

Les boues d'épuration: Engrais ou déchets?

L'utilisation des boues d'épuration comme engrais agricole est contestée. L'avantage principal de la fertilisation avec des boues, c'est qu'elle permet de restituer de précieuses substances nutritives de la consommation à l'agriculture. Elle présente par contre le risque de libérer dans l'environnement les polluants contenus dans les boues. Il est donc important de bien peser le pour et le contre. A court terme, il convient de n'employer que les meilleures boues. A long terme, il faudra mettre au point des systèmes et des méthodes qui concilient durabilité (recyclage des nutriments) et précaution (protection de l'environnement).

Les boues d'épuration sont produites lors de l'épuration des eaux usées dans les stations de traitement des eaux usées. D'après l'Ordonnance sur les Substances (Osubst) et l'Ordonnance sur le Livre des Engrais (OLen), les boues d'épuration sont considérées comme des engrais à base de déchets (voir encadré). En 1999, les 979 stations de traitement des eaux usées suisses ont produit un total de 209 000 t de matières sèches (MS) de boues, dont env. 40% ont été utilisées à des fins agricoles (Tab. 1). La majeure partie des boues est cependant éliminée par voie thermique soit dans des installations industrielles d'incinération des boues, soit dans des fours de cimenterie, soit dans des usines d'incinération des ordures ménagères. Avant l'entrée en vigueur en l'an 2000 de l'interdiction de la mise en décharge contrôlée des boues, une petite partie de celles-ci étaient aussi stockées de cette manière. La valorisation et l'élimination des boues d'épuration varie considérablement d'un canton à l'autre: En 1999, la quasi-totalité des boues produites dans les cantons du JU, GL, FR, TG et UR ont été utilisées dans l'agriculture, alors que

les cantons de GE, BS et AI ont totalement renoncé à la fertilisation par les boues.

Les boues d'épuration renferment des nutriments et des polluants

Bien que les boues d'épuration soient au moins en partie employées comme engrais dans tous les pays européens, cette forme d'utilisation reste contestée. Le recyclage des nutriments contenus dans les boues est d'une part en accord avec le principe de durabilité, d'autre part, les boues d'épuration renferment aussi de nombreux produits indésirables, ce qui fait que leur utilisation comme fertilisants comporte également des risques pour l'homme et l'environnement. Ceci est en opposition avec le principe de précaution. Il faut donc peser le pour et le contre.

Avantages liés à l'utilisation des boues d'épuration

Fournisseur de nutriments à effet fertilisant: La masse sèche des boues d'épuration contient en moyenne 45% de matière organique, 5,8% de calcium, 4,4% d'azote,

2,7% de phosphore, 0,5% de magnésium et 0,3% de potassium. Elle renferme également du soufre et des oligoéléments comme le cobalt, le cuivre, le molybdène, le nickel et le zinc. Par rapport aux taux de nutriments des engrais de ferme et des engrais minéraux (voir encadré), celui des boues d'épuration est plutôt faible (Tab. 2) et ne représente que 7,1% du phosphore, 2% de l'azote et 0,1% du potassium par rapport à l'ensemble des fertilisants épanchés [1]. Si par contre on compare les apports en éléments nutritifs dans l'agriculture en provenance de sources externes comme les dépôts atmosphériques, les engrais minéraux et les aliments pour animaux, c.-à-d. si on exclut les engrais de ferme du bilan, on s'aperçoit que les boues d'épuration peuvent couvrir 34% du phosphore et

	Apport de nutriments en millier de t		
	N	P	K
Engrais de ferme	128	20.5	162
Engrais minéraux	53	7.4	27
Boues d'épuration	3,7	2,2	0,25
Compost	2,9	0,74	1,8
Autres déchets	1,5	0,57	1,5
Total	189	31,4	192

Tab. 2: Comparaison des principales charges de substances nutritives de différents types de fertilisants en Suisse pour l'année 1999.

	1974	1980	1984	1989	1994	1999
Nombre des stations communales de traitement des eaux usées	430	710	855	930	977	979
Population raccordée (%)	46	70	81	88	91	95
Production totale de boues d'épuration (1000 t de matière sèche)	90	170	176	213	211	209
Utilisation agricole (%)	80	65	50	50	55	40

Tab. 1: Nombre de stations de traitement des eaux usées, population raccordée au réseau d'assainissement, production de boues d'épuration et pourcentage de boues utilisés dans l'agriculture en Suisse.

Les fertilisants servent à l'alimentation des plantes cultivées. On distingue trois groupes de fertilisants:

- Engrais à base de déchets**
 - **Boues d'épuration: résidu du traitement des eaux usées**
 - **Compost: matière végétale et animale décomposée**
 - **Matière végétale non décomposée, p. ex. résidus de cidrerie**
 - **Produits de déchets minéraux ou d'origine animale, p. ex. farine de cornes et d'onglons, farine de cuir**
- Engrais de ferme: p. ex. purin, fumier, eaux de fumier, liquides de fermentation des silos**
- Engrais minéraux: surtout des produits de l'industrie chimique**

9% de l'azote qui sont exportés dans les produits végétales et animaux [2, 3].

Ménagement des réserves globales de nutriments: On compte que les réserves de phosphate exploitables avec les techniques actuelles (env. 12 milliards de t de minéral) seront épuisées d'ici env. 80 ans. Des réserves de phosphate env. deux fois plus importantes se trouvent au fond des mers ou sont contaminées par des métaux lourds, ce qui rend leur extraction difficile et extrêmement coûteuse ou même impossible. En ce qui concerne les réserves d'azote, la situation est moins critique et les réserves de potassium exploitable avec les méthodes actuelles suffisent encore pour les 300 prochaines années [1].

Valorisation des sols: Grâce aux apports de matières organiques et de calcaire, la fertilisation avec des boues d'épuration contribue à une amélioration de la qualité physique, chimique et biologique des sols. Des essais sur le terrain ont révélé qu'elle entraînait une augmentation de la teneur en humus, du pH, de l'activité biologique du sol (respiration, minéralisation de l'azote, activité enzymatique, etc.) et de la biomasse bactérienne. Cette amélioration est perceptible jusqu'à 1 m de profondeur [4]. Le pH a en outre une influence sur la quantité de métaux lourds liés ou libres dans le sol: Une augmentation du pH résulte en une diminution des teneurs en métaux lourds libres, et de ce fait, des métaux lourds accessibles aux végétaux. Les plantes qui poussent sur des sols amendés par des boues d'épuration peuvent ainsi présenter des teneurs plus faibles en cadmium et en nickel que celles qui croissent sur des sols non fertilisés ou ayant fait l'objet d'un épandage de purin (Stadelmann et al. 1988, cité dans [1]).

Avantages économiques: La fertilisation avec des boues d'épuration permet de réduire les coûts des engrais et des nutriments d'env. 7 millions de SFr. (en 1999). De plus, l'utilisation agricole des boues d'épuration coûte actuellement env. 34 millions de SFr. par an de moins que leur incinération.

Risques liés à l'utilisation des boues d'épuration

Risques généraux: Appliquée pendant des années ou de façon inadéquate, la fertilisation avec des boues d'épuration peut conduire à une pollution des eaux de surface (par drainage ou par érosion) ainsi que des eaux souterraines et de source. D'autre part, les polluants s'accumulent dans le sol, ce qui entraîne à long terme une diminution de la fertilité du sol (réduction de la diversité

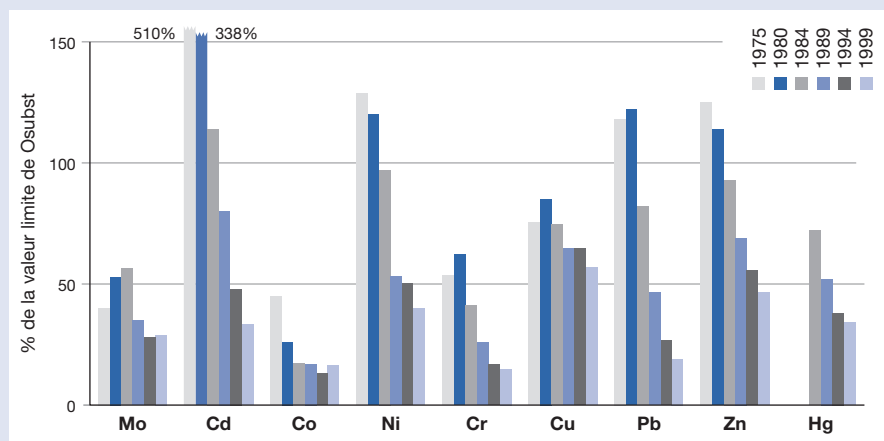


Fig. 1: Pourcentage moyen des concentrations limites en vigueur pour les métaux lourds dans les boues d'épuration stipulées par l'Ordonnance Suisse sur les Substances (1992) (d'après Külling 2001, cité dans [1]).

et de l'activité des organismes du sol), de la qualité des plantes cultivées ainsi que du rendement des cultures. De plus, les polluants peuvent atteindre la chaîne alimentaire et avoir des répercussions négatives sur les êtres humains et les animaux d'élevage [1].

Métaux lourds: La fertilisation avec des boues d'épuration entraîne une accumulation de métaux lourds dans le sol. Des teneurs plus élevées en métaux lourds dissous (p. ex. en cadmium, en zinc ou en cuivre) mènent à une réduction de l'activité biologique du sol [5], à une diminution des rendements agricoles et à une accumulation de métaux lourds dans les plantes. A l'heure actuelle, on estime cependant qu'en général les dangers représentés par les métaux lourds pour la santé des êtres humains et des animaux d'élevage sont faibles [1]. Depuis 1975, les teneurs en métaux lourds diminuent régulièrement. La qualité des boues d'épuration utilisées en agriculture n'a jamais été aussi bonne qu'aujourd'hui et les valeurs limites stipulées par l'Osubst sont loin d'être dépassées (Fig. 1). Cette amélioration se reflète dans les valeurs des rapports métaux lourds/nutriments (MLN) et métaux lourds/phosphore (MLP) (Tab. 3). Les valeurs MLN et MLP permettent de comparer la qualité de boues d'épuration de diverses origines [1]. Plus ces valeurs sont faibles, plus la qualité des boues est élevée.

Polluants organiques: Les boues d'épuration peuvent renfermer une multitude de polluants et de substances étrangères organiques, dont les concentrations sont en général de l'ordre du µg/kg MS [1]. Les substances organiques sont plus ou moins persistantes, lipophiles, toxiques ou cancérigènes. Les substances persistantes comme p. ex. les PCBs peuvent s'accumuler dans les écosystèmes agricoles ou dans la chaîne alimentaire (Fig. 2). La plupart des polluants organiques ne sont pas ou peu toxiques pour les plantes qui ne les assimilent pratiquement pas et qui, si elles le font, les métabolisent partiellement. La contamination superficielle des pâturages, des prairies et de la surface du sol par les boues d'épurations pose cependant un problème pour les êtres humains et les animaux. Si les vaches laitières ingèrent des plantes ou des particules de sol contaminées superficiellement, les polluants peuvent se retrouver dans le lait et donc dans la chaîne alimentaire. C'est pour cette raison que l'utilisation des boues d'épuration pour la production fourragère a déjà été interdite en Allemagne, en Suède et en Norvège.

Agents pathogènes: Les boues d'épuration peuvent être porteuses d'une multitude d'agents pathogènes tels que des bactéries (p. ex. des salmonelles), des virus (de l'hépatite B p. ex.), des protozoaires (comme p. ex. les entamibes) et des helminthes (comme p. ex. les Ascaris) [1]. Une désin-

	1975	1980	1984	1989	1994	1999	AG ⁹⁹
Somme des métaux lourds	378	653	534	467	375	321	140
MLN	6,39	4,43	1,99	1,44	1,15	0,96	0,85
MLP	21,46	11,78	4,48	4,27	3,26	2,68	2,37

Tab. 3: Charges de métaux lourds dans les boues d'épuration (t/an) et valeurs des rapports métaux lourds/nutriments (MLN) et métaux lourds/phosphore (MLP) en Suisse [1]. AG⁹⁹: charge de métaux lourds apportée par les boues à l'agriculture en 1999.

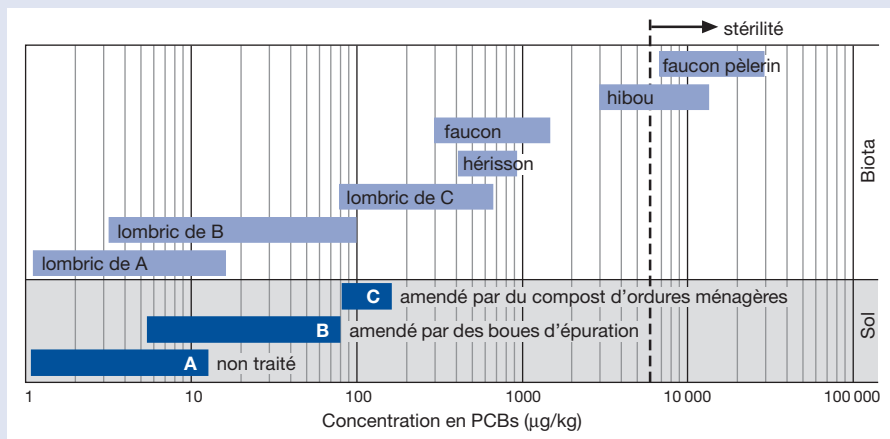


Fig. 2: Accumulation de PCBs dans les écosystèmes agricoles suisses (d'après Tarradellas et al. 1985 et Becker van Slooten 2001, cités dans [1]). Les teneurs en PCBs des échantillons de sol sont rapportées à la matière sèche, dans les échantillons d'animaux, elles sont rapportées au poids humide.

fection des boues d'épuration par traitement thermique permet de réduire considérablement le nombre de pathogènes. L'utilisation agricole de boues hygiénisées ne présente donc que très peu de danger d'infection pour les êtres humains et les animaux.

ESB et OGM: De bonnes techniques d'abatage des animaux, une hygiène irréprochable, la collecte systématique du matériel solide à risque et l'emploi de techniques de filtration et de flottation dans les abattoirs permettent de s'assurer que seule une part infime de matériel infecté (par l'agent de l'ESB) n'atteigne les eaux usées, ce qui fait que le risque de contamination par les boues d'épuration est négligeable. Par contre, la propagation d'organismes génétiquement modifiés (OGM) par les boues ne peut être exclue, en particulier si on utilise des boues non hygiénisées [1].

Les boues d'épuration ne sont qu'une source de risque parmi d'autres

Les boues d'épuration ne sont pas les seules à atteindre l'environnement sous forme de polluants, d'agents pathogènes et d'OGM. En Suisse, seuls 12% des métaux lourds atteignent le sol par la voie des boues d'épuration; 38% sont apportés par les engrais de ferme, 25% par dépôts atmosphériques, 14% par les engrais minéraux, 6% par les fongicides, 4% par le compost et 1% par les cendres de bois [1]. On observe la même situation dans le cas des polluants organiques: près de 1000 kg de PCBs atteignent chaque année les terrains agricoles par dépôt atmosphérique, 70 kg par les engrais de ferme, 8 kg par les boues d'épuration et 3 kg par le compost [1]. Une évaluation globale des risques par analyse à critères multiples [1] a été effectuée en tenant compte des critères «raréfaction des

nutriments», «structure du sol», «métaux lourds», «polluants organiques», «agents pathogènes», «ESB», «OGM», «coûts de traitement des boues» et «marché/image de marque» pour comparer les différentes méthodes de fertilisation. Les boues d'épuration ont obtenu le pire résultat, suivies des cendres de bois, des déchets provenant de la transformation du bois, des engrais de ferme, du compost, des résidus de l'industrie agro-alimentaire et des engrais minéraux. Il reste cependant incontestable que tout emploi de fertilisants entraîne certains risques.

Quelles mesures sont nécessaires?

D'une manière générale, il ne faut pas considérer séparément avantages et inconvénients d'une fertilisation avec des boues d'épuration. D'un côté, il est nécessaire de limiter les contaminations dues aux boues, de l'autre, il faut élaborer une meilleure stratégie de gestion des risques qui soit facile à mettre en pratique.

A court et à moyen terme, il faut appliquer des mesures ciblées de minimisation des risques et d'optimisation des profits. Parmi ces mesures, citons:

- la séparation des matières solides dans les abattoirs (risques d'ESB), un meilleur contrôle de l'hygiène et la sélection délibérée

de boues d'épuration présentant de faibles valeurs MLN et MLP;

- une prévention/réduction de l'ingestion de boues d'épuration par les animaux d'élevage sur les pâturages et autres surfaces fourragères;
- la définition des valeurs limites supplémentaires dans l'OLen pour les polluants organiques, et la vérification des limites actuelles de l'Osubst pour les métaux lourds ainsi que de la quantité qui peut être épanchée;
- l'abandon progressif de l'utilisation agricole des boues d'épuration en cas d'interdiction (la production fourragère avant les grandes cultures).

Au sens d'une économie basée sur le recyclage et d'un ménagement des ressources, il faut parvenir à long terme à recycler les éléments nutritifs rejetés par l'homme ainsi que les autres nutriments réutilisables. Il faut donc absolument faire avancer la conception de nouveaux systèmes (de canalisation) alternatifs permettant de séparer les eaux usées domestiques, industrielles/commerciales et météoriques et favoriser la mise au point de procédés techniques de récupération de substances nutritives des eaux usées et des boues d'épuration.

La nature ne produit pas de déchets, mais de précieux nutriments qu'il faut savoir exploiter. Il est donc déplacé d'employer des termes tels que déchets, eaux usées ou chaleur perdue. Notre objectif majeur est de concilier les principes de durabilité et de précaution.



Franz X. Stadelmann, chercheur en sciences naturelles, membre du comité directeur de la Station Fédérale de Recherche en Agro-écologie et Agriculture (FAL) de Zurich-Reckenholz. Responsable du produit «Ressources environnementales/protection de l'environnement en agriculture» de la FAL.

Coauteurs:

David Külling, biologiste et ingénieur des sciences de l'environnement, a participé jusqu'à fin 2001 aux recherches du groupe déchets du produit partiel «Gestion de substances/protection des eaux» de la FAL à Zurich-Reckenholz.

Ulrich Herter, Agronome, a dirigé jusqu'à fin août 2001 le groupe déchets du produit partiel «Gestion de substances/protection des eaux» de la FAL à Zurich-Reckenholz.

- [1] Herter U., Külling D. (eds.) (2001): Risikoanalyse zur Abfalldüngerverwertung in der Landwirtschaft. Teil 1: Grobbeurteilung. Bericht der Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau FAL, Zurich-Reckenholz, 271 p. Voir sous (en allemand): www.blw.admin.ch/themen/hstoffe/pbm/d/texte.htm
- [2] Spiess E. (1999): Nährstoffbilanz der schweizerischen Landwirtschaft für die Jahre 1975 bis 1995. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zurich-Reckenholz, Schriftenreihe der FAL 28, 46 p.
- [3] Stadelmann F.X. (2000): Landwirtschaftlicher Umweltschutz – eine spannende Aufgabe: Erfahrungen und Überlegungen aus schweizerischer Sicht. Veröff. Bundesamt für Agrarbiologie Linz/Donau 22, 13–52.
- [4] Stadelmann F.X., Furrer O.J. (1985): Long-term effects of sewage sludge and pig slurry applications on microbiological and chemical soil properties in field experiments. In: Williams J.H., Guidi G., L'Hermite P. (eds.) Long-term effects of sewage sludge and farm slurries applications. Elsevier, London, 136–145.
- [5] Stadelmann F.X., Gupta S.K., Rudaz A., Santschi-Fuhrmann E. (1984): Die Schwermetallbelastung des Bodens als Gefahr für die Bodenmikroorganismen. Schweiz. Landwirtschaftliche Forschung 23, 227–239.