

## Affouragement de vaches laitières: coûts et impacts environnementaux

### Evaluation de différents aliments pour animaux et de différentes variantes d'affouragement au moyen de la comptabilité analytique complète et des bilans écologiques

Albert Zimmermann, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen, E-mail: albert.zimmermann@art.admin.ch

Au vu des futures conditions-cadres économiques, la baisse des coûts de production représente un enjeu de taille pour les exploitations de vaches laitières. Différentes études montrent que l'augmentation du volume de production permettrait de réduire considérablement les coûts par kilogramme de lait, surtout si cette augmentation s'accompagnait d'une optimisation de la technique et de la structure de production. En outre, la stratégie de production de fourrage a, elle aussi, une influence considérable sur les coûts, que le volume de production augmente ou non. Il faut savoir que

les aliments pour animaux sont les principaux responsables des impacts directs et indirects de la production laitière sur l'environnement. Ainsi, la consommation de diesel et d'électricité liée à la production de fourrages et la consommation d'énergie indirecte représentent entre 50% et 65% de la consommation totale d'énergie de la production laitière, suivant le système de production. La part représentée par les aliments pour animaux dans les impacts environnementaux dus aux pertes d'éléments nutritifs est encore plus élevée. Le présent rapport ART étudie donc d'un côté, les coûts et de l'autre,



Fig. 1: L'ensilage d'herbe est un des aliments pour animaux conservé les plus économiques par MJ NEL. Les procédés de production, de stockage et de distribution optimaux pour chaque exploitation dépendent de la situation initiale concrète. La baisse du prix des concentrés pourrait réduire la compétitivité de l'ensilage d'herbe. Dans ce cas, l'utilisation accrue de concentrés au détriment de la production de fourrages grossiers pourrait également peser sur le bilan écologique de la production laitière.

Sommaire	Page
Problématique	2
Méthodologie	2
Coûts complets par hectare	3
Influence des différents procédés de production et des différents taux d'utilisation des machines	3
Bilans écologiques par hectare	4
Influence de la valeur de référence	4
Coûts complets par MJ NEL	5
Bilans écologiques par MJ NEL	6
Coûts de production et bilan écologique de l'ensemble de l'exploitation	6
Conclusions	8
Bibliographie	9



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de  
l'économie DFE

Station de recherche  
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

**les impacts environnementaux de différentes stratégies d'affouragement. Les résultats montrent que, dans des conditions optimales, la pâture intégrale est la plus avantageuse autant du point de vue écologique qu'économique. L'herbe fraîche et le fourrage vert conservé obtiennent en général de meilleurs résultats que les fourrages issus des grandes cultures, notamment sous l'aspect écologique. Parmi les grandes cultures, les cultures sarclées sont plutôt avantagées, notamment grâce à des rendements élevés en NEL par hectare. Les résultats représentés portent sur des conditions de production moyennes. Dans les exploitations individuelles, les différences peuvent être considérables, suivant le procédé de production et le taux d'utilisation des machines.**

### Problématique

La production d'aliments pour animaux et l'affouragement constituent des facteurs de coûts essentiels dans la production animale. Dans les exploitations de transformation, les concentrés représentent plus de 40 % des coûts réels. Les exploitations de production laitière ont certes moins de coûts liés à l'achat de fourrage, mais affichent des coûts de mécanisation et de main-d'œuvre élevés pour la production d'aliments pour animaux. En outre, il faut savoir que les processus nécessaires à la production des aliments pour animaux ont un large impact sur l'environnement. Ils sont responsables de la majeure partie de la consommation d'énergie fossile et des émissions dues à la production laitière. Les impacts environnementaux pris en compte ne comprennent pas uniquement la consommation d'énergie directe et les émissions directement générées sur l'exploitation, mais également les effets indirects liés à la mise à disposition des facteurs de production employés. Il existe différentes stratégies d'affouragement pour l'exploitation de vaches laitières. Le but du présent rapport ART est d'évaluer les coûts et les impacts environnementaux de ces différentes variantes d'affouragement et de montrer quelle est leur influence sur la durabilité de l'exploitation de production laitière dans son ensemble.

### Méthodologie

Les différents aliments pour animaux et les différentes variantes d'affouragement ont d'abord été comparés à l'aide des méthodes de la comptabilité analytique complète et des bilans écologiques, puis à l'aide d'un modèle d'optimisation linéaire mis au point par ART pour évaluer les effets à l'échelle globale de l'exploitation. Les deux approches sont basées sur des données statistiques et des principes de planification ou sur des exploitations modélisées. Cette méthode permet d'occulter l'influence individuelle des chefs d'exploitation. Seule la comptabilité analytique complète permet d'effectuer une comparaison poussée du coût des différents aliments pour animaux. Cette méthode présente néanmoins un inconvénient: la répartition des coûts généraux, c'est-à-dire des coûts qui ne peuvent pas être attribués clairement à la valeur de référence considérée. En ce qui concerne la production d'aliments pour animaux, il s'agit surtout des coûts fixes pour les machines et le stockage de fourrage. Ces coûts sont pris en compte sur la base

de la compilation de tarifs ART (notamment Ammann 2005, Hilty 2005). Le travail effectué par la main-d'œuvre propre à l'exploitation a été évalué selon un salaire horaire de Fr. 26.– (Ammann 2005). Les bilans écologiques sont une méthode complète permettant d'évaluer la compatibilité environnementale d'un produit ou d'un processus. Elle tient compte de différents impacts environnementaux, des impacts directs sur la parcelle ou à la ferme, mais aussi des impacts indirects liés à la mise à disposition et à l'élimination des facteurs de production. Les phases de production utilisées dans l'étude sont répertoriées dans la figure 2. Le tableau 1 récapitule les impacts environnementaux étudiés dans le présent rapport. Les calculs s'appuient sur la base de données et la méthode des bilans écologiques SALCA mises au point par ART et d'autres institutions (Gaillard et al. 2006). Le choix des aliments pour animaux et des stratégies d'affouragement étudiés tient compte des variantes considérées comme significatives à l'heure actuelle ou à l'avenir. En outre, quelques sous-produits de l'industrie agro-alimentaire ont également été étudiés à titre d'exemples (Probst 2005).

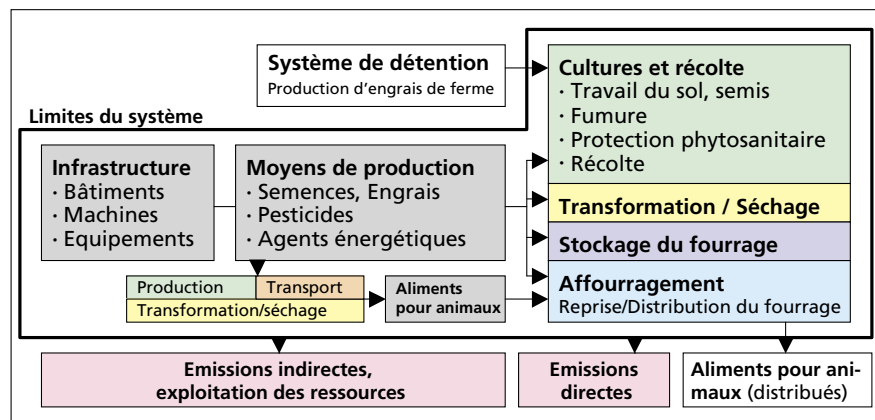


Fig. 2: Système de production pour l'analyse de production d'aliments pour animaux.

Tab. 1: Impacts environnementaux représentés.

Impact environnemental	Signification écologique	Unité	Principales émissions/ressources responsables	Principaux domaines de production responsables
Consommation d'énergie	Consommation d'énergies non renouvelables	MJ-équ. <sup>1</sup>	Pétrole brut, uranium, gaz naturel	Bâtiments, machines, supports énergétiques, engrais N
Potentiel d'eutrophisation	Apport d'éléments fertilisants dans les sols et les eaux	g N-équ. <sup>1</sup>	Ammoniac, nitrate	Emissions directes (parcelles, animaux), aliments
Ecotoxicité terrestre	Préjudices possibles causés aux êtres vivants dans le sol	PET <sup>2</sup>	Produits phytosanitaires, cyanure, acétone	Produits phytosanitaires, aliments, machines
Ecotoxicité aquatique	Préjudices possibles causés aux êtres vivants dans les eaux	PEA <sup>3</sup>	Cuivre, cadmium, produits phytosanitaires	Machines, bâtiments, aliments, engrais P

<sup>1</sup> Equ.: équivalents (par exemple, les équivalents N comprennent également les impacts des émissions de P)

<sup>2</sup> PET: points d'écotoxicité terrestre (1 PET = pollution potentielle de 1000m<sup>3</sup> de sol)

<sup>3</sup> PEA: points d'écotoxicité aquatiques (1 PEA = pollution potentielle de 1000m<sup>3</sup> d'eau)

L'auteur met à disposition des personnes intéressées une description détaillée des procédés de production et des hypothèses de calcul pour chaque aliment pour animaux.

### Coûts complets par hectare

Les coûts annuels complets des aliments pour animaux produits sur l'exploitation sont répertoriés dans le tableau 2. Il apparaît clairement que l'herbe de pâture est l'aliment qui engendre les coûts les plus réduits. Les coûts qui pèsent dans la balance sont surtout les coûts spécifiques liés à la mise en place des prairies permanentes, les intérêts du fermage, les coûts généraux de structure (y compris une part pour le stockage des engrais de ferme épandus) et le travail effectué par les membres de l'exploitation. Parmi les fourrages grossiers conservés, le foin séché au sol est celui qui entraîne les coûts les plus bas. Il faut cependant savoir que contrairement aux autres fourrages grossiers, on a pris pour hypothèse une exploitation moyennement intensive avec un rendement physique par conséquent plus bas. L'ensilage d'herbe en balles rondes entraîne des coûts légèrement plus élevés pour un rendement nettement supérieur. Les coûts les plus élevés sont ceux des betteraves fourragères et des pommes de terre, sachant que le rendement des pommes de terre se situe nettement en dessous de celui des betteraves. Les coûts des féveroles communes et de l'orge sont en revanche nettement plus faibles, mais les féveroles communes sont aussi l'aliment qui affiche le rendement en NEL le plus bas.

### Influence des différents procédés de production et des différents taux d'utilisation des machines

Les résultats peuvent varier considérablement en fonction du procédé de production choisi et du taux d'utilisation des machines. Les procédés de production d'ensilage d'herbe sur lesquels se basent les données du tableau 2 sont par exemple relativement peu mécanisés. La figure 3 compare chaque procédé avec un procédé d'ensilage davantage mécanisé (hypothèses relatives aux procédés selon Ammann et Frick 2005). Même en tenant compte du travail effectué par l'agriculteur lui-même, les coûts des procédés peu mécanisés n'en sont pas moins nettement plus bas. La comparaison des systèmes de stockage montrent que ce sont les balles rondes qui obtiennent les coûts com-

plets les plus réduits. La figure 4 représente l'effet de différents taux d'utilisation des machines pour les mêmes procédés de silos-tours et de silos-couloirs. Partant des chiffres FAT (100 %), le taux d'utilisation annuel des machines employées pour la récolte et la distribution de fourrage (sans les tracteurs) a été modulé de 50 % à 150 %. Plus le taux d'utilisation augmente, plus les coûts fixes des machines baissent, tandis que les autres postes de coûts restent inchangés. Les procédés avec un taux de mécanisation élevé bénéficient d'une réduction des coûts plus importante que les procédés peu mécanisés. Toutefois, un taux d'utilisation élevé des machines ne permet quand même pas d'atteindre le niveau des coûts le plus bas. C'est pourquoi un degré de mécanisation élevé ne se justifie que si les coûts peuvent encore être réduits en revendant les machines après usage, ou lorsque des facteurs non économiques comme l'allègement du travail sont pris en considération.

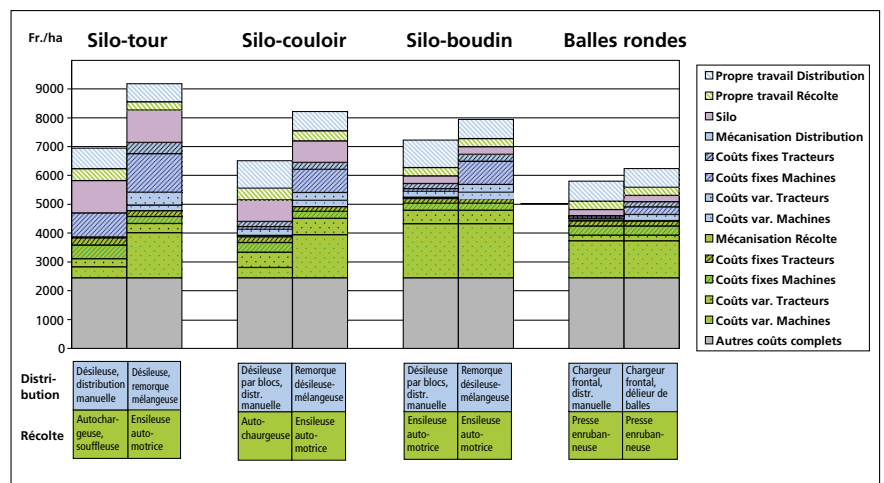


Fig. 3: Coûts complets de l'ensilage d'herbe pour différents procédés d'ensilage.

Tab. 2: Coûts complets par hectare des aliments pour animaux produits sur l'exploitation.

	Herbe de pâture	Herbe fraîche	Herbe ensilée			Foin ventilé	Foin séché au sol	Ensilage de maïs, silo-tour	Betteraves fourragères	Pommes de terre	Féveroles	Orge
			Silo-tour	Silo-couloir	Balles rondes							
Rendement physique (rendement net)	dt MS/ha	100	120	120	120	120	85	140	140	87	35	56
Rendement NEL	1000 MJ/ha	65	78	76	76	76	48	90	103	67	25	44
Rendement MA	1000 kg/ha	1.60	1.92	2.04	2.04	2.04	2.11	1.26	1.19	0.95	1.04	0.66
Coûts spécifiques Culture	Fr./ha	387	387	387	387	387	174	918	1329	3568	987	1066
Intérêts calculés Coûts spécifiques	Fr./ha	24	24	24	24	24	11	58	73	219	43	51
Coûts var. des machines	Fr./ha	65	545	761	1205	1617	955	696	1342	2090	686	758
Coûts fixes des machines	Fr./ha	68	741	1539	795	587	543	405	1550	1634	1214	537
Stock de fourrage	Fr./ha	0	0	1123	752	216	3009	1518	1310	1602	994	246
Fermage	Fr./ha	600	600	600	600	600	600	600	700	700	700	700
Coûts de structure généraux	Fr./ha	771	771	771	771	771	771	650	650	650	650	650
Propre travail	Fr./ha	805	1758	1740	1975	1596	1787	1445	2001	4845	4739	850
<b>Total des coûts de production</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>2720</b>	<b>4826</b>	<b>6944</b>	<b>6509</b>	<b>5798</b>	<b>8077</b>	<b>5619</b>	<b>8529</b>	<b>13218</b>	<b>14174</b>	<b>4605</b>
Propre travail Production	MOh/ha	31	68	39	39	34	39	35	38	109	163	36
Propre travail Distribution	MOh/ha	0	0	28	37	27	30	21	39	78	19	0
<b>Consommation d'énergie</b>	<b>GJ-équ./ha</b>	<b>6.4</b>	<b>10.8</b>	<b>18.1</b>	<b>16.6</b>	<b>17.9</b>	<b>28.3</b>	<b>10.4</b>	<b>30.7</b>	<b>33.1</b>	<b>13.8</b>	<b>20.6</b>
<b>Eutrophisation</b>	<b>kg N-équ./ha</b>	<b>71</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>56</b>	<b>69</b>	<b>48</b>	<b>112</b>	<b>28</b>
<b>Ecotoxicité terrestre</b>	<b>PET/ha</b>	<b>25</b>	<b>43</b>	<b>83</b>	<b>55</b>	<b>48</b>	<b>73</b>	<b>46</b>	<b>630</b>	<b>1543</b>	<b>11219</b>	<b>139</b>
Ecotoxicité aquatique	PEA/ha	253	549	672	649	607	708	497	1218	1415	1073	746

<sup>1</sup> Travaux de culture, de récolte, de stockage et de gestion de l'exploitation (19 h/ha)

### Bilans écologiques par hectare

Le tableau 2 répertorie les coûts complets ainsi que les différents impacts environnementaux des aliments pour animaux considérés. Comme pour les coûts, on observe des différences considérables. Ainsi, la consommation d'énergie directe et indirecte est trois fois plus basse pour la production d'herbe de pâture que pour celle de l'ensilage d'herbe. La consommation d'énergie est encore plus élevée pour la production de foin ventilé et d'ensilage de maïs, ainsi que pour celle de betteraves fourragères et de pommes de terre. Par contre, la consommation d'énergie est plus faible pour la production d'orge, ainsi que pour la production de fèves communes, suite notamment à l'utilisation plus limitée d'engrais minéraux azotés. Dans le cas des fourrages grossiers, l'eutrophisation, c'est-à-dire l'apport inopportun d'éléments fertilisants dans les eaux et les habitats pauvres en éléments nutritifs, est due essentiellement aux émissions d'ammoniac qui surviennent lors de l'épandage des engrais de ferme. Dans les grandes cultures, et en partie dans l'herbe de pâture, c'est la lixiviation des nitrates qui est la principale responsable de l'eutrophisation. Grâce à une utilisation réduite des engrais, les fèves communes sont l'aliment qui obtient les meilleurs résultats, suivis des betteraves fourragères, tandis que toutes les autres grandes cultures affichent des résultats nettement au-dessus des cultures herbagères. La méthode utilisée pour évaluer l'écotoxicité terrestre pondère davantage la plupart des pesticides par rapport aux autres liaisons organiques et aux métaux lourds. C'est pourquoi les grandes cultures affichent des valeurs nettement plus élevées que celles des cultures herbagères. Les différences relatives en ce qui concerne l'écotoxicité aquatique sont nettement moins marquées, car celle-ci pondère davantage la charge des eaux en métaux lourds.

### Influence de la valeur de référence

La comparaison des aliments pour animaux sur la base des coûts et des impacts environnementaux par hectare de surface cultivée ne tient pas compte des différents rendements. La figure 5 prend l'exemple de la consommation d'énergie pour montrer

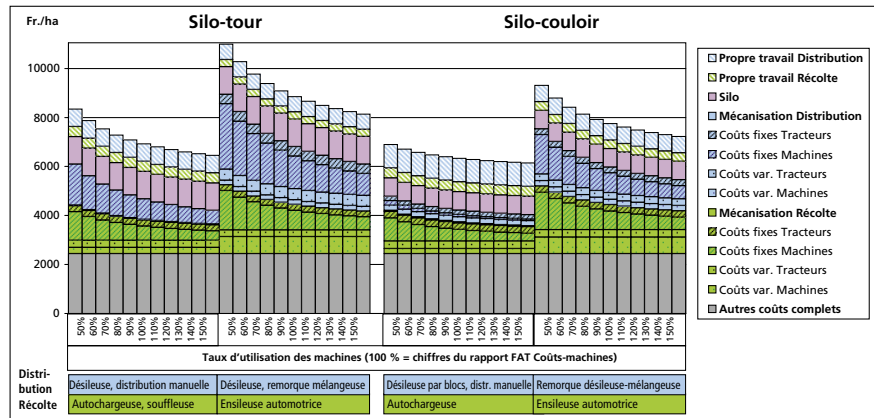


Fig. 4: Coûts complets de l'ensilage d'herbe pour différents taux d'utilisation des machines.

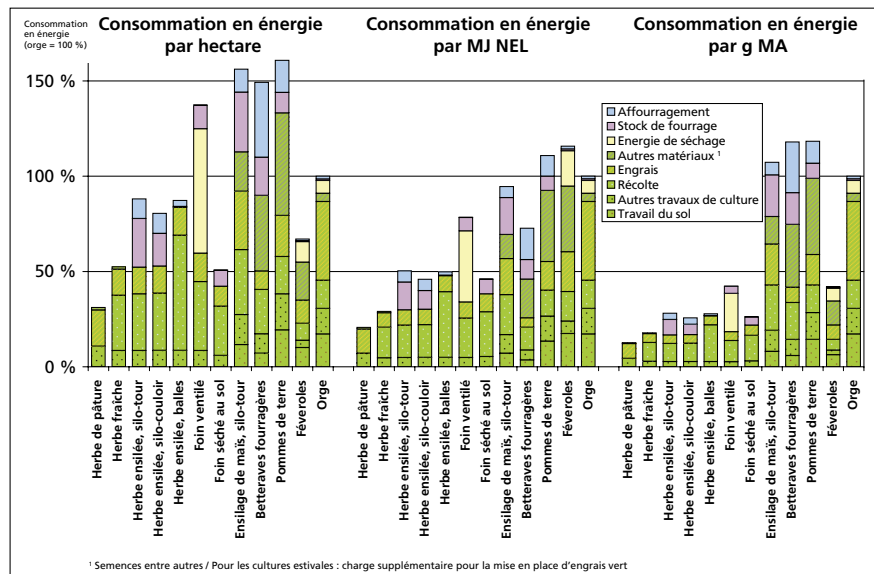


Fig. 5: Consommation d'énergie relative par aliment pour différentes valeurs de référence (orge = 100 %).

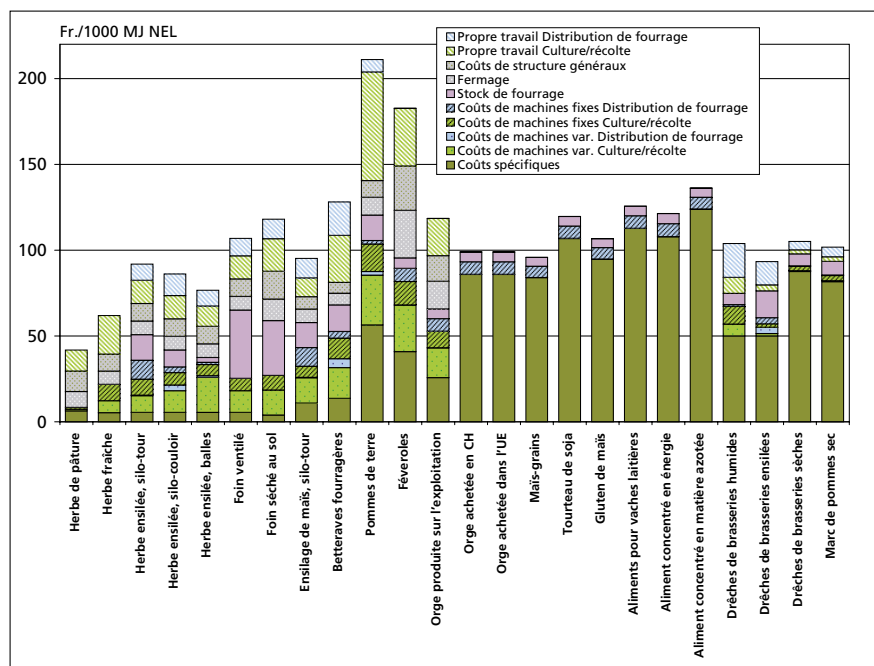


Fig. 6: Coûts complets de différents aliments par 1000 MJ NEL.



comment les résultats relatifs à l'orge fluctuent en fonction des différentes valeurs de référence. Les aliments pour animaux avec un rendement élevé en NEL, comme les betteraves fourragères, obtiennent des résultats nettement meilleurs lorsque les résultats sont exprimés en MJ NEL. Les aliments pour animaux riches en matière azotée sont favorisés lorsque la valeur de référence est la «matière azotée». On peut considérer que la production d'énergie est la principale fonction des aliments, car l'approvisionnement en matières azotées est moins limité dans la production laitière suisse. C'est pourquoi dans la présente étude, la comparaison est basée sur la teneur en énergie (MJ NEL).

### Coûts complets par MJ NEL

La figure 6 représente les coûts complets des aliments pour animaux produits sur l'exploitation ainsi que des aliments achetés. Avec cette valeur de référence également, l'herbe de pâture est l'aliment qui obtient les meilleurs résultats. Dans la catégorie «ensilages», ce sont les balles qui s'avèrent le meilleur marché, notamment grâce aux coûts de stockage plus bas. Les coûts de stockage du foin, qui comprennent également une part de l'enveloppe du bâtiment, sont, eux, nettement plus élevés. Les coûts par hectare des betteraves fourragères, relativement élevés (tab. 2), avoisinent ceux des autres fourrages de base, car les betteraves sont aussi l'aliment qui obtient le rendement le plus haut en NEL. Les pommes de terre, par contre, restent à un niveau de coûts élevés. Les féveroles communes entraînent, elles aussi, des coûts importants par MJ NEL. Toutefois, elles contribuent non seulement à l'apport énergétique, mais également à l'apport en matières azotées. Sur la base des hypothèses posées, il est plus avantageux d'acheter de l'orge que de la produire sur l'exploitation. Il faut cependant tenir compte du fait que la production propre va de pair avec des recettes supplémentaires sous forme de paiements directs octroyés pour les prestations d'intérêt général. Les coûts par MJ NEL issus du maïs-grains sont à peu près aussi élevés que ceux de l'orge, tandis qu'ils sont nettement supérieurs pour tous les autres concentrés étudiés. Les prix par MJ NEL des sous-produits non séchés sont nettement plus bas que ceux des concentrés. Etant donné les coûts importants du stockage et de la distribution, les coûts complets sont toutefois du même ordre de grandeur.

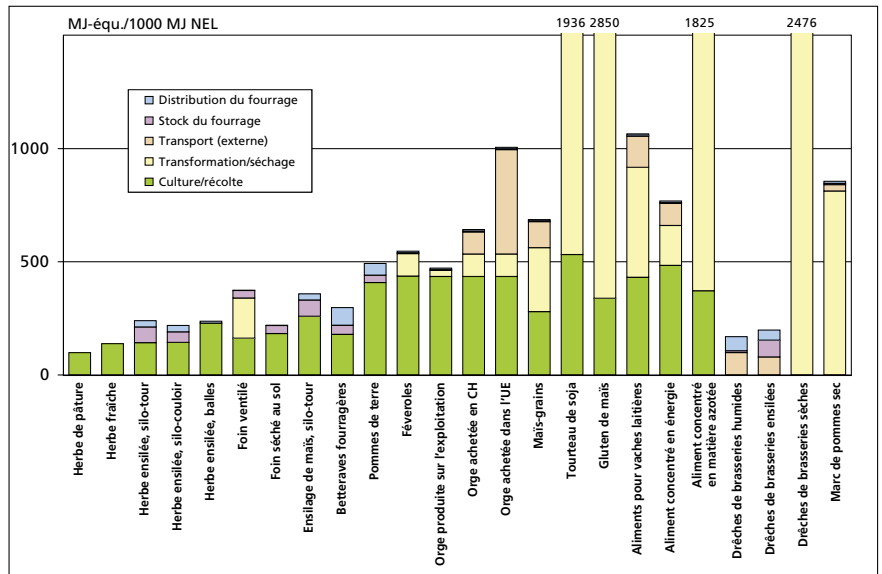


Fig. 7: Consommation d'énergie de différents aliments par 1000 MJ NEL.

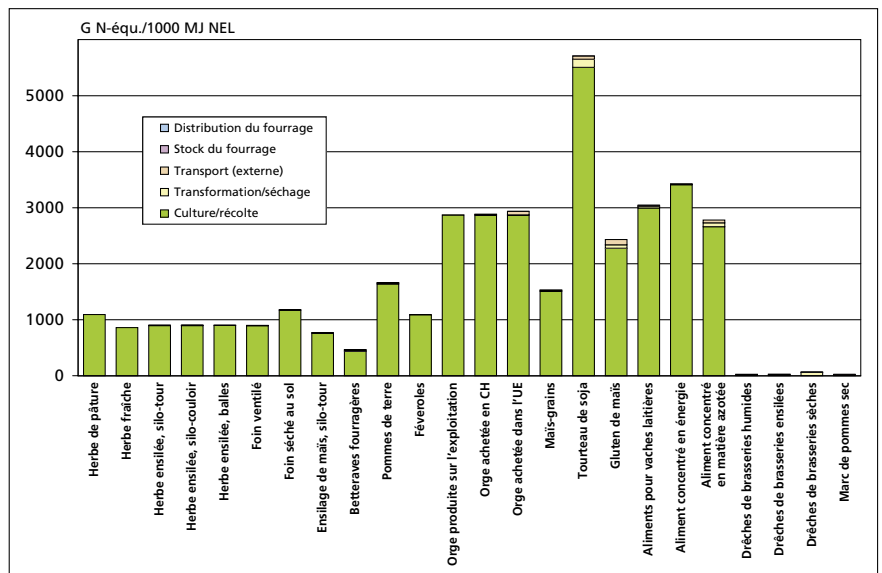


Fig. 8: Eutrophisation de différents aliments par 1000 MJ NEL.

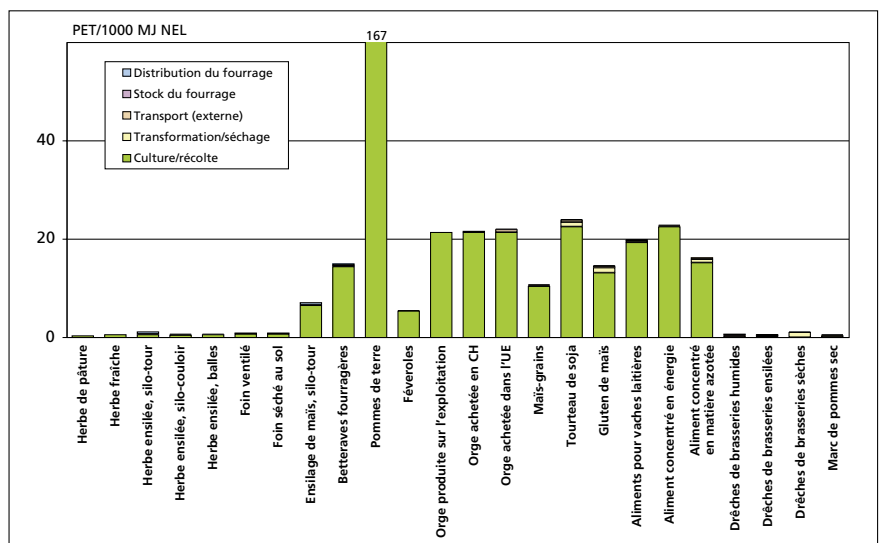


Fig. 9: Ecotoxicité terrestre de différents aliments par 1000 MJ NEL.

## Bilans écologiques par MJ NEL

La consommation d'énergie, l'eutrophisation et l'écotoxicité terrestre sont représentées dans les figures 7 à 9 par rapport à la teneur énergétique des aliments pour animaux. Les impacts environnementaux des fourrages grossiers sont en général plus réduits que ceux des concentrés, notamment lorsque les concentrés doivent encore être séchés, transformés ou transportés sur de grandes distances. Dans le cas des drèches et du marc de pommes, il faut savoir que les impacts environnementaux des procédés nécessaires à la production du produit principal n'ont pas été pris en compte pour le sous-produit. Il n'en paraît pas moins évident que l'affouragement de sous-produits est avantageux du point de vue écologique dans la mesure où la transformation nécessaire pour les obtenir n'est pas trop complexe.

Le tableau 3 propose une récapitulation et une comparaison des aliments étudiés. Les trois impacts environnementaux et les coûts complets considérés se rapportent de nouveau à la teneur énergétique des aliments. Les valeurs marquées en vert sont celles qui sont nettement meilleures que celles de l'orge produite sur l'exploitation, celles marquées en rouge sont celles qui sont nettement plus mauvaises. La gradation de ces catégories varie suivant les impacts environnementaux afin de prendre en compte les différents taux d'incertitude par rapport aux hypothèses et aux modèles d'émission. Pour les coûts de production, on a choisi les mêmes pourcentages de répartition que pour la consommation d'énergie. Là encore, on constate les avantages des fourrages grossiers, surtout lorsqu'ils ne doivent pas être conservés, tandis que les autres aliments présentent souvent des inconvénients par rapport à certains impacts environnementaux ou par rapport aux coûts de production.

## Coûts de production et bilan écologique de l'ensemble de l'exploitation

Pour évaluer l'influence des différentes stratégies d'affouragement sur les coûts et les impacts environnementaux de l'ensemble de l'exploitation, certaines variantes ont été intégrées dans le modèle ART d'optimisation des exploitations. Ce modèle permet

**Tab. 3: Impacts environnementaux et coûts de production de différents aliments pour 1000 MJ NEL.**

	Consommation d'énergie MJ-équ.	Eutrophisation g N-équ.	Ecotoxicité terrestre PET	Coûts complets Fr.
Herbe de pâture	98	1092	0.4	42
Herbe fraîche	138	859	0.6	62
Herbe ensilée, silo-tour	240	901	1.1	92
Herbe ensilée, silo-couloir	219	904	0.7	86
Herbe ensilée, balles rondes	237	901	0.6	77
Foin ventilé	374	899	1.0	107
Foin séché au sol	219	1176	1.0	118
Ensilage de maïs, silo-tour	359	768	7.0	95
Betteraves fourragères	298	466	15.0	128
Pommes de terre	493	1663	167.1	211
Féveroles	547	1092	5.5	183
Orge produite sur l'exploitation*	472	2871	21.4	119
Orge achetée en CH	642	2886	21.6	99
Orge achetée dans l'UE	1006	2936	22.0	99
Maïs-grains	687	1533	10.7	96
Tourteau de soja	1937	5711	23.9	120
Gluten de maïs	2850	2433	14.6	107
Aliments pour vaches laitières	1065	3045	19.9	126
Aliment concentré en énergie	769	3429	22.8	121
Aliment concentré en matière azotée	1825	2780	16.3	136
Drèches de brasseries humides	169	25	0.7	104
Drèches de brasseries ensilées	199	28	0.6	93
Drèches de brasseries sèches	2477	64	1.1	105
Marc de pommes sec	856	25	0.5	102
	< 67 %	< 50 %	< 40 %	< 67 %
	< 86 %	< 75 %	< 67 %	< 86 %
	86–117 %	75–133 %	67–150 %	86–117 %
	> 117 %	> 133 %	> 150 %	> 117 %
	> 150 %	> 200 %	> 250 %	> 150 %

\*Echelle des couleurs (répartition par rapport à l'orge produite sur l'exploitation)

**Tab. 4: Récapitulatif des différentes valeurs-cibles de l'indice de durabilité.<sup>1</sup>**

Aspect	Indicateur	Unité	Valeur limite	Valeur cible	Pondération	Exemple <sup>2</sup>		
						Valeur	Points	Indice
économique	Coûts de production	Fr./100 kg de lait	130	65	0.167	107.5	0.35	0.06
	Productivité du travail	kg de lait/MOh	50	150	0.057	61.0	0.11	0.01
	Productivité des surfaces	1000 kg de lait/ha	10	20	0.053	11.6	0.16	0.01
	Productivité du capital	kg de lait/1000 Fr.	200	500	0.057	356.6	0.52	0.03
	Total A					0.333		0.10
social	Valorisation du travail	Fr./MOh	0	24	0.167	14.6	0.61	0.10
	Charge de travail	h/jour	2	0	0.167	1.1	0.45	0.08
	Total B				0.333		0.18	
écologique/bien-être des animaux	Consommation d'énergie	MJ-équ./kg de lait	9.6	2.8	0.050	4.9	0.70	0.03
	Eutrophisation	g N-équ./kg de lait	30.0	7.5	0.050	17.5	0.55	0.03
	Ecotoxicité terrestre	PET/kg de lait	0.076	0.006	0.050	0.042	0.49	0.02
	Utilisation des surfaces assolées	ha/10000 kg de lait	0.5	0.0	0.050	0.34	0.32	0.02
	Système de détention	Facteur	0	4	0.133	3	0.75	0.10
Total C					0.333		0.20	
<b>Total A+B+C</b>					<b>1.000</b>		<b>0.48</b>	

<sup>1</sup> cf. encadré «indice de durabilité» <sup>2</sup> Exemple de calcul pour la variante «Référence»

d'optimiser le revenu d'exploitations modèles de vaches laitières tout en calculant un bilan écologique (cf. rapport FAT 609). On a également tenté de créer un indice de durabilité à partir de différents paramètres économiques, écologiques et sociaux (tableau 4, cf. également rapport FAT 610).

Un tel indice, de par sa globalité, comporte toujours une connotation subjective. C'est pourquoi il est difficile de procéder à une évaluation uniquement sur la base d'un tel chiffre. L'exploitation modèle prise comme référence est une exploitation de vaches laitières de la région de plaine avec stabulation

<p><b>Indice de durabilité: indicateurs pris en compte</b></p> <p>Tous les indicateurs évaluent l'élevage de vaches laitières. Les dépenses liées aux cultures commerciales (par exemple heures de travail et coûts des machines dans la culture du blé) sont déduites en fonction de la charge physique.</p>
<p><b>Coûts de production</b> (Fr./100 kg de lait): coûts complets par kg de lait vendu (coûts réels + coûts du propre travail + intérêt calculé des capitaux propres).</p>
<p><b>Productivité du travail</b> (kg de lait/MOh): lait vendu par heure de travail (propre + étrangère).</p>
<p><b>Productivité des surfaces</b> (1000 kg de lait/ha): lait vendu par ha de surface fourragère.</p>
<p><b>Productivité du capital</b> (kg de lait/1000 Fr.): lait vendu par Fr. de capital investi dans les bâtiments et les machines</p>
<p><b>Valorisation du travail</b> (Fr./MOh): revenu du travail par heure de travail des membres de la famille (produit de l'élevage de vaches laitières sans les coûts de production, hormis le coût du travail effectué en propre).</p>
<p><b>Charge de travail</b> (h/jour): heures de travail avec déplacements de charges physiques dans des positions pénibles par jour.</p>
<p><b>Consommation d'énergie</b> (MJ-équ./kg de lait): sources d'énergie non renouvelables nécessaires par kg de lait vendu.</p>
<p><b>Eutrophisation</b> (g N-équ./kg de lait): apport inopportun d'éléments fertilisants (N et P) dans les sols et les eaux par kg de lait vendu.</p>
<p><b>Ecotoxicité terrestre</b> (PET/kg de lait): mise en danger des êtres vivants dans le sol par l'apport de substances extérieures, pondérée suivant l'impact spécifique.</p>
<p><b>Utilisation des surfaces assolées</b> (ha/10 000 kg de lait): surfaces assolées nécessaires pour la production propre et l'achat de fourrage.</p>
<p><b>Système de détention</b> (facteur): somme des points attribués pour le respect des directives de la protection des animaux (1 p.), SST (1 p.), SRPA (1 p.), pâture intégrale (1 p.).</p>

Tab. 5: Variantes d'affouragement utilisées pour les simulations.

Abréviation	Variante	Aliments complémentaires	Fourrage de base (ration optimisée dans le modèle)	
			Été	Hiver
Ref.	Référence (ensilage/pâture partielle)		Pâture, ensilage d'herbe/de maïs	Ensilage d'herbe/de maïs, foin séché au sol
Ent. trav. agr.	Recours accru aux entreprises de travaux agricole		Pâture, ensilage d'herbe/de maïs	Ensilage d'herbe/de maïs, foin ventilé
Foin vent.	Foin ventilé, stabulation entravée		Pâture, récolte de l'herbe	Foin ventilé
Pâture int.	Pâture intégrale		Pâture intégrale	Ensilage d'herbe/de maïs, foin séché au sol
Prairie art. (l)	Prairie artificielle riche en légumineuse		Pâture, ensilage d'herbe (l)	Ensilage d'herbe (l)/ de maïs, foin séché au sol
Orge expl.	Distribution de l'orge produite sur l'exploitation	Orge produite sur l'exploitation	Pâture, ensilage d'herbe/de maïs	Ensilage d'herbe/de maïs
Réd. conc.	Réduction de l'achat de concentrés		Pâture, ensilage d'herbe/de maïs	Ensilage d'herbe/de maïs, foin ventilé
Drêches (h)	Drêches de brasseries humides	Drêches de brasseries humides	Pâture, ensilage d'herbe/de maïs	Ensilage d'herbe/de maïs, foin séché au sol
Drêches (s)	Drêches de brasseries sèches	Drêches de brasseries sèches	Pâture, ensilage d'herbe/de maïs	Ensilage d'herbe/de maïs, foin séché au sol
Marc pommes (s)	Marc de pommes sec	Marc de pommes sec	Pâture, ensilage d'herbe/de maïs	Ensilage d'herbe/de maïs, foin séché au sol
P.d.t.	Pommes de terre	Pommes de terre	Pâture, ensilage d'herbe/de maïs	Ensilage d'herbe/de maïs, foin séché au sol

(l) = riche en légumineuses

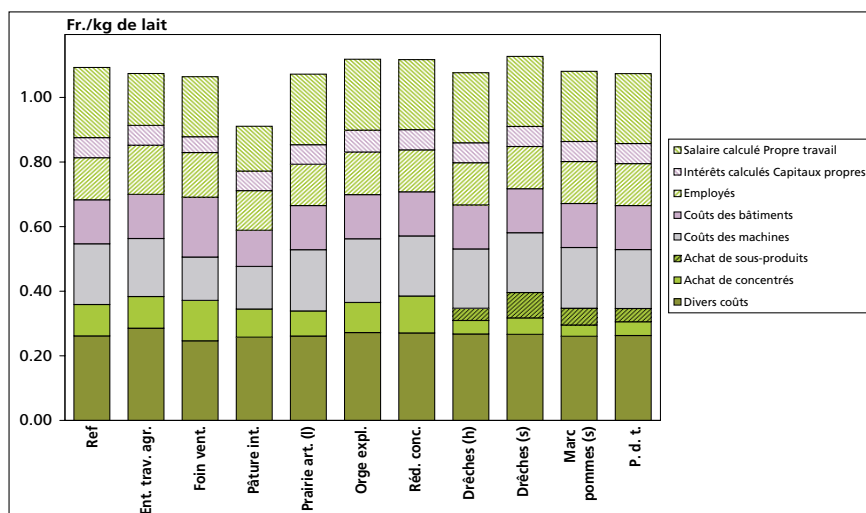


Fig. 10: Coûts de production des variantes d'affouragement.

libre, production d'ensilage (silo-couloir) et pâture partielle. L'exploitation produit une quantité de lait de 300 000 kg et possède une surface de 35 ha (dont 20 ha de terres assolées). L'élevage est sous-traité à l'extérieur. Dans les autres variantes, certaines caractéristiques de l'exploitation modèle sont modifiées (tableau 5). Cette méthode permet d'élargir la limite systématique de l'aliment individuel à l'exploitation dans son ensemble, et donc d'intégrer également les autres processus de production comme le mode de stabulation et la traite. La production d'un kilo de lait représente la principale fonction ou valeur de référence. Lorsque l'exploitation produit non seulement du lait, mais aussi d'autres produits comme de la viande ou des cultures commerciales, les coûts et les impacts environnementaux

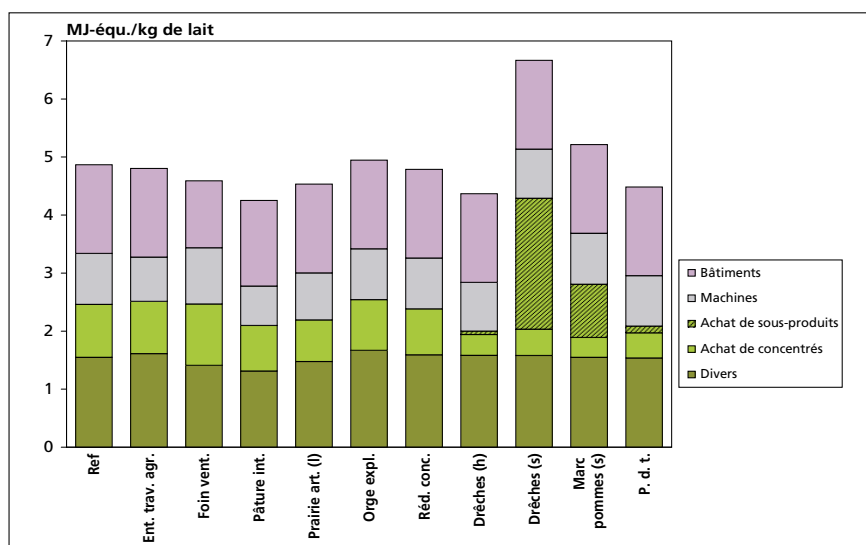


Fig. 11: Consommation d'énergie des variantes d'affouragement.

sont attribués aux facteurs de production respectifs en fonction des charges. Lorsque la production est jumelée (par exemple lait et veaux), la répartition se fait à partir de la valeur des produits.

Les figures 10 à 14 présentent les coûts de production, trois impacts environnementaux et l'indice de durabilité pour les variantes définies. Contrairement aux coûts et aux impacts environnementaux, dans le cas de l'indice de durabilité, ce sont les valeurs les plus élevées qui sont les plus avantageuses. Comme pour la comptabilité analytique complète, on constate les avantages de l'élevage sur pâture, que ce soit par rapport aux coûts ou par rapport aux impacts environnementaux. Ces avantages ne peuvent être exploités que lorsque les parcelles sont bien regroupées et les conditions de pâture optimales. Les coûts de production des autres variantes ne se distinguent pas beaucoup. Par conséquent, pour évaluer la rentabilité, il est plus important de savoir dans quelle mesure les différentes variantes pourront ou non être appliquées à l'exploitation individuelle. L'emploi de sous-produits issus de l'industrie agro-alimentaire, qui n'ont pas besoin de conservation supplémentaire, est certes avantageuse sur le plan écologique, mais n'est pas significative dans le bilan de l'exploitation étant donné la part généralement réduite de ces produits dans la ration. Par contre, les sous-produits conditionnés ou certains aliments pour animaux peuvent aggraver considérablement les impacts environnementaux. Dans le cas de l'orge produite sur l'exploitation modèle, on est parti du principe que les conditions de mise en place étaient moins favorables que dans une exploitation spécialisée dans les grandes cultures.

## Conclusions

La comptabilité analytique complète et les bilans écologiques des différents aliments, tout comme l'évaluation à l'échelle de l'exploitation dans son ensemble ont montré qu'économie et écologie s'accordent souvent dans l'affouragement des vaches laitières. Ce sont les aliments non transformés, distribués lorsqu'ils sont le plus frais possible, qui s'avèrent les plus avantageux, dans les deux cas. D'un autre côté, le bilan écologique des aliments pour animaux peut également être détérioré par une forte utilisation d'engrais minéraux ou de pesticides ou encore par des processus de séchage et de transformation très gourmands en éner-

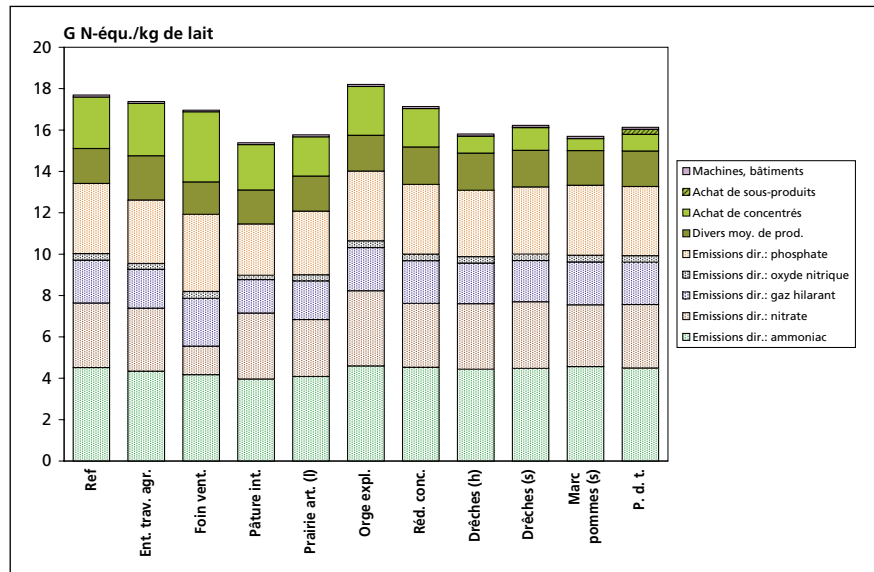


Fig. 12: Potentiel d'eutrophisation des variantes d'affouragement.

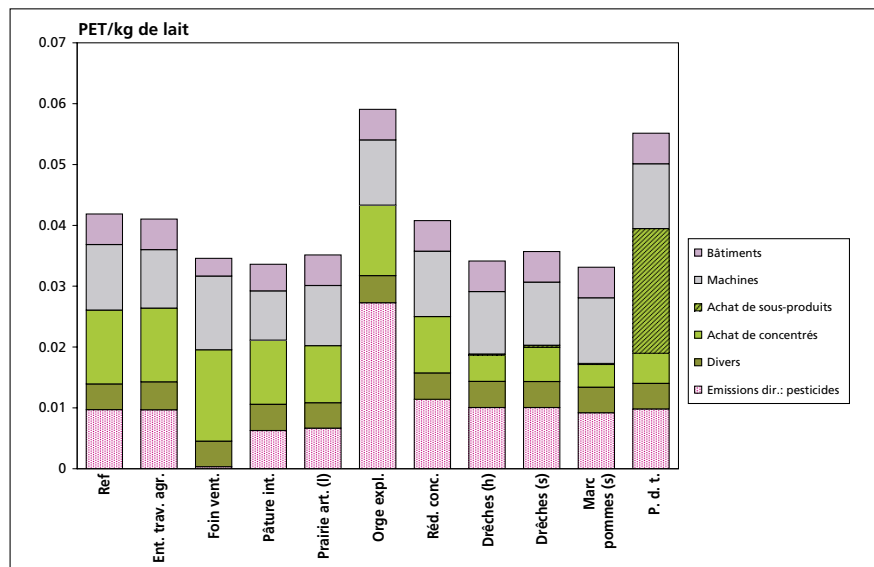


Fig. 13: Potentiel d'écotoxicité terrestre des variantes d'affouragement.

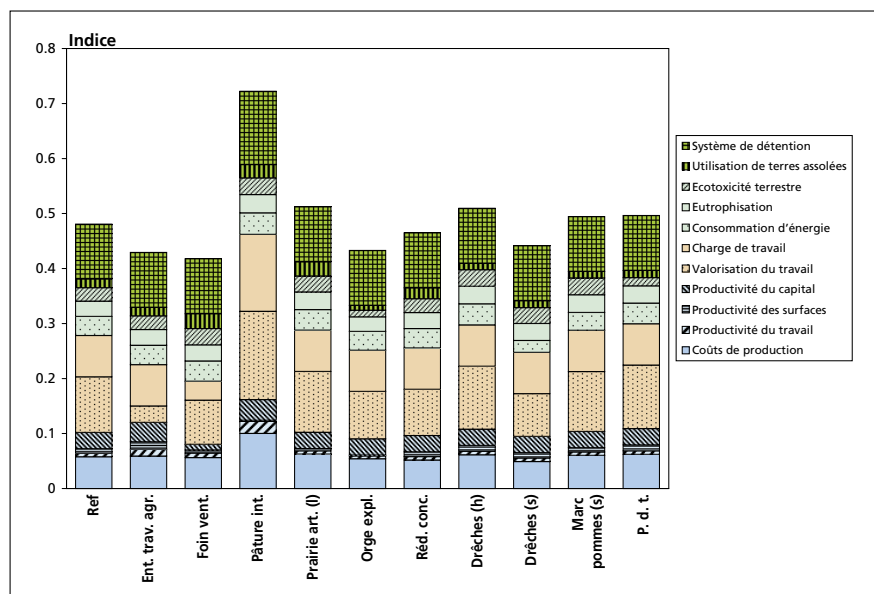


Fig. 14: Indice de durabilité des variantes d'affouragement.





Fig. 15: La part la plus élevée possible de pâture diminue non seulement les coûts d'affouragement, mais également la plupart des impacts environnementaux indésirables de la production d'aliments pour animaux. En outre, l'élevage sur pâture a également une influence positive sur la charge de travail (moins de mauvaises positions corporelles liées à la distribution du fourrage à l'étable) et sur le bien-être des animaux. Toutefois, pour que l'élevage sur pâture réussisse, cela suppose que l'exploitation bénéficie des conditions appropriées et représente des exigences élevées en management.

gie, sans que les coûts de production ou les prix d'achat augmentent beaucoup. Finalement, c'est la pâture intégrale qui a obtenu les avantages les plus nets. Les résultats représentés montrent à quel point les aliments pour animaux sont écologiques et économiques dans des conditions de production moyennes. Toutefois, ces remarques générales peuvent varier considérablement en fonction de la situation de l'exploitation. C'est pourquoi Agroscope Reckenholz-Tänikon ART travaille à la réalisation d'un système rattaché au dépouillement centralisé des données comptables, qui permettra de calculer un bilan écologique, sur une base purement facultative, à partir de certaines données de production à relever en plus de la comptabilité. Ce bilan pourra ensuite être comparé avec celui d'exploitations du même type.

## Bibliographie

Agroscope FAT Tänikon, 2005. Dépouillement centralisé des données comptables – Rapport de base 2004.

Ammann H., 2005. Coûts-machines 2006. Rapport FAT 643.

Ammann H. et Frick R., 2005. Comparaison de procédés d'ensilage. Rapport FAT 627.

Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H.-J., Doka G., Hellweg S., Hischier R., Nemecek T., Margni G. et Spielmann M., 2004. Overview and Methodology – ecoinvent data v1.1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories (ecoinvent), Dübendorf, ecoinvent report 1, 76 S.

Gaillard G., Freiermuth R., Baumgartner D., Calanca P.L., Jeanneret P., Nemecek T., Oberholzer H.R., Prasuhn V., Richner W. et Weisskopf P., 2006. Methode zur Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Systeme. ART-Schriftenreihe, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (en préparation).

Gazzarin Ch., Erzinger St., Friedli K., Mann, St., Möhring A., Schick M. et Pfefferli St., 2004. Systèmes de production laitière en région de plaine – Evaluation à l'aide d'un indice de durabilité. Rapport FAT 610.

Gazzarin Ch. et Lips M., 2006. Options de développement pour des exploitations de production laitières typiques dans les conditions de la PA 2011 – Investir, se spécialiser ou coopérer? Rapport FAT 651.

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 608.

Hilty R., Van Caenegem L. et Herzog D., 2005. Système de prix par modules unitaires, Agroscope FAT Tänikon.

LBL/SRVA/FiBL, 2005. Deckungsbeiträge – Ausgabe 2005.

Lips M. et Ammann H., 2006. Vollkostenkalkulationen für Ackerkulturen. Agrarforschung 13 (5), S. 210–214.

Möhring A., Zimmermann A., Müller S. et Gazzarin Ch., 2004. Systèmes de production laitière en région de plaine – Comparaison de différents scénarios. Rapport FAT 609.

Nemecek T., Heil A., Huguenin O., Meier S., Erzinger St., Blaser S., Dux D. et Zimmermann A., 2003. Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems. Ecoinvent report No. 15, Agroscope FAL Reckenholz et Agroscope FAT Tänikon.

Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D. et Gaillard G., 2005. Ökobilanzierung von Anbausystemen im schweizerischen Acker- und Futterbau. Schriftenreihe der FAL 58, Agroscope FAL Reckenholz.

Probst J., 2005. Beurteilung unterschiedlicher Futtermittel und Fütterungsverfahren in der Milchviehhaltung: Eine Zusammenstellung von Literaturdaten. Interner Arbeitsbericht, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.





### **Impressum**

Edition: Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon,  
CH-8356 Ettenhausen

Les Rapports ART paraissent environ 20 fois par an. – Abonnement annuel: Fr. 60.–  
Commandes d'abonnements et de numéros particuliers: ART, Bibliothèque,  
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen, Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-mail:  
doku@art.admin.ch, Internet: <http://www.art.admin.ch>

Les Rapports ART sont également disponibles en allemand (ART-Berichte).  
ISSN 1661-7584

Les Rapports ART sont accessibles en version intégrale sur notre site Internet  
([www.art.admin.ch](http://www.art.admin.ch)).