

Systèmes de production laitière en région de plaine

Comparaison de différents scénarios

Anke Möhring, Albert Zimmermann, Stephan Müller et Christian Gazzarin, Agroscope FAT Tänikon, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles, CH-8356 Ettenhausen

Le présent travail étudie quatre systèmes de production laitière différents à l'aide d'un modèle d'optimisation à l'échelle de l'exploitation. Deux scénarios distincts ont été pris en compte.

Le premier scénario table sur l'abrogation des contingents laitiers. Par rapport à une situation dans laquelle les quantités sont limitées, un tel scénario se traduit par une baisse des coûts (coûts de production, y compris coûts d'opportunité) à 91 centimes par kg d'ECM en moyenne. Les rendements réalisés en parallèle (recettes tirées du lait et des animaux, paiements directs) s'élèvent en moyenne à 94 centimes par kg d'ECM, de sorte

que la production laitière permet de dégager des bénéfices dans tous les systèmes de production.

La pollution de l'environnement générée par la production laitière est représentée à partir de la consommation d'énergie et de l'eutrophisation. Elle diminue légèrement par kilo de lait produit, plus la production totale augmente. Les différences les plus importantes se situent entre les différents systèmes, les systèmes qui polluent le moins l'environnement étant les systèmes extensifs avec utilisation réduite des concentrés.

Le scénario 2, lui, montre à partir d'exemples, quelles seraient les répercussions d'une baisse du prix du

lait de 16 % (de 72 à 60 centimes par kilo de lait) pour un système de production situé dans une zone d'ensilage, moyennant une augmentation progressive de la surface agricole utile. En cas de baisse du prix du lait, l'exploitation simulée développe les cultures commerciales et réduit la production laitière, d'où des coûts supplémentaires par kg d'ECM en plus de la baisse du prix du lait. Seule l'extension de la surface et le développement du troupeau, qui devient alors possible, permettent de couvrir de nouveau les coûts de la production laitière.



Fig. 1: Selon les simulations, les systèmes de production laitière avec pâture intégrale en été sont plus économiques que les systèmes avec affouragement d'herbe fraîche ou d'ensilage. Les impacts environnementaux diminuent notamment grâce à la réduction de la part de concentrés dans la ration de base.

Sommaire	Page
Problématique	2
Description du modèle	2
Description des systèmes de production	3
Présentation des scénarios	3
Résultats du scénario 1: Abrogation des contingents laitiers	4
Résultats du scénario 2: Baisse du prix du lait et extension progressive de la surface	6
Conclusions	7
Bibliographie	8
Annexe	9

Abréviations

ECM	lait corrigé par rapport à sa teneur en énergie
Eq	équivalents (unité de référence)
FARMO	Farm Model (modèle d'exploitation LP de FAT et de l'IAW)
IAW	Institut d'économie rurale de l'EPF Zurich
MJ	mégajoule
Modèle LP	modèle de programmation linéaire
N	azote
NH ₃	ammoniac (émission dans l'atmosphère)
NO ₃	nitrate (lixiviation dans la nappe phréatique)
NO _x	oxyde d'azote: NO et NO ₂ (émission dans l'atmosphère)
P	phosphore
PER	prestations écologiques requises
PO ₄	phosphate
SAU	surface agricole utile

Description du modèle

Le modèle utilisé est un modèle d'optimisation statique linéaire, écrit en langage LPL (Linear Programming Language). A partir d'activités possibles, les modèles d'optimisation linéaire calculent le résultat optimal pour une fonction-cible donnée (par exemple maximisation du revenu) sous respect de certaines conditions prédéfinies.

Pour interpréter les solutions d'un modèle LP, il est nécessaire de tenir compte des points suivants:

- Un modèle LP constitue l'application mathématique des principales interactions d'un système observé. Les résultats d'un modèle correspondent donc uniquement aux possibilités ou aux tendances de développement et ne représentent en aucun cas des résultats réels.
- Les paramètres employés dans le modèle reposent sur des hypothèses et des calculs. Les solutions proposées par les modèles doivent donc être interprétées en tenant compte du degré de précision des données.

Le modèle d'exploitation utilisé a été élaboré en collaboration avec l'Institut d'économie rurale de l'EPF Zurich. Il représente une exploitation agricole de la région de plaine, spécialisée dans la production de lait commercialisé (modèle FARMO, Möhring et al. 2004). L'élevage est confié à des tiers. A titre d'alternative à la production de lait, les exploitations modèles disposent de cultures commerciales limitées. On est parti d'exploitations entièrement neuves, ce qui veut dire que les coûts de transformation liés au changement de systèmes de production n'ont pas été pris en compte. Le modèle est conçu sous forme de modules et se compose de différents modèles partiels, décrits brièvement en annexe.

Outre les prestations économiques et les coûts, le modèle calcule également les impacts environnementaux de l'exploitation à l'aide de la méthode des bilans écologiques. Cette méthode ne tient pas compte uniquement des émissions produites à la ferme et sur les parcelles, mais aussi des impacts indirects liés à l'utilisation et à l'élimination des moyens de production achetés. D'autre part, cette méthode prend en compte plusieurs impacts environnementaux importants. Elle peut ainsi mettre en évidence les

Problématique

L'évolution des conditions-cadres tant économiques qu'agro-politiques oblige de plus en plus de producteurs laitiers à revoir l'orientation de leur exploitation. Si l'on part du principe qu'ils n'abandonneront pas l'activité agricole, il existe essentiellement deux stratégies d'adaptation: premièrement, les capacités de production de la branche laitière peuvent être employées pour d'autres branches de production comme l'élevage ou l'engraissement bovin; deuxièmement les coûts des structures de production de la branche laitière doivent être minimisés. Souvent, cette stratégie d'adaptation implique un changement de système de production. Etant donné l'hétérogénéité des exploitations agricoles en Suisse, il se peut que des systèmes de production d'intensité différente réussissent tout aussi bien.

Ce rapport compare différents systèmes de production laitière présentant différentes combinaisons de modes de garde, de stratégies d'affouragement et de niveaux de productivité. Les questions suivantes sont au premier plan de l'étude:

1. Comment une exploitation agricole familiale peut-elle produire du lait de manière rentable à l'avenir?
2. Quelles sont les répercussions du changement des conditions-cadres économiques sur les décisions de production des exploitations laitières de la région de plaine?
3. Comment le changement de système de production laitière modifie-t-il les impacts écologiques d'une exploitation?

Les présentes simulations viennent compléter les résultats de Möhring et al. (2003); Zimmermann et al. (2003); Gazzarin et al. (2003) et Gazzarin et Schick (2004).

Trois rapports FAT

Trois rapports FAT présentent une sélection des résultats du projet «Production laitière durable»:

- Le rapport FAT n° 608 compare la rentabilité et la charge de travail de différents systèmes de production laitière. Les procédés et les variantes de calculs ont été définis à l'aide d'un modèle de simulation.
- Le présent rapport FAT, n° 609, étudie les mesures d'adaptation des systèmes de production laitière à l'échelle de l'exploitation lorsque les conditions-cadres changent. Il met ainsi en évidence les répercussions économiques et écologiques. Pour ce faire, les données du modèle de simulation ont été transférées dans un modèle d'optimisation.
- Enfin, le troisième rapport FAT, n° 610, évalue la rentabilité, la charge de travail et les impacts environnementaux de différents systèmes dans leur globalité, à l'aide d'un indice de durabilité.

effets sur les étapes de production situées en amont ou sur d'autres aspects de l'environnement. Le présent rapport étudie deux impacts environnementaux importants: la consommation d'énergie et l'eutrophisation. D'autres impacts environnementaux typiques de l'agriculture (biodiversité, fertilité des sols, structure des paysages) n'ont pas pu être abordés, car les méthodes d'évaluation correspondantes sont encore en cours de développement.

Description des systèmes de production

Les systèmes de production laitière se caractérisent généralement par de multiples facteurs d'influence. C'est pourquoi il existe un grand nombre de combinaisons possibles dans la pratique. Le modèle ne permettait pas de représenter toutes les variantes de systèmes possibles. Il s'agissait donc dans un premier temps de définir les systèmes de production les plus représentatifs de la pratique à l'aide de simulations (Gazzarin et al. 2003; Gazzarin et Schick 2004). Une autre sélection a ensuite été faite sous l'aspect de la comparabilité. Les systèmes de production présentés au tableau 1 sont utilisés dans les calculs et scénarios suivants.

Deux systèmes de production ont été définis pour les sites avec ensilage et deux pour les sites sans ensilage. Les systèmes des sites sans ensilage regroupent une stabulation libre et une stabulation entravée. Dans les deux systèmes, le fourrage est essentiellement stocké sous la forme d'un tas de foin. La ration de fourrage estivale est constituée principalement d'herbe pâturée et d'herbe fraîche. Les systèmes avec ensilage se distinguent par le type d'affouragement estival (ensilage/pâturation et pâturation intégrale) et par le type de vaches. Le fourrage est essentiellement stocké en silo-couloir. En complément, une part de l'ensilage est également stockée sous forme de balles rondes.

Tous les systèmes considérés sont supposés avoir un rapport animal : place d'affouragement de 1 : 1 et un degré de mécanisation moyen (chiffres 1 et 2 dans les désignations des systèmes). Les exploitations disposent donc d'un parc de machines puissantes, mais ont néanmoins recours aux entreprises de travaux agricoles pour la réalisation de travaux spéciaux.

Présentation des scénarios

Sur la base de la problématique décrite en introduction, les scénarios suivants ont été définis dans le cadre de la présente étude.

Scénario 1: Abrogation des contingents laitiers

Augmentation du contingent laitier de 160 000 kg à 280 000 kg et à 400 000 kg, sans coûts supplémentaires, jusqu'à l'abrogation des contingents. Le prix du lait reste constant à Fr. 0.72 par kg d'ECM dans la zone d'ensilage et de Fr. 0.74 par kg d'ECM dans la zone de non-ensilage. Le but est de mettre en évidence la dégression de coûts.

Scénario 2: Baisse du prix du lait et extension progressive de la surface

Pour la situation sans contingent laitier, le cas choisi est celui du système de production L1C2_6500pi affichant un prix du lait inférieur de 12 centimes. Les autres prix des produits et des agents de production restent inchangés. L'exploitation obtient progressivement la possibilité d'étendre sa surface, grâce à la location de parcelles supplémentaires (coût de la location: Fr. 650.-/ha pour les prairies, Fr. 700.-/ha pour les terres assolées).

Les scénarios sont basés sur les hypothèses suivantes:

- SAU maximale (scénario 2) 37 ha jusqu'à 49 ha
- Prairies permanentes ≥11 ha
- SAU en propriété 17 ha

Tab. 1: Sélection et désignation des systèmes de production étudiés

Système de production	Type de stabulation	Stock de fourrage	Type de vaches	Affouragement estival		
				Ensilage	Récolte d'herbe	Pâturation
E1S2_8000rp	Stabulation entravée	Fourrage sec	Type productif (8000 kg)		X	X
L1S2_8000rp	Stabulation libre	Fourrage sec	Type productif (8000 kg)		X	X
L1C2_8000ep	Stabulation libre	Silo-couloir	Type productif (8000 kg)	X		X
L1C2_6500pi	Stabulation libre	Silo-couloir	Type pâturation (6500 kg)			X

Impact environnemental: Consommation d'énergie

Cet impact environnemental se caractérise par l'épuisement des ressources énergétiques non renouvelables (pétrole brut, charbon, gaz naturel, uranium). Il comprend les dépenses d'énergie primaire associées à la mise à disposition de sources énergétiques ou d'autres agents de production utilisés dans l'exploitation agricole (par exemple pour la production et le transport d'engrais).

L'impact environnemental «consommation d'énergie» est important sur le plan écologique, car les ressources énergétiques non renouvelables sont limitées et que d'autres impacts environnementaux majeurs y sont liés (pollution de l'atmosphère, changement climatique).

Impact environnemental: Eutrophisation

L'eutrophisation représente l'enrichissement en éléments nutritifs des écosystèmes sensibles comme les forêts et autres biotopes proches de la nature. L'eutrophisation est causée principalement par les émissions de phosphore et d'azote issus de l'agriculture, qui sont converties en une unité commune (équivalents phosphate), d'après des facteurs d'impact calculés sur des bases scientifiques. L'eutrophisation globale étudiée dans le présent rapport se compose de l'eutrophisation des sols (dépôt d'oxydes d'ammoniac et d'azote par exemple), de l'eutrophisation des eaux de surface (ruissellement du phosphate par exemple) et des apports d'éléments fertilisants dans la nappe phréatique (lixiviation des nitrates par exemple).

L'eutrophisation modifie les biotopes pauvres en éléments nutritifs (par exemple: éviction des espèces végétales qui dépendent de sites pauvres en éléments nutritifs, croissance des algues et mort des poissons dans les lacs).

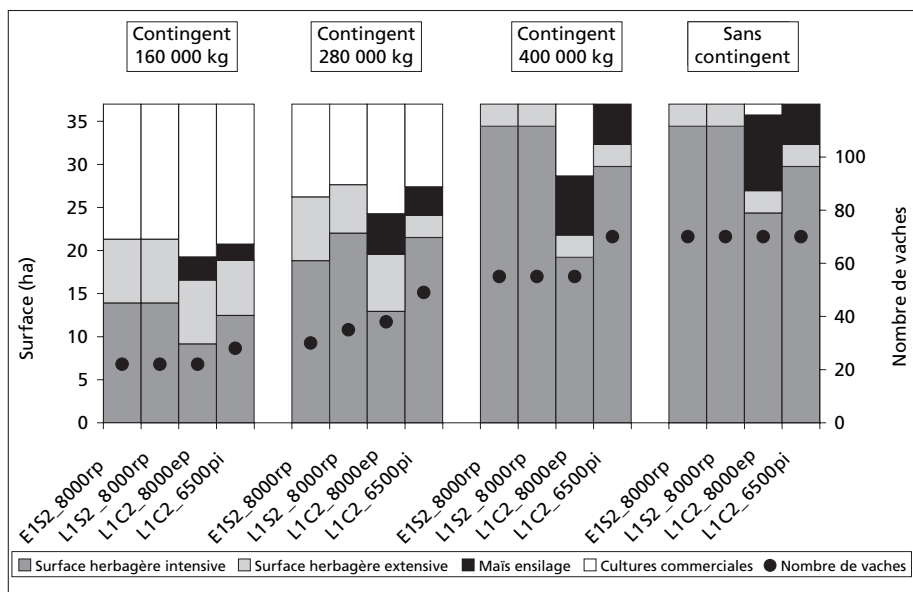


Fig. 2: Utilisation de la surface cultivée et extension de la taille du troupeau, scénario 1.

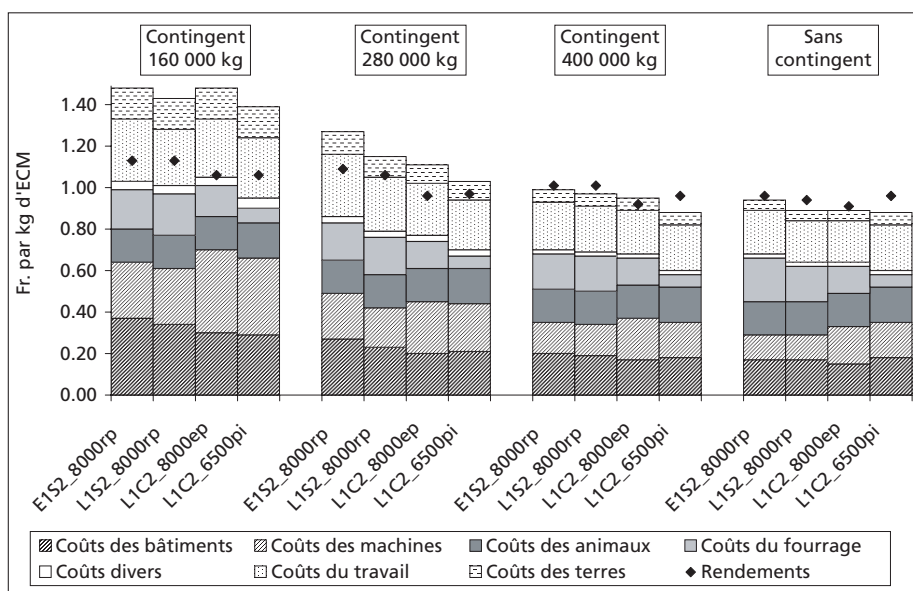


Fig. 3: Coûts de production et rendements de la production laitière, scénario 1.

production (par exemple jachère florale), la surface herbagère extensive doit représenter au moins les 7 % de SAU requis par les PER. Grâce aux paiements directs et à la bonne valorisation de la récolte dans la ration fourragère des vaches taries, les surfaces herbagères extensives sont des cultures lucratives. Elles dépassent même la surface minimale de 7 %, lorsque les besoins de fourrage intensif sont couverts. Les deux systèmes de production avec affouragement d'ensilage cultivent du maïs ensilage au moins sur une partie des terres assolées. Pour ce faire, le système intensif L1C2_8000ep avec affouragement d'ensilage en été a besoin d'une surface fourragère moins importante que le système extensif de pâture intégrale L1C2_6500pi. Les terres assolées non utilisées pour la production de fourrage sont consacrées aux cultures commerciales.

Rentabilité: rendements et coûts de la production laitière

Les différences entre les systèmes de production sont particulièrement marquées lorsqu'on compare les coûts et les rendements. Pour les besoins de la comparaison, les coûts et les rendements de la branche de production «élevage de vaches laitières» sont présentés séparément, comme dans les simulations de Gazzarin et Schick (2004). C'est-à-dire que les coûts et les rendements des cultures commerciales sont déduits au préalable (les coûts fixes ont été répartis en fonction des besoins physiques: le coût des bâtiments a été entièrement attribué à l'élevage de vaches laitières, les coûts fixes des machines ont été attribués au prorata des heures utilisées). Des coûts d'opportunité ont également été pris en compte pour l'utilisation des facteurs propres à l'exploitation, travail, surface et capital (travail: Fr. 24.-/MOh, surface herbagère resp. terres assolées: Fr. 650.- resp. Fr. 700.-/ha, capital immobilisé sans terrain ni animaux: 4,5 % d'intérêt). La figure 3 présente les différents postes de coûts. Les coûts relatifs aux animaux comprennent les coûts de remonte, de vétérinaire et tous les autres coûts inhérents aux animaux. En moyenne, ce type de coûts représente près de 16 centimes par kg d'ECM. Les coûts du fourrage comprennent les coûts de la culture fourragère et de l'achat de fourrage. Les systèmes qui emploient beaucoup de concentrés affichent des coûts élevés pour le fourrage. Les différences les plus

Résultats du scénario 1: Abrogation des contingents laitiers

Structure de l'exploitation

Avec un contingent de 160 000 kg d'ECM, pour les trois systèmes de production dont la production laitière a été définie à 8000 kg de lait, la taille optimale du troupeau est de 22 vaches. Pour le système de pâture intégrale, avec une production laitière de 6500 kg, il faut compter 28 vaches (fig. 2). Plus le contingent laitier augmente, plus le nombre de

vaches augmente lui aussi. Avec un contingent de 280 000 kg d'ECM, le nombre de vaches est en moyenne de 38; avec un contingent de 400 000 kg d'ECM, le nombre est de 58. En cas d'abrogation des contingents, tous les systèmes de production détiennent 70 vaches. A ce moment-là, la seule limite à l'extension du troupeau est posée par la surface fourragère de l'exploitation. Sachant que la superficie des surfaces reste constante, la charge en bétail augmente en moyenne de 0,6 UGB par ha de SAU pour un contingent de 160 000 kg d'ECM à près de 1,9 UGB par ha de SAU en cas d'abrogation des contingents. En comptant les autres surfaces de com-

marquantes se situent au niveau des coûts de machines. Lorsque le contingent laitier augmente, on a supposé que les différents systèmes de production n'augmentaient pas leur parc de machines puisque la superficie des surfaces restait constante. On peut donc observer un net effet de dégression. Dans les systèmes avec ensilage, les coûts de machines sont plus élevés que dans les systèmes sans ensilage. Ils mettent en évidence le fait que les systèmes de production n'ont pas tous besoin d'un degré de mécanisation équivalent. Dans le modèle, les bâtiments ont été équipés en fonction du nombre de places de stabulation. L'étable devait cependant pouvoir abriter au minimum 30 bêtes, ce qui explique que les exploi-

tations avec le contingent laitier le plus réduit aient eu encore quelques places libres. Là aussi, on constate un effet de dégression plus la quantité de lait produite augmente.

Sur la base des hypothèses retenues, les coûts de production s'élèvent en moyenne à Fr. 1.45 par kg d'ECM pour un contingent de 160 000 kg d'ECM et peuvent être réduits en moyenne à Fr. 0.90 par kg d'ECM en cas de suppression des contingents.

La figure 3 montre également dans quelle mesure les rendements obtenus dans la branche de production laitière contribuent à la couverture des coûts, sachant que ces rendements comprennent non seulement le produit des ventes de lait,

mais aussi celui des ventes de veaux et de vaches ainsi que les paiements directs. Lorsque le contingent est de 160 000 kg d'ECM, aucun des systèmes de production ne parvient à couvrir ses coûts à l'aide de ses recettes. Les pertes oscillent entre 33 centimes dans le système L1C2_6500pi et 43 centimes par kg d'ECM dans le système L1C2_8000ep. La variante avec ensilage estival est celle qui accuse les pertes les plus lourdes à cause du coût élevé de la mécanisation et de l'importance du temps de travail. Plus le contingent laitier augmente, plus le taux de couverture des coûts par kg d'ECM augmente lui aussi. Lorsque le contingent est de 400 000 kg d'ECM, presque tous les systèmes de production enregistrent des bénéfices. Le système de production L1C2_8000ep est le seul à produire sans pouvoir encore couvrir ses coûts. La dégression des coûts se fait pleinement sentir dans l'hypothèse où les contingents sont complètement supprimés. A ce moment-là, tous les systèmes de production réalisent des bénéfices compris entre deux et cinq centimes par kg d'ECM. C'est le système de pâture intégrale extensive qui obtient les meilleurs résultats.

Impacts environnementaux: consommation d'énergie et eutrophisation

La figure 4 présente la consommation d'énergies non renouvelables liée à la production laitière pour les différents systèmes étudiés. La consommation est répartie par agent de production. La consommation d'énergie rapportée à 1 kg de lait vendu, s'élève en moyenne à 4,3 MJ. Si cette valeur était générée uniquement par la consommation de gasoil sur l'exploitation, cela correspondrait à 0,1 litre de gasoil pour la production d'1 kg de lait. En réalité, toutes les autres sources d'énergie, comme l'électricité, contribuent à cet impact sur l'environnement. La majeure partie n'est d'ailleurs pas consommée directement sur l'exploitation, mais est liée à l'utilisation des agents de production.

La consommation d'énergie la plus basse est obtenue par le système de pâture intégrale avec une production laitière de 6500 kg (L1C2_6500pi). La différence par rapport aux systèmes qui affichent une production laitière plus élevée est due essentiellement à la consommation plus réduite de concentrés. Malgré la consommation d'énergie plus élevée des bâtiments (béton et film de couverture

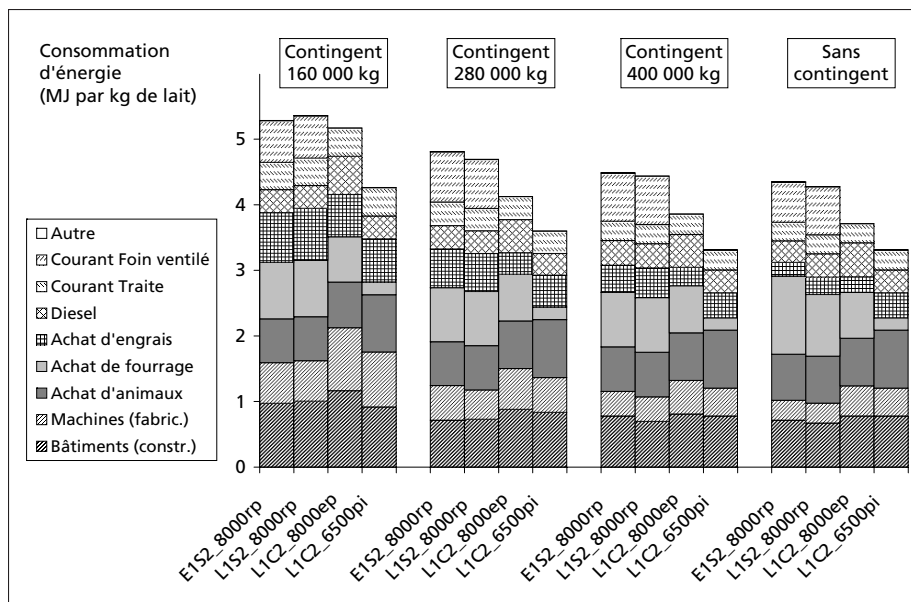


Fig. 4: Impact environnemental Consommation d'énergie, scénario 1.

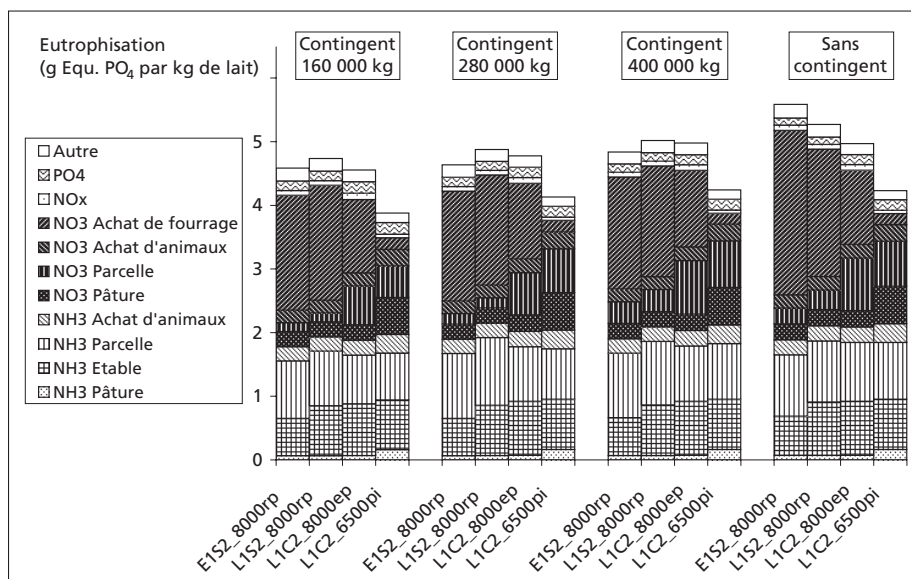


Fig. 5: Impact environnemental Eutrophisation, scénario 1.

pour les silos-couloirs) et des machines, les systèmes avec affouragement d'ensilage obtiennent de meilleurs résultats que les systèmes avec foin ventilé, qui affichent, eux, une consommation plus importante de concentrés et surtout une consommation plus importante de courant.

L'augmentation du contingent laitier permet une meilleure rentabilisation du parc de machines, d'où une légère réduction de la consommation d'énergie par kg de lait. D'autres agents de production, comme les animaux d'élevage par exemple, évoluent de manière linéaire par rapport au nombre de vaches. La part qu'ils représentent par kg de lait est donc inchangée dans la mesure où la production laitière reste constante.

La figure 5 présente l'influence des systèmes de production laitière sur un autre impact environnemental : l'eutrophisation. Cet impact est généralement indiqué par des équivalents PO_4 , mais dans le cas de la production laitière, il s'agit essentiellement de la répercussion des émissions d'azote. L'eutrophisation par kg de lait s'élève en moyenne à 4,7 g d'équivalents PO_4 , soit une perte d'azote de 11 g N resp. une économie potentielle théorique de près de deux centimes par kg de lait. En fait, il s'agit en partie d'émissions d'ammoniac et de nitrate impossibles à éviter. Là encore, c'est le système de pâture intégrale avec une production laitière de 6500 kg qui obtient les meilleurs résultats. La consommation plus réduite de concentrés diminue les émissions de nitrates liées aux grandes cultures. Les émissions de nitrates, certes plus élevées lors de la détention au pâturage, sont compensées par des émissions d'ammoniac plus réduites lors de l'épandage des engrais de ferme. Il faut néanmoins savoir que l'optimisation économique des exploitations-modèles a conduit à couvrir le besoin accru des pâtures en engrais minéraux en épandant de l'urée, substance qui entraîne des émissions d'ammoniac supérieures à celles des autres engrais minéraux. Dans les systèmes avec production de foin et d'ensilage, l'eutrophisation est à peu près du même ordre. Les émissions de nitrates plus importantes dans les cultures de maïs sont compensées par un besoin plus réduit en concentrés.

L'augmentation des contingents laitiers n'entraîne pratiquement aucune modification de l'eutrophisation par kg de lait dans la mesure où le pourcentage de concentrés n'augmente pas dans la ration.

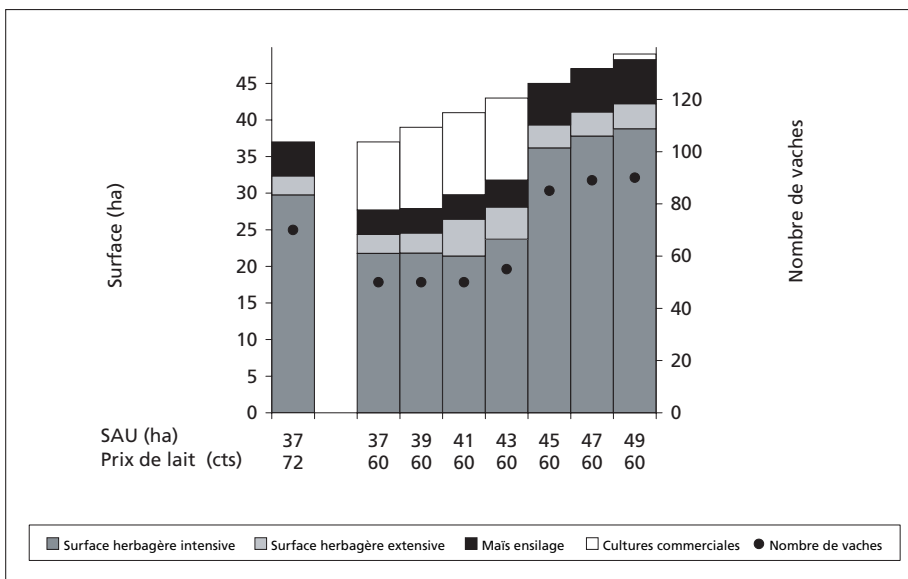


Fig. 6: Utilisation de la surface cultivée et extension de la taille du troupeau, scénario 2 (système de production L1C2_6500pi).

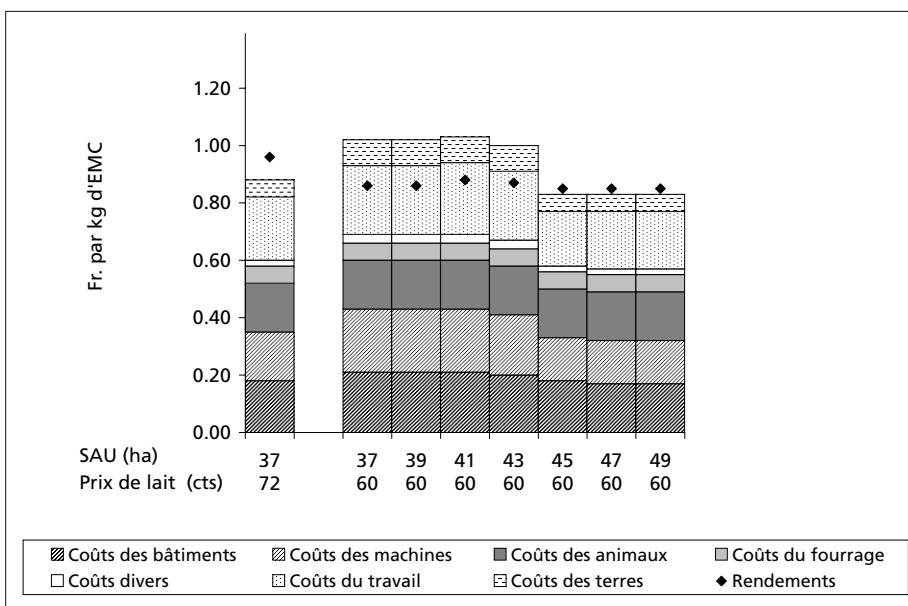


Fig. 7: Coûts de production et rendements de la production laitière, scénario 2 (système de production L1C2_6500pi).

Résultats du scénario 2: Baisse du prix du lait et extension progressive de la surface

Le système de pâture intégrale L1C2_6500pi plus avantageux que les autres systèmes de production en terme de coûts a fait l'objet d'une étude de cas selon un deuxième scénario. A partir de la variante sans contingent laitier, le prix du lait a été réduit de 12 centimes, pas-

sant ainsi à 60 par kg d'ECM, tandis que la SAU a, elle, été augmentée progressivement de 37 ha à 49 ha.

Structure de l'exploitation

Suite à la baisse du prix du lait, l'exploitation réduit sa production laitière et s'adonne aux cultures commerciales à la place (fig. 6). Etant donné le manque d'alternatives dans le modèle, l'élevage de vaches laitières reste la principale branche de production, bien que les coûts par kg d'ECM augmentent suite à

la réduction du troupeau. L'exploitation ne recommence à développer l'élevage de vaches laitières qu'après l'extension des surfaces. Lors du passage de 43 à 45 ha, il vaut la peine d'engager une personne supplémentaire, le nombre de vaches passe de 55 à 85.

Rentabilité: rendements et coûts de la production laitière

Suite à la baisse des recettes tirées du lait (60 centimes par kg d'ECM) et à l'augmentation des coûts par kg d'ECM, augmentation liée à la réduction du troupeau, l'exploitation ne couvre plus ses coûts de production pendant la phase initiale (fig. 7). La dégression des coûts (grâce par exemple à une meilleure rentabilisation du parc de machines servant à la production fourragère) qui fait suite à l'accroissement très net du troupeau de vaches, permet de nouveau de dégager un petit bénéfice d'un centime par kg d'ECM.

Impacts environnementaux: consommation d'énergie et eutrophisation

Les figures 8 et 9 présentent l'évolution de la consommation d'énergie et de l'eutrophisation pendant l'extension progressive de la surface. La nette augmentation du troupeau de vaches lors du passage de la surface à 45 ha permet une meilleure rentabilisation des ressources, d'où une légère baisse de la consommation d'énergie par kg de lait. Par contre, l'eutrophisation reste, elle, quasiment inchangée.

Conclusions

Les résultats obtenus permettent d'évaluer les systèmes de production quant à leur rentabilité. Les évaluations ne sont toutefois valables que dans le cadre des conditions définies au préalable. Avant de pouvoir dire quel serait le type de production laitière le plus économique, il faut d'abord étendre le modèle aux branches d'exploitation d'élevage et d'engraissement. Il faudrait également tenir compte des différences régionales (région de plaine/de montagne). Les assertions suivantes peuvent néanmoins être généralisées:

1. Plus le contingent laitier mis gratuitement à disposition augmente, plus les

bénéfices réalisés augmentent eux aussi dans les quatre systèmes de production étudiés, suite à la dégression des coûts.

2. Le système de production extensif avec pâture intégrale dans la zone d'ensilage (L1C2_6500pi) est celui qui réalise les bénéfices les plus importants. Toutefois, le système de pâture intégrale n'est efficace que si ses parcelles sont bien regroupées. En cas d'extension de la surface de pâture, la charge de travail augmente considérablement en proportion. Dans un tel cas, il serait donc nécessaire de réévaluer la rentabilité des systèmes de pâture intégrale.

bilité des systèmes de pâture intégrale.

3. Etant donné le prix du lait plus élevé, le système de production basé sur le foin (L1S2_8000rp) réalise des bénéfices supérieurs à ceux du système correspondant situé dans la zone d'ensilage (L1C2_8000ep). De plus, à partir d'un contingent de 160 000 kg, la stabulation libre est plus rentable que la stabulation entravée, étant donné les coûts de main-d'oeuvre inférieurs.

4. Avec un contingent laitier réduit, le système avec affouragement d'ensilage en été (L1C2_8000ep) est le

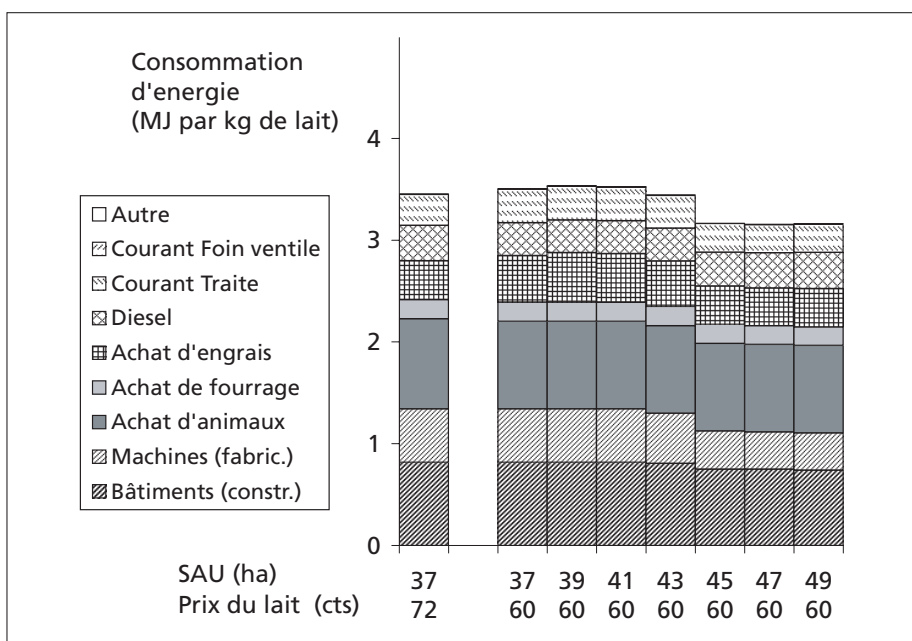


Fig. 8: Impact environnemental Consommation d'énergie, scénario 2 (système de production L1C2_6500pi).

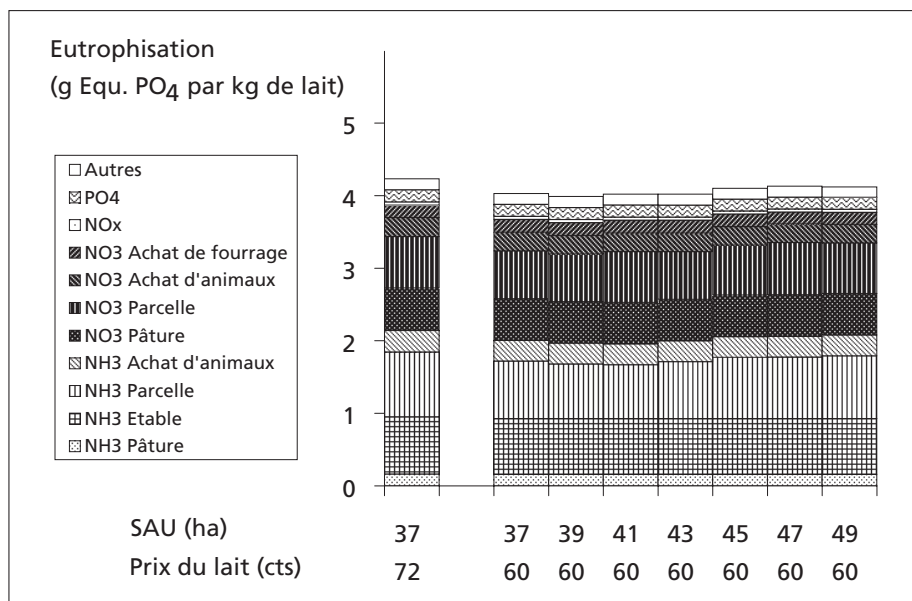


Fig. 9: Impact environnemental Eutrophisation, scénario 2 (système de production L1C2_6500pi).

système qui réalise les bénéfices les plus bas. Ces mauvais résultats sont dus à l'important équipement technique et à l'équipement des bâtiments ou plutôt aux importants besoins de capitaux qui vont de pair. L'exploitation de surfaces supplémentaires et l'augmentation de la production laitière permettraient cependant d'accroître l'efficacité des équipements techniques, ce qui permet d'envisager une augmentation de la compétitivité de ce système par rapport au système d'herbe fraîche et de pâture intégrale. Les résultats de la comparaison économique des systèmes de production se recourent avec ceux du rapport FAT n° 608 (pâture intégrale plus avantageuse que l'affouragement à l'étable, systèmes à base de foin plus avantageux que les systèmes situés dans des zones d'ensilage).

5. En cas de baisse du prix de lait de 16 %, soit un prix de 60 centimes, les bénéfices accusent une sévère baisse. Les recettes tirées de la production laitière sont nettement inférieures aux coûts de production. La production est transférée à des branches alternatives. Dans nos simulations, un tel cas de figure se caractérise par une réduction des surfaces herbagères au profit d'une augmentation des grandes cultures.
6. En cas de baisse du prix du lait, la production laitière ne redevient rentable qu'à partir du moment où l'exploitation peut pleinement tirer parti de la dégression des coûts en augmentant la surface fourragère et le nombre de vaches.
7. Les coûts pris comme hypothèses dans le modèle sont relativement élevés (chiffres tirés des prix catalogue). Dans la pratique, il existe sans aucun doute des possibilités de réduire ces coûts (par exemple en utilisant des matériaux meilleur marché pour la construction d'une nouvelle stabulation, prestations propres lors des constructions et réparations, etc.).
8. Les impacts environnementaux tels que la consommation d'énergie et l'eutrophisation s'améliorent notamment en cas d'augmentation de la part de fourrage de base dans la ration. La consommation d'énergie baisse également lorsque la détention au pâturage augmente et lorsque les animaux reçoivent de l'ensilage au lieu de foin ventilé. Comme pour les résultats économiques, la détention des animaux au

pâturage est également avantageuse sur le plan des impacts environnementaux, notamment lorsqu'elle est associée à la distribution de fourrage de base. Par contre, la réduction de la consommation de concentrés, certes louable sur le plan des impacts environnementaux, constitue un handicap sur le plan économique, si la production laitière baisse simultanément (cf. Gazzarin et Schick 2004). La comparaison entre l'ensilage et le foin ventilé donne également lieu à une évaluation différenciée suivant les points de vue: les systèmes avec affouragement d'ensilage affichent une consommation d'énergie inférieure, tandis que les systèmes correspondants, mais à base de foin, réalisent de meilleurs résultats économiques.

Bibliographie

- Gazzarin Ch., Möhring A. et Pfefferli S., 2003. Projet «Production laitière durable»: Etat d'avancement du projet, description des systèmes de production, premiers résultats. Actualisation FAT en économie agricole, 18.09.2003, FAT Tänikon.
- Gazzarin Ch. et Schick M., 2004. Systèmes de production laitière en région de plaine. Comparaison de la rentabilité et de la charge de travail. Rapport FAT n° 608.
- Gazzarin Ch., Erzinger S., Friedli K., Mann S., Möhring A., Schick M. et Pfefferli S., 2004. Systèmes de production laitière en région de plaine. Evaluation à l'aide d'un indice de durabilité. Rapport FAT n° 610.
- Möhring A., Gerwig C., Zimmermann A., Peter S., Gazzarin Ch. et Müller S., 2003. Projet «Production laitière durable»: Aspects relatifs à l'économie d'exploitation des différents systèmes de production laitière. Actualisation FAT en économie agricole, 18.09.2003, FAT Tänikon.
- Möhring A., Gerwig C., Zimmermann A. et Hürlimann T., 2004. Landwirtschaftliches Betriebsoptimierungsmodell der Schweiz (Farm Model of Switzerland, FARMO). Modelldokumentation. Internes Arbeitspapier. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, FAT Tänikon, und ETH Zürich, Institut für Agrarwirtschaft.
- Nemecek T., 2003. SALCA-Templates. Swiss Agricultural Life Cycle Assessment Database, Beschreibung der Mustersysteme

me «SALCA-Betrieb» und «SALCA-Kultur», Version 1.31, August 2003. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Zürich-Reckenholz.

Zimmermann A., Erzinger S., Möhring A. et Dux D., 2003. Projet «Production laitière durable»: Aspects écologiques de différents systèmes de production laitière. Actualisation FAT en économie agricole, 18.09.2003, FAT Tänikon.

Annexe

Description des modèles partiels du modèle d'exploitation

Modèle partiel	Principaux éléments	Description
Surface	Restriction des surfaces, de l'assolement, prise ou mise en location de parcelles	Le modèle partiel «Surface» garantit que l'exploitation n'utilise pas plus de surfaces que ce dont elle dispose. Les restrictions d'assolement sont respectées et les surfaces de compensation écologique représentent au moins 7 % de la SAU conformément aux PER. Lorsque les cultures commerciales sont soumises à des contingents, le modèle veille au respect de la quantité autorisée. Au lieu d'exploiter les terres, il est possible de mettre en location les terres non cultivées ou d'étendre la surface de l'exploitation en louant des parcelles supplémentaires.
Troupeau	Type de vache, lactation, fécondité, durée d'exploitation, répartition des vêlages, etc.	Le modèle partiel «Troupeau» représente la composition du troupeau par rapport aux stades de lactation. D'autres paramètres physiologiques différenciés par type de vaches sont également définis ici : durée d'exploitation, poids vif, taux de naissance et de survie, santé et fécondité, ainsi que leurs conséquences sur la production laitière.
Lait	Production laitière, contingent laitier	Dans ce modèle partiel, la production laitière est calculée sur la base d'une lactation-type de 305 jours plus 55 jours de tarissement. Dans la réalité, la lactation peut durer plus longtemps, par exemple chez les vaches à haute productivité. Dans de tels cas, il faut cependant prévoir un intervalle inter-vêlage plus long et un plus petit nombre de veaux par année, ainsi que des ventes annuelles de lait inférieures. Ces corrections ont été prises en compte dans le modèle. La production laitière influence par ailleurs différents coûts (par exemple coûts de vétérinaire) et le temps de travail par animal. La production laitière de 305 jours est également utilisée dans le modèle partiel «Bilan fourrager» pour calculer les éléments nutritifs nécessaires aux différents stades de lactation. Enfin, le modèle partiel «Lait» détermine la quantité maximale de lait pouvant être produite sur l'exploitation (contingent laitier).
Bilan fourrager	Éléments nutritifs nécessaires, offre de fourrage sur la base de la courbe des coupes, achats et ventes d'aliments pour animaux	Le modèle adapte la ration de fourrage aux besoins des vaches laitières en éléments nutritifs. En fonction de l'intensité des cultures herbagères, le modèle calcule l'offre de fourrage par semaine sur la base de la courbe des coupes. Le modèle décide quels produits, (céréales, foin séché au sol, foin ventilé, etc.) sont cultivés pour chaque usage. A ce niveau, le système de production ou le type d'affouragement estival sélectionnés par le modèle déterminent quels sont les aliments autorisés et leurs pourcentages dans la ration. Enfin, le modèle calcule la quantité de concentrés à ajouter.
Fumure	Suissebilan, combinaison d'éléments nutritifs par culture, bilan des engrais de ferme	Le modèle partiel «Fumure» compare le besoin des plantes en éléments nutritifs et les éléments nutritifs issus de la production animale. Lorsque la couverture des besoins est insuffisante, la différence doit être compensée par des engrais commerciaux. Des dates optimales pour l'épandage des engrais sont définies en fonction des cultures. La quantité d'éléments nutritifs apportés ne doit pas dépasser les seuils fixés par Suissebilan.
Bilan du travail	Travail fourni, travail requis, bilans du travail par année, par jour ouvrable, par jour disponible pour les travaux des champs	Le modèle partiel «Bilan du travail» établit le bilan entre le travail requis et le travail fourni par jour disponible pour les travaux des champs, par semaine et par année. Certains travaux ne peuvent par exemple être effectués que durant les jours disponibles pour les travaux des champs. Enfin, certaines tâches ne peuvent être effectuées que par du personnel qualifié (chef d'exploitation ou employé). Dans certaines conditions, le chef d'exploitation peut également exercer une activité annexe.

Modèle partiel	Principaux éléments	Description
Technique	Types d'étable, taille du troupeau, stock de fourrage, distribution du fourrage, affouragement estival, mécanisation	Pour distinguer les systèmes de production, il était nécessaire de représenter différentes combinaisons de facteurs caractérisant l'équipement technique des exploitations. Le nombre de places de stabulation disponibles sur l'exploitation est calculé en fonction du nombre idéal d'animaux. Toutes les données input/output utilisées, en rapport immédiat avec la taille de l'étable, sont disponibles sur une plage de 30 à 100 vaches, par tranche de 5 places d'étable.
Environnement	Bilans écologiques, émissions directes, indirectes, impacts environnementaux	Les émissions directes à la ferme et sur les parcelles, les émissions indirectes liées à l'utilisation des agents de production ont été calculées pour toutes les activités présentées dans les autres modèles partiels. Les émissions sont attribuées aux produits vendus. En cas de produits couplés (par exemple lait /vaches vendues), on procède par allocation économique. Les émissions sont classées par impacts environnementaux significatifs. La base de données est celle des bilans écologiques, la SALCA (Nemecek 2003). Les émissions indirectes de l'infrastructure (bâtiments et machines) sont calculées de manière simplifiée, compte tenu du type et de la taille du bâtiment, resp. des coûts fixes et variables des machines.
Fonction-cible	Maximisation du revenu	La fonction-cible maximise le revenu de la famille du chef d'exploitation. Pour ce faire, il faut tenir compte des prestations, mais aussi des coûts matériels et réels de tous les procédés de production de l'exploitation et des revenus tirés des activités annexes. Les coûts d'opportunité du travail fourni par la famille et ceux des terres en propriété ne sont que partiellement compris dans la fonction-cible (salaire activités annexes, loyer des parcelles). Pour comparer les solutions proposées par le modèle, les coûts d'opportunité totaux ont été calculés a posteriori. Les coûts d'opportunité représentent les produits non perçus des facteurs de production limités de l'exploitation, produits que l'agriculteur pourrait réaliser s'il utilisait ces facteurs dans une autre branche de production ou même en dehors de l'exploitation. Il faut souligner que dans chaque cas, les coûts d'opportunité dépendent essentiellement des alternatives qui s'offrent à l'agriculteur. Cette évaluation à la suite des calculs d'optimisation n'a de sens que si le modèle ne représente pas ou pas assez d'alternatives de production possibles, comme dans le cas présent.

Des demandes concernant les sujets traités ainsi que d'autres questions de technique et de prévention agricoles doivent être adressées aux conseillers cantonaux en machinisme agricole indiqués ci-dessous. Les publications peuvent être obtenues directement à la FAT (Tänikon, CH-8356 Ettenhausen). Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@fat.admin.ch, Internet: <http://www.fat.ch>

FR	Berset Roger, Institut agricole, 1725 Grangeneuve	Tél. 026 305 58 49
GE	AgriGenève, 15, rue des Sablières, 1217 Meyrin	Tél. 022 939 03 10
JU		Tél. 032 420 74 20
NE	Benoît Steve, CNAV, 2053 Cernier	Tél. 032 854 05 30
TI	Müller Antonio, Office de l'Agriculture, 6501 Bellinzona	Tél. 091 814 35 53
VD	Louis-Claude Pittet, Ecole d'Agriculture, Marcelin, 1110 Morges	Tél. 021 801 14 51
	Hofer Walter, Ecole d'Agriculture, Grange-Verney, 1510 Moudon	Tél. 021 995 34 57
VS	Roduit Raymond, Ecole d'Agriculture, Châteauneuf, 1950 Sion	Tél. 027 606 77 70
SRVA	Mouchet Pierre-Alain, CP 128, 1000 Lausanne 6	Tél. 021 619 44 61
SPAA	Grange-Verney, 1510 Moudon	Tél. 021 995 34 28

Les «Rapports FAT» paraissent environ 20 fois par an. Abonnement annuel: Fr. 50.–. Commandes d'abonnements et de numéros particuliers: FAT, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen. Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90.

E-Mail: doku@fat.admin.ch – Internet: <http://www.fat.ch>

Les Rapports FAT sont également disponibles en allemand (FAT-Berichte).– ISSN 1018-502X.