

# Evaluation économique et environnementale de scénarios de protection des eaux

Volker Prasuhn<sup>1</sup>, Anke Möhring<sup>2</sup>, Maria Bystricky<sup>1</sup>, Thomas Nemecek<sup>1</sup> et Gérard Gaillard<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, 8046 Zurich, Suisse

<sup>2</sup>Agroscope, 8356 Ettenhausen, Suisse

Renseignements: Volker Prasuhn, e-mail: volker.prasuhn@agroscope.admin.ch



L'apport d'azote et de phosphore dans les eaux suisses est toujours trop élevé. (Photo: Gabriela Brändle, Agroscope)

## Introduction

En Suisse, de nombreux cours d'eau et lacs présentent toujours une charge élevée en substances polluantes. C'est ce que montrent les données des stations d'échantillonnage des eaux de surface et des eaux souterraines de la Confédération et des cantons, chargées d'observer la qualité des eaux. Les objectifs environnementaux fixés par les offices fédéraux de l'agriculture (OFAG) et de l'environnement (OFEV) en termes de pollution des eaux par l'azote (N) et le phosphore (P) n'ont pas encore pu être atteints (OFEV et OFAG 2016). Le modèle de flux de subs-

tances MODIFFUS a permis de calculer les apports diffus de N et de P dans les eaux en 2010 pour la première fois à l'échelle de la Suisse (Prasuhn *et al.* 2016). MODIFFUS a également permis de quantifier certaines mesures visant à réduire les apports d'éléments fertilisants. Le modèle d'économie agricole SWISSland (Möhring *et al.* 2016) sert à déterminer les répercussions de ce type de mesures sur l'utilisation des surfaces, l'évolution du cheptel, la production, le revenu agricole, les structures et le budget agricole. Les analyses de cycle de vie, quant à elles, per-

mettent d'estimer les impacts sur l'environnement qui résultent directement d'une modification des pratiques de production en Suisse ainsi qu'indirectement, en raison d'un changement des importations et des exportations (Bystricky *et al.* 2017). Dans le cadre de ce projet de recherche multidisciplinaire, les trois méthodes ont été conjuguées afin d'évaluer de manière approfondie les mesures de réduction proposées. Le projet avait pour but de générer des connaissances quant aux interdépendances des systèmes. Il ne s'agissait pas pour autant de calculer des scénarios directement applicables dans la pratique, ni de fournir des recommandations pour l'agriculture et les milieux politiques. Les études ont été réalisées sur mandat de l'OFEV et de l'OFAG.

## Matériel et méthodes

### Le modèle pour le secteur agricole SWISSland

SWISSland (= système d'information sur les changements structurels en Suisse) est un système de modélisation qui reproduit l'offre et la demande sectorielles de produits agricoles bruts ([www.swissland.org](http://www.swissland.org)). SWISSland fournit des informations de base sur l'évolution des surfaces et du cheptel, sur le développement de la production indigène ainsi que sur les quantités importées et exportées jusqu'en 2025 pour les modèles MODIFFUS et SALCA. Les simulations reposent sur les informations disponibles en janvier 2015 sur le développement économique dans l'UE et sur les marchés mondiaux, sur les prévisions macro-économiques pour la Suisse et sur la politique agricole suisse en vigueur (PA 14–17) (Möhring *et al.* 2016).

### Le modèle de flux de matières MODIFFUS

Le modèle statistique empirique MODIFFUS (modèle visant à estimer les apports diffus de substances dans les eaux) est un modèle d'émissions basé sur un système d'information géographique (SIG). Tous les calculs reposent sur l'utilisation des terres à l'échelle hectométrique. Les flux d'eau ont d'abord été calculés, suivis des voies d'apport (ruissellement, lessivage, érosion du sol, pertes par drainage, dépôt à la surface des eaux) et des apports directs de l'agriculture pour chaque type d'exploitation compte tenu des facteurs topographiques naturels (Prauh *et al.* 2016).

### La méthode d'analyse de cycle de vie SALCA

La méthode d'analyse de cycle de vie SALCA (*Swiss Agricultural Life Cycle Assessment*) calcule les impacts potentiels des produits et processus agricoles sur l'environnement. L'évaluation englobe les produits agricoles bruts du secteur agricole suisse ainsi que les produits importés.

## Résumé

Quatre scénarios différents visant à réduire les éléments fertilisants issus de l'agriculture dans les eaux en Suisse ont été analysés pour la période allant de 2010 à 2025 dans le cadre d'un projet multidisciplinaire. Le modèle SWISSland a servi à étudier les répercussions économiques et structurelles pour le secteur agricole, ainsi que l'impact, sur le budget des paiements directs et le revenu agricole, de la mise en place de mesures visant à réduire les émissions. Le modèle de flux de substances MODIFFUS a permis d'estimer les apports diffus de phosphore et d'azote provenant de l'agriculture dans les eaux. Les impacts environnementaux, produits d'importation compris, ont été déterminés à l'aide de la méthode d'analyse de cycle de vie SALCA. Les quatre scénarios conduisent à une extensification des grandes cultures et de la production fourragère. Dans ces conditions, de 2010 à 2025, les apports d'azote issus de la surface agricole utile diminuent de 5 à 25 % suivant le scénario et les pertes de phosphore de 7 % à 20 %. Pour beaucoup de produits, la production nationale baisserait, tandis que les quantités importées augmenteraient. Par conséquent, la réduction des apports de substances dans les eaux en Suisse entraînerait une délocalisation des impacts environnementaux vers l'étranger.

Le système est cependant limité exclusivement aux produits pris en compte dans SWISSland. Ces produits font partie d'un «panier», qui constitue l'unité fonctionnelle ou la valeur de référence permettant de comparer les impacts environnementaux (Bystricky *et al.* 2017).

### Scénarios étudiés

Différentes mesures de réduction des apports d'éléments fertilisants dans les eaux ont été étudiées avec les modèles. Afin de pouvoir déterminer les incidences économiques et environnementales, ces mesures ont d'abord dû être traduites en scénarios. Une série d'instruments issus des domaines des paiements directs et de la politique commerciale a été utilisée comme levier pour orienter la production agricole dans le sens voulu. La situation initiale a été simulée en 2010. Sur cette base, les impacts de quatre scénarios de mesures ont été comparés sur la période de 2010 à 2025 (REF, EXT, DOUANE, HERBE; tabl. 1).

## Résultats

### Utilisation des surfaces et de la production animale

L'évolution de la surface agricole utile (SAU) calculée avec SWISSland indique un recul d'environ 1 à 2 % (soit près de 10 000 à 20 000 ha) avec les scénarios REF, EXT et DOUANE. Dans le scénario HERBE, la SAU diminue encore davantage avec une baisse de près de 9 %, soit environ 90 000 ha (fig. 1). Dans le périmètre de la SAU, les terres cultivées diminuent dans tous les scénarios, alors que les surfaces herbagères augmentent presque partout. Dans le scénario HERBE, la conversion des terres cultivées en herbages se traduit par une baisse massive des premières, de 38 %, soit 156 000 ha et à une hausse des secondes de 67 000 ha.

A l'exception du scénario HERBE, les décalages sont souvent minimes entre les terres cultivées. La culture de betteraves sucrières diminue en général, le prix du sucre étant couplé au prix européen en baisse. Dans le scénario DOUANE, les cultures de légumes et de pommes de terre sont en recul tandis que la culture des céréales fourragères augmente. Quel que soit le scénario, la part des surfaces herbagères peu intensives ou extensives augmente nettement.

Les effectifs animaux baissent dans tous les scénarios (fig. 2), par conséquent les émissions d'éléments fertilisants via les engrais de ferme diminuent elles aussi. Ce phénomène est dû à la baisse du prix du lait et à la réallocation des paiements directs liés aux animaux ainsi que, notamment dans le scénario HERBE, à l'interdiction de l'extension des effectifs à partir de 2018.

### Impacts économiques

La production agricole indigène et les quantités importées varient suivant le scénario et les produits (tabl. 2). Dans le scénario DOUANE par exemple, la production suisse de céréales fourragères augmente, ce qui, avec des effectifs en baisse, se traduit par une baisse des importations d'aliments pour animaux. Dans les trois autres scénarios, la production indigène baisse légèrement et conduit à l'augmentation de la demande et donc des quantités de céréales fourragères importées.

Quel que soit le scénario, le changement structurel se traduira par une baisse du nombre des exploitations de l'ordre de 15 000 d'ici 2025 (fig. 3). Le budget des paiements directs non liés à la production ne change pratiquement pas dans les scénarios REF et DOUANE, tandis que dans le scénario EXT, il s'ensuit une charge supplé-

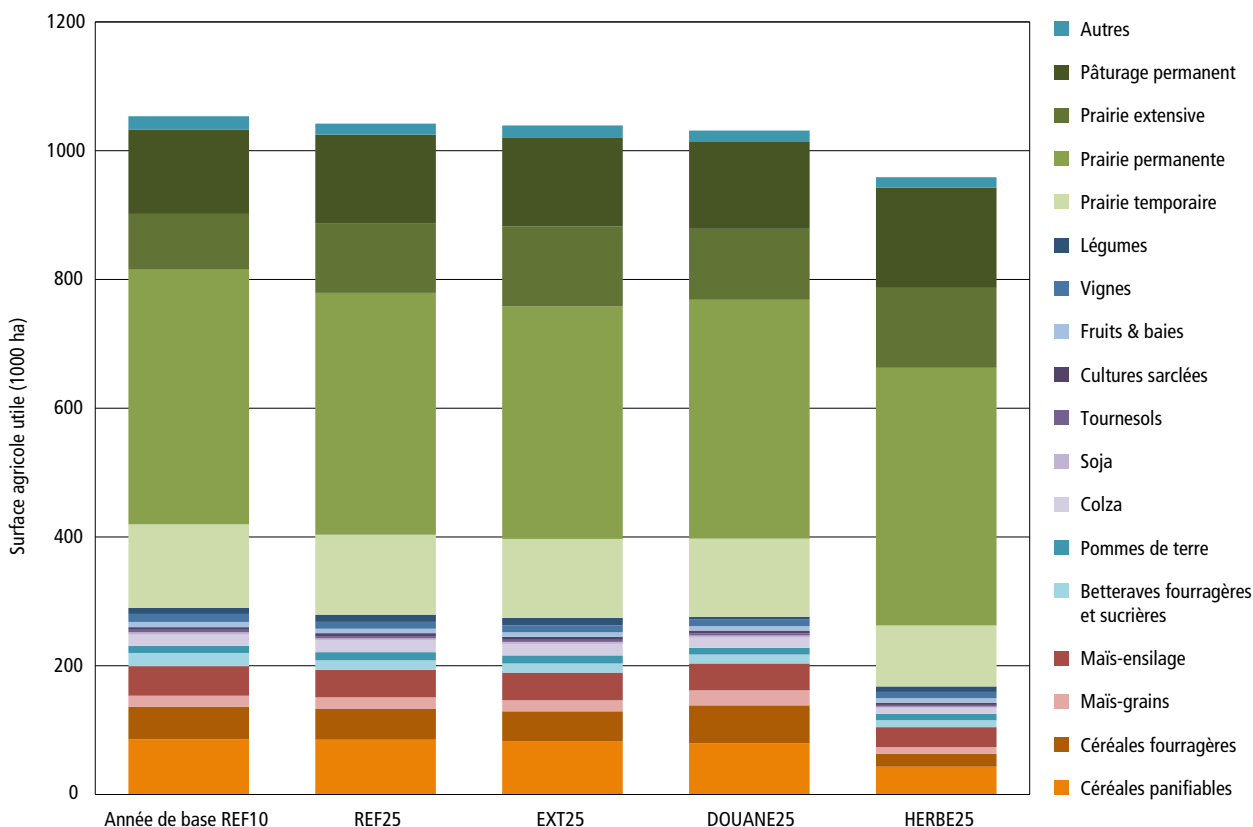


Figure 1 | Surface agricole utile durant l'année de base 2010 et avec les quatre scénarios (tabl. 1) en 2025.

**Tableau 1 | Vue d'ensemble des scénarios visant à réduire les apports diffus d'éléments fertilisants dans les eaux en Suisse.**

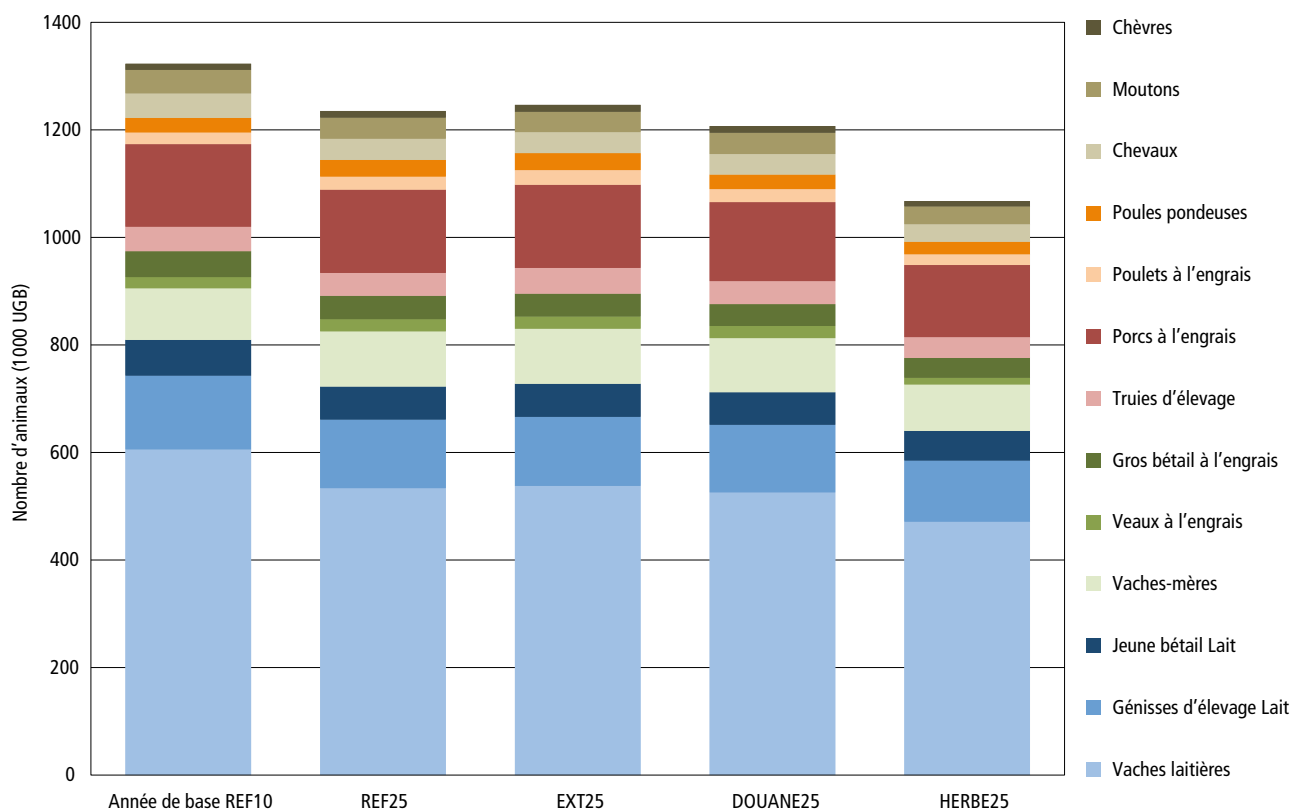
	REF25	EXT25	DOUANE25	HERBE25
<b>Mesure</b>	Scénario de référence: poursuite de la politique agricole 2014–2017 jusqu'en 2025	Augmentation des contributions de paiements directs pour l'exploitation extensive des surfaces	Hausse du prix seuil pour les aliments pour animaux, baisse du contingent tarifaire pour les pommes de terre et du droit de douane obligatoire pour les réserves obligatoires de sucre, baisse des prix des légumes	Conversion des terres cultivées en herbages ou en surfaces non agricoles; interdiction de l'extension des effectifs animaux
<b>Ampleur de la mesure</b>	–	de 2018 à 2025 10 % d'augmentation par an	de 2018 à 2025 10 % d'augmentation ou de baisse par an	de 2018 à 2025 5 % de la surface cultivée par an
<b>Mécanisme d'action</b>	–	Augmentation des cultures Extenso, des prairies extensives et peu intensives ainsi que des pâturages	Réduction de la mise en place des cultures particulièrement susceptibles de favoriser le lessivage et l'érosion (pommes de terre, légumes et betteraves sucrières)	Conversion des terres cultivées en herbages et prévention d'une augmentation des retombées d'azote liées à un effectif animal plus important

mentaire d'environ 6 % par rapport à l'année de base (2010). La forte réduction des surfaces dans le scénario HERBE a au contraire plutôt tendance à réduire les charges (–8 %). Dans le scénario EXT, la production agricole constante, la réduction des dépenses pour les prestations préalables suite à la baisse du coût des moyens de production et la hausse des revenus des paiements directs se traduisent par une augmentation nettement plus marquée du revenu du secteur agricole par rapport aux autres scénarios. Le scénario DOUANE aboutit à un léger recul, car la baisse des surfaces occupées par des

grandes cultures lucratives (légumes, pommes de terre, betteraves sucrières) entraîne une nette baisse du revenu monétaire de la production végétale.

#### Apports d'azote et de phosphore dans les eaux

Pour 2010, les apports diffus de matières issues des surfaces agricoles dans les eaux suisses ont été calculés avec MODIFFUS et représentent 28 244 t de N et 816 t de P. Des réductions comprises entre 5 % (REF) et 25 % (GRAS) pour N et 7 % (REF) et 20 % (HERBE) pour P ont été calculées dans les différents scénarios (tabl. 3).


**Figure 2 | Effectifs animaux durant l'année de base 2010 et avec les quatre scénarios (tabl. 1) en 2025. UGB: unités gros bétail.**

En 2010, près de 70 % des pertes diffuses de N et 47 % des pertes diffuses de P des surfaces agricoles provenaient des grandes cultures. Dans tous les scénarios, les pertes de N et de P issues des grandes cultures diminuent considérablement à cause du recul de la surface cultivée. Le scénario qui enregistre la baisse de loin la plus importante est le scénario HERBE, avec plus de 40 % de N, soit près de 8000 t. et 45 % de P, soit 164 t (fig. 4). L'augmentation de la surface herbagère dans les scénarios REF, EXT et DOUANE est largement compensée par l'exploitation beaucoup plus extensive des herbages et par la baisse des engrais de ferme produits. Dans le scénario HERBE, les pertes de N et de P sous les herbages augmentent de près de 11 % et 3 % à cause de la nette augmentation de ces surfaces et en dépit de l'extensification. Du fait du recul des cultures fruitières, horticoles et viticoles, les pertes de N et de P issues de ce type de surfaces diminuent considérablement dans tous les scénarios.

### Impacts environnementaux

Dans les différents scénarios, les impacts environnementaux sont presque toujours plus élevés qu'en 2010 (année de base) (tabl. 4). Cette hausse est notamment due à la croissance de la population qui, pour une alimentation

égale, a besoin de davantage d'aliments. Avec le scénario REF, les impacts environnementaux de la production indigène restent semblables à ceux de l'année de base ou diminuent même légèrement. Avec les scénarios EXT et DOUANE, ils sont très proches du scénario de référence. C'est avec le scénario HERBE que les impacts environnementaux de la production indigène sont les plus faibles, la réduction la plus importante concernant l'eutrophisation aquatique due à l'azote et l'écotoxicité. Les impacts environnementaux des importations augmentent par contre largement. Les scénarios REF et EXT montrent une nette hausse par rapport à l'année de base. Le scénario DOUANE, qui favorise les importations du fait des incitations financières pour les grandes cultures intensives, conduit à une nouvelle hausse des impacts environnementaux des produits importés. Ces derniers augmentent encore davantage dans le scénario HERBE. Si l'on fait la somme de la production indigène et des importations, le scénario EXT est celui qui apporte le moins de changement par rapport au scénario de référence, tandis qu'avec le scénario DOUANE, presque tous les impacts environnementaux enregistrent une légère hausse. C'est dans le scénario HERBE que les différences par rapport au scénario de référence sont les plus marquées.

**Tableau 2** | Variation de la part des importations dans la consommation intérieure totale pour différents marchés en fonction des différents scénarios de protection des eaux (tabl. 1).

Scénario	REF10	REF25		EXT25		DOUANE25		HERBE25	
	2010	2025	Δ par rapport à REF10	2025	Δ par rapport à REF10	2025	Δ par rapport à REF10	2025	Δ par rapport à REF10
Part des importations dans la consommation intérieure (production indigène – exportations + importations)									
Marché de la viande bovine	11 %	30 %	↑	29 %	↑	32 %	↑	40 %	↑
Marché de la viande porcine	4 %	4 %	→	4 %	→	5 %	→	6 %	→
Marché de la viande de volaille	43 %	46 %	→	37 %	↓	47 %	→	53 %	↑
Marché des céréales panifiables	17 %	28 %	↑	33 %	↑	35 %	↑	63 %	↑
Marché des céréales fourragères	20 %	31 %	↑	38 %	↑	8 %	↓	69 %	↑
Marché du colza	6 %	20 %	↑	29 %	↑	37 %	↑	53 %	↑
Marché du sucre	40 %	57 %	↑	59 %	↑	60 %	↑	68 %	↑
Marché de la pomme de terre	8 %	2 %	↓	2 %	↓	29 %	↑	17 %	↑
Marché du fromage	26 %	26 %	→	28 %	→	28 %	→	31 %	→

Δ = Différence

**Tableau 3** | Apports d'azote et de phosphore issus de la surface agricole utile dans les eaux en Suisse pour 2010 et évolution prévisible d'ici à 2025 dans les différents scénarios de protection des eaux (tabl. 1).

Source d'apport	2010	Évolution par rapport à 2010			
		REF25	EXT25	DOUANE25	HERBE25
Azote (t)	28 244	-5 %	-5 %	-9 %	-25 %
Phosphore total (t)	816	-7 %	-8 %	-9 %	-20 %

## Discussion et conclusions

Avec le scénario REF, la baisse des apports en éléments fertilisants issus de l'agriculture dans les eaux est minime: 5 % (N) et 7 % (P). Le nombre d'exploitations diminue, le revenu agricole augmente. Les impacts environnementaux augmentent parfois nettement. Avec le scénario EXT, l'extensification des grandes cultures et des herbages n'apporte pas de véritables changements par rapport au scénario REF, que ce soit pour les apports en éléments fertilisants dans les eaux, pour les conséquences économiques ou encore pour les impacts environnementaux. Avec le scénario DOUANE, les apports de N et de P issus de l'agriculture dans les eaux ont pu être davantage réduits. Il faut toutefois signaler qu'avec ce scénario, le revenu du secteur agricole est en baisse. Les impacts environnementaux sont ici légèrement plus défavorables qu'avec le scénario de référence. Dans l'ensemble, les changements des paramètres environnementaux et économiques sont semblables et modérés avec les trois scénarios REF, EXT et DOUANE.

Par contre, le scénario HERBE entraîne partout de profonds changements. Les apports de N issus de l'agriculture dans les eaux baissent de 25 % et ceux de P de 20 %. La conversion d'une grande partie des grandes cultures en herbages entraînerait toutefois une nette diminution de la production indigène. Par conséquent, les importations augmenteraient massivement, ce qui conduirait à une délocalisation des impacts environnementaux à l'étranger. Dans une perspective de durabilité et une optique globale ainsi que pour maintenir une agriculture compétitive, une telle approche ne convient donc pas. Les mesures considérées, qui visent toutes à modifier l'exploitation des terres (extensification, changement d'affectation et recul des effectifs animaux), ont été appliquées dans les calculs indépendamment des conditions locales. L'exigence de réduction du travail du sol prévue

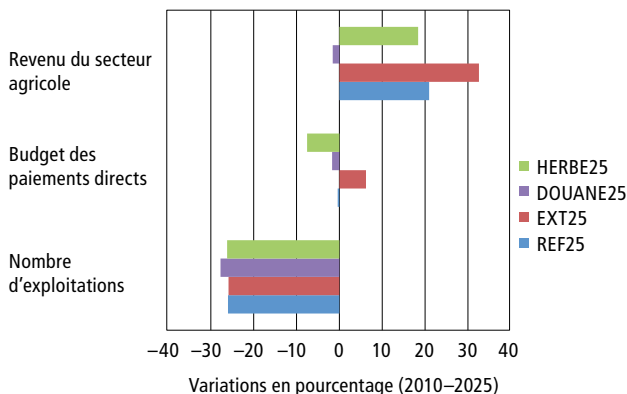


Figure 3 | Variation du nombre des exploitations, du budget des paiements directs et du revenu du secteur agricole entre 2010 et 2025 pour les différents scénarios de protection des eaux (tabl. 1).

dans la PA 14–17, n'a pas pu être prise en compte car SWISSland ne permet pas de la représenter. Des calculs supplémentaires avec MODIFFUS (Prasuhn et al. 2016) et SALCA (Bystricky et al. 2017) montrent que cette mesure permettrait notamment de réduire davantage les apports de P dans les eaux et qu'un travail du sol réduit pourrait avoir un effet positif sur la plupart des impacts environnementaux. Les calculs réalisés avec MODIFFUS et basés sur le SIG ont également montré de grandes différences régionales dans les apports en éléments fertilisants. MODIFFUS a aussi permis de calculer, pour tous les scénarios, quel serait l'impact des changements d'affectation des terres s'ils étaient appliqués aux surfaces les plus polluées (approche Hot-Spot ou agriculture adaptée au site). Cette mesure conduit à une nette baisse des apports dans les eaux notamment pour le P. Des calculs supplémentaires avec SALCA ont également montré que la prise en compte des différentes conditions locales pourrait accroître le potentiel de réduction des impacts environnementaux. L'approche multidisciplinaire a montré que des recherches plus poussées sont nécessaires. L'approche de la

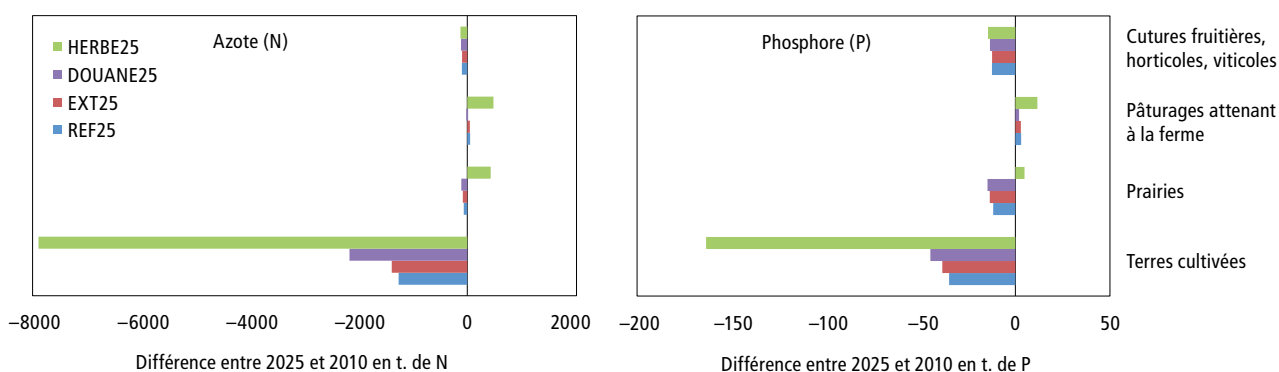


Figure 4 | Variation des apports de N et de P issus de l'agriculture dans les eaux pour les principales catégories d'exploitation et pour les quatre scénarios de protection des eaux (tabl. 1) entre 2010 et 2025.

recherche est certes restreinte par les différentes limites systémiques des modèles. La prise en compte, sur l'ensemble des modèles, des principales variables macroéconomiques et politiques a toutefois conduit à une meilleure compréhension des interactions entre les systèmes. Actuellement, il n'est pas possible d'établir des boucles de rétroaction entre les modèles. D'autres recherches sont nécessaires afin d'intégrer dans les modèles des facteurs

d'influence supplémentaires comme les mesures visant à accroître l'efficacité de N, la réduction des émissions d'ammoniac, les développements techniques, le changement des habitudes alimentaires, mais aussi la question de la prévention des pertes dans les chaînes de valeur ajoutée, car ces facteurs exercent une influence notable sur l'impact environnemental du secteur agricole et agroalimentaire. ■

**Tableau 4 | Impacts environnementaux de la production nationale et des importations durant l'année de base et pourcentages de variations avec les scénarios de protection des eaux (tabl. 1), rapportés à l'unité fonctionnelle du «panier».**

Impact environnemental		Année de base REF10	REF25	EXT25	DOUANE25	HERBE25
Besoins en énergie 10 <sup>9</sup> MJ-éq	Production nationale	43,3	-2 %	-1 %	-5 %	-14 %
	Importation	14,1	42 %	43 %	68 %	100 %
	<b>Total</b>	<b>57,4</b>	<b>9 %</b>	<b>10 %</b>	<b>13 %</b>	<b>14 %</b>
Besoins en ressources phosphore 10 <sup>6</sup> kg P	Production nationale	26,9	-3 %	-4 %	-3 %	-13 %
	Importation	5,0	41 %	44 %	51 %	104 %
	<b>Total</b>	<b>31,9</b>	<b>4 %</b>	<b>3 %</b>	<b>6 %</b>	<b>5 %</b>
Besoins en ressources potassium 10 <sup>6</sup> kg K	Production nationale	168,5	-0 %	-1 %	-1 %	-4 %
	Importation	10,8	42 %	46 %	57 %	105 %
	<b>Total</b>	<b>179,3</b>	<b>2 %</b>	<b>2 %</b>	<b>3 %</b>	<b>3 %</b>
Besoins en surfaces 10 <sup>9</sup> m <sup>2</sup> *a	Production nationale	12,7	-2 %	-2 %	-2 %	-11 %
	Importation	3,0	89 %	89 %	101 %	164 %
	<b>Total</b>	<b>15,6</b>	<b>16 %</b>	<b>15 %</b>	<b>18 %</b>	<b>22 %</b>
Déboisement 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>	Production nationale	0,4	-2 %	-2 %	-5 %	-16 %
	Importation	14,7	24 %	17 %	32 %	62 %
	<b>Total</b>	<b>15,1</b>	<b>23 %</b>	<b>17 %</b>	<b>31 %</b>	<b>60 %</b>
Besoins en eau 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Production nationale	11,7	-2 %	0 %	-9 %	-14 %
	Importation	15,6	35 %	41 %	65 %	106 %
	<b>Total</b>	<b>27,3</b>	<b>19 %</b>	<b>23 %</b>	<b>33 %</b>	<b>55 %</b>
Potentiel d'effet de serre 10 <sup>9</sup> kg CO <sub>2</sub> -Äq	Production nationale	7,9	-3 %	-2 %	-3 %	-13 %
	Importation	2,2	55 %	52 %	74 %	113 %
	<b>Total</b>	<b>10,0</b>	<b>9 %</b>	<b>10 %</b>	<b>13 %</b>	<b>14 %</b>
Formation d'ozone (végétation) 10 <sup>9</sup> m <sup>2</sup> *ppm*h	Production nationale	57,6	-3 %	-2 %	-4 %	-13 %
	Importation	13,5	69 %	67 %	98 %	136 %
	<b>Total</b>	<b>71,2</b>	<b>10 %</b>	<b>11 %</b>	<b>16 %</b>	<b>15 %</b>
Formation d'ozone (humaine) 10 <sup>6</sup> personne*ppm*h	Production nationale	5,7	-4 %	-1 %	-3 %	-12 %
	Importation	1,1	89 %	84 %	113 %	157 %
	<b>Total</b>	<b>6,8</b>	<b>11 %</b>	<b>13 %</b>	<b>16 %</b>	<b>15 %</b>
Acidification 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>	Production nationale	1806,2	-5 %	-4 %	-5 %	-13 %
	Importation	272,2	66 %	65 %	81 %	125 %
	<b>Total</b>	<b>2078,4</b>	<b>4 %</b>	<b>5 %</b>	<b>6 %</b>	<b>5 %</b>
Eutrophisation terr. 10 <sup>9</sup> m <sup>2</sup>	Production nationale	16,1	-5 %	-4 %	-5 %	-12 %
	Importation	2,3	70 %	69 %	81 %	128 %
	<b>Total</b>	<b>18,4</b>	<b>4 %</b>	<b>5 %</b>	<b>6 %</b>	<b>5 %</b>
Eutrophisation aqu. N 10 <sup>6</sup> kg N	Production nationale	29,8	-3 %	-4 %	-3 %	-27 %
	Importation	9,5	57 %	62 %	70 %	127 %
	<b>Total</b>	<b>39,3</b>	<b>11 %</b>	<b>12 %</b>	<b>14 %</b>	<b>10 %</b>
Eutrophisation aqu. P 10 <sup>3</sup> kg P	Production nationale	1185,8	-2 %	-3 %	-4 %	-10 %
	Importation	331,8	73 %	70 %	86 %	133 %
	<b>Total</b>	<b>1517,6</b>	<b>14 %</b>	<b>13 %</b>	<b>16 %</b>	<b>21 %</b>
Toxicité humaine 10 <sup>6</sup> kg 1,4-DB-éq	Production nationale	2585,4	-3 %	-3 %	-5 %	-15 %
	Importation	1101,1	10 %	6 %	24 %	49 %
	<b>Total</b>	<b>3686,5</b>	<b>1 %</b>	<b>0 %</b>	<b>4 %</b>	<b>4 %</b>
Écotoxicité terr. 10 <sup>6</sup> kg 1,4-DB-éq	Production nationale	7,5	-2 %	-3 %	-3 %	-34 %
	Importation	3,0	44 %	45 %	73 %	123 %
	<b>Total</b>	<b>10,6</b>	<b>11 %</b>	<b>10 %</b>	<b>19 %</b>	<b>11 %</b>
Écotoxicité aqu. 10 <sup>6</sup> kg 1,4-DB-éq	Production nationale	218,8	-5 %	-8 %	1 %	-32 %
	Importation	67,5	46 %	43 %	55 %	109 %
	<b>Total</b>	<b>286,3</b>	<b>7 %</b>	<b>4 %</b>	<b>13 %</b>	<b>1 %</b>

Eq = équivalent DB = Dichlorobenzène

**Riassunto****Scenari di riduzione delle immissioni di sostanze nutritive nelle acque: valutazione economica ed ecologica**

In un progetto multidisciplinare sono stati analizzati quattro diversi scenari per la riduzione delle immissioni diffuse di sostanze nutritive provenienti dall'agricoltura nelle acque svizzere nel periodo 2010-2025. Con il modello di simulazione del settore agricolo svizzero SWISSland sono state studiate le conseguenze economiche e strutturali di un'eventuale applicazione delle misure di riduzione delle emissioni, nonché l'effetto che quest'ultima produrrebbe sulle risorse finanziarie destinate ai pagamenti diretti. Le immissioni nelle acque di fosforo e azoto provenienti dall'agricoltura sono state valutate con il modello per flussi di sostanze MODIFFUS. Il metodo di analisi del ciclo di vita SALCA è stato utilizzato per determinare l'impatto ambientale, prodotti d'importazione compresi. Tutti e quattro gli scenari portano a un'estensificazione della coltura e della foraggicoltura. A sua volta, quest'estensificazione comporterebbe, per il periodo 2010-2025, una diminuzione degli apporti di azoto provenienti dalla superficie agricola utile tra il 5 % e il 25 % a seconda dello scenario e una riduzione delle perdite di fosforo tra il 7 % e il 20 %. Per molti prodotti si assisterebbe a un calo della produzione nazionale e a un aumento delle quantità importate. Riducendo i carichi di sostanze nelle acque svizzere l'impatto ambientale verrebbe quindi spostato all'estero.

**Summary****Economic and ecological assessment of scenarios for nutrient reduction in water bodies**

Four different scenarios for the reduction of diffuse nutrient inputs from agriculture to water bodies in Switzerland were analysed for the period 2010 to 2025 in a multidisciplinary project. The agricultural sector model SWISSland was used to examine the economic and structural effects, and the influence on the direct payments budget and sectoral income, following implementation of emission mitigation measures. The substance flow model MODIFFUS was employed to estimate the diffuse nitrogen and phosphorus inputs from agriculture into bodies of water. The agricultural life cycle assessment method SALCA was used to determine the environmental effects, including those of imported products. All four scenarios lead to extensification in arable farming and forage crop production. Depending on the scenario, nitrogen inputs from farmland are projected to decline by 5–25 % from 2010 to 2025, and phosphorus losses by 7–20 %. Domestic production would decrease for many products and import volumes would rise. The reduction in nutrient inputs into water bodies in Switzerland would therefore lead to a shifting of environmental impact to other countries.

**Key words:** nitrogen, phosphorus, water protection, mitigation scenarios, economic effects, life cycle assessment.

**Bibliographie**

- OFEV & OFAG, 2016. Objectifs environnementaux pour l'agriculture – rapport d'état 2016. éd. Office fédéral de l'environnement (OFEV) et Office fédéral de l'agriculture (OFAG), Berne. Connaissance de l'environnement 1633, 144 p.
- Bystricky M., Nemecek T. & Gaillard G., 2017. Gesamt-Umweltwirkungen als Folge von Gewässerschutzmassnahmen im Schweizer Agrarsektor. Agroscope, Zurich. Agroscope Science 50, 67 p.
- Möhring A., Ferjani A., Mack G. & Mann S., 2016. Nährstoffreduktion in Gewässern – Modellergebnisse SWISSland. Agroscope, Zurich. Agroscope Science 31, 46 p.
- Prasuhn V., Kupferschmid P., Spiess E. & Hürdler J., 2016. Szenario-Berechnungen für das Projekt zur Verminderung diffuser Nährstoffeinträge in die Gewässer der Schweiz mit MODIFFUS. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Agroscope Zurich, 76 p.