

**INFORMATIONS CONCERNANT
LA PROTECTION DES EAUX**

N° 43

**Eaux usées des usines
d'incinération
des ordures ménagères**

**Recommandations pour
l'analyse et l'appréciation**



**Office fédéral de
l'environnement,
des forêts et
du paysage
OFEFP**

**INFORMATIONS CONCERNANT
LA PROTECTION DES EAUX**

N° 43

**Eaux usées des usines
d'incinération
des ordures ménagères**

**Recommandations pour
l'analyse et l'appréciation**

**Publié par l'Office fédéral
de l'environnement, des forêts
et du paysage OFEFP
Berne, 2004**

Valeur juridique de cette publication

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEFP en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances et permet ainsi une application uniforme de la législation. Les aides à l'exécution (appelées aussi directives, instructions, recommandations, manuels, aides pratiques) paraissent dans la collection « L'environnement pratique ».

Ces aides à l'exécution garantissent l'égalité devant la loi ainsi que la sécurité du droit, tout en favorisant la recherche de solutions adaptées aux cas particuliers. Si l'autorité en tient compte, elle peut partir du principe que ses décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions ne sont pas exclues; selon la jurisprudence, il faut cependant prouver leur conformité avec le droit en vigueur.

Editeur

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)

L'OFEFP est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC)

Photo en couverture

© KEBAG Kehrlichtbeseitigungs-AG, Zuchwil

Commande

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Documentation

CH-3003 Berne

Fax + 41 (0)31 324 02 16

E-mail: docu@buwal.admin.ch

Internet: www.buwalshop.ch

Numéro de commande

MGS-43-F

© OFEFP 2004

Table des matières

Abstracts	5
Avant-propos	7
1 Introduction	9
2 Commentaires généraux	10
2.1 Valeurs limites et valeurs indicatives	10
2.2 Valeurs indicatives pour les eaux usées des UIOM	11
3 Situation des eaux usées et état de la technique	12
3.1 Description de la situation des eaux usées	12
3.2 Etat de la technique du traitement des eaux usées dans les UIOM	14
4 Appréciation et analyse des eaux usées	15
4.1 Généralités sur l'analyse	16
4.2 Prélèvement et conservation des échantillons	16
4.3 Préparation des échantillons	17
4.4 Déterminations analytiques	18
4.5 Enoncé des résultats	19
5 Recommandations	21
5.1 Analyse et appréciation des eaux usées des UIOM	21
5.2 Exigences fixées pour les installations de prétraitement existantes	23
5.3 Exigences fixées pour les nouvelles installations de prétraitement	24
5.4 Exigences fixées pour les installations d'incinération des déchets spéciaux	24
 Annexes	
Annexe I	Concept d'appréciation des installations de prétraitement existantes des UIOM
Annexe II	Membres du groupe de travail

Abstracts

The present communication provides information about revisions of 22 October 2003 to the Water Pollution Ordinance (WPO), which come into force on 01.01.2004. This document is concerned with establishing requirements according to the best available techniques (BAT) for discharges of wastewater from municipal waste incineration plants. The increased flexibility in the form of standard values, which were fixed as requirements in relation to specific industrial sectors for wastewater from municipal waste incineration plants, is justified and explained. To assist in implementation, recommendations are given on the investigation and assessment of wastewater from municipal waste incinerators.

Keywords: wastewater from municipal waste incinerators, best available techniques (BAT), standard values, revision of the WPO, assistance in implementation

Die vorliegenden Mitteilungen informieren über die Änderung der GschV vom 22. Oktober 2003, die am 01.01.2004 in Kraft tritt. Dabei geht es um die Festlegung der Anforderungen nach dem Stand der Technik für die Einleitung von Abwässern aus Kehrichtverbrennungsanlagen. Die Flexibilisierung durch Richtwerte, die neu als branchenspezifische Anforderungen für Abwässer aus Kehrichtverbrennungsanlagen festgelegt wurden, wird begründet und erläutert. Für den Vollzug werden Empfehlungen für die Untersuchung und Beurteilung der Abwässer aus Kehrichtverbrennungsanlagen abgegeben.

Stichworte: Abwässer aus Kehrichtverbrennungsanlagen, Stand der Technik, Richtwerte, Änderung der GschV, Vollzugshilfe

La présente publication traite de la modification du 22 octobre 2003 de l'OEaux, qui entrera en vigueur le 1^{er} janvier 2004. Il s'agit de nouvelles exigences, conformes aux techniques les plus récentes et s'appliquant au déversement des eaux usées des usines d'incinération des ordures ménagères. Les valeurs indicatives fixées qui servent de nouveaux critères pour ce secteur spécifique garantissent davantage de flexibilité. La présente publication justifie et explique cette flexibilité et propose des recommandations pour l'analyse et l'appréciation des eaux usées des usines d'incinération des ordures ménagères, afin de faciliter l'exécution.

Mots-clés: eaux usées des usines d'incinération des ordures ménagères, état de la technique, valeurs indicatives, modification de l'OEaux, aide à l'exécution

La presente pubblicazione informa sulla modifica del 22 ottobre 2003 dell'OPAc, che entrerà in vigore il 1° gennaio 2004. Essa tratta le procedure per stabilire i requisiti conformi allo stato attuale della tecnica relativa all'immissione delle acque di scarico degli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani. Inoltre motiva e illustra la flessibilizzazione mediante valori indicativi, stabiliti ex novo quali requisiti specifici per le acque di scarico degli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani. Infine, lo studio propone delle raccomandazioni sull'esecuzione, concernenti l'analisi e la valutazione delle acque di scarico degli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani.

Parole chiave: acque di scarico degli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani, stato attuale della tecnica, valori indicativi, modifica dell'OPAc, aiuto all'esecuzione

Avant-propos

L'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux) fixait des exigences applicables au déversement des eaux usées des usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM). En raison des délais, il n'avait toutefois pas été possible d'examiner tous les détails techniques liés au renforcement des valeurs limites, nettement inférieures à celles qui avaient été en vigueur jusqu'alors. Il en a résulté des problèmes dans la pratique. L'Association suisse des chefs d'exploitation et exploitants de traitement des déchets (ASED) a alors signalé que même les UIOM équipées d'installations modernes de traitement des eaux usées n'étaient pas en mesure de respecter les valeurs limites. C'est pourquoi, début 1999, l'OFEFP a institué un groupe de travail réunissant des représentants de l'ASED et des services cantonaux de la protection des eaux, pour examiner les difficultés liées à l'application des prescriptions, évaluer l'état de la technique du traitement des eaux usées dans les UIOM et élaborer des recommandations.

Il est ensuite apparu que le régime des eaux usées était différent dans chaque UIOM. C'est pourquoi les conditions régissant l'écoulement des eaux usées doivent pouvoir être fixées au cas par cas, afin de tenir compte du type, des quantités et du régime des eaux usées de chaque UIOM. Pour assurer cette flexibilité, l'ordonnance contient désormais des valeurs indicatives qui serviront de base aux autorités pour fixer les exigences s'appliquant à chaque UIOM. La présente aide à l'exécution a été élaborée par l'OFEFP sous la forme de recommandations et d'explications visant à faciliter l'application de ces dispositions.

Office fédéral de l'environnement, des forêts
et du paysage
Division Protection des eaux et pêche

Peter Michel

1 Introduction

Dans l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux), l'annexe 3.2, chiffre 36, numéro 2 énumère les exigences particulières fixées pour les eaux usées des usines d'incinération des ordures ménagères. Ces exigences sont nettement plus basses que les valeurs limites prescrites par l'ordonnance sur le déversement des eaux usées, en vigueur jusqu'à la fin 1998. Les nouvelles valeurs limites ne visent pas un renforcement général des exigences fixées pour les eaux usées des UIOM, mais le respect de valeurs qui peuvent être atteintes lors de leur traitement par les procédés éprouvés de la technique actuelle. Il n'a notamment pas été envisagé, pour se conformer aux nouvelles exigences, de devoir ajouter aux installations existantes de traitement des eaux usées fonctionnant bien des étapes supplémentaires comme les échangeurs d'ions sélectifs.

En raison des basses valeurs limites de concentration, les exploitants d'UIOM ont été confrontés à des difficultés considérables, car les nouvelles exigences ne peuvent pas être respectées ou seulement en partie. Après que des études détaillées eurent montré qu'il n'était pas approprié de fixer pour les métaux des valeurs limites identiques dans toutes les installations, l'ordonnance sur la protection des eaux a été modifiée. La modification, adoptée par l'arrêté du Conseil fédéral du 22 octobre 2003, entrera en vigueur le 1^{er} janvier 2004:

Les valeurs pour l'antimoine et l'arsenic de l'annexe 3.2, chiffre 36, numéro 2, usines d'incinération des ordures ménagères, sont supprimées.

Les autres valeurs de l'annexe 3.2, chiffre 36, numéro 2, usines d'incinération des ordures ménagères, sont considérées comme des valeurs indicatives permettant à l'autorité de fixer les exigences relatives au déversement en fonction des conditions particulières.

Cette réglementation permet aux autorités responsables de l'application des prescriptions de fixer au cas par cas, pour chaque installation, les conditions de déversement en tenant compte de la situation spécifique des eaux usées. Les présents commentaires et recommandations ont été élaborés comme aide à l'exécution en collaboration avec des représentants des services cantonaux de la protection des eaux et de l'Association suisse des chefs d'exploitation et exploitants d'installations de traitement des déchets (ASED).

La présente publication représente une aide à l'exécution pour l'autorité de surveillance, au même titre que les instructions, directives et autres recommandations. Les aides à l'exécution concrétisent des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances et permettent ainsi une application uniforme de la législation. Elles garantissent dans une grande mesure l'égalité devant la loi ainsi que la sécurité du droit, tout en favorisant la recherche de solutions adaptées aux cas particuliers. Si l'autorité d'exécution en tient compte, elle peut partir du principe que ses décisions seront conformes au droit fédéral. Si, au contraire, elle s'en écarte, elle doit prouver que la solution préconisée est en conformité avec le droit en vigueur.

2 Commentaires généraux

2.1 Valeurs limites et valeurs indicatives

Les exigences particulières pour des substances déterminées provenant de branches industrielles données (valeurs limites de concentration, valeurs spécifiques de production, exigences en pour-cent) fixées dans l'annexe 3.2, chiffre 3, sont des valeurs limites qui peuvent être respectées en l'état actuel de la technique au moyen de mesures, et donc mises en œuvre par les autorités. Comme il s'agit de procédés de production définis, ces exigences sont habituellement fixées directement dans les autorisations de déversement. Les autorités ne peuvent pas réduire les valeurs limites du chiffre 3 – contrairement aux exigences générales du chiffre 2 –, si cela n'est pas expressément prévu pour les diverses branches.

Pour pouvoir tenir compte des conditions particulières des diverses branches ou situations des eaux usées, le chiffre 3 contient, en plus des valeurs limites, des valeurs indicatives. Contrairement aux valeurs limites, les valeurs indicatives ne donnent qu'un ordre de grandeur numérique pour fixer une exigence concrète. En tant qu'objectifs à atteindre, elles indiquent, par exemple, quelle fourchette de concentration le traitement des eaux usées doit viser et peut aussi atteindre sous certaines conditions. Il revient aux autorités d'apprécier les conditions de chaque cas particulier et de décider quelles exigences concrètes fixer dans l'autorisation de déversement. Dans le cas des eaux usées des UIOM, il est parfois nécessaire et fondé de fixer, pour certaines installations existantes, des exigences qui admettent, pour un ou plusieurs métaux, des dépassements de plusieurs fois les valeurs indicatives (cf. chapitre 5).

Lors de l'application des valeurs indicatives dans les exigences concrètes de l'autorisation de déversement, les principes de l'annexe 3.2, chiffre 1 s'appliquent. Ils demandent de prendre, lors du traitement des eaux usées, les mesures qui s'imposent selon l'état de la technique pour éviter de polluer les eaux. Il faut en particulier veiller à générer aussi peu d'eaux polluées et à évacuer aussi peu de substances pouvant polluer les eaux que cela est possible sur le plan de la technique et de l'exploitation tout en restant économiquement supportable.

Les prescriptions de l'OEaux relatives au déversement des métaux visent en premier lieu à diminuer la quantité de substances évacuées. En plus de sa concentration, la quantité de la fraction métallique à évacuer est donc décisive pour l'appréciation.

2.2 Valeurs indicatives pour les eaux usées des UIOM

Les valeurs de concentration données par l'ordonnance sur la protection des eaux comme grandeurs indicatives pour les eaux usées des UIOM découlent de l'expérience qui a montré qu'il est possible sous certaines conditions d'éliminer très efficacement les métaux des eaux usées, par floculation, précipitation et séparation mécanique des déchets solides. On peut atteindre des valeurs parfois nettement inférieures aux « Exigences générales » fixées à l'annexe 3.2, chiffre 2.

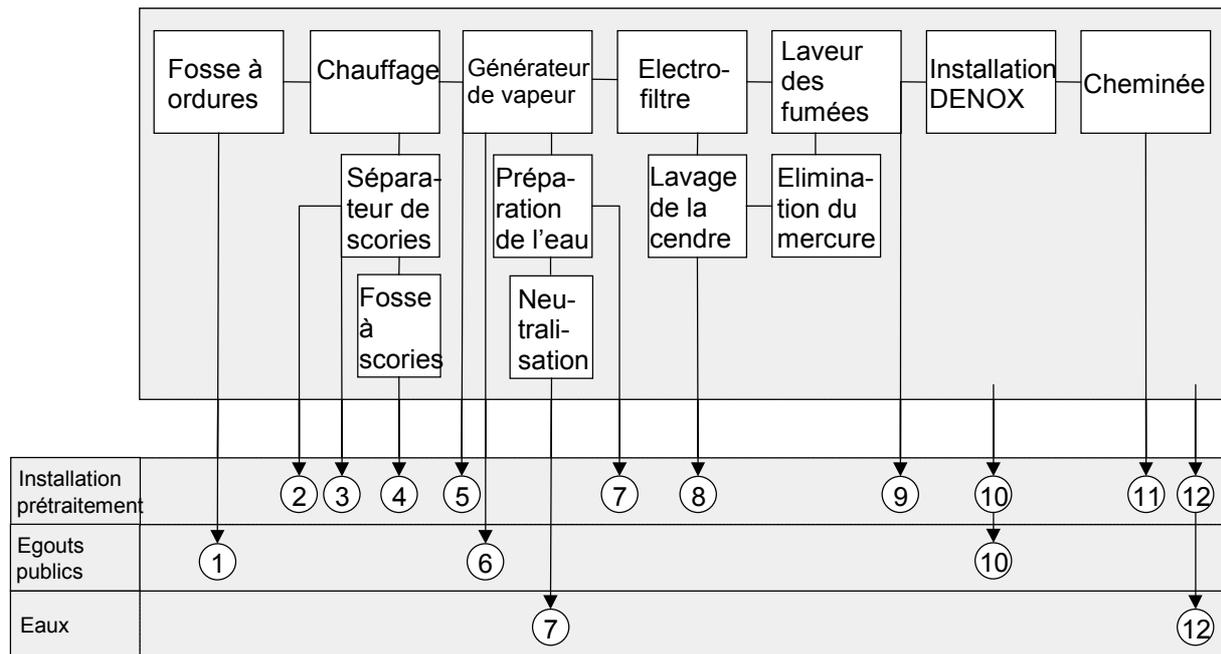
Dans le cas des valeurs/grandeurs indicatives fixées pour les eaux usées des UIOM, il s'agit des mêmes valeurs numériques que celles imposées comme valeurs limites lors de la promulgation de l'ordonnance de 1998. On vise ainsi à adapter les exigences générales strictes à chaque cas particulier d'eaux usées évacuées.

Chaque UIOM représente un cas particulier d'eaux usées. Les études ont notamment montré qu'en appliquant les mêmes procédés ou étapes techniques lors du traitement des eaux usées, on n'obtient pas les mêmes concentrations métalliques finales dans les eaux usées traitées. Lors de l'exécution, ce fait n'est devenu évident qu'après que les diverses valeurs de concentration ont été abaissées, parfois d'un facteur 10, dans la nouvelle ordonnance sur la protection des eaux.

3 Situation des eaux usées et état de la technique

3.1 Description de la situation des eaux usées

Chaque UIOM présente un régime des eaux usées adapté à ses conditions d'exploitation. Selon l'exploitation, une tonne d'ordures produit entre 0,2 et 1,5 m³ d'eaux usées, soit un écart d'un facteur 6. Dans les UIOM, on distingue les types d'eaux usées suivants:



Il existe trois variantes d'exploitation ou d'insertion d'une installation DENOX:

- A) installation DENOX non catalytique entre le chauffage et le générateur de vapeur (SNCR)
- B) installation DENOX catalytique entre l'électrofiltre et le laveur des fumées (SCR high dust)
- C) installation DENOX catalytique entre le laveur des fumées et la cheminée (SCR low dust)

Dans les cas A) et B) où l'installation DENOX est située avant le laveur des fumées, l'eau de lavage contient aussi de l'ammonium/ammoniac dont la plus grande partie peut, le cas échéant, être éliminée des eaux usées pendant leur prétraitement, au moyen d'un stripper, et retourner dans l'installation DENOX.

- (1) Evacuation des eaux de la fosse à ordures
La pollution par les métaux lourds est en général faible, mais les eaux usées sont polluées sur le plan organique. On renonce le plus souvent à une évacuation des eaux de la fosse à ordures, puisque les ordures sont suffisamment absorbantes.
- (2)/(3)/(4) Eaux usées du refroidissement des scories / du lavage des scories / de la fosse à scories
Les eaux usées sont basiques et contiennent des métaux lourds, en particulier dans la partie fine des déchets solides.

- (5) Eau de lavage du générateur
Le nettoyage à l'eau du générateur produit des eaux usées polluées par des métaux lourds, qui doivent être prétraitées.
- (6) Eau de purge du générateur
Les eaux usées contiennent dans certains cas des inhibiteurs de corrosion, des sels et des particules de rouille.
- (7) Eaux usées du traitement des eaux (régénération de l'échangeur d'ions)
Les eaux usées contiennent de l'acide chlorhydrique, de la soude caustique ou du sel de cuisine.
- (8) Eaux usées du lavage de la cendre volante/de l'électrofiltre
L'eau de lavage de la cendre est acide ou neutre à légèrement basique. Les eaux usées contiennent des sels et des métaux lourds. Le plus souvent, dans les eaux de lavage acides, le mercure est au préalable éliminé sélectivement des eaux usées de lavage acides utilisées pour le lavage de la cendre.
- (9) Eaux usées du lavage des fumées
Lors du lavage des fumées, il existe le plus souvent deux cycles: a) cycle acide et b) cycle neutre à alcalin. Les eaux usées contiennent des acides, des sels, surtout des chlorures, des sulfates et des fluorures de Ca et de Na, et des métaux lourds dissous. Si l'installation DENOX se trouve avant le laveur des fumées, les eaux usées contiennent aussi des sels d'ammonium.
- (10) Eaux usées de nettoyage (y c. séparateur de produits de condensation)
Les eaux usées de nettoyage présentent des pollutions variées selon le point de l'exploitation. Les eaux usées des séparateurs de produits de condensation contiennent des inhibiteurs de corrosion.
- (11) Evacuation des eaux du pied de la cheminée
Les eaux usées contiennent des traces d'acides, de métaux lourds et parfois d'ammonium.
- (12) Eaux usées de l'infrastructure (p. ex. places de transbordement)
Les eaux usées sont normalement peu polluées; un risque existe en cas d'avarie.

Certaines eaux usées sont produites en permanence et d'autres de façon discontinue. Le schéma des eaux usées indique le trajet des flux d'eaux usées, en particulier de ceux qui passent par l'installation de prétraitement. Dans certains cas, il peut exister des divergences par rapport à ce schéma, car certains flux peu pollués peuvent ne pas passer par l'installation de prétraitement, mais être directement déversés dans les égouts publics avec les eaux usées domestiques.

L'objectif premier du prétraitement des eaux usées est d'éliminer des métaux comme le plomb, le cadmium, le cuivre, le chrome, le nickel, le zinc et le mercure. Il existe des procédés qui visent une élimination commune aussi complète que possible de ces substances. Ces procédés précipitent la plus grande partie des métaux si bien qu'on peut les séparer en tant que déchets solides au moyen d'une sédimentation ou d'une filtration.

L'élimination maximale des métaux n'est possible qu'avec des valeurs pH bien déterminées. Comme la précipitation des substances se fait globalement et que la valeur pH ne peut pas être optimisée pour chaque métal séparément, il faut fixer une valeur pH qui permette une précipitation optimale, mais non maximale, de l'ensemble des métaux. Pour améliorer la capacité d'élimination, les métaux sont précipités par des composés soufrés inorganiques ou organiques. Le résultat du traitement des eaux usées dépend à la fois de la composition des eaux usées initiales et du type de traitement. Selon le type de traitement, la neutralisation et la précipitation s'effectuent au moyen de soude caustique ou de lait de chaux. Comme agents de floculation, on ajoute des auxiliaires organiques et du chlorure de fer.

Le procédé appliqué permet un taux d'élimination des métaux très élevé pouvant dépasser 99 %. Il en résulte de faibles concentrations métalliques dans les eaux usées à évacuer. Le respect des valeurs indicatives de l'OEaux n'est cependant pas toujours possible.

3.2 Etat de la technique du traitement des eaux usées dans les UIOM

Dans la perspective des prescriptions de l'OEaux, l'état de la technique du traitement des eaux usées dans les UIOM peut être résumé ainsi:

- Installations de dimensions suffisantes et fonctionnant bien pour la neutralisation des eaux usées ainsi que pour la précipitation / floculation commune des métaux et la séparation des déchets solides, ou autres procédés d'efficacité comparable.
- Si nécessaire, adjonction de composés soufrés organiques ou inorganiques pour précipiter les métaux.
- D'autres étapes de traitement, comme des échangeurs d'ions sélectifs, des filtres placés en aval, un traitement oxydant (oxydation au sulfite) ou un stripage à l'ammoniac, font partie des techniques actuelles dans certaines conditions particulières (p. ex. lors du déversement des eaux usées dans de petits cours d'eau sensibles).

Il s'est avéré que

- Pour le **plomb, le cadmium, le chrome, le cuivre et le nickel**, presque aucun dépassement des valeurs indicatives n'a été constaté, mais dans certains cas des dépassements d'un ordre de grandeur sont possibles.
- Le **zinc** présente les dépassements les plus fréquents et les plus élevés de la valeur indicative, qui peut être dépassée souvent ou en permanence même dans des installations bien gérées.
- Pour le **mercure**, des dépassements de la valeur indicative peuvent être constatés même dans des installations bien gérées.

4 Appréciation et analyse des eaux usées

Remarque préliminaire

Par rapport aux eaux usées industrielles et artisanales, les eaux usées épurées des UIOM sont caractérisées par une teneur très élevée en sel (jusqu'à 50 grammes de chlorure par litre et même plus dans certains cas), ce qui fait du matériel d'analyse un concentré du point de vue analytique. Par ailleurs, les méthodes de traitement des eaux usées appliquées permettent d'atteindre des concentrations métalliques nettement inférieures aux exigences générales de l'annexe 3.2, chiffre 2, de l'OEaux.

Dans ces conditions, l'analyse des métaux lourds doit satisfaire à des exigences particulièrement élevées.

Si l'on ne tient pas compte correctement des exigences particulières, il peut en résulter des erreurs qui risquent finalement d'être interprétées, en défaveur des exploitants des UIOM, comme un dépassement des valeurs limites prescrites pour le déversement.

De vastes études ont montré que les eaux usées épurées de nombreuses UIOM sont souvent mises en cause depuis l'entrée en vigueur des nouvelles prescriptions, car des concentrations métalliques trop élevées sont mesurées en raison d'inexactitudes ou d'erreurs de mesure et de contaminations des échantillons.

Objectifs

- Lors de l'analyse et de l'appréciation des eaux usées évacuées, il faut pouvoir garantir que les stations d'épuration des eaux usées utilisant les dernières techniques, fonctionnant bien et exploitées par du personnel spécialisé ne seront pas mises en cause par erreur parce que le prélèvement et l'analyse des échantillons ne respectent pas les exigences.
- Les résultats d'analyses lors de mesures des métaux dans les eaux usées des UIOM contenant de très faibles concentrations de sel (de l'ordre de grandeur des valeurs de l'ordonnance) doivent impérativement être accompagnés d'indications sur l'incertitude des mesures.

L'OFEFP a chargé un expert de recenser et de présenter les problèmes survenant dans le cadre de l'analyse et de l'appréciation des eaux usées des UIOM et d'indiquer les exigences nécessaires du point de vue analytique. Les instructions et exigences contenues dans cette expertise¹ et relatives à la procédure correcte de prélèvement d'échantillons, d'analyse et d'appréciation des eaux usées des UIOM sont résumées ci-dessous. Les recommandations s'adressent tant aux laboratoires chargés des analyses qu'aux exploitants d'UIOM et aux autorités de contrôle.

¹ Probenahme und Untersuchung von Abwässern aus KVA, Anforderungen und Bedingungen aus analytischer Sicht, Peter Link AG, Institut für Umweltschutz, décembre 2001.
Le rapport peut être commandé à la division Protection des eaux et pêche de l'OFEFP.

4.1 Généralités sur l'analyse

L'analyse des eaux usées épurées des UIOM comprend différentes étapes de travail. Pour pouvoir apprécier correctement une installation de prétraitement, il est de la plus haute importance d'exclure autant que possible toutes les influences pouvant fausser les résultats des analyses. Les concentrations métalliques qui doivent être mesurées sont très faibles et leur analyse impose donc des exigences élevées depuis le prélèvement des échantillons jusqu'à la mesure.

4.2 Prélèvement et conservation des échantillons

Influences de la contamination lors du prélèvement des échantillons

La propreté des récipients collecteurs, des puisettes, des flacons de transport, etc. s'impose pour tout prélèvement d'échantillons, mais revêt une importance toute particulière pour les eaux usées des UIOM. Voici un exemple pour le zinc, qui est présent partout:

Dans l'UIOM X, un prélèvement proportionnel au temps se déroule sur 24 h. Les tuyaux flexibles de la pompe de prélèvement et le récipient collecteur sont dépourvus de zinc. Le flacon de transport utilisé est neuf. A la fin du prélèvement, le matériel – 15 litres d'eaux usées – est remué avec une louche dans le récipient collecteur – un tonneau plastique de 30 litres –, l'échantillon prélevé est transféré à l'aide d'un entonnoir de verre dans un flacon de transport de 1 litre et on ajoute de l'acide nitrique avec une pipette pour la conservation. Des conditions apparemment idéales.

Mais la louche, non nettoyée au préalable, a révélé une teneur en zinc moyenne de $1,8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, soit 2 mg Zn pour une surface totale de 11 dm^2 . 80 % contaminent l'échantillon dans le récipient collecteur (en tout 1,6 mg Zn, soit, pour un échantillon de 15 l, 0,11 mg Zn/l).

L'entonnoir de verre n'avait pas non plus été nettoyé au préalable. Lors du transvasement, 0,06 mg Zn ont passé dans le flacon de transport de 1 l (0,06 mg Zn/l).

L'acide de conservation utilisé, de première qualité, était exempt de zinc, mais pas la pipette de verre. En même temps que l'acide de conservation, 0,04 mg Zn ont passé dans le flacon de transport (0,04 mg Zn/l).

Une analyse de laboratoire irréprochable sur tous les plans donne un résultat de 0,24 mg Zn/l pour une erreur d'analyse de $\pm 10 \%$. Même en tenant compte d'une erreur possible de $+ 10 \%$, on doit donc constater un dépassement de la valeur indicative (0,10 mg Zn/l) de $> 100 \%$.

En fait, la valeur de cet échantillon était de 0,03 mg Zn/l, 0,21 mg Zn/l provenant de contaminations.

Les erreurs de prélèvement d'échantillons seraient pratiquement sans importance pour les exigences normales de l'OEaux (2 mg Zn/l), mais pas pour les eaux usées des UIOM. Toutes les erreurs décrites auraient pu être évitées.

Prélèvement et conservation des échantillons

Toutes les instances responsables qui prélèvent des échantillons d'eaux usées doivent être rendues attentives à la nécessité absolue de s'assurer de la propreté des tuyaux de raccordement, des récipients de collecte et de tous les ustensiles utilisés. Pour éviter le plus possible les contaminations, des instructions de travail écrites sont indispensables. Chaque étape de travail doit être décrite.

Si le prélèvement n'a lieu qu'occasionnellement, les environs du lieu de prélèvement (exutoire de l'installation de traitement des eaux usées) doivent être nettoyés au préalable.

Il faut exclure un personnel auxiliaire insuffisamment formé, même s'il peut parfaitement convenir au prélèvement d'échantillons dans le cadre d'autres tâches de contrôle.

Les ustensiles doivent être réduits au minimum indispensable. Chaque ustensile inutile est une source potentielle de contamination. Il est recommandé de renoncer complètement aux louches et aux entonnoirs.

Seuls des flacons de transport neufs en verre ou en PE peuvent être utilisés. Ils doivent être rincés au préalable au moins une fois avec le matériel d'échantillonnage.

Pour la conservation des échantillons, il faut utiliser de l'acide nitrique à 65 % suprapur (2 ml/l d'échantillon).

4.3 Préparation des échantillons

Il existe un danger de contamination lors de la dissolution de tout échantillon. D'après les connaissances actuelles, une dissolution n'est habituellement pas nécessaire si le matériel d'échantillonnage rendu fortement acide ne présente pas de matériel particulaire après ébullition et refroidissement.

Si une dissolution est nécessaire, il faut s'attendre à des effets mémoire lors de dissolutions au micro-onde avec des liners en téflon. Il peut en résulter des valeurs supérieures, comme le montre l'exemple suivant:

La teneur réelle des eaux usées en nickel est de 0,07 mg/l; la valeur indicative de 0,1 mg/l n'est donc pas atteinte. Mais on ne le sait pas avant d'effectuer l'analyse.

Un échantillon de 10 ml subit une dissolution au micro-onde dans un liner en téflon dûment nettoyé. La solution de dissolution est transférée dans un flacon de mesure spécialement nettoyé de 50 ml et ajustée à la marque avec de l'eau désionisée (facteur de dilution = 5).

L'acide nitrique utilisé pour la dissolution est exempt de Ni.

La mesure donne une concentration de nickel de $34 \mu\text{g} \pm 3 \mu\text{g/l}$ dans la solution de mesure; en tenant compte de la dilution préalable, le résultat est de 0,17 mg/l.

En fait, le liner en téflon a libéré 14 nanogrammes Ni/cm². Pour une surface de liner de 70 cm², cela fait 0,98 µg Ni en tout, que l'on retrouve dans la solution de mesure (0,98 µg Ni dans 50 ml, soit 19,6 µg Ni/l). Le résultat doit être multiplié par un facteur 5; la contamination issue du liner contribue donc pour 98 µg Ni/l au résultat global de 170 µg Ni/l.

La vraie valeur (inconnue, dans notre exemple 70 µg/l) est donc dépassée d'environ + 140 % à cause de la contamination par le liner.

Dans l'exploitation de routine, le résultat obtenu (0,17 mg Ni/l) figurera dans le rapport d'analyse. La valeur indicative de 0,1 mg Ni/l de l'OEaux est donc nettement dépassée. Le travail effectué par l'analyste dépasse déjà largement celui consacré à un échantillon normal d'eaux usées: il a travaillé avec un liner en téflon en apparence parfaitement nettoyé, un acide de dissolution de la meilleure qualité commerciale, un entonnoir de verre et un flacon de mesure de 50 ml spécialement nettoyés, dans un laboratoire d'une propreté quasi clinique et avec un procédé de mesure offrant pour le Ni une limite de définition de 4 µg/l (rapportée à la solution de mesure). Le résultat est tout de même faux.

4.4 Déterminations analytiques

En raison de la forte teneur en sel des eaux usées des UIOM, les analyses de métaux ne peuvent se faire que sur des échantillons dilués, car des interférences surviennent dans les échantillons qui ne le sont pas. Mais la dilution des échantillons présente l'inconvénient que la sensibilité de certains procédés de mesure ne suffit plus. Les quantifications au voisinage des seuils d'identification ne sont pas acceptables.

La dilution d'échantillons présente un autre inconvénient dont il faut tenir compte:

L'eau désionisée et tous les ustensiles – pipettes, flacons de mesure – utilisés pour les dilutions doivent être complètement exempts de métaux lourds. Les ustensiles ne doivent avoir aucune bande de fixation. Des contaminations même insignifiantes se répercutent lors de la multiplication nécessaire des données d'analyse brutes.

Il faut faire spécialement attention à la teneur en zinc de l'eau de dilution. L'eau désionisée de la meilleure qualité de laboratoire n'est pas vraiment dépourvue de zinc, ni dans son état original, ni après une distillation répétée dans un appareillage en verre. On sait que l'impossibilité de facto de produire une eau complètement exempte de zinc fait que les possibilités techniques des méthodes de mesure les plus sensibles (spectrophotométrie d'absorption atomique en four graphite) ne peuvent de loin pas être complètement utilisées.

4.5 Enoncé des résultats

Lorsque quelqu'un demande une analyse des eaux usées, il s'attend habituellement à ce que le laboratoire d'analyse, p. ex. un laboratoire privé, lui fournisse un résultat clair. Le laboratoire impliqué donne habituellement comme résultat un chiffre, sans indications sur l'exactitude de ce chiffre. Pour le commanditaire, p. ex. l'exploitant de l'UIOM ou un service de l'Etat, l'indication de l'exactitude revêt cependant une importance essentielle lorsqu'il s'agit d'apprécier le dépassement éventuel d'une valeur de concentration prescrite.

Les mesures ne fournissent pas de valeurs exactes, mais des valeurs frappées d'une incertitude qui ne peut pas être quantifiée, ou seulement avec des moyens importants.

Dans le domaine technique, p. ex. lors du traitement des métaux ou des contrôles de vitesse des véhicules, les mesures s'accompagnent d'une marge de tolérance, puisque la vraie valeur ne peut jamais être mesurée exactement. En cas de dépassement d'une vitesse prescrite, l'usager de la route peut escompter que l'erreur de mesure ne lui soit pas imputée. Selon les principes de la technique de mesure, l'énoncé d'un résultat devrait impérativement s'accompagner d'une indication d'erreur.

La question de la différence par rapport à la vraie valeur est importante dans les analyses chimiques des eaux usées, en particulier lors de l'analyse de concentrations métalliques très faibles.

Si l'analyse d'un échantillon d'eaux usées doit vérifier le respect de la concentration en zinc de 2 mg/l, une inexactitude de l'ordre de 0,2 mg/l lors de l'analyse n'est pas essentielle. La différence par rapport à la valeur exigée est de 10 %. Mais s'il faut déterminer, comme dans le cas des eaux usées des UIOM, une concentration de 0,1 mg Zn/l, une inexactitude de 0,2 mg Zn/l représente une différence de 200 %.

Du prélèvement d'un échantillon d'eaux usées jusqu'à l'exécution de la dernière étape de la mesure analytique, de nombreux processus complexes à plusieurs étapes ont lieu. En plus d'effets éventuels pendant l'analyse, chaque étape partielle peut influencer le résultat de façon décisive. Chaque résultat d'analyse présente donc une **incertitude de mesure** qui peut être considérable.

L'exemple suivant montre quelles indications doivent impérativement faire partie d'un résultat de mesure sur le plan de la tolérance:

La teneur effective en zinc des eaux usées est de 0,10 mg/l. La valeur indicative de 0,1 mg/l est donc juste atteinte, mais la vraie valeur n'est pas connue.

L'analyste a la chance d'effectuer lui-même le prélèvement des échantillons. Malgré un prélèvement soigneux, on évalue l'erreur de prélèvement possible entre 0 et + 20 % pour de très faibles valeurs escomptées de l'ordre de 0,03 – 0,2 mg Zn/l.

On estime entre + 5 et + 30 % les erreurs dues à des contaminations inévitables lors de la préparation des échantillons en laboratoire (avant la mesure) (on tient de nouveau compte des très faibles valeurs escomptées). Comme l'échantillon est traité sans retard après le prélèvement, les erreurs négatives sont exclues.

5 Recommandations

5.1 Analyse et appréciation des eaux usées des UIOM

Généralités

L'analyse des eaux usées épurées des UIOM impose des exigences particulièrement élevées et occasionne en conséquence des coûts importants. Il est donc recommandé du point de vue de la pesée coûts/bénéfices d'optimiser la réalisation des mesures analytiques, tant du côté des exploitants d'UIOM que de celui des services de contrôle. Le temps et le coût de la surveillance peuvent être réduits de manière ciblée, surtout pour les UIOM aux dernières normes de la technique et exploitées par du personnel spécialisé. A la place de nombreuses analyses ponctuelles ou de contrôle, il est préférable d'effectuer des analyses ciblées (p. ex. surveillance des paramètres directs) qui donnent des indications suffisantes sur l'exploitation des installations. Il s'agit en premier lieu de garantir par un monitoring approprié l'exploitation convenue et jugée bonne, de relever les fluctuations normales dans la pratique avec une marge d'interprétation raisonnable et de reconnaître les anomalies effectives de fonctionnement ou d'exploitation de l'installation. L'objectif est d'atteindre un minimum/optimum pour les deux parties, autorité et exploitant, sur la base d'une analyse axée sur la finalité et sur l'installation.

Pour l'appréciation des eaux usées épurées, il ne convient pas d'analyser des échantillons prélevés au hasard, mais des échantillons prélevés sur plusieurs heures, de préférence 12 ou 24. Pour apprécier les exigences fixées par l'autorité, il faut considérer la moyenne journalière.

Exploitation par du personnel spécialisé

Pour que les exigences imposées aux eaux usées à évacuer soient respectées, l'installation de prétraitement des eaux usées doit être exploitée en tout temps par du personnel spécialisé (Oeaux, art. 13). L'installation doit être maintenue en permanence en état de fonctionner. Les écarts par rapport à l'exploitation normale doivent être constatés, leurs causes déterminées et la situation rétablie dans les meilleurs délais. Dans la pratique, cela implique que l'installation soit surveillée en permanence. L'exigence de concentrations très faibles impose notamment que les eaux usées épurées ne contiennent que très peu de matières en suspension ou de turbidité. L'expérience montre que la transparence des eaux usées traitées est ainsi un paramètre de contrôle approprié. La valeur pH constitue un autre paramètre de contrôle. Les écarts par rapport à la valeur pH théorique doivent être fortement limités et signalés par une alarme. De même, les anomalies lors du dosage des moyens de précipitation et de floculation doivent être relevées par des dispositifs appropriés.

Analyse des métaux

Comme l'analyse chimique des métaux dans les eaux usées des UIOM demande beaucoup de temps et d'argent, il est recommandé de commencer par relever le mieux possible, dans l'esprit d'un inventaire, l'état en exploitation normale. L'investissement analytique peut être réduit par étapes si les fluctuations de concentration en exploitation normale sont connues. Il est recommandé d'examiner si, à la place d'analyses complètes, il est possible de tirer de l'analyse d'un métal indicateur (zinc ou cadmium) des conclusions sur la capacité d'épuration de l'installation.

Si l'exploitation normale de l'installation des eaux usées peut être maintenue sur une longue période, c.-à-d. sur plusieurs mois, les analyses chimiques annuelles de tous les métaux peuvent être réduites en conséquence dans les eaux usées évacuées (échantillon de prélèvement journalier en continu) en accord avec les autorités.

Analyse des substances organiques

Les expériences ont montré jusqu'ici qu'une incinération plus poussée des ordures a tendance à donner peu ou pas de composés organiques dans les eaux usées. La charge organique peut et doit donc être évitée par la mise en place et le pilotage du processus de combustion. De plus, les substances organiques éventuellement encore présentes dans les eaux usées sont largement adsorbées par les déchets solides lors de leur épuration, habituellement réalisée par floculation et précipitation.

Le contrôle d'une installation au moyen d'échantillons a donné les résultats suivants:

- Les valeurs du COD (carbone organique dissous) étaient de 7 mg/l. Dans les COVC (composés organiques volatils chlorés), on a trouvé 15 µg Cl/l.
- Parmi un ensemble de 62 composés organiques halogénés, toutes les valeurs étaient inférieures à la limite fixée (0,05 µg/l), à l'exception du chloroforme (< 0,5 µg/l), du bromodichlorométhane, du dibromochlorométhane, du bromoforme (tous < 0,2 µg/l) et de la somme C5-C10 (< 10 µg/l).
- Parmi 16 phénols et nitrobenzènes, toutes les valeurs étaient inférieures à la limite fixée (0,1 µg/l), à l'exception de l'o-crésol (environ 1 µg/l), du m+p-crésol (environ 2 - 3 µg/l) et du 2,4,6 trichlorophénol (environ 2 µg/l).
- Parmi 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), toutes les valeurs étaient inférieures à la limite fixée (0,020 µg/l), à l'exception du phénanthrène (environ 0,02 - 0,03 µg/l).
- Parmi les 6 biphényles polychlorés (PCB) mesurés, toutes les valeurs étaient inférieures à la limite fixée (0,002 µg/l). La somme totale maximale était < 0,052 µg/l.

Le contrôle des dibenzofurannes et des dibenzodioxines polychlorés a donné les résultats suivants:

- Aucune teneur n'a été démontrée. Pour trois échantillons mixtes formés de quatre échantillons de prélèvement journaliers en continu répartis sur une année, toutes les valeurs d'analyse des différents isomères étaient inférieures au seuil d'identification (selon l'isomère, dans une fourchette comprise entre 0,02 et 1,2 ng/kg avec GC/MS et entre 0,2 et 12,4 pg/l avec HRGC/HRMS). On peut donc admettre que les dioxines et les furannes sont négligeables dans les eaux usées des UIOM.

Conclusion:

Ces constatations montrent que, globalement, les eaux usées épurées des UIOM ne contiennent pas de substances organiques problématiques en quantités significatives pour les eaux. Leur analyse régulière ou périodique est donc inutile.

5.2 Exigences fixées pour les installations de prétraitement existantes

Les UIOM existantes construites avant le 1.1.1999 bénéficient d'autorisations de déversement données en vertu des prescriptions de l'ordonnance sur le déversement des eaux usées alors en vigueur. Avec l'entrée en vigueur de l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux et la promulgation des prescriptions relatives aux eaux usées des UIOM de l'annexe 3.2, chiffre 36, numéro 2, les autorisations de déversement doivent être adaptées aux nouvelles dispositions.

Comme les dispositions de l'annexe 3.2 de l'OEaux ne contiennent pas de limites uniques pour toutes les installations, mais des valeurs indicatives, l'autorité dispose de la marge de manœuvre nécessaire pour fixer les conditions de déversement en tenant compte de chaque cas particulier.

Pour fixer les exigences concrètes, il faut effectuer une appréciation de l'état actuel. Il convient d'examiner si l'installation existante correspond à l'état de la technique (cf. chapitre 3.2).

Si ce n'est pas le cas, il faut prendre les mesures nécessaires.

Si l'installation correspond à l'état de la technique, l'autorité fixe les conditions de déversement en tenant compte des points suivants:

- Les concentrations d'écoulement atteintes lors de l'exploitation de l'installation en conditions normales sont déterminantes. Les fluctuations de concentration qui surviennent doivent être prises en considération.
- A la place de valeurs de concentration, des exigences propres aux flux peuvent être fixées.

Les autorités doivent décider au cas par cas du déversement à effectuer (dans les eaux ou dans les égouts publics) et des exigences auxquelles il est soumis. Lors du déversement des eaux usées dans de petits cours d'eau, il faut examiner s'il faut fixer des exigences supplémentaires, p. ex. pour l'ammonium.

Un concept d'appréciation des installations de prétraitement des UIOM existantes figure à l'annexe I.

5.3 Exigences fixées pour les nouvelles installations de prétraitement

Les dispositions du chiffre 5.2 s'appliquent par analogie aux nouvelles installations. Pour les nouvelles installations également, l'autorité peut fixer des valeurs supérieures aux valeurs indicatives de l'ordonnance, en particulier lorsque la fraction métallique évacuée avec les eaux usées est spécifiquement faible par rapport à la quantité d'ordures incinérée.

5.4 Exigences fixées pour les installations d'incinération des déchets spéciaux

Les exigences fixées pour les UIOM s'appliquent aussi par analogie aux installations d'incinération des déchets spéciaux dans la mesure où elles leur sont transposables et applicables.

Concept d'appréciation des installations de prétraitement existantes des UIOM

Le concept repose sur:

- l'inventaire
- l'appréciation du traitement des eaux usées
- et la fixation des exigences

1. Inventaire

Si les indications ne sont pas déjà disponibles, l'exploitant de l'installation relève les concentrations métalliques des eaux usées à évacuer et leur marge de fluctuation en exploitation normale. Cela permet de définir la situation initiale (valeurs de base) de l'UIOM concernée et d'identifier les éventuels problèmes relatifs aux paramètres de surveillance.

Il faut particulièrement faire attention à ce que les échantillons ne soient prélevés que par du personnel formé. Les analyses chimiques ne devraient être effectuées que par des laboratoires familiarisés avec la problématique de l'analyse des eaux usées des UIOM (cf. chapitre 4).

2. Appréciation du traitement des eaux usées

Il faut apprécier si le traitement des eaux usées correspond à l'état convenu de la technique et si l'exploitation est optimisée.

Pour l'appréciation des eaux usées évacuées, ce ne sont pas les valeurs de concentration qui sont déterminantes, mais les quantités spécifiques au flux évacuées. Ainsi, le dépassement important des valeurs indicatives n'a pas d'importance si, par rapport à la quantité d'ordures incinérée, la fraction métallique évacuée est spécifiquement faible.

Commentaires:

Le rapport entre les quantités spécifiques d'eaux usées des UIOM et la quantité d'ordures incinérée est compris entre 0,2 et 1,5 m³/t environ. Pour le zinc, par exemple, avec une valeur indicative de 0,1 mg/l, il en résulte une fourchette spécifique de 20 à 150 mg/t pour la charge de zinc. L'application uniforme de la charge maximale admissible de 150 mg/t de zinc donne une concentration maximale de 0,75 mg/l pour la quantité spécifique minimale d'eaux usées. Cela signifie que, pour une quantité spécifique minimale d'eaux usées, malgré un dépassement de 7,5 fois la valeur indicative, il n'en résulte pas une pollution plus grande qu'en respectant la valeur indicative pour une quantité spécifique maximale d'eaux usées. Un tel dépassement peut donc être admis dans certains cas justifiés.

Si nécessaire, pour les petits cours d'eau et lacs, il faut prendre comme critère les exigences de qualité de l'eau. En raison de conditions locales particulières, il peut être nécessaire de prévoir des mesures supplémentaires ou plus poussées (exemple: l'ammonium dans de petits cours d'eau).

3. Fixation des exigences

Sur la base de l'inventaire et de l'appréciation, il faut d'abord décider si l'installation correspond à l'état de la technique et si son bon fonctionnement est garanti. Si ce n'est pas le cas, des mesures doivent être prises.

Si l'installation correspond aux exigences techniques fixées, on peut procéder ainsi:

L'inventaire et l'appréciation ont montré que l'installation X dépasse constamment la valeur indicative fixée pour le zinc par l'OEaux, bien que l'installation corresponde à l'état de la technique et soit exploitée par du personnel spécialisé. Les valeurs pour le zinc oscillent autour de $0,3 \pm 0,2$ mg Zn/l et sont donc habituellement inférieures à 0,5 mg Zn/l. Il est donc possible de fixer pour l'installation X une limite de 0,5 mg/l en moyenne journalière comme exigence pour le zinc.

Membres du groupe de travail**Cantons**

Beat Baumgartner	Amt für Umwelt, 8510 Frauenfeld
Kurt Schoch	Amt für Umwelt und Energie, 4019 Bâle
Ernst Widmer	Office de la protection des eaux et de la gestion des déchets, 3011 Berne
Martin Würsten	Amt für Umwelt, 4509 Soleure

Association suisse des chefs d'exploitation et exploitants d'installations de traitement des déchets (ASED)

Ernst Eichhorn	8645 Jona
Rainer Heiniger	ZAB Bazenheid, 9602 Bazenheid
Pierre-André Meyrat	UIOM CRIDOR SA, 2300 La Chaux-de-Fonds
Thomas Müller	ERZO Oftringen, 4665 Oftringen

Confédération

Marc Chardonens	OFEFP, 3003 Berne
Michael Hügi	OFEFP, 3003 Berne
Siegfried Lagger	OFEFP, 3003 Berne
Edwin Müller	OFEFP, 3003 Berne
Benjamin Sollberger	OFEFP, 3003 Berne