peut être résolu si un effort méthodologique considérable est effectué (voir aussi Deluz et al. 2020).

Il est intéressant de noter toutefois que les questions de la capacité à mesurer et de la fiabilité de la mesure n'ont pas systématiquement constituées un frein à l'élaboration de la politique climatique. S'il est généralement considéré dans les secteurs de l'énergie et de l'industrie comme facile de quantifier les émissions provenant d'une certaine quantité de combustibles fossiles, les facteurs d'émissions sont caractérisés par des marges d'erreur (voir par exemple ceux proposés par l'académie suisse des sciences pour la production de chaleur et d'électricité en Suisse ; ScNat, 2007). Marland et al. (2014) proposent d'ailleurs que la valeur des émissions devrait aussi tenir compte du degré d'incertitude concernant leur quantification.

Dans certains cas, la difficulté à vérifier l'application d'un protocole de mesure, bien que jugé fiable, n'a pas non plus empêché l'application d'outils incitatifs basés sur la mesure des performances. Le scandale du « dieselgate » atteste cependant les risques de ces approches.

Un mécanisme incitatif basé sur les pratiques ne nécessite pas la mesure de la teneur en carbone des sols agricoles. Elle présente sur ce point un avantage. Ceci n'affranchit toutefois pas totalement l'administration. En effet, la mesure de la teneur en matière organique des sols sera toujours nécessaire dès lors que le puit est comptabilisé dans l'inventaire national des gaz à effet de serre et utilisé pour vérifier les engagements climatiques<sup>52</sup>.

#### 4.4.3 Efficacité environnementale

Les mécanismes basés sur la performance sont considérés comme plus efficaces d'un point de vue environnemental, car le lien entre l'incitation financière et le résultat recherché est direct (Russi et al., 2016 ; O'Rourke et Finn, 2016). La séquestration constitue une « nouvelle forme de production » plutôt qu'un sous-produit positif de l'agriculture (Wynn-Jones, 2013). Burton et Schwarz (2013) confirment que les résultats atteints par les programmes agri-environnementaux axés sur le subventionnement des pratiques tendent ainsi à être relativement plus faibles dans le domaine de la préservation de la biodiversité, notamment en Suisse. Les représentants de l'administration ne considèrent par contre cet avantage comme étant déterminant.

La question de l'efficacité climatique pose également la question de la durabilité de la séquestration du carbone. Le stockage du carbone dans les sols est en effet réversible, ce qui signifie que le gain obtenu est toujours en danger<sup>53</sup>. Selon Leifeld et al. (2019), cela s'applique en particulier à l'augmentation de la teneur en carbone dans la couche superficielle du sol, car si le mode d'exploitation n'est pas maintenu en permanence, la teneur en carbone baissera à nouveau. Cela distingue les puits, dans lesquels le CO<sub>2</sub> est extrait de l'atmosphère, des mesures de réduction des émissions, dans lesquelles les émissions sont directement réduites.

Les systèmes incitatifs basés sur les performances engendraient ainsi un risque plus important quant à la permanence du puit. En effet, les pratiques n'étant pas imposées, les agriculteurs sont libres de tester d'autres méthodes de production

---

52 L'inventaire national comprend le puit de carbone du sol (variation du puit). La quantification est réalisée par le WSM (Institut de recherche sur la Forêt, la Neige et le Paysage) et est basée sur un échantillonnage.

<sup>53</sup> Voir notamment le Rapport technique 1, Partie I.

au risque de voir le puits se vider à nouveau. Ce risque est toutefois également présent pour les mécanismes incitatifs basés sur les pratiques, car un agent peut toujours abandonner ces dernières (et donc renoncer aux aides financières).

La question de la permanence du puit nécessite par conséquent une adaptation des mécanismes incitatifs. Pour ceux basés sur les pratiques, il s'agit de faire en sorte que les acteurs maintiennent les pratiques à long terme (en conditionnant par exemple le paiement au maintien des pratiques sur une longue période). Pour les mécanismes basés sur la performance, les solutions pour pérenniser le puits consistent à conditionner le paiement d'une partie des montants à la permanence des résultats ou encore à pénaliser l'agriculteur en cas d'une diminution ultérieure de la perte de carbone (par exemple au moyen d'une taxation de la diminution de la teneur en carbone du sol). Des paiements progressifs en fonction de la durée de la mise en œuvre des pratiques ou du maintien des performances sont également imaginables. Assurer la pérennité du puit complexifie dans tous les cas le mécanisme incitatif, ce qui engendre une augmentation des coûts de transaction et de la réglementation associée.

L'argument de la permanence du puit est évoqué par les parties prenantes en faveur de mécanisme basé sur la rémunération des pratiques. En effet, encourager les pratiques seraient pour la majorité des personnes interrogées mieux à même de garantir leur maintien dans le temps et par conséquent la permanence du puit. La plus grande expérience de l'administration à l'égard des mécanismes basés sur les pratiques est également mentionnée comme étant un argument favorable.

#### 4.4.4 Efficacité économique

Les mécanismes basés sur les performances incitent les agriculteurs à sélectionner les parcelles et les techniques de séquestration ayant le meilleur rapport efficacité-coût (Russi et al., 2016 ; O'Rourke et Finn, 2016 ; Cong et Brady, 2012), c'est-à-dire celles leur permettant d'atteindre la plus grande quantité de carbone séquestré (et donc le plus important montant de subsides) pour un effort donné.

Le risque de sélection adverse<sup>54</sup> (Burton et Schwarz, 2013) est ainsi moindre, ce qui améliore l'efficacité économique (davantage de carbone séquestré par franc de subvention versée). Axer la rétribution sur la performance encourage finalement les acteurs à innover et se tenir au courant des développements techniques à leur disposition (European Commission, 2018).

L'argument de l'efficacité économique n'est pas nouveau. Il existe une vaste littérature en matière de protection de l'environnement qui montre que les instruments économiques sont moins coûteux pour la collectivité, car ils offrent davantage de souplesse aux agents. Ces derniers ne sont en effet pas contraints d'opter pour une pratique donnée afin d'obtenir une rémunération ; ils sont libres d'adapter leurs pratiques aux caractéristiques du sol et aux conditions météorologiques afin de maximiser le résultat. Les travaux de Sidemo-Holm et al. (2018) montrent que cet argument s'applique aussi dans le cas de l'agriculture. A l'égard de la séquestration, les arguments précédents sont attractifs étant donné la grande variabilité des potentiels selon les types de sols<sup>55</sup>.

---

54 Les agriculteurs tendraient davantage à soumettre des terres à faible rendement aux programmes environnementaux (Quillérou et Fraser, 2010) et à sélectionner des pratiques (à partir de schémas de type menu) facilitant la gestion plutôt que l'atteinte des objectifs écologiques (Butler et al., 2010).

55 Sur la question du potentiel de séquestration, voir Rapport technique 1, section I.3

L'efficacité économique des mesures basées sur la performance n'a généralement pas été mise en évidence par les personnes interrogées dans l'administration fédérale, bien qu'il soit relativement commun dans la littérature académique. Un représentant de l'Administration a néanmoins mentionné qu'il est toujours préférable au niveau de l'efficacité d'adopter un mécanisme basé sur la performance.

#### 4.4.5 Coûts des prélèvements, complexité administrative et attractivité

Le coût des prélèvements et des analyses impliqués par les mécanismes orientés sur la performance est mentionné comme une limite par les personnes interrogées. En effet, déterminer la performance nécessite des observations et prélèvements de terrain, ce qui engendre des coûts supplémentaires pour les agriculteurs. O'Rourke et Finn (2020) rapporte que le coût de la surveillance et de la vérification de la prestation des services écosystémiques exigés par les mécanismes basés sur les performances est considérablement plus élevé que les systèmes de gestion actuels et bien en dehors de la recommandation de la Commission européenne de ne pas dépasser 4% du coût total du programme.

Néanmoins, dans le cas de la séquestration, les prélèvements nécessaires à la mesure de la teneur en carbone des sols n'engendreraient pas de coût supplémentaire important. En effet, l'ordonnance sur les paiements directs (OPD) exige déjà que chaque agriculteur procède à une analyse du sol de toutes ses parcelles au moins une fois tous les 10 ans. Les analyses de sol déjà prescrites en Suisse comprennent au minimum les paramètres pH, phosphore et potassium. Une analyse de la teneur en humus (Corg) est également effectuée pour chaque parcelle de grandes cultures. Ainsi, seul le coût des analyses additionnelles<sup>56</sup>, dues potentiellement à une augmentation de la profondeur des carottages (de 20 à 30 cm afin de correspondre au protocole de l'IPCC), doit être considérée.

Les mécanismes axés sur les pratiques nécessitent par contre un contrôle de la mise en œuvre, ce qui implique également un coût. S'il est vrai que ce contrôle peut être « aisé » pour certains cas (absence d'achat de pesticides par exemple), contrôler les pratiques dans le cadre de l'encouragement à la séquestration est plus complexe, car l'adoption de plusieurs pratiques est nécessaire.

Le système de paiements agroenvironnementaux est caractérisé en Suisse par une forte densité réglementaire et un grand nombre de mesures et de programmes (SECO, 2016). Ceci implique une charge administrative croissante pour les agriculteurs et l'administration, une tendance que la PA14-17 aurait encore accentuée. Il n'est à ce stade pas clairement établi si l'introduction de mécanismes basés sur les pratiques ou les résultats aurait un impact sur la complexité du système. A priori, rémunérer sur la base des performances n'engendrerait pas un travail plus important pour l'administration. Par contre, les agriculteurs auraient la charge de déterminer les mesures à adopter afin d'atteindre les performances visées. A cet égard, il semble essentiel que le législateur prévoie la diffusion de conseils et d'informations pour les agriculteurs, afin que ces derniers puissent déterminer les mesures les plus pertinentes pour augmenter la teneur en carbone de leurs sols.

---

<sup>56</sup> Font exception à cette règle les surfaces dont la fumure est interdite, les prairies peu intensives (art. 46 OPD) et les pâturages permanents. Les coûts supplémentaires sont estimés à 80 CHF par ha.

European Union (2018) souligne donc que l'implémentation des mécanismes axés sur les performances nécessitent un changement culturel dans la manière dont les agriculteurs s'engagent dans les politiques sur le terrain, ainsi qu'une structure de gouvernance participative. Il s'agit de faciliter le passage d'un mécanisme très directif «taille unique» à un cadre valorisant non seulement les résultats atteints, mais donnant également des garanties financières minimales aux agriculteurs. Dans le cas contraire, les risques pourraient être considérés comme trop importants et la participation des agriculteurs découragée. En matière de séquestration, les incertitudes actuelles (au niveau du potentiel de chaque exploitation et du fait l'impact des pratiques dépend de leur combinaison et durée) renforcent le besoin d'encadrement des acteurs et la conduite de « programmes-tests ».

Au niveau de l'attractivité, O'Rourke et Finn (2020) développent toutefois une autre argumentation. En effet, la diminution des incitations basées sur les pratiques pourrait accroître l'attractivité des mécanismes basés sur la performance. Ainsi, selon leurs observations, le taux d'adoption des programmes axés sur les performances seraient élevés, malgré le risque accru impliqué. Wezel et al. (2018) ont mené 79 entretiens avec des agriculteurs européens (y compris suisses) quant à leur perception des mesures axées sur les résultats. Leur enquête indique que les motivations principales des agriculteurs à s'impliquer dans ce type de mesures étaient économiques et environnementales. Malgré les contraintes perçues (risque), de nombreux agriculteurs ont déclaré préférer cette approche, car elle est considérée comme plus facile à mettre en œuvre et qu'elle offre plus de flexibilité pour s'adapter aux conditions spécifiques de l'exploitation. Leurs résultats indiquent également que l'approche axée sur les résultats génère un besoin important de conseil, de soutien et de formation.

Burton et Schwarz (2013) soulignent encore que les mesures axées sur les performances permettent de monitorer de manière précise et transparente les contributions écologiques de l'agriculture dont bénéficie l'ensemble de la collectivité. Ceci contribue non seulement au rapprochement des points de vue antagonistes (agriculteurs vs écologistes), mais renforce aussi la disponibilité à payer des citoyens pour les subventions agroenvironnementales.

En l'état, malgré ce que nous venons de voir, l'acceptabilité d'un mécanisme axé sur la performance semble néanmoins faible auprès des agriculteurs (entretien avec l'Union suisse des paysans), du moins avant l'entrée en vigueur des mesures. Outre le risque associé à un tel mécanisme, il est également considéré comme injuste, car la capacité des agriculteurs à réaliser des bonnes performances (et donc à être rémunérés davantage) dépend de conditions (qualité du sol) sur lesquelles les agents n'ont pas tout le contrôle ni de certitude. De même, le fait que les performances passées ne soient pas prises en compte renforcent ce sentiment.

#### 4.4.6 Bilan

Le tableau 2 propose un bilan des principaux avantages et faiblesses des mécanismes basés sur les pratiques et celles basées sur les performances.

**Tableau 2 : Bilan des avantages et inconvénients des mécanismes incitatifs**

	Mécanismes basés sur les performances	Mécanismes basés sur les pratiques
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertinence de l'indicateur</li> <li>• Coût de prélèvement et analyse déjà en place</li> <li>• Meilleure efficacité environnementale</li> <li>• Meilleure efficacité économique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceptabilité plus élevée</li> <li>• Expériences plus importantes de l'administration et des agriculteurs</li> <li>• Risque porté par le législateur</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiabilité de la mesure de la teneur en carbone</li> <li>• Non détermination la situation de référence</li> <li>• Complexité administrative notamment au niveau du mécanisme de paiement complexe (temporalité des effets)</li> <li>• Acceptabilité plus faible</li> <li>• Transfert du risque sur les exploitants</li> <li>• Nécessite un changement « culturel »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controverses sur la pertinence des pratiques et les effets associés</li> <li>• Opposition potentielle avec les pratiques de l'agriculture biologique</li> <li>• Contrôle difficile des pratiques</li> </ul>

Les entretiens réalisés permettent d'appréhender de manière intéressante, mais partielle l'avis des parties prenantes quant à l'opportunité de la séquestration du carbone dans les sols agricoles, ainsi que la pertinence des différents mécanismes de subventionnement. Cette revue n'est pas complète, car seule une partie des institutions et groupes concernés ont été interrogés<sup>57</sup>.

Malgré notamment une plus grande efficacité économique et environnementale, les personnes interrogées de l'administration fédérale se montrent sceptiques quant à la faisabilité d'un mécanisme axé sur la performance. La limite principale se situe au niveau de la capacité de mesurer les variations de la teneur en carbone des sols. La pérennité du puit est aussi considérée comme une limite, même si cette dernière concerne aussi les mécanismes axés sur les pratiques. A ce niveau, les mécanismes doivent faire l'objet de tests, car la protection du climat constitue désormais une urgence. Le législateur doit dès lors accepter de faire ces choix sans disposer de toutes les garanties techniques et scientifiques. Pour la représentante de l'association paysanne, un mécanisme axé sur la performance serait problématique, car un tel mécanisme fait porter la responsabilité du choix des mesures aux agriculteurs. De plus, les agriculteurs étant dans des situations différentes, un mécanisme axé sur les performances avantagerait certains agriculteurs, ce qui pourrait générer un sentiment d'injustice parmi les autres. Ces limites sont aussi soulignées par les associations de protection de l'environnement.

<sup>57</sup> Afin de proposer une analyse complète, il serait notamment nécessaire d'inclure davantage de membres de l'OFAG, les cantons, les partis politiques et de plusieurs associations de défense de l'environnement et de représentants des milieux paysans et agricoles (AGRIDEA, BioSuisse), d'une association de protection des consommateurs et de représentants des milieux économiques.

Les responsables du programme « Terre Vivante » soulignent la difficulté à initier un véritable changement de pratiques si l'incitation financière est insuffisante. Le coût du changement est en effet important et risqué. Ceci est confirmé par le représentant des milieux de protection de l'environnement. Dans le cadre de leur programme, il indique que changer ses pratiques implique un risque et un coût conséquent, mais peu d'agriculteurs (aucun dans leur programme) abandonnent ensuite.

Les autres observations des personnes interrogées ont été insérées directement dans l'analyse. Elles sont résumées dans l'annexe 1.

## 4.5 Influence des facteurs comportementaux

Plusieurs parties prenantes et programmes pilotes (comme par exemple « Terre vivante ») ont souligné l'importance de conseiller les agriculteurs dans l'évolution de leurs pratiques par le biais de mesures d'accompagnement<sup>58</sup>. Ces dernières visent à faciliter la transition des agriculteurs vers d'autres pratiques. Elles prennent la forme de mesures informationnelles (brochures, sites web etc.), conseils personnalisés, retour d'expériences des pairs, ainsi que des programmes de formation (souvent en lien avec les mesures préconisées).

La littérature portant sur les facteurs facilitant ou non les changements de comportements des agriculteurs est importante et est issue de plusieurs disciplines<sup>59</sup> (économie, sociologie, psychologie). Dessart et al. (2018) propose une revue de la littérature examinant les facteurs comportementaux qui influencent les agriculteurs lors de l'adoption de pratiques écologiques telles que, par exemple, la réduction du labour, la rotation des cultures, la limitation des intrants chimiques (pesticides et fongicides), la mise en jachère (pâturage en rotation) et la préservation du paysage. Dessart et al (2018) distinguent les facteurs comportementaux cognitifs, sociaux et dispositionnels.

Les facteurs « dispositionnels » sont les plus distaux<sup>60</sup> ce sont des variables internes relativement stables liées à un individu donné, telles que sa personnalité, ses valeurs et son système de croyance.

Les facteurs sociaux sont liés aux interactions des agriculteurs avec d'autres personnes (par exemple, d'autres agriculteurs ou conseillers) et incluent les normes sociales et la reconnaissance des efforts effectués. Les facteurs sociaux tendent à être moins distaux que les facteurs dispositionnels. Les facteurs cognitifs le sont encore moins ; ils se rapportent à l'apprentissage et au raisonnement. Ils comprennent ainsi les perceptions des avantages, des coûts et des risques relatifs associés à une pratique particulière.

Les facteurs cognitifs sont plus faciles à influencer, notamment par la mise en place de programmes de formation et par l'information. Les facteurs sociaux sont susceptibles d'être modifiés de par la mise en place d'outils comparatifs, le

---

58 Selon les responsables du programme du Terre vivante : « Il y a un coût informationnel et culturel important qui se cache derrière un changement de pratiques, l'éventuel gain économique qui en résulte n'est que difficilement et partiellement perçu ».

59 L'examen détaillé de la littérature sur ces aspects dépassent le cadre du présent mandat.

60 Les facteurs comportementaux sont considérés comme distaux lorsqu'ils sont généraux, c'est-à-dire relativement éloignés de situations de prise de décision spécifiques. Ils ont des effets sur de multiples comportements. A l'opposé, on trouve des facteurs dits « proximaux » c'est-à-dire qu'ils sont directement liés à l'objectif de la prise de décision. Ils sont donc spécifiques à la décision.

renforcement des réseaux communicationnels et d'échanges (formels et informels) entre les exploitants. Finalement, les facteurs positionnels sont les plus difficiles à influencer.

La forte hétérogénéité des facteurs dispositionnels dans la population indique que combiner des politiques fondées sur l'adoption volontaire à d'autres basées sur l'adoption obligatoire de pratiques est pertinent. Les régimes volontaires ciblent ainsi les agriculteurs dont les facteurs dispositionnels sont favorables aux nouvelles expériences (enclins au changement et soucieux de l'environnement, les obligations légales ne sont pas modifiées). Les régimes obligatoires ciblent ensuite les agriculteurs les plus réticents et méfiants. Les instruments d'incitation économiques, qui agissent sur le coût d'opportunité des choix (par le biais de taxes ou de subventions) se situent entre les deux précédents mécanismes. Les agriculteurs restent libres de leur choix, mais ces derniers ont des conséquences financières pour eux (les droits deviennent « payants »).

Il est aussi possible de segmenter les politiques agricoles en fonction de variables observables telles que l'âge, le sexe ou la région des exploitants, qui s'avèreraient corrélées aux facteurs dispositionnels. Néanmoins, la mise en place d'une telle segmentation des politiques agricoles est difficile. D'une part, les décideurs ne peuvent qu'indirectement observer ces facteurs dispositionnels. D'autre part, le fait que les politiques agricoles doivent traiter tous les agriculteurs sur un pied d'égalité limite leur mise en œuvre.

Au niveau des facteurs sociaux, plusieurs études montrent que la probabilité d'adopter une pratique est d'autant plus élevée que la pratique concernée est déjà mise en pratique par les autres agriculteurs de la région (Kuhfuss et al., 2016). Similairement, la compensation exigée pour adopter une nouvelle mesure environnementale est d'autant plus faible que cette pratique est largement adoptée (Gillich et al., 2019). En conséquence, il semble pertinent de fournir des informations sur les pratiques des autres agriculteurs dès lors que les pratiques visées sont bien établies. Si les pratiques recommandées restent originales et peu adoptées par les autres, axer la communication sur les pratiques des pairs pourrait ainsi, au contraire, freiner leur mise en œuvre. La mise en place de subside collectifs (prime additionnelle versée si un certain seuil d'adoption de la pratique est atteint au niveau du groupe) vise à activer et renforcer cet effet de groupe.

Une stratégie complémentaire, basée sur les facteurs sociaux, vise à persuader les acteurs les plus influents, ceux dont les pratiques sont les plus observées, d'adopter les mesures visées. De même, favoriser les comparaisons entre acteurs peut s'avérer aussi efficace. Ainsi, pour les agriculteurs importants consommateurs d'eau, leur permettre de comparer leur consommation individuelle avec la consommation moyenne des agriculteurs voisins s'est révélé efficace pour réduire leur consommation d'eau ultérieure (Le Coent et al., 2017 ; Chabé-Ferret et al. 2019). Finalement, donner une reconnaissance aux agriculteurs pour leur contribution à la protection de l'environnement constitue une dernière stratégie possible. Les agriculteurs publiquement reconnus comme contribuant à la protection de l'environnement par le biais de certification, par exemple, maintiennent en effet davantage les pratiques adoptées une fois leur contrat terminé (Kuhfuss et al., 2016).

Au niveau des facteurs cognitifs, l'amélioration de l'information et de la formation des agriculteurs à l'égard des mesures préconisées constitue la stratégie première. L'efficacité de telles mesures nécessitent toutefois de la patience (les acteurs ont besoin de temps pour acquérir l'information et les compétences), l'individualisation

des conseils et leur renforcement par les expériences des tiers. Afin de limiter les risques, favoriser les programmes de subsides basés sur la rémunération des pratiques (et non la performance) est recommandée (cf. section 4.4 ; Latacz-Lohmann, Schilizzi and Breustedt, 2011), ainsi que de garantir le versement de montants fixes et une souplesse dans la mise en œuvre (choix des zones, choix de mesures pouvant être adopté, possibilité de retrait, Espinosa-Goded et al., 2010).

Il est aussi important de lier les mécanismes de subventionnement avec la perception que les agriculteurs ont des coûts et des bénéfices des mesures. Ainsi, pour faire face à la tendance des exploitants d'accorder plus d'importance aux coûts immédiats (et aux coûts fixes) qu'aux avantages à long terme (c'est-à-dire pour faire à leur taux d'actualisation relativement élevé), les subsides devraient être versés dès l'entame du programme.

Finalement, dénommer de manière pertinente les mécanismes de subsides semble également important. Ainsi, le simple fait de changer le nom d'un mécanisme de paiements peut avoir un impact sur l'adoption ou non de pratiques durables par les agriculteurs (Hermann, Sauthoff et Mußhoff, 2017)<sup>61</sup>.

---

61 Nommer les paiements versés aux agriculteurs pour leur participation à des programmes agro-environnementaux comme une compensation pour les coûts d'opportunité encourus (au lieu d'un paiement pour les avantages environnementaux) semble contreproductif, car ceci met en évidence les coûts plutôt que les avantages des pratiques agricoles durables (Grolleau, Mzoughi et Thoyer, 2015).

## 5 Conclusions

### 5.1 Constats principaux

Actuellement, la législation en Suisse dans le domaine du climat, de l'agriculture, des forêts et de l'aménagement ne contient pas de clause visant à renforcer la séquestration du carbone dans les sols. Cette législation ne contient également pas d'instruments ayant un effet direct contraire. En matière d'aménagement du territoire, un examen approfondi est toutefois nécessaire, la densité de la législation actuelle étant importante.

Au niveau de l'agriculture, l'amélioration de la qualité (fertilité) du sol et la séquestration du carbone constituent des co-bénéfices. Il apparaît que les mesures de séquestration sont plus facilement adoptées dans l'agriculture si elles sont présentées non seulement comme un moyen d'atténuer le changement climatique, mais d'abord comme un contributeur à la santé des sols, à la sécurité alimentaire et aux objectifs de développement durable.

Les pratiques agricoles constituent un facteur-clé permettant l'augmentation de la teneur organique dans les sols. Plus spécifiquement, les pratiques de l'agriculture de conservation sont considérées comme nécessaires, à savoir : l'abandon du labour, la rotation des cultures et la couverture permanente du sol<sup>62</sup>. Ces pratiques doivent être maintenues, de manière groupée, plusieurs années (5 à 7 ans environ) pour qu'un impact sur la teneur en matière organique soit constatable. Cet impact varie selon les sols, les cultures et les pratiques associées. D'autres mesures sont également susceptibles de permettre une augmentation de la teneur organique dans les sols agricoles et l'amélioration de leur fertilité. Il s'agit principalement de l'enfouissement de biochar et de l'agroforesterie. En l'état, les pratiques de l'agriculture de conservation sont davantage soutenues au sein de l'administration et du monde paysan que les autres mesures.

Lever les barrières économiques constitue une composante-clé des stratégies visant à augmenter la teneur en matière organique du sol. Les efforts de séquestrations impliquent en effet des coûts additionnels pour les agriculteurs, ce qui justifie la mise en place de mécanismes incitatifs. Néanmoins, ce constat général ne doit pas cacher le fait que le secteur agricole est très hétérogène et que certaines pratiques visant à la séquestration du carbone dans les sols impliquent dans certaine situation un coût faible voir un gain net.

Deux types de mécanismes incitatifs sont possibles en fonction que le subventionnement soit basé sur la performance ou sur les pratiques. Notre analyse a mis en évidence les avantages et les inconvénients des deux approches. Malgré un avantage en termes d'efficacité environnementale et économique, les approches basées sur la performance semblent actuellement moins acceptées que celles sur les pratiques.

La mise en place d'un mécanisme de subventionnement nécessite des mesures d'accompagnement. Ces dernières doivent permettre de d'informer et de former les agriculteurs, mais également d'encourager et de suivre la recherche et la conduite de programmes-tests.

---

<sup>62</sup> Cf. Rapport technique 1, section II.2

Le comportement des agriculteurs est en effet influencé à la fois par leur connaissance des conséquences écologiques et des mesures permettant d'y faire face ainsi que par les conséquences économiques de leurs choix et leur volonté à agir. Cette dernière est non seulement conditionnée par les efforts et besoins objectifs que le changement nécessite mais également par des facteurs cognitifs, sociaux et dispositionnels.

## 5.2 Propositions

En l'état, sur la base des analyses effectuées et des avis exprimés dans les entretiens, nous recommandons un mécanisme de subventionnement hybride, rétribuant en partie les exploitants sur la base de l'adoption de pratiques et en partie sur la base des performances réalisées. Il s'inspire d'une combinaison des deux mécanismes (à choix) de la PA22+. La conception d'un tel mécanisme nécessite de :

1. Sélectionner les pratiques éligibles, c'est-à-dire celles donnant accès au subventionnement.

Sur ce point, du point de vue économique il est important de donner la plus grande flexibilité aux exploitants d'effectuer leurs choix parmi plusieurs mesures proposées, en fonction de leurs particularités et contraintes. Les principales mesures couvrent les piliers de l'agriculture de conservation (couverture permanente du sol, absence de labour, rotation des cultures), mais peuvent inclure d'autres mesures favorables à la séquestration telles l'agroforesterie, la gestion des prairies, l'apport de matière organique et l'ajout de biochar<sup>63</sup>.

Sur cet aspect, l'accompagnement des agriculteurs est essentiel. Il s'agit entre autres de les informer sur les mesures pertinentes en fonction des caractéristiques de leur exploitation.

2. Déterminer la performance à atteindre. Pour certains exploitants, le maintien des teneurs en carbone pourrait ainsi constituer le seuil pour obtenir la subvention.

Déterminer l'objectif de performance doit tenir compte des efforts passés des exploitants mais également du potentiel de séquestration (ce dernier peut être déterminé par la mesure de la concentration de matière organique du sol par rapport à l'argile<sup>64</sup>). D'une part, il s'agit de renforcer les pratiques là où elles sont déjà mises en place, sans revenir en arrière. D'autre part, il s'agit d'encourager la mise en œuvre de pratiques là où elles n'ont pas encore été adoptées.

3. Déterminer la proportion respective du subventionnement lié aux pratiques et celle issue des performances. Rémunérer les pratiques permet de limiter les risques pour les exploitants, ce qui contribue à l'attractivité du programme. Rémunérer la performance favorise l'innovation et l'efficacité, tant économique qu'environnementale. Il

---

63 Le biochar est un charbon végétal à usage agricole obtenu par pyrolyse de matière végétale d'origines diverses, généralement des déchets de scierie ou des résidus agricoles. Se présentant sous forme de petits fragments noirs, il sert à amender les sols. A une température entre 400 et 650°C et dans un milieu sans oxygène, la pyrolyse transforme la biomasse végétale en charbon, c'est-à-dire en carbone pur, à au moins 98%.

64 Cf. Technical report 1, section I.3

pourrait aussi être possible d'offrir le choix entre les deux mécanismes aux exploitants.

4. Choisir la structure du mécanisme incitatif. Ceci concerne deux dimensions :
  - Fixer la progressivité du paiement en fonction du degré d'adoption des pratiques et/ou du niveau de performance atteint. Il s'agit de conditionner le paiement à l'adoption d'une combinaison de pratiques ou/et à l'atteinte d'un seuil minimal de performance.
  - Définir les seuils de performance à atteindre, ces derniers peuvent se référer à l'objectif final (taux de MO) ou à des indicateurs intermédiaires reflétant la qualité et l'intensité de mise en œuvre des pratiques.
  - Déterminer la temporalité du mécanisme de paiement. Dans le cadre de la séquestration, il est possible de prévoir une augmentation des subsides si les pratiques sont conservées. Il s'agit ainsi de renforcer la pérennité des puits de carbone. La temporalité du mécanisme doit être longue et inclure une incitation au maintien de la teneur en carbone du sol. De même, une diminution ultérieure de la teneur en carbone devrait être sanctionnée (et impliquer l'exclusion des parcelles concernées de tout nouveau subventionnement).

Nous n'avons pas recensé à l'étranger ou en Suisse (dans le domaine de la séquestration de carbone ou dans d'autres domaines) de mécanismes incitatifs qui possèdent les caractéristiques que nous venons de discuter. Il conviendrait par conséquent d'analyser son applicabilité, l'impact sur le comportement des agriculteurs et l'effet sur leurs pratiques agricoles ainsi que leur performance de séquestration dans le cadre d'un programme-test.

Tenir compte de enseignements issus de l'analyse des comportements des exploitants face l'adoption des pratiques environnementales dans l'agriculture (section 4.5) est également essentiel. Il s'agit ainsi de maximiser les chances de succès du mécanisme incitatif en accompagnant les agriculteurs dans le choix et la mise en place des mesures (par exemple avec des programmes de sensibilisation et de formation, des conseils personnalisés, des retours et échanges d'expériences entre pairs, inclure dans le mécanisme incitation un subside additionnel lié à l'atteinte d'un seuil d'adoption de la pratique au niveau de la région).

## 6 Bibliographie

Abbott et Murphy (2007), Soil biological fertility: A key to sustainable land use in agriculture

Agriidea & FiBL (2018), Marges Brutes Modélisation, 2018

Alexander P., Paustian K., Smith P. et Moran D. (2015), The economics of soil C sequestration and agricultural emissions abatement, *Soil* 1, 331–339

Amelung W., Bossio D., de Vries W. et al. (2020), Towards a global-scale soil climate mitigation strategy, *Nat Commun* 11

Angers D. (2002), Rôle des sols agricoles dans la séquestration du CO<sub>2</sub> atmosphérique, Ordre des agronomes du Québec

Arrouays, et al. (2002), Stocker du carbone dans les sols agricoles de France, synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'INRA à la demande du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

Berkhout P., Van Doorn A. et R. Schrijver (2018), Targeted payments for services delivered by farmers, Possible approaches, Wageningen, Wageningen Economic Research, Report 2018-052

Beuttler C., Keel S. G., Leifeld J., Schmid M., Berta N., Gutknecht V., Wohlgemuth N., Brodmann U., Stadler Z., Tinibaev D., Wlodarczak D., Honegger M., Stettler C. (2019), The Role of Atmospheric Carbon Dioxide Removal in Swiss Climate Policy – Fundamentals and Recommended Actions, Report by Risk Dialogue Foundation, sur mandat de l'OFEV

Burton R.J.F. et Schwarz G. (2013), Result-oriented agri-environmental schemes in Europe and their potential for promoting behavioural change, *Land Use Policy* 30, Issue 1

Butler S.J., Boccaccio L., Gregory R.D., Vorisek P., Norris K., (2010), Quantifying the impact of land-use change to European farmland bird populations, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137

Bellora C. et L. Pollez (2010), L'agriculture peut-elle accéder au marché du carbone? Fondation FARM

Cacho O. et L. Lipper (2006), Abatement and transaction costs of carbon-sink projects involving smallholders, Paper to Climate Change Mitigation Measures in the Agro-Forestry Sector and Biodiversity Futures

Cercle Sol (2019), Fiche d'information «sols et changements climatiques»

Chabé-Ferret S., P. Le Coent, A. Reynaud, J. Subervie, D. Lepercq, Can we nudge farmers into saving water? Evidence from a randomised experiment, *European Review of Agricultural Economics*, Volume 46, Issue 3, July 2019, Pages 393–416,

CIRCASA (2019), Deliverable D1.1: Assessing barriers and solutions to the implementation of SOC sequestration options. European Union's Horizon 2020 research and innovation programme grant agreement No 774378 - Coordination of International Research Cooperation on soil CARbon Sequestration in Agriculture.

CITEPA (2011), Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France Séries sectorielles et analyses étendues

Cong R-G. et Brady M. (2012), How to Design a Targeted Agricultural Subsidy System: Efficiency or Equity? *PLoS ONE* 7(88)

Conseil Fédéral (12.02.2020) Message relatif à l'évolution de la future politique agricole PA22+, 20.002, Confédération suisse, Berne

Conseil fédéral (2012), Message du 1<sup>er</sup> février 2012 concernant l'évolution future de la politique agricole dans les années 2014 à 2017, Confédération suisse, Berne

Corsi S., Friedrich T., Kassam A., Pisante M. and de Moraes Sà J. (2012), Soil Organic Carbon Accumulation and Greenhouse Gas Emission Reductions from Conservation Agriculture: A literature review, *Integrated Crop Management* 16-2012

Dessart F., J. Barreiro-Hurlé, R. van Bavel (2019), Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review, *European Review of Agricultural Economics*, Volume 46, Issue 3, Pages 417–471,

Deluz C., Nussbaum M., Sauzet O., Gondret K., Boivin P. (2020), Evaluation of the Potential for Soil Organic Carbon Content Monitoring With Farmers, *Frontiers in Environmental Science* 8

Demenois J., Torquebiau E., Arnoult M. H., Eglin T., Masse D., Assouma M. H., Blanfort V., Chenu C., Chapuis-Lardy L., Medoc J-M., Sall Saidou N. (2020), Barriers and Strategies to Boost Soil Carbon Sequestration in Agriculture, *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4

De Pinto, A., Magalhaes, M., and Ringler, C. (2000), Potential of Carbon Markets for Small Farmers A Literature Review IFPRI, *Washington DC Discussion Paper* 01004

Espinosa-Goded M., Barreiro-Hurlé J. and Ruto E. (2010), What do farmers want from agri-environmental scheme design? A choice experiment approach, *Journal of Agricultural Economics* 61(2): 259–273.

European Commission (2018), Results-based Agri-environment Payments General Guidance Handbook. Step-by-step to designing results-based schemes: lessons from Ireland and Spain, Report prepared for the European Commission, DG Environment.

Foucherot C. et V. Bellassen (2001), Les projet de compensation carbone dans le secteur agricole, *Etude Climat, La recherche en économie du changement climatique* 31

FAO (2017), Carbone organique du sol: une richesse invisible. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie

Fleury P, Chazoule C. et Peigné J. (2014), Ruptures et transversalités entre agriculture biologique et agriculture de conservation, *Économie rurale*, 339-340

GATT - General Agreement on Tariffs and Trade Secretariat (1994), The Results of the Uruguay Round of Multilateral Trade Negotiations, The Legal Texts, GATT, Geneva.

Gillich C., Narjes M., Krimly T. and Lippert C. (2019), Combining choice modeling estimates and stochastic simulations to assess the potential of new crops – the case of lignocellulosic perennials in Southwestern Germany, *GCB Bioenergy* 11: 289–303.

González-Sánchez E.J., R. Ordóñez-Fernández, R. Carbonell-Bojollo, O. Veroz-González & J.A. Gil-Ribes (2012), Meta-analysis on atmospheric carbon capture in Spain through the use of conservation agriculture, *Soil and Tillage Research* 122 : 52-60

Grolleau G., Mzoughi N. and Thoyer S. (2015), Les incitations monétaires dans la politique agro-environnementale: peut-on faire mieux avec moins? *Revue d'Etudes En Agriculture et Environnement* 96(02): 241–257.

Hagedorn F. (2017), Stocks de carbone dans les sols forestiers suisses, no de projet 406840\_143025, Ressource sol Programme national de recherche PNR 68, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL

Hermann D., Sauthoff S. and Mußhoff O. (2017). Ex-ante evaluation of policy measures to enhance carbon sequestration in agricultural soils, *Ecological Economics* 140 : 241–250.

Hirschi, Christian; Huber, Robert (2012) : Écologisation de l'agriculture dans le processus politique agricole, *Recherche Agronomique Suisse* 3/7, 360-365

INRA (2019), Stocker du carbone dans les sols français quel potentiel au regard de l'objectif 4-pour-1000 et à quel coût?, Paris

INRA (2013), Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques, Synthèse du rapport, pour le compte de l'ADEME, du MAAF et du MEDDE

Interface (2018), Étude sur la politique agricole suisse : fit for purpose PA22+, réalisée sur mandat de BirdLife Suisse, Greenpeace, Pro Natura et WWF Suisse, Interface Politikstudien Forschung Beratung, Lucerne

IPCC (2019), Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems

IPCC (2018), Global Warming of 1.5°C, Special Report

Jeangros B. et Sinaj S. (2019), Préserver la durabilité des systèmes de grande culture : bilan de 50 ans d'essais à Changins, *Recherche Agronomique Suisse* 10 (2): 88-95

Kane, D. (2015), Carbon Sequestration Potential on Agricultural Lands: A Review of Current Science and Available Practices, National Sustainable Agriculture Coalition and Breakthrough Strategies and Solutions

Kassam A., T. Friedrich, R. Derpsch and J. Kienzle (2015), Overview of the Worldwide Spread of Conservation Agriculture, *Field Action Science Reports* 8

Keenleyside C., Radley G., Tucker G., Underwood E., Hart K., Allen B. et Menadue H. (2014), Results-based Payments for Biodiversity Guidance Handbook: Designing and implementing results-based agri-environment schemes 2014-20. Prepared for the European Commission, DG Environment, Contract No ENV.B.2/ETU/2013/0046, Institute for European Environmental Policy, London

Kertész, Á. et Madarász B. (2014), Conservation Agriculture in Europe, *International Soil and Water Conservation Research* 2(1), 91-96

Kuhfuss L., Préget R., Thoyer S., Hanley N., Le Coent P. and Désolé M. (2016), Nudges, social norms, and permanence in agri-environmental schemes, *Land Economics* 92(4): 641-655

Landis F. et Landolt D. (2018), Étude sur la politique agricole suisse : fit for purpose PA22+, réalisée sur mandat de BirdLife Suisse, Greenpeace, Pro Natura et WWF Suisse, Interface Politikstudien Forschung Beratung, Lucerne.

Latacz-Lohmann U., Schilizzi S. and Breustedt G. (2011), Auctioning Outcome-Based Conservation Contracts, 51st Annual Conference, Halle, Germany, September 28-30, 2011, German Association of Agricultural Economists (GEWISOLA).

Le Coent P., Préget R. and Thoyer S. (2017). Compensating environmental losses versus creating environmental gains: implications for biodiversity offsets, *Ecological Economics* 142

Leifeld J., Müller A. et M. Steffen (2019), Critères de certification pour les puits de carbone dans les sols agricoles, *Recherche Agronomique Suisse* 10 (9), 346-349

Lemaître T. (2019), Caractérisation des agrosystèmes efficaces dans la séquestration du carbone et de leurs performances économiques, Travail de bachelor, Sous la supervision du Dr. Pascal Boivin et de Karine Gondret, HEPIA, Genève

Marland E., Cantrell J., Kiser K., Marland G. et K. Shirley (2014), Valuing uncertainty part I: the impact of uncertainty in GHG accounting, *Carbon Management* 5:1, 35-42

Mooney S., Gerow K., Antle, J. M., Capalbo S. M. et Paustian K. (2007), Reducing standard errors by incorporating spatial autocorrelation into a measurement scheme for soil carbon credits, *Climatic Change* 80, 55-72

OFAG (2018), Aperçu : Paiements directs aux exploitations suisses à l'année

OFAG (2018), Vernehmlassung zur Agrarpolitik (AP22+), erläuternder Bericht

OFAG (2019), Rapport sur les résultats de la consultation, politique agricole à partir de 2022 (PA22+)

OFAG (2015), Contribution à l'utilisation efficiente des ressources selon l'art. 76 de la loi sur l'agri- culture (LAgr) (état au 1er juin 2015) - Propositions de nouvelles mesures : exigences à remplir

OFEV (2020), Stratégie sol Suisse, [www.bafu.admin.ch/ui-2018-f](http://www.bafu.admin.ch/ui-2018-f)

OFEV (2019a), Portefeuille de mesures dans le cadre de la révision de la loi sur le CO<sub>2</sub> – fiche 1 « Taxe CO<sub>2</sub> »

OFEV (2019b), Portefeuille de mesures dans le cadre de la révision de la loi sur le CO<sub>2</sub> – fiche 2 « Fonds de technologie »

OFEV (2019c), Portefeuille de mesures dans le cadre de la révision de la loi sur le CO<sub>2</sub> – fiche 3 « Exemption de la taxe sur le CO<sub>2</sub> avec engagement de réduction »

OFEV (2019d), Portefeuille de mesures dans le cadre de la révision de la loi sur le CO<sub>2</sub> – fiche 4 « Système d'échange de quotas d'émissions »

OFEV (2019e), Portefeuille de mesures dans le cadre de la révision de la loi sur le CO<sub>2</sub> – fiche 8 « Obligation de compenser s'appliquant aux importateurs de carburants fossiles »

OFEV (2017), Sols suisses. État et évolution – 2017, Office fédéral de l'environnement, Berne, État de l'environnement n° 1721

OFEV (2013), Politique forestière 2020. Visions, objectifs et mesures pour une gestion durable des forêts suisses, Office fédéral de l'environnement, Berne

OFEV et OFAG (2016), Objectifs environnementaux pour l'agriculture : rapport d'état 2016, Berne

OFEV et OFAG (2008), Objectifs environnementaux pour l'agriculture. A partir de bases légales existantes, *Connaissance de l'environnement* n° 0820, Office fédéral de l'environnement, Berne

Ogle, S.M., Alsaker, C., Baldock, J. et al.(2019), Climate and Soil Characteristics Determine Where No-Till Management Can Store Carbon in Soils and Mitigate Greenhouse Gas Emissions. *Sci Rep* 9, 11665

O'Rourke E and Finn J.A. (2020), *Farming for nature: The role of nature-based payments*, Teagasc and National Parks and Wildlife Service (NPWS)

Pellerin, S., Bamière, L., Denis, A., Béline, F., Benoit, M., Butault, J.-P., et al. (2017), Identifying cost-competitive greenhouse gas mitigation potential of French agriculture, *Environ. Sci. Policy* 77, 130–139

Pittelkow, C. M. et al. (2015), Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture, *Nature* 517, 365-368

Powlson D.S., Stirling C.M., Jat M.L., Gerard B.G., Palm C.A., Sanchez P.A., Cassman K.G. (2014), Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation, *Nature Climate Change* 4 (8), 678-683

Quillérou E. et Fraser R. (2010), Adverse selection in the environmental stewardship scheme: does the higher level stewardship scheme design reduce adverse selection? *Journal of Agricultural Economics* 61, 369–380

Russi D., Margue H., Oppermann R., Keenleyside C. (2016), Result-based agri-environment measures: Market-based instruments, incentives or rewards? The case of Baden-Württemberg, *Land Use Policy* 54 ,69-77

ScNat - Swiss Academies of Arts and Sciences (2007), Sources d'énergie: chiffres et faits, Utilisation, potentiel et risques en Suisse de différentes sources d'énergie

SECO - Secrétariat d'État à l'économie (2016), *La Vie économique, plateforme de politique économique* 6

Service cantonal du développement durable (2018), *Plan climat cantonal – volet 2 | Plan de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation aux changements climatiques 2018-2022*, Genève, SCDD, Département présidentiel

Sidemo-Holm William , Henrik G. Smith, Mark V. Brady (2018), Improving agricultural pollution abatement through result-based payment schemes, *Land Use Policy* 77

Soane B.D., B.C. Ball, J. Arvidsson, G. Basch, F. Moreno, J. Roger-Estrade (2012): No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment, *Soil & Tillage Research* 118, 66-87

Sun, W, Canadell, JG, Yu, L, et al. Climate drives global soil carbon sequestration and crop yield changes under conservation agriculture, *Global Change Biology* 26, 3325– 3335.

Sykes, A. J. et al. (2019), Characterising the biophysical, economic and social impacts of soil carbon sequestration as a greenhouse gas removal technology, *Global Change Biology* 1–24

Vermeulen, S., Bossio, D., Lehmann, J. et al. (2019), A global agenda for collective action on soil carbon, *Nat Sustain* 2, 2–4

Verschuuren J. (2018), Towards an EU Regulatory Framework for Climate-Smart Agriculture: The Example of Soil Carbon Sequestration, *Transnational Environmental Law* 7:2, 301–322

Von Unger M. et Emmer I. (2018), *Carbon Market Incentives to Conserve, Restore and Enhance Soil Carbon*, Silvestrum and The Nature Conservancy

Vullioud P, J.-A. Neyroud et E. Mercier (2006), Résultats de 35 ans de culture sans labour à Changins, *Revue suisse Agric.* 38 (1): 1-16, 2006

Wall, D. H., Nielson, U. N. & Six, J. (2015): Soil biodiversity and human health, *Nature* 528, 69-76

Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J.-F., Ferrer, A., Peigné, J., 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review, *Agronomy for Sustainable Development* 34, 1–20

Wezel, A., Vincent, A., Nitsch, H., Schmid, O., Dubbert, M., Tasser, E., Fleury, P., Stöckli, S., Stolze, M., Bogner, D., 2018. Farmers' perceptions, preferences, and propositions for result-oriented measures in mountain farming, *Land Use Policy* 70, 117–127.

Wynn-Jones S. (2013), Connecting payments for ecosystem services and agri-environment regulation: An analysis of the Welsh Glastir Scheme, *Journal of Rural Studies* 31, 77-86.

## 7 Annexe

### 7.1 Annexe 1 – Liste des entretiens

Les entretiens ont été réalisés par visio-conférence. Chaque entretien a duré entre 40 et 75 minutes. Des questions complémentaires ont été adressées dans quelques cas par écrit suite à l'entretien. Des entretiens complémentaires ont été menés avec des agronomes pour lever des questions d'ordre technique (auprès de l'HEPIA, notamment).

<b>Dates et institutions</b>
16.09.2020 - OFAG, Agroscope, Agroécologie et environnement
23.09.2020 - OFEV, Division Forêts, Section Services écosystémiques forestiers et sylviculture
30.09.2020 – OFEV, Section économie
01.10.2020 – OFEV - Section Politique Climatique
8.10.2020 – Union Suisse des Paysans
12.10.2020 - OFEV, Division Climat
3.12.2020 – Fondation rurale interjurassienne – programme « Terre Vivante »
14.12.2020 – WWF, Suisse

**Tableau A1 : Commentaires des personnes interrogées**

<b>Institution</b>	<b>Commentaires</b>
OFAG, Agroscope, Agroécologie et environnement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au niveau scientifique, les incertitudes restent importantes. Les résultats quant à la séquestration de carbone dans les sols restent controversés. Certains résultats montrent qu'un potentiel exploitable existe (travaux du Prof. Boivin à Genève), alors que d'autres doutent que la séquestration soit importante si l'ensemble du sol est considéré (pas uniquement la couche supérieure).</li> <li>• Scepticisme quant à la possibilité de rémunérer sur la base de la performance ou par le biais de certificats « carbone » en raison des difficultés de mesure et du temps nécessaires (plusieurs années) pour observer une évolution.</li> <li>• Le fait que les agriculteurs ne sont pas dans les mêmes conditions de départ est également problématique pour axer le financement sur la</li> </ul>

	<p>performance. Un risque associé est que les agriculteurs baissent d'abord leur teneur avant de rentrer dans le programme de subventionnement.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il y a toutefois des possibilités de déterminer les potentiels de séquestration selon le type de sols et donc d'adapter le mécanisme au potentiel de l'exploitation. Ce type d'adaptation reste approximative.</li> <li>• Les mesures de la teneur en humus des sols sont coûteuses, mais elles sont déjà effectuées (donc pas de coût additionnel important). Leur disponibilité est par contre problématique (elles appartiennent aux agriculteurs, elles sont parfois aussi conservées en sus par les cantons).</li> <li>• Subventionner les pratiques est donc plus réaliste, mais ne peut que difficilement garantir une augmentation de la teneur en humus dans les sols. Informer les acteurs et les motiver est essentiel. Ce n'est pas qu'une question de subventionnement, car un agriculteur a intérêt à améliorer la fertilité de ses sols. Il ne faut pas dissocier la fertilité des sols des objectifs de séquestration.</li> <li>• Le changement vers une agriculture de conservation est difficile (barrières économiques résultant par exemple de l'amortissement d'une charrue).</li> <li>• L'avantage principale de l'enfouissement de biochar est la stabilité du mécanisme (il est dès lors plus facile de mesurer la séquestration en résultant) ; ce procédé soulève des questions quant à la qualité du biochar (ce qui nécessite des contrôles). En termes de fertilité, l'effet est moins certain. De plus, le biochar reste encore rare et coûteux à produire.</li> </ul>
<p>OFEV, Division Forêts, Section Services écosystémiques forestiers et sylviculture</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au niveau forestier, les mesures de séquestration prioritaires sont d'augmenter la densité du volume sur pied, de favoriser le développement des produits pérennes en bois (par exemple, comme matériau de construction) et d'augmenter la productivité forestière (par exemple, lors du choix des espèces). Il n'y a pas de démarche spécifique concernant la séquestration du carbone dans les sols forestiers. Cette question se pose toutefois (la révision en cours de la loi sur les forêts inclut spécifiquement les sols), notamment sur la question des effets du bois mort laissé en forêt.</li> <li>• Au niveau forestier, le puit est davantage pérenne (ou plus facile à pérenniser) qu'au niveau de sols agricoles. Il n'est par contre pas plus facile à mesurer.</li> <li>• Aucun mécanisme incitatif au niveau de sols forestier n'est en cours de réflexion. Le domaine de l'agroforesterie peut présenter un certain potentiel liant sylviculture et agriculture. Des</li> </ul>

	<p>mesures de soutien axées sur les « 3 s » (séquestration biologique, stockage dans les produits bois, substitution par le bois-énergie) sont en cours de réflexion.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Au niveau de la biomasse forestière, les difficultés rencontrées par les projets de séquestration carbone sont liées à la permanence et l'additionnalité. Ces difficultés concernent aussi l'agriculture.</li> <li>• Une autre difficulté consiste en l'impact des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers (arbres qui meurent prématurément, incendies plus fréquents).</li> <li>• Les projets forestiers posent également des questions juridiques lors que les mesures consistent à ne pas agir (ne pas couper des arbres) alors que les projets de compensation font références à des mesures actives.</li> </ul>
OFEV, Section économie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La question centrale à l'égard de la séquestration dans les sols agricoles est de déterminer les mesures les mieux à même d'atteindre l'objectif, notamment en distinguant les mesures techniques, les mesures règlementaires, ainsi que les mesures incitatives.</li> <li>• D'un point de vue économique, il est intéressant de commencer avec des mesures volontaires (ententes, etc.) qui sont moins contraignantes, puis des mesures qui laissent la plus grande liberté d'action (taxes, subsides), car elles sont plus acceptables. Ensuite, les contraintes peuvent être augmentées si les résultats ne sont pas convaincants.</li> <li>• Il est toujours possible d'imaginer des mécanismes (par exemple, qui assure une pérennité de la séquestration ou qui tiennent compte des efforts passés), la question porte davantage sur leur acceptabilité.</li> </ul>
OFEV - Division Climat et Section Politique Climatique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des projets de compensation seront possibles (hors marchés volontaires) avec la nouvelle loi dans l'agriculture, mais leur faisabilité au niveau de la séquestration dans les sols est à priori difficile en raison de la permanence du stockage et de son monitoring. Un moyen d'action plus sûr est d'agir par le biais de la politique agricole et de rémunérer l'agriculteur pour augmenter la teneur en humus des sols.</li> <li>• La question des efforts de séquestration réalisés dans le passé par les agriculteurs n'est pas pertinente. Il n'y a pas de compensation pour des projets réalisés alors qu'ils n'étaient pas éligibles. Si ces projets ont été faits, c'était pour des raisons autres que la protection du climat. Il n'y a dès lors pas lieu de les subventionner.</li> <li>• La question de l'iniquité de traitement liée aux conditions de base différentes des agriculteurs nécessite potentiellement un accord de branche</li> </ul>

	<p>(solidarité entre agriculteurs), mais ne concerne pas la politique climatique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un instruments incitatif basé sur la performance de séquestration est difficile à imaginer.</li> </ul>
Union Suisse des Paysans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation de l'humus dans les sols est considérée comme un aspect important</li> <li>• Les mesures projetées doivent encourager les agriculteurs et non pas introduire des obligations (que ces obligations concernent des pratiques ou des performances à atteindre)</li> <li>• La question de la difficulté à réaliser une agriculture à la fois biologique et de conservation doit être adressée. Les solutions doivent être testées et communiquées.</li> <li>• Soutien au mécanisme basé sur les pratiques. Il reste trop de controverses quant à la capacité de mesurer la performance et de garantir sa pérennité (le contrôle est difficile). Le mécanisme basé sur la performance transfère le risque à l'agriculteur et implique des inégalités de traitement entre exploitants (car leurs conditions de départ sont différentes), ce qui est peu acceptable.</li> <li>• Le subventionnement ne doit pas se substituer à un autre encouragement</li> <li>• La vente de certificats carbone de la part des agriculteurs est jugée potentiellement problématique du point de vue éthique et légal (dans le cas où l'agriculture a des objectifs climatiques à atteindre).</li> <li>• Une partie des agriculteurs manquent d'information.</li> </ul>
WWF, Suisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation de l'humus dans les sols agricoles doit être encouragé pour des raisons climatiques et économiques, mais la séquestration ne doit pas servir de prétexte à limiter les efforts d'atténuation. Les risques de la séquestration dans les sols (mesures, pérennité du puit) sont connus.</li> <li>• Fort soutien à un changement des pratiques agricoles (souligne que le soutien est nécessaire car le changement est coûteux).</li> <li>• Soutien à l'agriculture de conservation ne doit pas limiter les autres subventionnements existants</li> <li>• L'apparente contradiction entre agriculture biologique et agriculture de conservation n'est pas un obstacle, plusieurs pratiques anciennes sont remis à jour et permettent de répondre à ce défi.</li> <li>• Soutien à un mécanisme de subventionnement hybride (basé sur la performance et les pratiques) ou à laisser l'agriculture choisir entre les deux alternatives.</li> <li>• Mécanisme à la performance peut engendre un traitement inéquitable entre les agriculteurs. Il transfère aussi le risque sur les agriculteurs, ce</li> </ul>

	<p>qui constituera un obstacle. L'association n'a toutefois pas un mot d'ordre quant au type de mécanismes de subventionnement (dans l'agriculture ou ailleurs).</p>
<p>Programme « Terre vivante »</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Après deux ans du programme « Terre vivante », les pratiques agricoles ont encore peu évolué</li> <li>• Système de points pour le subventionnement élaboré sur la base de l'expérience (pas d'analyse spécifique). Le système reste complexe pour les agriculteurs.</li> <li>• Le programme est attractif (refus d'exploitation). Les montants sont suffisants pour motiver la participation mais pas un changement radical des pratiques.</li> <li>• Le changement de pratiques nécessite un accompagnement sous la forme de conseils et de formation.</li> <li>• Le système de rémunération ne prévoit pas de « bonus » pour le cumul des pratiques, mais ajoute des points.</li> <li>• Imposer des pratiques ne permet pas de tenir compte de l'hétérogénéité des structures des exploitations (élevage ou non, par exemple). Imposer une combinaison de pratiques n'apparaît ainsi pas adéquat. Une contribution aux résultats est plus logique. Il serait très difficile de créer des catégories d'exploitations pour spécifier les mesures, les combinaisons sont multiples.</li> <li>• Il n'est pas souhaitable de tout réglementer et de devenir trop abstrait pour les exploitants.</li> <li>• La difficulté est de garantir un effet à long terme sur les pratiques.</li> <li>• Il y a un coût important pour changer de pratiques, l'éventuel gain économique qui en résulte n'est que difficilement perçu.</li> </ul>

## 7.2 Annexe 2 – Paiements directs

**Tableau A2: Liste des paiements directs**

Instrument	Prestations
Critères d'entrée en matière	Conditions de versement des paiements directs, par exemple: <ul style="list-style-type: none"> <li>• personnes physiques ayant leur domicile civil en Suisse (art. 3 OPD)</li> <li>• âge d'exploiter une exploitation agricole (art. 3 OPD)</li> <li>• formation agricole (art. 4 OPD)</li> <li>• charge minimale de travail (art. 5 OPD)</li> <li>• exécution du travail (art. 6 OPD)</li> <li>• effectif maximum de bétail (art. 7 OPD)</li> <li>• plafonnement des paiements directs par unité de main-d'œuvre standard (art. 8 OPD)</li> <li>• fourniture des prestations écologiques requises (PER) (art. 11 à 25 OPD)</li> <li>• dépôt de la demande d'octroi des paiements directs (art. 97 à 100 OPD)</li> </ul>
Prestations écologiques requises (PER)	Pour pouvoir bénéficier des paiements directs, les exigences liées aux PER doivent être satisfaites dans l'ensemble de l'exploitation. Les PER comprennent : <ul style="list-style-type: none"> <li>• garde des animaux de rente conforme à la législation sur la protection</li> <li>• des animaux (art. 12 OPD)</li> <li>• bilan de fumure équilibré (art. 13 OPD)</li> <li>• part appropriée de surfaces de promotion de la biodiversité (art. 14 OPD)</li> <li>• exploitation conforme aux prescriptions des objets inscrits dans les</li> <li>• inventaires d'importance nationale (art.15 OPD)</li> <li>• assolement régulier (art. 16 OPD)</li> <li>• protection appropriée du sol (art. 17 OPD)</li> <li>• sélection et utilisation ciblée des produits phytosanitaires (art. 18 OPD)</li> <li>• exigences concernant les semences et les plants (art. 19 OPD)</li> <li>• exigences concernant les cultures spéciales (art. 20 OPD)</li> <li>• exigences concernant les bordures tampon (art. 21 OPD)</li> </ul>
<b>Types de contributions</b>	
1. Contributions au paysage cultivé	Des contributions au paysage cultivé sont octroyées dans le but de maintenir un paysage cultivé ouvert : contribution au maintien d'un paysage ouvert pour des surfaces situées dans la région de montagne et dans celle des collines (art. 43 OPD), contribution pour surfaces en forte pente (art. 44 OPD), contribution pour surfaces viticoles en pente (art. 45 OPD), contribution de mise à l'alpage (art. 46 OPD), contribution d'estivage (art. 47 à 49 OPD).
Contributions à la sécurité de l'approvisionnement	Des contributions à la sécurité de l'approvisionnement sont octroyées dans le but d'assurer la sécurité de l'approvisionnement de la population en denrées alimentaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>• contribution de base visant à maintenir la capacité de production (art. 50 et 51 OPD)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• contribution pour la production dans des conditions difficiles (production dans la région de montagne et dans celle des collines) (art. 52 OPD)</li> <li>• contribution pour les terres ouvertes et les cultures pérennes (art. 53 OPD)</li> </ul>
Contributions à la biodiversité	Des contributions à la biodiversité sont octroyées dans le but de promouvoir la diversité des espèces et des habitats naturels. Ces contributions sont de trois types : contributions pour la qualité de la biodiversité (deux niveaux de qualité, art. 55 à 60 OPD) et pour la mise en réseau (art. 61 et 62 OPD).
Contributions à la qualité du paysage	Des contributions à la qualité du paysage sont octroyés pour la préservation, la promotion et le développement de paysages cultivés diversifiés (par ex. pour tenir compte de besoins régionaux et de valeurs culturelles liées au paysage, art. 63 et 64 OPD).
Contributions au système de production	<p>Pour le versement des contributions au système de production, une distinction est opérée entre les modes de production qui portent sur l'ensemble de l'exploitation, ceux qui portent sur une partie de celle-ci et ceux qui sont particulièrement respectueux des animaux.</p> <p>Modes de production sur l'ensemble de l'exploitation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• contribution pour l'agriculture biologique conformément à l'ordonnance sur l'agriculture biologique (art. 66 et 67 OPD)</li> </ul> <p>Modes de production sur une partie de l'exploitation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• contribution extenso (culture extensive de céréales, tournesols, pois protéagineux, fèveroles, lupins et colza) (art. 68 à 69 OPD)</li> <li>• contribution pour la production de lait et de viande basée sur les herbages (PLVH) : contributions aux exploitations qui couvrent les besoins en fourrage principalement par l'herbe, le foin, le regain et l'herbe ensilée (art. 70 et 71 OPD)</li> </ul> <p>Modes de production particulièrement respectueux des animaux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• contributions au bien-être des animaux : contribution pour les systèmes de stabulation particulièrement respectueux des animaux (SST), contribution pour les sorties régulières en plein air (SRPA), modes d'élevage qui tiennent davantage compte des besoins des animaux de rente (art. 72 à 76 OPD)</li> </ul>
Contributions à l'utilisation efficiente des ressources	<p>Dans le but d'améliorer l'exploitation durable des ressources naturelles et l'utilisation efficiente des moyens de production, les techniques ayant un effet avéré bénéficient sur tout le territoire d'un soutien limité dans le temps.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Depuis 2014 : contributions pour des techniques d'épandage diminuant les émissions, <b>pour des techniques culturelles préservant le sol</b> et pour l'utilisation de techniques d'application phytosanitaires précise (art. 77 à 82 OPD)</li> <li>• Depuis 2017 : contribution pour l'installation sur les pulvérisateurs d'un système de nettoyage disposant d'un circuit d'eau de rinçage séparé, en vue du nettoyage des appareils destinés à l'épandage de produits phytosanitaires (art. 82a OPD)</li> <li>• En 2018, de nouvelles contributions à l'utilisation efficiente des ressources ont été introduites pour l'alimentation biphase des porcs appauvrie en matière azotée ainsi que pour la réduction des produits phytosanitaires dans l'arboriculture fruitière, dans la viticulture et dans la culture des betteraves sucrières (art. 82b à 82e OPD)</li> </ul>

Contributions Passage au système de paiements directs de la politique agricole 2014- de transition	Passage au système de paiements directs de la politique agricole 2014-2017 dans des conditions socialement acceptables (art. 84 à 96 OPD)
---	---

Source : Interface (2018) et OFAG (2018)

## 7.3 Annexe 3 – Typologie des instruments de protection de l’environnement

Ecoplan (2020) propose une typologie des instruments de protection de l’environnement utilisés en Suisse. Cette dernière reprend les catégories habituelles d’instruments en les classant des moins au plus contraignants. Il s’agit :

- Les instruments informationnels et de persuasion
- Les accords volontaires
- Les instruments de coordination et d’organisation
- Les instruments économiques
- Les instruments réglementaires.

Leurs caractéristiques sont exposées dans le tableau A3. Les politiques de protection de l’environnement reposent généralement sur la mise en place de plusieurs instruments coordonnés entre eux. Ainsi, par exemple, la protection du climat repose en Suisse sur une combinaison de mesure informationnelles, de subventions (programmes bâtiment), d’encouragement à l’innovation et à la recherche (fonds technologie), d’accords volontaires (engagements formels pour le secteur des carburants) et de taxes (taxe sur le CO<sub>2</sub> pour les combustibles). Il en résulte une certaine hybridation des différents instruments et des chevauchements dans la classification proposée dans le tableau 1.

**Tableau A3: Instruments de protection de l’environnement**

Types	Principe	Contenu	Niveau de contraintes
Instruments informationnels et de persuasion	Modifier le système de valeur des agents	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campagne d’information</li> <li>• Action de sensibilisation</li> <li>• Formation</li> <li>• Conseil</li> <li>• Reporting et évaluation</li> <li>• Promotion de la recherche et de l’innovation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L’action des agents est volontaire</li> <li>• Absence de sanctions directes</li> </ul>
Accords volontaires	Engagement volontaire de la part des entreprises	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Démarche RSE</li> <li>• Adoption de labels et certification</li> <li>• Accords de branche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L’action des agents est volontaire</li> <li>• Absence de sanctions directes</li> <li>• Sanction indirectes possibles (entrée en vigueur d’une contrainte légale)</li> </ul>
Action de coordination et d’organisation	Coordination des objectifs sectoriels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadres stratégiques (plan climatique, etc.)</li> <li>• Instruments d’aménagement du</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soft Law (règle de droit non obligatoire)</li> <li>• Contraintes cadres pouvant être</li> </ul>

	Attribution des rôles et responsabilités	territoire (plan directeur, etc.)	dérogées sous conditions <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sanctions indirectes (recours, par exemple)</li> </ul>
Instruments économiques	Modifier les coûts et bénéfices des agents	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxes environnementales</li> <li>• Subventions</li> <li>• Marché de certificats environnementaux négociables</li> <li>• Réforme de la fiscalité et des subventions dommageable à l'env.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollueur-payeur : contraintes économiques</li> <li>• Sanctions directes</li> </ul>
Instruments réglementation	Modifier les possibilités de choix des agents	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normes sur les émissions/rejets</li> <li>• Normes sur les processus de production</li> <li>• Normes sur les produits</li> <li>• Interdictions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraintes directes</li> <li>• Sanctions directes</li> </ul>