



3 Le bilan de l'azote en Suisse

Ernst Spiess

L'évolution de l'excédent d'azote (N) dans l'agriculture suisse au fil du temps a été étudiée à l'aide du bilan des entrées et sorties. Les calculs pour l'année 2002 ont donné les résultats suivants: avec des entrées de 158'000 t N et des sorties de 44'000 t N, l'excédent était de 114'000 t N. De 1980 à 2002, l'excédent a diminué de 38'000 t N, ce qui est dû notamment à la réduction des importations d'aliments fourragers, à la baisse des retombées atmosphériques et enfin à l'utilisation plus limitée des engrais minéraux. Les premières années qui ont suivi l'introduction des paiements directs écologiques, la baisse de l'excédent a été particulièrement importante. Par contre, de 1997 à 2002, on n'a pu observer aucune baisse supplémentaire. C'est pourquoi il devrait être difficile d'atteindre l'objectif fixé, à savoir une réduction de 43'000 t N de l'excédent d'azote entre 1990-92 et 2005. En 2002, la réduction était de 14'000 t N, ce qui veut dire que seul un tiers de l'objectif final avait été atteint.

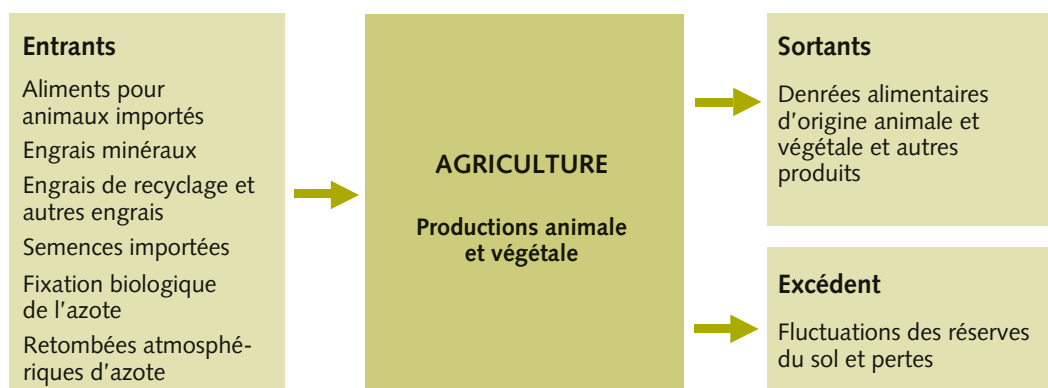


Figure 1:
Le principe du bilan
des entrées et des
sorties.

Le bilan de l'azote a été calculé pour l'ensemble de l'agriculture suisse (productions animale et végétale), sachant que l'agriculture a été considérée comme une unité, c'est-à-dire comme une seule «exploitation agricole». Le bilan a été établi sur la base des entrées d'éléments nutritifs dans l'agriculture et des sorties d'éléments nutritifs issus de l'agriculture (bilan des entrées et sorties; fig. 1). Les entrées comprennent les aliments fourragers importés, les engrais minéraux, les engrais de recyclage et les autres engrais (p. ex. boues d'épuration, compost, chaux d'Aarberg, guano), les semences importées, la fixation biologique de l'azote par les légumineuses et les retombées atmosphériques. Les sorties se composent des denrées alimentaires d'origine animale (p. ex. lait, viande, oeufs) et d'origine végétale (céréales panifiables, pommes de terre de consommation, etc.) ainsi que des autres produits d'origine animale (p. ex. cuirs, farines animales exportées, engrais de ferme exportés vers la «para-agriculture»). Le bilan, c'est-à-dire la différence entre les entrées et les sorties, est généralement positif (= excédent) et comprend les fluctuations des réserves du sol (augmentation ou baisse de la teneur du sol en éléments nutritifs), ainsi que les pertes totales (p. ex. volatilisation de l'ammoniac, dénitrification, lixiviation, ruissellement, érosion).

Ernst Spiess,
Agroscope
FAL Reckenholz,
Reckenholzstr. 191,
CH-8046 Zürich

Les bilans d'éléments nutritifs ont été calculés selon la méthode décrite en détails par Spiess (1999). Les quantités d'éléments nutritifs ont généralement été calculées en multi-

pliant les quantités de produits par leur teneur en éléments nutritifs. Les données relatives aux quantités ont en grande partie été fournies par l'Union suisse des paysans (USP 2004a et b). Les teneurs en éléments nutritifs, elles, proviennent des «Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour les ruminants» (FAG 1994).

Exactitude des calculs

Il n'est pas facile d'évaluer l'exactitude des résultats, sachant que les différentes quantités et les différentes teneurs en éléments nutritifs sur lesquelles sont basés les calculs présentent un pourcentage d'erreur difficile à estimer. Pour certaines valeurs d'entrées, comme les engrais minéraux, la valeur admise ne devrait pas dévier de plus de 5 % de la valeur effective. Par contre, le calcul de la fixation biologique de l'azote ou des retombées atmosphériques, deux phénomènes importants en quantité, présente un degré d'incertitude nettement plus élevé ($\pm 10-30\%$). Le pourcentage d'erreur dans le résultat final, c'est-à-dire dans l'excédent d'éléments nutritifs, devrait cependant être inférieur à $\pm 20\%$. Dans certains domaines, comme dans la production animale totale ou la production de colza, un calcul de contrôle a montré que de nombreuses erreurs s'annulaient réciproquement. Si l'on part par exemple d'une production de fourrage trop importante, la production d'engrais de ferme, établie d'après le calcul du bilan, sera elle aussi automatiquement plus élevée, mais pas l'excédent d'éléments nutritifs.

Tableau 1. Bilan de l'azote dans l'agriculture suisse en 2002 (en t N/an et en % du total des entrées).

	t N/an	%
Entrées	158'028	100
Aliments fourragers importés	35'339	22
Engrais minéraux	53'497	34
Engrais de recyclage et autres engrais	4'694	3
Semences importées	145	0
Fixation de l'azote par les légumineuses	35'753	23
Retombées atmosphériques	28'600	18
Sorties	43'534	27
Denrées alimentaires d'origine animale et autres produits d'origine animale	33'811	21
Denrées alimentaires d'origine végétale	9'723	6
Excédent	114'494	73

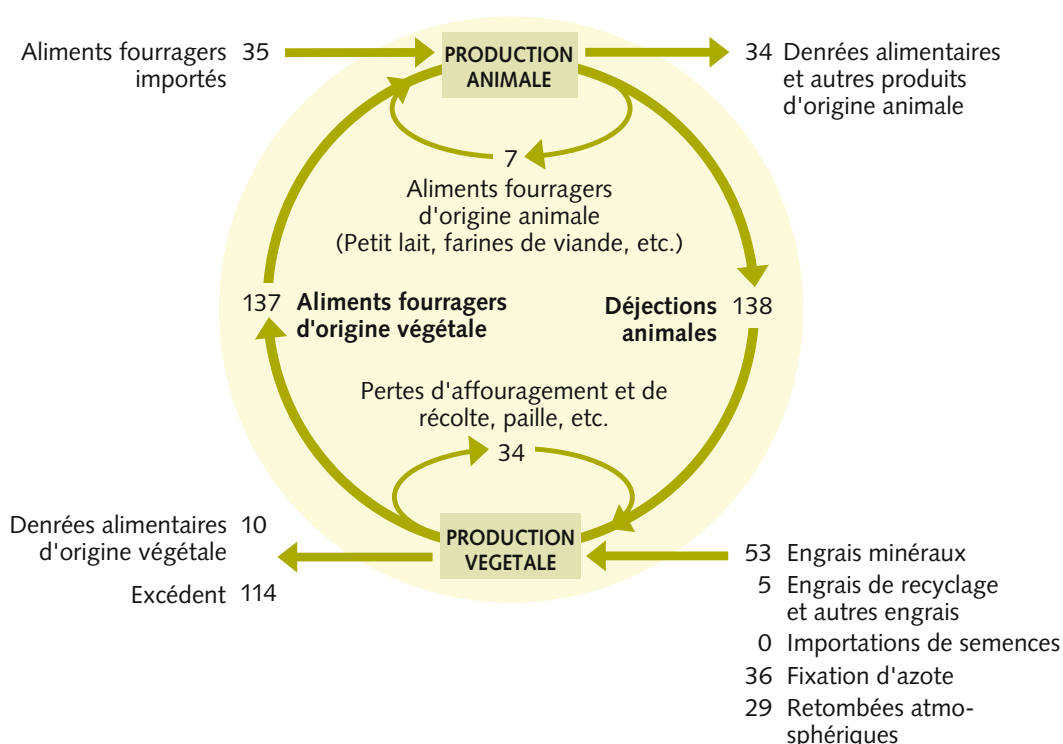
Les fluctuations de l'excédent des éléments nutritifs au fil des ans peuvent être estimées plus précisément que la valeur absolue de l'excédent d'une année, parce que le calcul est effectué avec la même méthode pour toute la période d'étude et que les erreurs éventuelles sont systématiques. Ainsi, si les retombées atmosphériques de l'azote ont été surestimées en 2002, il est fort probable qu'elles aient été également surestimées les années précédentes.

Bilan de l'azote en 2002

En 2002, environ 158'000 t N ont été introduites dans l'agriculture (tab. 1). Les engrais minéraux (34 %) représentaient un des plus forts pourcentages dans le total des entrées, suivis par la fixation de l'azote (23 %) et les importations d'aliments fourragers (22 %). Le pourcentage représenté par les retombées atmosphériques de l'azote était de 18 %. Le

pourcentage des engrais de recyclage et des autres engrais ainsi que celui des semences importées était inférieur à 5 %. Le bilan indique en outre que 44'000 t N ont quitté l'agriculture, ce qui correspond environ à un quart des entrées. La quantité d'azote présente dans les denrées alimentaires d'origine animale et dans les autres produits d'origine animale était trois fois plus élevée que la quantité d'azote présente dans les denrées alimentaires d'origine végétale. L'excédent avoisinait 114'000 t N. Par rapport à la surface agricole utile de 1'069'771 ha en 2002, cela représente 107 kg N/ha. Sachant que l'on peut exclure un fort enrichissement de l'azote dans le sol, force est d'admettre que cette quantité a été perdue en grande partie par l'agriculture via la volatilisation de l'ammoniac, la dénitrification et la lixiviation des nitrates.

Le cycle de l'azote (fig. 2) montre qu'en 2002, les quantités d'azote présentes dans les aliments fourragers d'origine végétale et dans les déjections animales étaient pratiquement équivalentes. La quantité d'azote introduite dans le cycle via les importations d'aliments fourragers est légèrement plus importante que la quantité exportée via les denrées alimentaires d'origine animale et les autres produits d'origine animale. Dans la production végétale, la fumure (déjections animales, engrais minéraux, de recyclage et autres), les retombées



atmosphériques et la fixation de l'azote ont, à elles trois, dépassé de 79 % la quantité d'azote prélevée par les aliments fourragers et les denrées alimentaires d'origine végétale. La quantité d'azote présente dans les denrées alimentaires d'origine végétale était relativement faible. La majeure partie de l'azote provenait des céréales panifiables. Si l'on établit une moyenne sur plusieurs années pour les céréales panifiables, on constate que seule la moitié de l'azote présent dans les grains passait dans l'alimentation humaine. L'autre moitié passait dans les aliments fourragers (céréales panifiables déclassées et résidus de meunerie comme le son).

Les quantités d'azote qui, au total, étaient du même ordre que celles représentées par la fixation biologique de l'azote, circulaient au sein de l'agriculture via les pertes de récolte et d'affouragement, la paille ainsi que les semences indigènes. Sur les 34'000 t N contenues dans ces produits, la majeure partie gagnait le sol sous forme organique. Les aliments fourragers d'origine animale représentaient des quantités moins importantes (env. 7'000 t N) que les années antérieures du fait de l'interdiction d'affourager des farines animales.

Evolution des entrées et des sorties dans le bilan de l'azote de 1975 à 2002

En ce qui concerne les entrées, la quantité d'azote provenant des importations d'aliments fourragers a enregistré une forte baisse. Au milieu des années 90, elle ne représentait plus que la moitié de ce qu'elle représentait 20 ans auparavant. Ce phénomène a deux explications: d'une part, la quantité totale de fourrage nécessaire a baissé suite à la réduction du nombre d'animaux et d'autre part, les céréales fourragères importées ont été remplacées par les céréales fourragères indigènes (fig. 3). Depuis 1996, les importations ont cependant de nouveau augmenté de 11'000 t N, ce qui s'explique notamment par l'augmentation des importations de tourteaux d'extraction de soja, qui ont remplacé les farines animales indigènes depuis qu'il est interdit d'affourager ce type de produits. L'utilisation d'engrais minéraux a doublé entre 1975 et 1988 et est passée de 36'000 à 69'000 t N. Jusqu'en 1997, elle

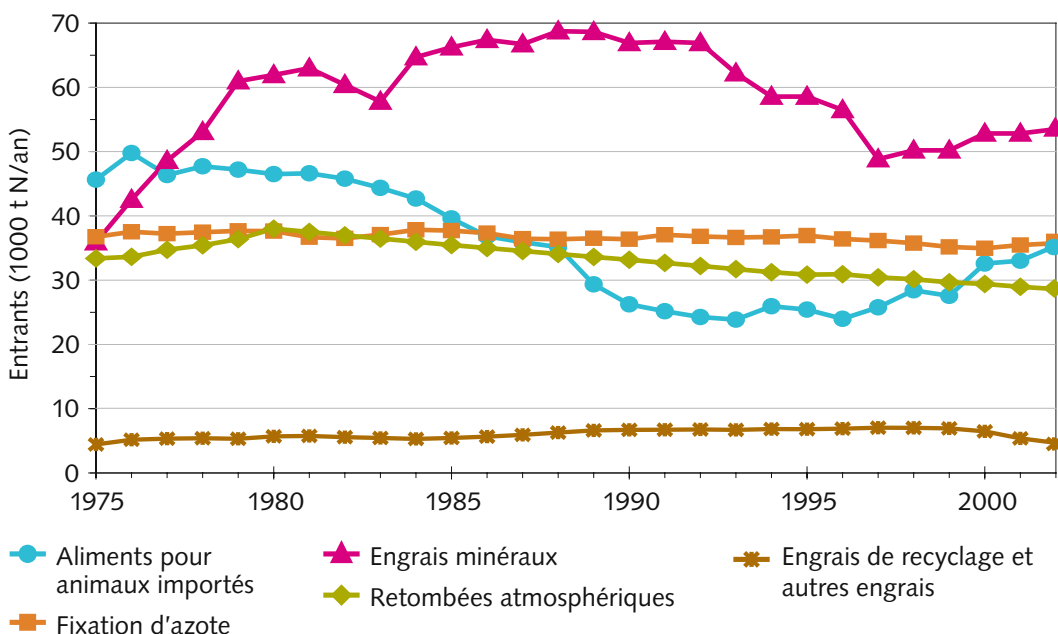


Figure 3: Quantités d'azote dans les différents postes d'entrées entre 1975 et 2002.

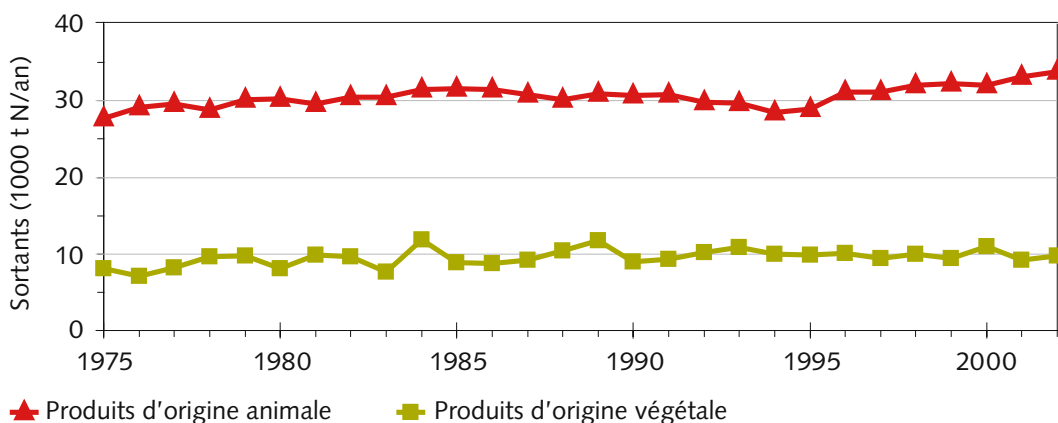


Figure 4: Quantités de N dans les différents postes de sorties (denrées alimentaires et autres produits d'origine animale, ainsi que denrées alimentaires d'origine végétale) entre 1975 et 2002.

a de nouveau baissé de 20'000 t N. En 1993, l'introduction des paiements directs écologiques a suffi à faire baisser l'emploi d'engrais minéraux de 18'000 t N. Mais de 1997 et 2002, leur emploi a de nouveau augmenté de plus de 4'000 t N. Jusqu'à la fin des années 90, l'utilisation des engrais de recyclage et des autres engrais s'est accrue, mais a diminué depuis cette date suite à l'annonce de l'interdiction prochaine des boues d'épuration dans l'agriculture. La fixation biologique de l'azote est restée relativement constante à un niveau d'environ 36'000 t N. Enfin, les apports d'azote via les retombées atmosphériques ont atteint leur niveau record en 1980 avec 38'000 t N. Depuis lors, ils ont baissé de 10'000 t N, d'une part,

parce que les effectifs d'animaux ont diminué, entraînant automatiquement une baisse de la production d'engrais de ferme et des pertes d'ammoniac et d'autre part, parce que les émissions d'oxyde nitrique provenant du trafic routier et de l'industrie ont baissé elles aussi (OFEFP 1995, Menzi *et al.* 1997, Stadelmann *et al.* 1996).

Sur le plan des sorties, on constate que la quantité d'azote présente dans les denrées alimentaires et autres produits d'origine animale a augmenté entre 1975 et 2002 (fig. 4). Durant cette période, l'augmentation représentait plus de 15 % pour les seuls produits laitiers. La quantité d'azote issue de la production de viande et quittant le cycle agricole s'est également accrue jusqu'en 1985. Toutefois, elle a ensuite reculé jusqu'au milieu des années 1990, parce que d'une part, le nombre d'animaux à l'engrais abattus était en déclin et que d'autre part, de nombreux sous-produits issus de l'abattage étaient utilisés comme aliments fourragers et ne quittaient donc pas l'agriculture. Après 1995, la crise de l'ESB a marqué un profond changement. De moins en moins de sous-produits d'abattage ont été utilisés

comme aliments fourragers. Soit, on les exportait à l'étranger, soit on les éliminait sur place. C'est ce qui explique que la quantité d'azote sortant de l'agriculture suisse, ait recommencé à augmenter à partir de cette date pour atteindre un nouveau record en 2002.

Les exportations d'azote via les denrées alimentaires d'origine végétale ont enregistré des fluctuations relativement importantes d'une année sur l'autre et n'ont augmenté que jusqu'au milieu des années 1980 suite à l'augmentation des cultures de blé et à des variétés plus productives.

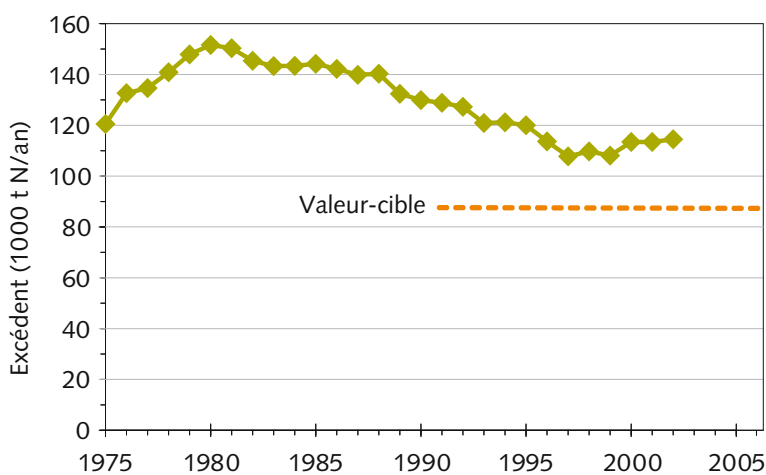


Figure 5:
Excédent d'azote
entre 1975 et 2002
et valeur-cible.

Evolution de l'excédent d'azote de 1975 à 2002

Pendant les cinq premières années de la période d'étude, l'excédent d'azote a considérablement augmenté, a atteint son apogée en 1980 avec plus de 151'000 t N, puis n'a cessé de décroître jusqu'en 1997, année où il a atteint le niveau de 108'000 t N avant de se stabiliser à 114'000 t N entre 2000 et 2002 (fig. 5). L'augmentation jusqu'en 1980 était due essentiellement à l'utilisation croissante des engrais minéraux. En 1980, l'effectif animal était à son plus haut niveau avec près de 1,7 millions d'unités de gros bétail-fumure. La même année, les retombées atmosphériques de l'azote étaient elles aussi à leur plus haut niveau. Depuis lors, les importations d'aliments fourragers ont baissé de 11'000 t N, les retombées atmosphériques de 9'000 t N et l'emploi d'engrais minéraux de 8'000 t N. En outre, la quantité d'azote contenue dans les produits d'origine animale exportés a augmenté de 4'000 t. Le recul en matière d'importations d'aliments fourragers est dû à la baisse de la demande de fourrage suite au déclin de l'effectif animal et au développement de la production nationale. En ce qui concerne les retombées atmosphériques, la baisse des liaisons azotées provenant de la production animale était un peu plus importante que la baisse des oxydes nitriques.

Dans le cadre de l'évaluation des mesures écologiques, on s'est fixé comme objectif pour l'azote de réduire d'un tiers l'excédent d'azote selon le bilan des entrées et sorties, entre les années de référence 1990–92 et 2005 (OFAG 1999). En 1990–92, l'excédent d'azote s'élevait en moyenne à 129'000 t N. D'ici 2005, il faudrait donc le réduire de 43'000 t N pour atteindre un niveau de 86'000 t N. Or, jusqu'en 2002, l'excédent d'azote avait baissé de 14'000 t N, ce qui veut dire que seul un tiers de l'objectif avait été atteint. Il est frappant de constater que l'excédent d'azote a réaugmenté de plus de 6'000 t N entre 1999 et 2002. De

2002 à 2004, l'emploi d'engrais minéraux, qui constitue le poste d'entrées le plus important du bilan, a chuté de près de 2'000 t N. Si les autres postes d'entrées et de sorties sont restés constants durant cette période, on peut espérer une réduction de 16'000 t N de l'excédent jusqu'en 2004.

Le recul entre les années de référence 1990–92 et 1997 était dû presque exclusivement à une baisse de l'utilisation des engrais minéraux. Celle-ci a probablement baissé dans de telles proportions, parce que les agriculteurs devaient présenter un bilan équilibré de l'azote pour avoir droit aux paiements directs de la production intégrée. En 1997, presque 80 % de la surface agricole utile était déjà exploitée selon les règles de la production intégrée ou de l'agriculture biologique. Par contre, on ne peut pas s'expliquer pourquoi la consommation d'engrais minéraux a de nouveau augmenté de 4'500 t N jusqu'en 2002, bien que la surface cultivée selon les «prestations écologiques requises» (PER) doive également présenter un bilan d'azote équilibré («Suisse-Bilanz»). On ne comprend pas non plus pourquoi les importations d'aliments fourragers ont enregistré une hausse de 10'000 t N au cours des dix dernières années. Certes, l'offre indigène d'aliments fourragers a chuté pendant cette période, suite à l'interdiction d'affourager des farines animales et à la baisse de la production de fourrage grossier. Mais d'un autre côté, l'effectif animal a également baissé de 10 %, ce qui veut dire que pour couvrir la demande de fourrage en 2002, la quantité d'azote nécessaire a diminué dans les mêmes proportions que la production indigène d'aliments fourragers. D'après ces calculs, il n'aurait donc pas dû être nécessaire d'importer plus d'aliments fourragers. Puisque cela a néanmoins été le cas, cela signifie soit que le présent bilan a surestimé les quantités de fourrage, et notamment les rendements des prairies, soit que la valorisation des fourrages a décliné.

Bibliographie

- FAG (Station fédérale de recherches sur la production animale, Posieux), 1994. Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour les ruminants. 3^{ème} édition. Zollikofen, Centrale des moyens d'enseignement agricole. 328 pp.
- Menzi H., Frick R. et Kaufmann R., 1997. Ammoniak-Emissionen in der Schweiz: Ausmass und technische Beurteilung des Reduktionspotentials. Schriftenreihe der FAL Nr. 26. 107 S. + Anhang.
- OFAG, 1999. Evaluation der Ökomassnahmen und Tierhaltungsprogramme – Konzeptbericht. Office fédéral de l'agriculture, Berne. 23 pp.
- OFEFP, 1995. Emissions polluantes dues à l'activité humaine en Suisse de 1900 à 2010. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. Cahier de l'environnement No 256. 121 pp.
- Spieß E., 1999. Nährstoffbilanz der schweizerischen Landwirtschaft für die Jahre 1975 bis 1995. Zürich-Reckenholz, Schriftenreihe der FAL Nr. 28. 46 S.
- Stadelmann F.-X., Achermann B., Lehmann H.-J., Menzi H., Pfefferli S., Sieber U. et Zimmermann A., 1996. Emissions d'ammoniac en Suisse. Station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture, Institut de recherches en protection de l'environnement et en agriculture, Liebefeld, Berne et Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles, Tänikon. 61 pp. et annexe.
- USP, 2004a. Statistiques et évaluations concernant l'agriculture et l'alimentation, différentes années. Brugg, Union Suisse des Paysans.
- USP, 2004b. Communication personnelle de I. Schmid. Brugg, Union Suisse des Paysans.