

## Série «Coûts des mesures écologiques»

# Combien coûtent les prestations favorables à l'environnement et au paysage?

Gabriele Mack

Agroscope, 8356 Ettenhausen, Schweiz

Renseignements: Gabriele Mack, e-mail: gabriele.mack@agroscope.admin.ch



La production de lait et de viande basée sur les herbages (PLVH) n'entraîne aucun coût supplémentaire pour 34% des exploitations de plaine et pour 67% des exploitations de montagne. (Photo: Gabriela Brändle, Agroscope)

## Introduction

Les exploitations agricoles prennent en général part aux programmes facultatifs d'écologie et de conservation du paysage lorsque les coûts de leurs prestations, coûts d'opportunité compris, peuvent être totalement indemnisés. Des coûts d'opportunité interviennent lorsque la participation aux programmes a des répercussions sur d'autres activités de production de l'exploitation. Toutefois, si le coût des prestations est inférieur au montant des paiements directs versés par la Confédération, les

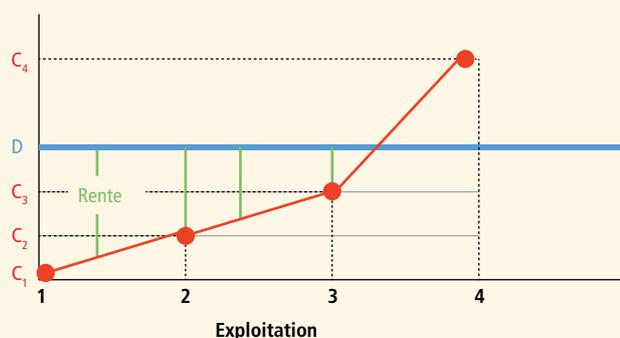
exploitations en tirent une rente correspondant à la différence entre le montant des paiements directs et le coût de leurs prestations. Les rentes réduisent l'efficacité des fonds versés par les pouvoirs publics. En effet, plus elles sont élevées et moins les prestations écologiques et de conservation du paysage pouvant être financées avec le même budget sont nombreuses.

Des études internationales montrent que le coût total des prestations écologiques et de conservation du

paysage peut varier considérablement du fait de la grande hétérogénéité des exploitations (Bamière *et al.* 2011; Mewes *et al.* 2015; Pacini *et al.* 2015; Uthes *et al.* 2010). Cet article présente les coûts que doivent assumer l'ensemble des exploitations agricoles suisses pour fournir les différentes prestations écologiques et de conservation du paysage, et met ces coûts en relation avec les paiements directs octroyés en 2016. A leur tour, ces estimations de coûts constituent une base permettant de déduire l'attrait au niveau sectoriel ou régional des prestations écologiques ou de conservation du paysage. Parmi les programmes considérés, on compte deux programmes de mise à disposition de surfaces de promotion de la biodiversité (jachère florale et prairies extensives Q1), le programme de production de lait et de viande basée sur les herbages (PLVH) qui vise à promouvoir les systèmes de production respectueux des ressources, et enfin, les arbres fruitiers haute-tige dont le but est de préserver un paysage rural diversifié et attrayant pour tous.

## Données et méthode

Les coûts (C) de revient d'une prestation écologique ou de conservation du paysage (j) pour une exploitation (i) se composent des coûts de production (CP) et des coûts d'opportunité (CO) (équation 1). Les coûts de production comprennent toutes les dépenses directes de l'exploitation pour les prestations écologiques ou de conservation du paysage, les coûts d'opportunité correspondent au revenu agricole perdu (RA). La perte de revenu se calcule à partir des variations des coûts spécifiques y compris les parts variables des coûts de machines et des salaires des unités de main-d'œuvre étrangères à la famille ainsi que les variations des rendements bruts, paiements directs compris. La rente po-



**Figure 1** | Attrait des prestations écologiques et de conservation du paysage dérivé du coût de revient des prestations (C) de différents exemples d'exploitations (D = montant des paiements directs).

## Résumé

La participation aux programmes facultatifs d'écologie et de conservation du paysage génère des coûts de production et d'opportunité qui peuvent être très variables selon la structure de l'exploitation et la région. Des connaissances précises sur le coût des prestations des exploitations aident les responsables de la politique agricole à fixer et à adapter le montant des paiements directs de manière ciblée pour les programmes. Le présent article quantifie le coût des prestations sur la base de modèles d'optimisation individuels pour un total de 3200 exploitations agricoles suisses et les met en relation avec les montants des paiements directs de l'année 2016.

Suivant la région, 10 à 27% des exploitations peuvent couvrir totalement le coût de revient des prairies extensives avec le montant des paiements directs de niveau de qualité 1 (Q1). En région de plaine, 43% des exploitations peuvent compenser le coût de revient des surfaces de jachère florale avec les paiements directs. Dans le cas des arbres fruitiers haute-tige plantés dans des prairies ou des pâturages moyennement intensifs, 26% des exploitations de plaine peuvent couvrir le coût de leurs prestations via la contribution des paiements directs de niveau de qualité Q1. Sachant qu'en cas de participation au programme PLVH (production de lait et de viande basée sur les herbages), un pourcentage élevé d'exploitations de lait commercialisé est en mesure de satisfaire les exigences PLVH sans coût supplémentaire, la part d'exploitations capable de couvrir ses coûts est nettement plus élevée avec 63%.

tentielle (R) est le résultat du montant des paiements directs (D) moins les coûts de revient des prestations (équation 2).

$$C_{ij} = CP_{ij} + CO_{ij} \quad \text{Equation 1}$$

$$R_{ij} = D_i - C_{ij} \quad \text{Equation 2}$$

Les coûts de revient des prestations (C) résultent de la différence de revenus entre deux scénarios différents (équation 3): dans le scénario 1, l'exploitation (i) ne fournit pas de prestation écologique et de conservation du paysage supplémentaire, tandis que dans le scénario 2, elle en fournit une.

$$C_{ij} = RA-1ij - RA-2ij \quad \text{Equation 3}$$

Si l'on classe toutes les exploitations (i) de manière croissante en fonction du coût de leurs prestations ( $C_{ij}$ ), on obtient un attrait des prestations écologiques et de conservation du paysage qui augmente avec le nombre d'exploitations (fig. 1). Cette fonction permet de déduire combien d'exploitations offrent une prestation écologique et de conservation du paysage (j) supplémentaire pour un montant donné de paiements directs (D).

Au total, les coûts de revient des prestations de 3200 exploitations agricoles suisses du Dépouillement centralisé ([www.rapport.debase.ch](http://www.rapport.debase.ch)) ont été calculés. Ces exploitations reflètent la diversité des structures de coûts et de production des exploitations agricoles en Suisse. Seules ont été sélectionnées des exploitations qui fournissaient déjà des prestations écologiques et de conservation du paysage pendant l'année de base 2011/2013, car les prestations et les coûts de ces exploitations pouvaient être spécifiés à l'aide des données du Dépouillement centralisé.

Les coûts de revient des prestations ont été calculés à l'aide d'un modèle d'optimisation individuel. Tous les modèles d'optimisation sont étalonnés sur la moyenne des trois exercices comptables 2011/2013 (année de base) à l'aide de la méthode de programmation mathématique positive (PMP) et reproduisent dans l'année de base les surfaces et les effectifs animaux enregistrés dans les comptabilités ainsi que les prestations écologiques et de conservation du paysage fournies durant ces années. Les modèles d'optimisation individuels sont mis en œuvre dans SWISSland, le modèle sectoriel à base d'agents (cf. Möhring *et al.* 2016) et seront donc désignés par la suite comme des exploitations SWISSland.

Les coûts de revient d'un hectare de jachère florale sont basés sur l'hypothèse que les exploitations disposaient

d'un hectare supplémentaire de terres ouvertes en 2015. Dans le scénario 1, toutes les cultures pratiquées l'année de base peuvent être mises en place sur cette surface hormis la jachère florale, tandis que dans le scénario 2, seule la jachère florale peut être mise en place. Afin de calculer les coûts de revient des prairies extensives, toutes les exploitations SWISSland ont été optimisées de la même manière avec un hectare d'herbages supplémentaire. Les coûts de revient des arbres fruitiers haute-tige ont été estimés à partir de l'hypothèse que cent arbres sont plantés sur un hectare de prairie moyennement intensive. En cas de participation au programme de production de lait et de viande basée sur les herbages (PLVH), les directives de la PLVH doivent être respectées (10% de concentrés maximum dans la ration fourragère, 75% au moins de fourrage issu d'herbages en région de plaine et 85% en région de montagne).

La prise en compte des modifications des temps de travail a été simulée par l'augmentation ou la baisse des branches de production à forte ou faible intensité de main-d'œuvre ou par une variation des unités de main-d'œuvre étrangères à l'exploitation. La baisse des surfaces fertilisées peut être obtenue en réduisant les effectifs animaux ou en intensifiant les grandes cultures et les cultures fourragères. La baisse des surfaces fourragères peut elle aussi être obtenue en réduisant les effectifs animaux, en accroissant l'intensité d'exploitation des prairies ou en augmentant l'achat de fourrage grossier.

### Bases de données pour les modèles d'optimisation

Les données servant à paramétrer les modèles d'optimisation individuels proviennent, dans la mesure des disponibilités, des comptabilités du Dépouillement centralisé DC (moyenne des trois années 2011/2013). Si nécessaire,

**Tableau 1** | Bases de données et méthodes servant à paramétrer les prestations écologiques et de conservation du paysage dans les modèles d'optimisation individuels (DC: Dépouillement centralisé des données comptables).

Critère	Vaches laitières	Jachère florale	Prairie extensive	Arbres fruitiers haute-tige
Rendements physiques	DC	–	Baisse de rendement de 60% par rapport aux prairies moyennement intensives	Cent arbres par ha de prairie; baisse de rendement de 0,6% par arbre du fait de la couverture. Qualité du fourrage inférieure de 20% du fait de la couverture
Prix de production	DC	–	DC	DC
Coûts spécifiques (CS)	DC	Valeurs normalisées du catalogue de marges brutes; corrections pour l'ensemble de l'exploitation selon les coûts matériels	Majorations ou minorations par rapport aux prairies moyennement intensives selon le catalogue de marges brutes	Coûts spécifiques: 4 fr. par arbre (Alder 2007)
Dépenses de fourrage	Concentrés selon Schmid <i>et al.</i> (2013) Fourrage de base selon Agridea (2015)			
Charge de travail	Estimation sur la base des valeurs normalisées spécifiques aux procédés appliqués. Correction vers le haut et vers le bas par rapport à la charge de travail effective dans les exploitations selon le DC			

**Tableau 2 | Coûts de revient (C) d'un hectare de prairie extensive**

Région	Nombre d'exploitations	Pourcentage d'exploitations auquel correspond: C < PD pour Q1	Coûts de revient (C)		Pourcentage des paiements directs perdus dans les coûts de revient moyens
			Moyenne fr./ha	ET fr./ha	
Zone de plaine	553	27%	1929.–	1287.–	47%
Zone de collines	258	22%	1905.–	1166.–	39%
ZM 1 et ZM 2	508	14%	1766.–	1305.–	34%
ZM 3 et ZM 4	240	10%	1664.–	1004.–	35%

PD = paiements directs, Q1 = niveau de qualité 1, ET = écart-type, ZM = zone de montagne

ces données ont été complétées par des données de planification (tabl. 1).

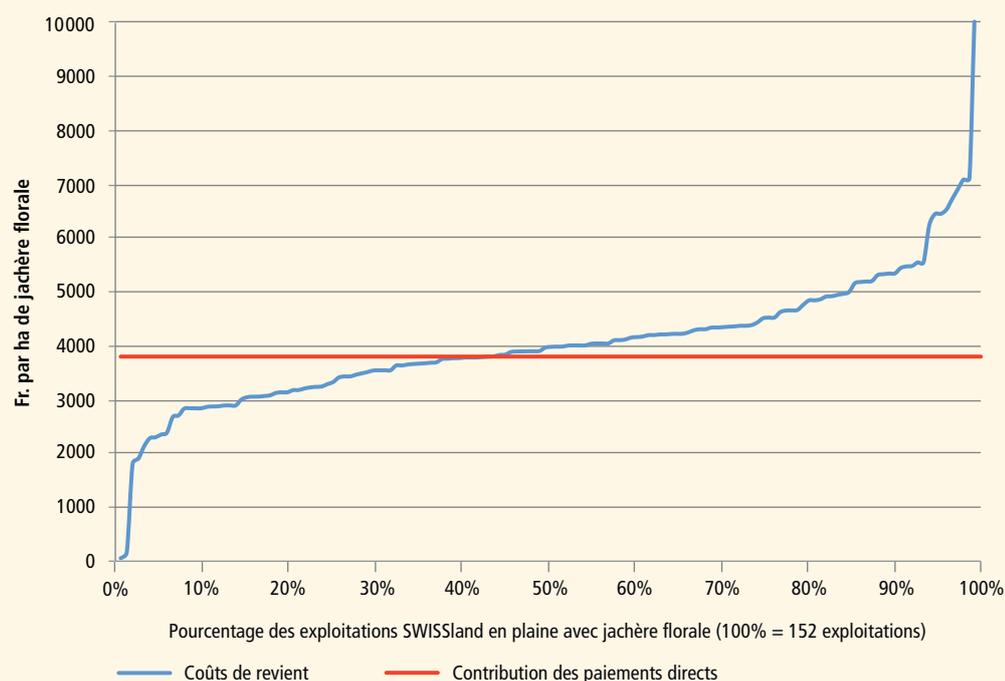
## Résultats

### Coûts de revient des prairies extensives

L'évaluation a porté sur un total de 1559 exploitations SWISSland de type lait commercialisé, vaches laitières, combinées grandes cultures-vaches mères et combinées grandes cultures-lait commercialisé. En zone de plaine, en cas d'extension des prairies extensives d'un hectare, l'effectif d doit être en moyenne réduit de 0,2 unités gros bétail (UGB) suite à la diminution des surfaces fourragères et des surfaces d'épandage. De ce fait, le revenu agricole diminue de 1929 fr. (tabl. 2). Près de la moitié (47%) des pertes de revenus est due aux manques à gagner sur les paiements directs (contributions à la sécu-

rité de l'approvisionnement, contributions aux grandes cultures et contributions Extensio, contributions liées à la production animale et contributions à la biodiversité). 27% des exploitations de plaine peuvent couvrir le coût de revient de leurs prestations grâce à la contribution à la biodiversité de niveau de qualité 1 mise en place à partir de 2016, qui s'élève à 1350 fr. par ha. Pour la majorité des exploitations, la contribution de niveau de qualité 1 ne suffit toutefois pas à compenser les pertes de revenus.

En zone de collines, l'effectif des animaux doit être réduit de 0,36 UGB en moyenne en cas d'extension des prairies extensives d'un hectare. Dans cette zone, les coûts de revient moyens d'un hectare de prairie extensive sont de 1905 fr., sachant que les paiements directs perdus représentent 39% de cette somme. 22% des exploitations en zone de collines sont en mesure de couvrir le coût de



**Figure 2 | Attrait de la jachère florale en région de plaine (fr./ha de jachère florale).**

**Tableau 3** | Coûts de revient (C) par hectare de jachère florale

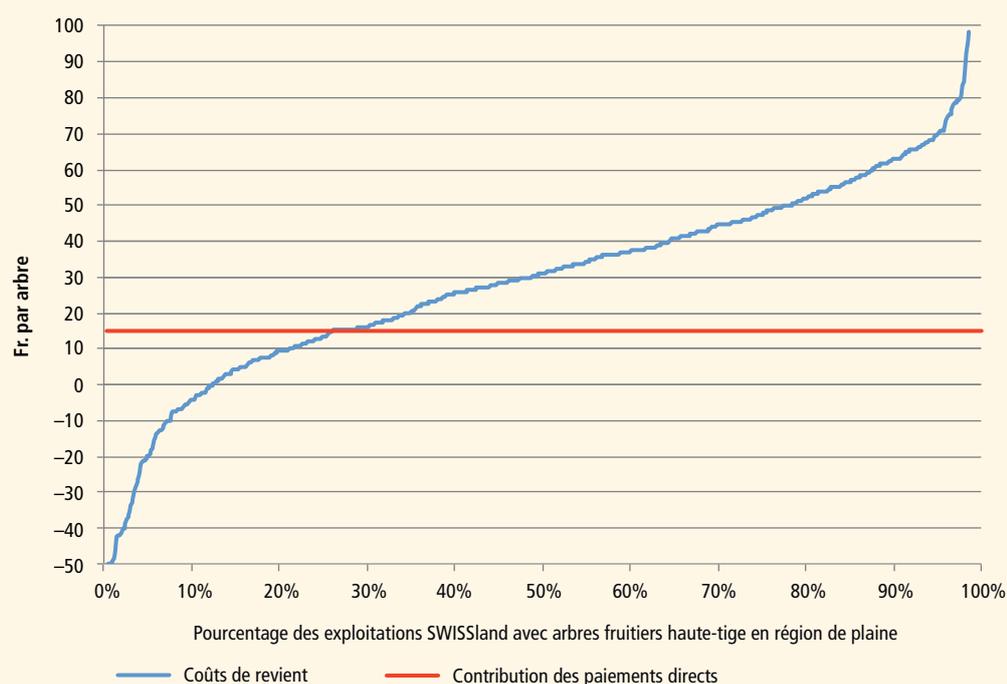
Région	Nombre d'exploitations	Pourcentage d'exploitations auquel correspond: C < PD pour Q1	Coûts de revient (C)		Pourcentage des paiements directs perdus dans les coûts de de revient moyens
	Unités		Moyenne fr./ha	ET fr./ha	
Plaine	152	43%	4094.–	1440.–	41%

PD = paiements directs, Q1 = niveau de qualité 1, ET = écart-type

revient de leurs prestations grâce à la contribution à la biodiversité de niveau de qualité 1 (tabl. 2). En région de montagne, l'effectif des animaux doit également être réduit de 0,32 UGB. Avec les prix actuels, 14% à peine des exploitations des zones de montagne 1 et 2 peuvent couvrir le coût de revient de leurs prestations grâce à la contribution à la biodiversité de niveau de qualité 1. Ce nombre très faible d'exploitations tient essentiellement au fait que la contribution à la biodiversité de niveau de qualité 1, qui s'élève à 630 fr., suffit tout juste à compenser les paiements directs perdus qui représentent en moyenne 610 fr. par ha de prairie extensive. Les pertes de marché, quant à elles, ne peuvent pas être compensées. Dans les zones de montagne 3 et 4, les pertes moyennes de revenus s'élèvent à 1664 fr. Dans ces zones, les contributions à la biodiversité de niveau de qualité 1, qui s'élèvent à 495 fr., ne peuvent pas couvrir les paiements directs perdus de l'ordre de 576 fr. en moyenne.

### Coûts de revient de la jachère florale

Les calculs portaient sur 152 exploitations SWISSland ayant mis en place une jachère florale dans les années 2011 à 2013. Lorsque ces exploitations augmentent leur surface de jachère florale (+ 1 ha) au détriment de leurs grandes cultures, leur revenu chute en moyenne de 4094 fr. (tabl. 3). En effet, les exploitations doivent non seulement renoncer aux revenus de la vente des produits des grandes cultures sur le marché, mais aussi aux paiements directs versés pour les grandes cultures (contributions à la sécurité de l'approvisionnement, contributions à des cultures particulières et contributions Extensio). En moyenne, elles perdent des paiements directs de l'ordre de 1661 fr. par ha de jachère florale. La figure 2 illustre la grande variabilité des coûts des prestations des 152 exploitations SWISSland, ce qui aboutit à un écart-type de 1440 fr. par ha de jachère florale (tabl. 3). 43% des exploitations SWISSland ont pu couvrir leurs pertes de revenus grâce aux paiements directs qui s'élèvent à

**Figure 3** | Attrait des arbres fruitiers haute-tige en région de plaine (fr./arbre).

**Tableau 4 | Coûts de revient (C) des arbres fruitiers haute-tige en plaine**

Région	Nombre d'exploitation	Pourcentage d'exploitations auquel correspond: C < PD pour Q1	Coûts de revient (C)	
			Moyenne fr./arbre	ET fr./arbre
Plaine	688	26%	30.–	29.–

PD = paiements directs, Q1 = niveau de qualité 1, ET = écart-type

3800 fr. par ha. Il faut cependant préciser que près de 10% des exploitations affichent des coûts de production et d'opportunité – c'est-à-dire des coûts de revient des prestations – de plus de 6000 fr. par ha.

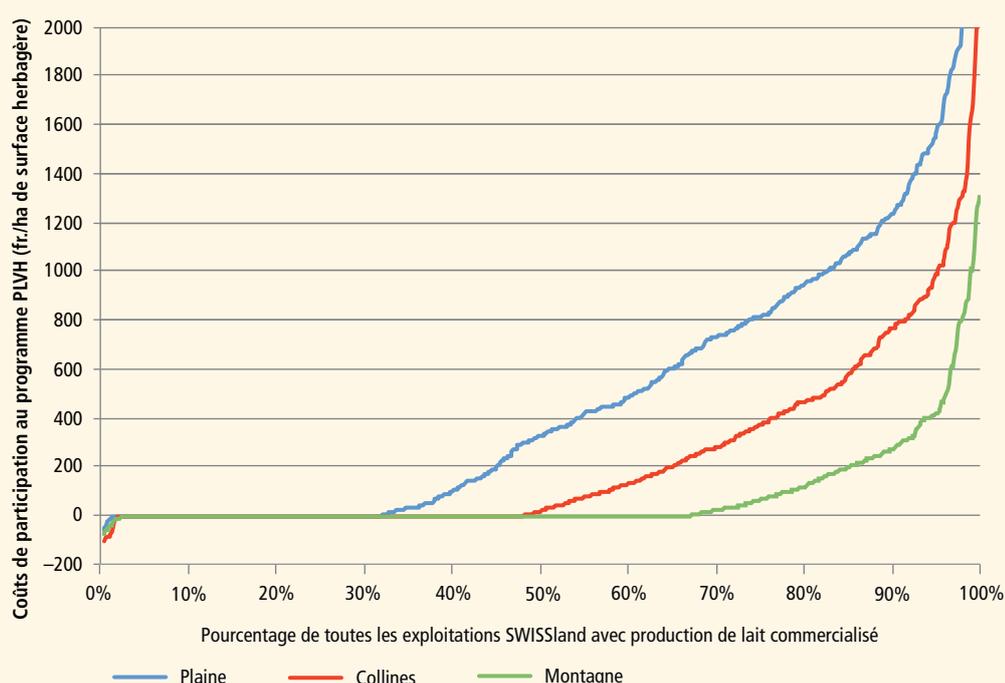
### Coûts de revient des arbres fruitiers haute-tige

Quelque 688 exploitations SWISSland de plaine avec des arbres fruitiers haute-tige ont été évaluées. Lorsque ces exploitations augmentent leur nombre d'arbres (+ 100 arbres) sur des prairies et des pâturages moyennement intensifs, leur charge de travail s'accroît tandis que leur surface fourragère diminue; cela se traduit soit par une réduction de l'effectif des animaux, soit par une extension de la surface fourragère au détriment des grandes cultures. Ceci entraîne une perte de revenu de 30 fr. par arbre en moyenne. La réduction des revenus est cependant très différente d'une exploitation à l'autre. C'est ce que reflète l'écart-type élevé de 29 fr. par arbre (tabl. 4). Dans les conditions de la politique agricole actuelle, 26%

des exploitations peuvent couvrir leurs pertes de revenus grâce à la contribution à la biodiversité de niveau de qualité 1, qui s'élève à 15 fr. par arbre. Ces exploitations se caractérisent par des coûts de main-d'œuvre bas et par des rendements pour les fruits à cidre sur le marché supérieurs à la moyenne. Au contraire, les 20% d'exploitations qui affichent les coûts d'opportunité les plus élevés par arbre (> 52 fr. par arbre) se caractérisent par des coûts de main-d'œuvre très élevés et par des rendements pour les fruits à cidre sur le marché inférieurs à la moyenne.

### Coûts de la participation à PLVH

Parmi les exploitations SWISSland avec production de lait commercialisé en plaine, 34% n'ont pas besoin de modifier la ration de fourrage qu'elles distribuaient avant l'introduction du programme PLVH (2011–2013), pour satisfaire les conditions PLVH (part de concentrés < 10%; part de fourrage issu d'herbages > 75%). Ce



**Figure 4 | Attrait de la participation des exploitations de lait commercialisé au programme PLVH.**

groupe d'exploitations peut ainsi participer sans coût supplémentaire au programme PLVH (fig. 4). Environ 12% des exploitations affichent une part de concentrés à peine (+ 1–2%) au-dessus de la limite autorisée pour une participation au programme PLVH. Dans ce groupe, les coûts de participation au programme se situent en dessous du niveau de financement actuel de 200 fr. par ha de surface herbagère. Il vaut donc la peine pour elles d'adapter la ration fourragère à la limite PLVH. 54% des exploitations de lait commercialisé de plaine affichent une part de concentrés de 15% en moyenne. Pour elles par contre, la participation au programme PLVH ne vaut pas la peine, car les coûts d'opportunité sont nettement au-dessus du montant actuel des paiements directs.

Parmi les exploitations SWISSland en zone de collines, 48% remplissent les conditions PLVH sans adaptation de la ration fourragère. Ces exploitations enregistrent une production laitière moyenne de 6332 kg par vache et par an avec une part de concentrés de 7%. Elles sont 17% à afficher une part de concentrés à peine (+ 1–2%) au-dessus de la limite autorisée pour une participation au programme PLVH. Dans ce groupe d'exploitations, les coûts de participation au programme sont inférieurs à 200 fr. par ha de surface herbagère. Par conséquent, une participation vaudrait la peine sur la base des contributions actuelles de paiements directs. Pour 35% des exploitations en zone de collines en revanche, il ne vaut pas la peine de participer au programme PLVH. Pour y participer, ces exploitations devraient soit réduire leur effectif des animaux de 0,9 UGB consommant des fourrages grossiers, soit étendre les surfaces herbagères moyennement intensives au détriment des grandes cultures. Ce groupe affiche une production laitière moyenne d'environ 7900 kg par vache avec une part de concentrés de 15%.

En région de montagne, 17% des exploitations affichent une part de concentrés qui se situe jusqu'à 3% au-dessus de la limite autorisée par le programme. Leurs coûts d'opportunité sont inférieurs à 200 fr. par ha de surface herbagère, ce qui rendrait une participation au programme rentable au niveau actuel des paiements directs.

Par contre, la participation au programme PLVH ne vaut pas la peine pour 13% des exploitations de montagne avec production de lait commercialisé. Ce groupe affiche une production laitière moyenne d'environ 7500 kg par vache avec une part de concentrés de 16%.

## Discussion et conclusions

Etant donné le rapport actuel entre les coûts et les prix, entre 10 et 43% des exploitations sont en mesure de couvrir le coût de revient d'une extension des prairies extensives, d'une jachère florale ou d'arbres fruitiers haute-tige à l'aide de la contribution de paiements directs Q1. Le pourcentage n'est nettement plus élevé que pour le programme PLVH avec 65% des exploitations. 48% des exploitations participant au programme PLVH n'ont absolument aucun coût de revient, car elles remplissaient déjà les conditions PLVH avant l'introduction du programme. Dans les autres programmes étudiés, ce pourcentage est clairement plus faible avec moins de 10%. Les résultats montrent donc qu'avec le programme PLVH, un nombre bien plus important d'exploitations peut atteindre la rente complète à hauteur de la contribution des paiements directs que dans les autres programmes étudiés. Les résultats montrent également que le coût de revient des prestations dépend beaucoup du montant des paiements directs perdus. Pour les mesures de promotion de la biodiversité (prairies extensives et jachères florales), les pertes de paiements directs contribuent entre 30 et 47% aux coûts de revient des prestations.

Les résultats témoignent aussi de la grande variabilité des coûts de revient entre les exploitations pour les mesures étudiées. Cette variabilité est due aux différentes conditions naturelles et structurelles des exploitations, qui influent de manière déterminante sur les coûts d'opportunité des mesures écologiques et de conservation du paysage. D'autres recherches seront nécessaires pour analyser en détails les facteurs déterminant le niveau des coûts de revient dans les exploitations. ■

## Riassunto

### Quanto costano le prestazioni ecologiche e per la cura del paesaggio?

La partecipazione a programmi ecologici o per la cura del paesaggio facoltativi implica costi di produzione e d'opportunità che possono variare considerevolmente a seconda della struttura aziendale e della regione. Per definire e calcolare i contributi da erogare nell'ambito del sistema dei pagamenti diretti in modo mirato per i programmi, i responsabili delle decisioni di politica agricola si avvalgono di dati precisi sull'entità dei costi connessi alle prestazioni delle aziende individuali. Questi contributi quantificano i costi per la fornitura di prestazioni sulla base di modelli di ottimizzazione riferiti ad aziende individuali per un totale di 3200 aziende agricole svizzere e li correlano ai pagamenti diretti del 2016.

A seconda della regione, una percentuale compresa tra il 10 e il 27 per cento delle aziende riesce a coprire la totalità dei costi per la fornitura delle prestazioni connesse alla gestione di prati estensivi con il contributo per il livello qualitativo I (Q1). Delle aziende della regione di pianura, il 43 per cento compensa i costi connessi alla gestione dei maggesi fioriti con i contributi erogati nell'ambito dei pagamenti diretti. Per gli alberi da frutto ad alto fusto in prati e pascoli sfruttati in modo mediamente intensivo sono 26 su 100 le aziende della regione di pianura che coprono con i contributi Q I i costi connessi alla fornitura delle proprie prestazioni. Per quanto riguarda le aziende che producono latte commerciale, la percentuale, pari al 63 per cento, è nettamente superiore, dato che la partecipazione al programma per la produzione di latte e carne basata sulla superficie in erba consente a un numero elevato di aziende di soddisfarne le condizioni senza costi aggiuntivi.

## Bibliographie

- Agridea, 2015. Futterbilanz für die graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion. Version: 1.3, dazugehörige Suisse-Bilanz, Aufl. 1.12, Juli, 2014. Accès: <http://www.focus-ap-pa.ch/de-de/tools.aspx> [26.09.2016]
- Alder T., 2007. Calcul des coûts de revient de la production de fruits à cidre. Comparaison des coûts de production des fruits à cidre en Suisse orientale et au Bade-Würtemberg. *Rapport ART 691*. Agroscope, Ettenhausen.
- Bamière L., Havlík P., Jacquet F., Lherm M., Millet G. & Bretagnolle V., 2011. Farming system modelling for agri-environmental policy design: The case of a spatially non-aggregated allocation of conservation measures. *Ecological Economics* 70, 891–899.
- Mewes M., Drechsler M., Johst K., Sturm A. & Wätzold F., 2015. A systematic approach for assessing spatially and temporally differentiated opportunity costs of biodiversity conservation measures in grasslands. *Agricultural Systems* 137, 76–88.

## Summary

### What do ecological and landscape conservation services cost?

Participation in voluntary ecological or landscape conservation programmes incurs production and opportunity costs which can vary significantly depending on farm structure and region. Precise knowledge about the level of the individual-farm performance costs helps agricultural-policy decisionmakers to set and calculate direct-payment contributions for the programmes in a focused manner. This paper quantifies the performance costs on the basis of individual-farm optimisation models for a total of 3200 Swiss farms and compares them to the direct-payment contributions in 2016.

Depending on region, 10–27% of all farms can cover their performance costs for low-input meadows in full via the direct-payment contribution quality level 1 (Q1). Of the lowland farms, 43% can offset their performance costs for wild-flower strips with direct-payment contributions. Twenty-six per cent of lowland farms can cover their performance costs for standard fruit trees on medium-input meadows or pastures via the Q1 direct-payment contribution. Since a high percentage of commercial dairy farms participating in the programme for grassland-based milk and meat production (GMF) can meet the GMF requirements without additional costs, the share found here – 63% – is considerably higher.

**Key words:** farm optimization models, compliance costs, voluntary agri-environmental programs.

- Möhring A., Mack G., Zimmermann A., Ferjani A., Schmidt A. & Mann S., 2016. Agent-Based Modeling on a National Scale – Experiences from SWISSland. *Social Issues Agroscope Science No. 30*, March 2016.
- Pacini G. C., Merante P., Lazzarini G. & Van Passel S., 2015. Increasing the cost-effectiveness of EU agri-environment policy measures through evaluation of farm and field-level environmental and economic performance. *Agricultural Systems* 136, 70–78.
- Schmid D. & Lanz S., 2013. Composition de la ration fourragère dans l'élevage de vaches laitières en Suisse. *Recherche Agronomique Suisse* 4 (4), 184–191.
- Uthes S., Sattler C., Zander P., Piorr A., Matzdorf B., Damgaard M., Sahrbacher A., Schuler J., Kjeldsen C., Heinrich U. & Fischer H., 2010. Modeling a farm population to estimate on-farm compliance costs and environmental effects of a grassland extensification scheme at the regional scale. *Agricultural systems* 103, 282–293.