Avril 2012

Fiche Coût énergétique de l'élimination des micropolluants

Le rajout d'une étape de traitement dans un certain nombre de stations d'épuration choisies pour leur importance stratégique devrait permettre de minimiser les rejets de composés traces organiques dans le milieu naturel et d'améliorer la qualité de l'eau. Le coût supplémentaire en énergie peut être élevé à l'échelle de la station mais il reste tout à fait raisonnable à celle de la Suisse et devrait être bientôt compensé par une amélioration de l'efficacité énergétique des STEP.

L'approvisionnement en eau potable et le traitement des eaux usées sont responsables de 1-2 % de la facture électrique de la Suisse. L'épuration des eaux s'effectue en plusieurs étapes plus ou moins consommatrices d'énergie, la plus forte demande – environ 50% du total – étant engendrée par l'aération des bassins d'épuration biologique. Dans les grandes stations, le biogaz généré lors de la digestion des boues produites est récupéré dans une centrale de cogénération où il est transformé en chaleur et en électricité. En moyenne, cette autoproduction permet aux STEP de couvrir environ 50% de leurs besoins. L'épuration d'un m^3 d'eaux usées (une personne en produit en moyenne 300l/jour) nécessite environ 0,35 kWh d'électricité. La consommation annuelle par équivalent habitant est donc d'environ 40 kWh. Les stations d'épuration suisses consomment au total env. 480 GWh d'électricité par an (autoproduction comprise) et produisent près de 120 GWh/an.

Procédés d'élimination des composés traces organiques

Les deux procédés actuellement privilégiés pour l'élimination des micropolluants sont l'ozonation et l'adsorption sur charbon actif en poudre (CAP). Tous deux accroissent les besoins énergétiques des stations d'épuration.

- Adsorption sur CAP: Le charbon actif est en général produit à partir de houille ou de lignite mais peut également être tiré de matières renouvelables comme le bois ou les coques de noix de coco. L'activation du charbon - qui a généralement lieu à l'étranger - peut se faire de façon chimique ou thermique et demande un certain apport d'énergie (vapeur d'eau, chaleur). Sur le site même de la STEP, le coût énergétique reste modéré et résulte principalement du fonctionnement des pompes et mélangeurs supplémentaires.
- Ozonation: L'ozone est d'ordinaire généré sur place à partir d'oxygène qui peut être livré sous forme liquide ou produit dans la STEP. Le générateur d'ozone est le principal consommateur d'énergie de l'ozonation.

L'énergie nécessitée est plutôt de nature électrique pour l'ozonation alors qu'elle est plutôt thermique et liée à la fabrication du charbon dans le cas de l'adsorption sur charbon actif. Pour pouvoir prendre en compte les différentes formes d'énergies, la comparaison des filières se base sur l'énergie primaire qui représente le total de l'énergie consommée pour la fabrication, l'utilisation et l'élimination des réactifs. La consommation moyenne des deux méthodes de traitement est exprimée pour un même rendement d'épuration dans le tableau 1.

Augmentation des besoins énergétiques des STEP

Les exploitants de STEP se préoccupent du surcroît d'énergie demandé par les nouveaux traitements. L'ozonation a davantage d'impact sur la consommation d'électricité des STEP que l'adsorption sur CAP. En partant des caractéristiques de 40 STEP, l'effet potentiel de l'ajout d'une étape d'ozonation et, éventuellement, de l'installation

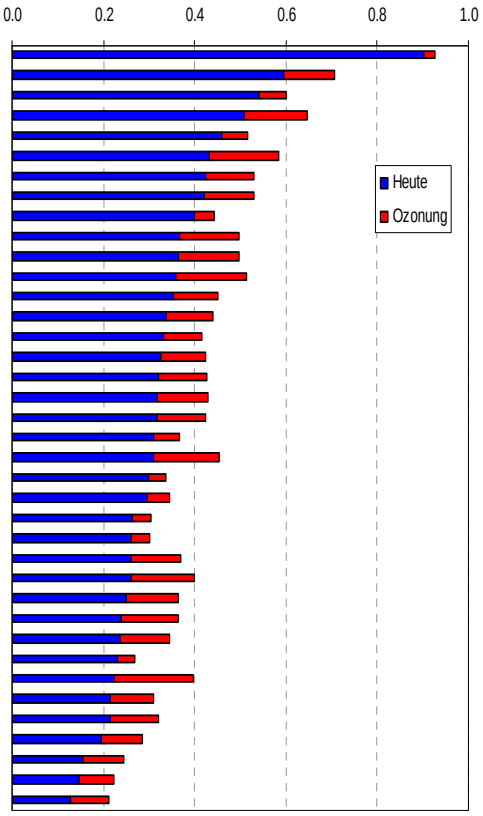

Diagramme: *Augmentation prévisible des besoins en énergie de 40 STEP (en kWh/m3 d'eau traitée) après rajout d'une étape d'ozonation et, le cas échéant, d'une filtration. La production d'oxygène n'est pas prise en compte.*

de filtres lorsque la STEP n'en était pas équipée a été calculé (Figure). La production d'oxygène sur place n'a pas été prise en compte. L'ozonation provoquerait une augmentation moyenne de la consommation d'environ 0,09 kWh/m^3, la faisant passer d'env. 0,35 kWh/m^3 à 0,44 kWh/m^3, ce qui représente une hausse d'env. 30%. De son côté, l'adsorption sur CAP ne ferait augmenter la consommation que d'env. 0,02 kWh/m^3, soit à peu près 5%.

		Ozonation	**Charbon actif en poudre**
Dose de réactif	g/m^3	5	12
Consommation d'électricité au niveau des STEP			
Par m^3 d'eaux usées	kWh/m^3	0,06	0,02
Par équivalent habitant	kWh/EH/an	8	2,5
Consommation d'énergie primaire			
Par m^3 d'eaux usées	kWh/m^3	0,28	0,37
Par équivalent habitant	kWh/EH/an	34	46

Tab. 1: *Consommation d'électricité et d'énergie primaire entraînée par l'ozonation ou l'adsorption sur charbon actif pour un même rendement d'épuration. La consommation d'électricité indiquée pour les STEP ne rend compte que du supplément d'énergie nécessité sur place tandis que l'énergie primaire comprend également la production de l'oxygène ou du CAP. La filtration éventuelle n'est pas prise en compte.*

L'extension des chaînes de traitement qu'il a été proposé de réaliser dans les quelque 100 STEP traitant 50% des eaux usées du pays induirait selon les scénarios (parts relatives de l'ozonation et de l'adsorption sur charbon actif) un surcroît de consommation électrique de 35 à 90 GWh/an (Tab. 2), ce qui correspond à une hausse de 10 à 20% de la consommation des STEP suisses ou à une augmentation d'environ 0,1% des besoins en électricité du pays.

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Part de l'ozonation	%	100	0	50
Part de l'adsorption sur CAP	%	0	100	50
Consommation d'électricité CH	GWh/an	70	15	40
Conso d'électricité, filtres compris	GWh/an	90	35	60
Consommation d'énergie primaire	GWh/an	200	280	240
Conso d'énergie primaire, filtres compris	GWh/an	260	340	300

Tab. 2*: Energie nécessaire à l'élimination des micropolluants organiques selon la méthode ou la combinaison de méthodes choisie.*

Comparaison des deux procédés sur le plan énergétique

L'utilisation du charbon actif en poudre pour l'élimination des micropolluants a localement une répercussion assez faible sur la consommation d'électricité. Cette option représente donc le meilleur choix énergétique à l'échelle de la station d'épuration (Tab. 1). En revanche, lorsque l'énergie nécessaire à la production des réactifs (CAP, oxygène, etc.) est prise en compte, les deux procédés se valent.

Pour plus d'informations: Website de Ofev au sujet de Micro polluants

Renseignements:
Office fédéral de l'environnement (Ofev): Michael Schärer, Chef de projet, michael.schaerer@bafu.admin.ch
Eawag: Dr. Adriano Joss, +41 58 765 5408; adriano.joss@eawag.ch
Marc Böhler, +41 58 765 5379; marc.boehler@eawag.ch