pills
Pharmaceutical Input and Elimination from Local Sources

Les residus pharmaceutiques dans le système aquatique – un défi pour l'avenir

Panorama et activités du projet de coopération européenne PILLS

Projet de partenariat européen de:

Emschergenossenschaft (DE), Waterschap Groot Salland (NL), Centre de Recherche Public Henri Tudor (LU), Eawag (CH), Glasgow Caledonian University (UK) and Université de Limoges (FR)

Investing in Opportunities
This project has received European Regional Development Funding through INTERREG IV B.
nwe
INTERREG IVB

PILLS – « Pharmaceutical Input and Elimination from Local Sources » est un projet dans le contexte du programme INTERREG IV B de l'Europe du Nord-Ouest.

Le partenaire pilote du projet est l'Emschergenossenschaft, un syndicat de traitement des eaux usées allemand. Les partenaires PILLS sont le Waterschap Groot Salland (Pays Bas), le Centre de Recherche Public Henri Tudor (Luxembourg), l'Eawag (Suisse), la Glasgow Caledonian University (Grande Bretagne) et l'Université de Limoges (France).

Le partenariat PILLS se déroule de 2007 jusqu'en 2012. Son budget s'élève à environ 8 millions d'Euro dont 50 % sont cofinancés par le Fond Européen de Développement Régional.

This project has received European Regional Development Funding through INTERREG IV B.

Sommaire

Contexte	4
Objectifs et structure de la gestion	7
Caractérisation des eaux usées (traitées)	10
Traitement d‘eaux usées avancé à des sources locales	12
Evaluation des approches	15
Autres actions pour une réduction durable	17
Mesures individuelles de protection de l‘environnement	20
Appendice	22

Contexte

Il serait impossible d'imaginer notre société sans eux : les médicaments modernes hyper efficaces. Ils nous aident à prévenir ou à soigner les maladies. De nos jours, de grandes quantités de substances actives pharmaceutiques variées sont fabriquées pour protéger les humains et les animaux.

Suite à l'amélioration des soins médicaux, à l'allongement de l'espérance de vie et à l'industrialisation progressive de l'agriculture, la quantité de médicaments consommés a augmenté. Toutefois, dans de nombreux cas, ces produits ne sont pas entièrement absorbés et métabolisés par le patient mais sont partiellement excrétés. Donc, des traces de ces produits rejoignent le cycle de l'eau.

Mais l'utilisation croissante de médicaments n'est pas le seul facteur qui a conduit à une prise de conscience accrue de ce sujet : grâce aux progrès considérables dans les technologies d'analyses chimiques, il est maintenant possible de mesurer de nombreux résidus pharmaceutiques dans l'eau à des concentrations extrêmement basses, souvent plusieurs fois inférieures à celles qui étaient possibles il y a quelques années. En conséquence, la détection des concentrations de l'ordre du nanogramme par litre est actuellement opérationnelle. Ceci signifie, par exemple, que les traces d'un morceau de sucre dissous dans un réservoir d'une contenance d'environ 2,7 milliards de litres d'eau (environ 19 millions de baignoires remplies) peuvent être mesurées par des méthodes d'analyse modernes.

Les concentrations de résidus pharmaceutiques détectés dans l'eau sont très faibles et, selon l'état actuel de la connaissance, ne sont pas nocives pour la santé humaine.

Concentrations de substances actives dans les eaux et leur signification pour les humains

Un exemple de substance pharmaceutique active pouvant être détectée dans l'eau est le diclofénac. Le diclofénac est un analgésique et un anti-inflammatoire ; le dosage de la substance active, dans un comprimé, est compris entre 25 mg et 750 mg. Les analyses montrent que la substance active n'est pas intégralement absorbée par le corps et que - dans de nombreux cas - plus de la moitié de la dose administrée est excrétée et rejetée dans les eaux usées.

Dans différentes études, des résidus de diclofénac ont été détectés à des niveaux atteignant 1 µg par litre dans des eaux de surface. Pour consommer même la quantité d'un comprimé (faiblement dosé) de 25 mg, une personne devrait boire en une fois 25.000 litres de cette eau non traitée. Néanmoins, les conséquences pour le milieu aquatique représentent un problème sérieux.

Cependant, on ne sait pas exactement quels effets ces résidus ont sur le milieu aquatique – par exemple sur les microorganismes. La question : « Quelles implications ont à leur tour ces médicaments sur la chaîne alimentaire, la biodiversité et par conséquent sur l'ensemble de l'écosystème ? » est actuellement fréquemment posée. Les études montrent, par exemple, qu'il y a un lien entre les traces de substances hormonales solubilisées – comme les œstrogènes contenus dans les pilules contraceptives – et le décalage d'équilibre des sexes de certaines espèces de poissons où les mâles se « féminisent » jusqu'à produirent moins de sperme et, au lieu de cela, commencent à produire des œufs. A long terme, ce type d'effets peut entraîner une diminution des tailles de population ce qui peut avoir des implications induites sur l'ensemble de la chaîne alimentaire.

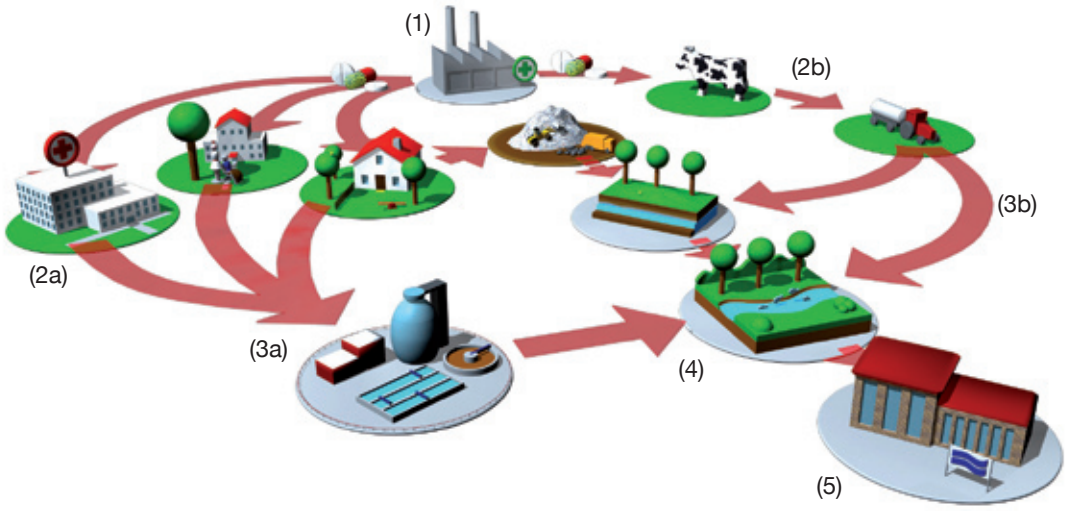
Le cycle de vie des médicaments

Les résidus pharmaceutiques parviennent au réseau aquatique par des voies variées et, afin de les identifier, il est nécessaire d'étudier l'ensemble du cycle de vie des substances pharmaceutiques.

Ce cycle de vie commence par le développement et la production de médicaments (1). Ici, pendant le processus de fabrication, les eaux usées peuvent être contaminées par ces molécules. Même si les eaux usées sont prétraitées, il est possible que des résidus soient émis dans le système aquatique (voir figure page 6).

Après la production, les médicaments sont utilisés en médecine humaine (2a) ou vétérinaire (2b). Dans le cas de la médication humaine (2a), il se peut que des substances actives ne soient pas entièrement absorbées par le corps ; elles sont partiellement excrétées, inchangées, et parviennent aux stations d'épuration des eaux usées urbaines (3a). Cependant, les méthodes de traitement des eaux usées actuelles ne peuvent pas éliminer entièrement toutes ces substances car sont essentiellement optimisées pour l'élimination de substances biodégradables et nutritives telles que, le phosphore et l'azote. Par conséquent, ces résidus peuvent passer à travers les stations d'épuration et atteindre les eaux de surface comme les rivières et les lacs. D'autres émissions peuvent résulter de fuites dans les égouts, suite aux débordements des bassins d'orage lors de fortes chutes de pluies ou provenir de boues d'épuration lorsqu'elles sont utilisées en agriculture. La conséquence de ces émissions est que des résidus pharmaceutiques – même en très faibles concentrations – peuvent être détectés dans les eaux de

Le cycle de vie des médicaments



Source : Projet PILLS

surface (4) voire dans l'eau destinée à la production d'eau potable (5).

Les résidus pharmaceutiques provenant de l'utilisation vétérinaire pénètrent dans le sol et l'eau de surface (4), principalement par l'épandage de lisier sur la terre arable (3b).

A première vue, il semblerait raisonnable d'éviter complètement le rejet de résidus pharmaceutiques afin de protéger notre réseau d'eau. Dans tous les cas, l'abandon de la production et de la prise de médicaments ne constitue pas un scénario réaliste ni souhaitable. Une autre option est de prendre des mesures techniques pour traiter l'eau souillée. Mais une élimination complète de tous les micropolluants est déraisonnable pour des raisons pratiques et économiques. A cet égard, une vie entièrement sans résidus pharmaceutiques n'est pas réalisable dans notre société industrielle.

Une approche très prometteuse pour minimiser la présence de résidus pharmaceutiques dans les eaux semble être une démarche intégrant toutes les parties prenantes tout au long de l'intégralité du cycle de vie des substances pharmaceutiques. Ce n'est que si toutes les parties concernées - des producteurs industriels aux utilisateurs de médicaments humains ou vétérinaires jusqu'aux gestionnaires des eaux usées et fournisseurs d'eau potable - prennent des précautions dans leurs domaines respectifs que la charge des réseaux d'eau peut effectivement être réduite.

Micropolluants

Le terme « Micropolluants » se réfère aux substances organiques ou aux métaux trouvés en très faibles concentrations (traces) dans les eaux. Généralement, il s'agit de produits chimiques synthétiques mais des substances naturelles et géogéniques (comme l'estradiol) sont souvent comprises.

Ces substances sont caractérisées comme « polluantes » si leur présence est susceptible de causer une pollution. Le terme « substances dangereuses » se réfère à des substances toxiques (dangereuses), persistantes (faible biodégradabilité) et responsables de bioaccumulation (concentration dans l'organisme) ou à d'autres substances qui donnent lieu à un niveau équivalent de préoccupation.

Objectifs et structure de la gestion

Six partenaires d'Europe du Nord-Ouest – deux syndicats des eaux d'Allemagne et des Pays Bas, deux instituts de recherches de la Suisse et du Luxembourg et deux universités d'Ecosse et de France – ont joint leurs forces pour travailler ensemble. Les différents partenaires ont chacun une connaissance spécifique qu'ils intègrent dans le projet PILLS.

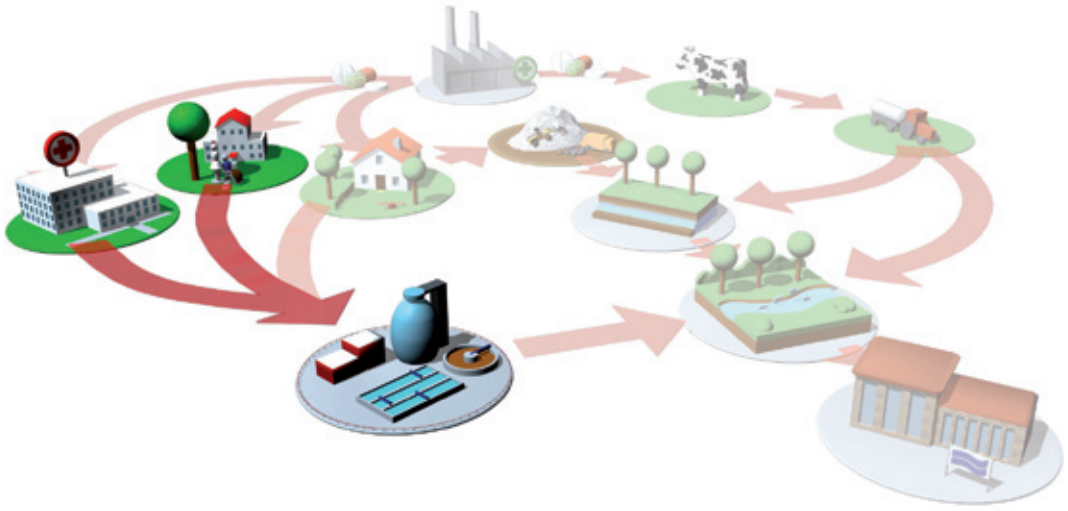
Les partenaires PILLS se concentrent sur la piste des médicaments humains et spécifiquement sur le traitement des eaux usées. Etant donné que la concentration de résidus pharmaceutiques aux sources ponctuelles (comme les hôpitaux ou les hospices) est considérée comme étant relativement élevée, ils testent de nouvelles technologies de traitement des eaux usées

Sources ponctuelles

Bien que la charge totale de résidus pharmaceutiques détectés dans les eaux usées communales soit supérieure, les partenaires PILLS se réfèrent aux sources ponctuelles comme des émetteurs locaux qui enregistrent de fortes concentrations de résidus pharmaceutiques dans leurs eaux usées. Lorsque ces eaux usées atteignent le réseau d'égout, elles sont mélangées aux eaux usées urbaines, ayant une concentration relativement inférieure en micropolluants.

Les partenaires du projet PILLS étudient les possibilités d'élimination des résidus pharmaceutiques de manière plus ciblée et moins onéreuse en traitant les eaux usées de manière décentralisée, directement à ces sources ponctuelles.

Le focus de PILLS



Source : Projet PILLS

à ces endroits et escomptent y trouver des conditions optimales pour l'élimination des résidus de médicaments.

Les partenaires souhaitent déterminer les méthodes de traitement les mieux adaptées pour réduire les résidus pharmaceutiques et les bactéries résistantes aux antibiotiques dans les eaux usées. Dans ce contexte, ils souhaitent accumuler plus de connaissance sur la question de savoir si un traitement local, par exemple au niveau des hôpitaux, est raisonnable et ce, dans quelles conditions. Enfin, ils aimeraient favoriser la prise de conscience de ce problème pour toute l'Europe.

Afin d'atteindre ces objectifs, les partenaires du projet ont élaboré les ateliers suivants :

- L'analyse des eaux usées contaminées par les résidus pharmaceutiques ainsi qu'une caractérisation des flux d'eaux usées est au centre de cette étape de travail.

  Atelier 1 : Caractérisation des eaux usées chargées en médicaments

- Des technologies de traitement des eaux usées chargées en médicaments seront développées et testées en pratique en construisant quatre stations pilotes. A cette fin, chaque partenaire coopère avec un hôpital dans sa région.

  Atelier 2 : Conception, construction et exploitation de stations d'épuration des eaux usées incluant des technologies de traitement avancées.

- L'efficacité, le rapport coût-bénéfice et le bilan écologique (en utilisant une méthodologie d'analyse de cycle de vie) des technologies de traitement avancées sont évalués. Cette recherche fournira des réponses aux questions

de savoir si et quand le traitement local d'eaux usées peut représenter une approche valable de réduction de résidus pharmaceutiques.

Atelier 3 : Évaluation de différentes technologies de traitement avancées

- Diverses mesures de communication permettent un échange d'informations dans le domaine scientifique et politique. En outre, le sujet est porté à l'attention du grand public pour le sensibiliser à ces questions.

Atelier 4 : Communication de ces interrogations et des résultats du projet.

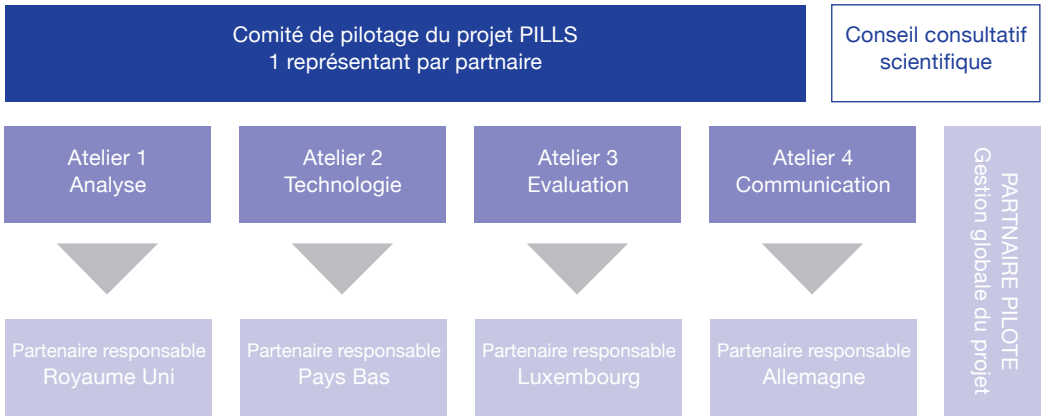
Différents partenaires sont responsables de la mise en œuvre et du contrôle qualité des ateliers. Un comité de pilotage est en charge du contrôle global du projet en ce qui concerne le contenu. Chaque partenaire délègue un représentant dans ce comité. Le comité de pilotage est conseillé par un conseil consultatif scientifique qui est associé au projet tout au long de sa durée.

Les membres du conseil scientifique viennent du milieu scientifique, industriel et administratif. Leurs devoirs principaux sont de fournir un commentaire critique sur les résultats du projet et d'offrir des sources d'informations ainsi que des idées s'appuyant sur leur expertise individuelle. En outre, le conseil scientifique vise l'intégration des découvertes du projet dans les discussions au niveau européen.

« Le projet PILLS facilite une discussion internationale sur les micropolluants pharmaceutiques trouvés dans le système aquatique. La recherche en matière de technologies destinées à minimiser cette pollution est une solution possible parmi d'autres qu'il faut prendre en considération. Et avec ce projet, nous faisons des découvertes extrêmement importantes, non seulement pour l'Allemagne mais aussi pour la politique européenne. Communiquer nos résultats en commun montre que l'Europe est parfaitement capable de parler d'une seule voix – du moins au niveau d'un projet. »

Dr Jochen Stemplewski, Président du Directoire de l'Emschergenossenschaft, Allemagne

La structure de gestion de PILLS



Source : Projet PILLS

Caractérisation des eaux usées (traitées)

En Europe, on estime qu'il y a plus de 100.000 substances chimiques en circulation, dont plus de 3.000 substances actives homologuées sont des médicaments. Contre cette vaste gamme de produits chimiques, il est important que le partenariat identifie les substances communes à tous les partenaires des différents pays et que ces derniers doivent analyser de manière ciblée dans les limites du projet afin d'obtenir une base de données comparable.

Analyses chimiques

Les trois critères suivants sont prioritaires pour la sélection des substances pharmaceutiques les plus importantes à analyser :

- Quelles substances actives sont utilisées (à fortes concentrations) dans les hôpitaux et sont retrouvées dans le système aquatique?
- Quelles substances actives sont connues pour avoir des effets écotoxicologiques et peuvent donc représenter le plus grand risque pour l'environnement?
- Quelles substances actives ne sont pas éliminées dans le processus de traitement conventionnel des eaux usées et doivent être éliminées en utilisant des méthodes de traitement avancées?

Sur la base des données de la littérature et de leurs propres mesures, les partenaires identifient les substances qu'ils considèrent comme importantes. Il apparaît que dans différents pays, les mêmes substances actives sont trouvées de manière systématique. Bien que les concentrations varient d'une région à l'autre, certains médicaments fortement utilisés dans certains hôpitaux partenaires ne sont pas du tout utilisés dans d'autres.

En considérant les faits exposés ci-dessus, le partenariat a sélectionné huit groupes de substances actives pour ce projet : analgésiques, anesthésiques, cytostatiques, antibactériens, agents de contraste, anticonvulsifs, hypolipidémiants et bêtabloquants (voir appendice pour de plus amples détails).

Pour s'assurer que les mesures entre les différents pays sont effectivement comparables, les partenaires ont également comparé les méthodes d'analyse des divers laboratoires et - pour autant que nécessaire - ont donné leur accord pour des coopérations d'assistence mutuelle et réalisent des mesures pour les partenaires d'autres pays.

Tests écotoxicologiques

Pour l'évaluation de la qualité chimique d'eaux usées contenant un mélange de médicaments, des tests écotoxicologiques (biotests ou bio-essais) sont réalisés en sus des analyses chimiques. Ces tests contribuent à caractériser l'écotoxicité de l'eau avant et après le traitement. Basés sur l'effet général, les tests in-vitro (test sur des bactéries bioluminescentes et test de photosynthèse sur des algues) ont été sélectionnés à cet effet comme des tests communs à tous les partenaires.

Tests écotoxicologiques

Les tests écotoxicologiques étudient les effets toxiques de substances sur un écosystème. Les tests écotoxicologiques sont menés avec des espèces représentatives de l'environnement (organismes monocellulaires ou multicellulaires) en déterminant l'activité biologique de substances sur ces organismes.

Les systèmes de test peuvent être divisés en tests in-vivo et tests in-vitro. Les tests in-vivo (en latin : au sein du vivant) sont ceux qui sont normalement appliqués aux organismes multicellulaires. Par contre, les tests in-vitro (en latin : dans le verre) sont réalisés sur des systèmes monocellulaires ou même subcellulaires (p. ex. enzymes) dans un environnement hautement standardisé comme une éprouvette ou une boîte de Pétri.

« Les Pays Bas jouent un rôle spécial dans le système du paysage fluvial européen. Nous sommes quasiment situés à l'extrémité du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut, et les eaux sont déjà surchargées plusieurs fois par des polluants venant d'autres pays avant d'arriver chez nous. Pour nous, toutefois, la qualité de l'eau de ces fleuves joue un rôle extraordinaire car nos deux plus grands réservoirs d'eau potable sont alimentés par le Rhin et la Meuse. La coopération européenne sur le thème de la qualité des eaux – qui étudie tout le cours du fleuve, même avant qu'il atteigne les Pays Bas – est extrêmement importante pour nous. Finalement, nous allons boire cette eau plus tard. »

Jan Oggel, membre du Directoire de Waterschap Groot Salland, Pays Bas

Analyses de bactéries résistantes aux antibiotiques et tests microbiologiques

Un autre aspect préoccupant est l'occurrence de bactéries résistantes aux antibiotiques que l'on risque de trouver dans des eaux usées contenant des rejets hospitaliers. Le partenariat est conscient de ce problème et, par conséquent, étudie l'apparition de ces bactéries dans les eaux usées afin de proposer une réponse sur la responsabilité des hôpitaux comme vecteur de dissémination de la résistance aux antibiotiques. En outre, ils évaluent si les techniques de traitement avancées sont utiles pour réduire la propagation de cette résistance aux antibiotiques.

D'autres tests microbiologiques (p. ex. détermination d'E. coli) sont réalisés pour étudier la qualité hygiénique de l'eau traitée.

Traitement d'eaux usées avancé à des sources locales

Chacun des quatre partenaires néerlandais, allemand, luxembourgeois et suisse du projet construit une installation pilote en coopération avec un hôpital local. Tandis que le Waterschap Groot Salland aux Pays Bas et l'Emschergenossenschaft en Allemagne construisent des stations d'épuration des eaux usées à grande échelle qui traitent quasiment la totalité des eaux usées de l'hôpital, les partenaires de Suisse et du Luxembourg installent des stations d'épuration pilotes de plus petite taille traitant les flux partiels des eaux usées de l'hôpital pour conforter la conception et l'exploitation des stations à grande échelle.

Les installations pilotes sont caractérisées par une combinaison de technologies qui a pour objectif l'élimination des résidus de

Stations d'épuration des eaux usées conventionnelles (système conventionnel de boue activée)

Source : Projet PILLS

médicaments largement persistants en sus des substances biodégradables et nutritives. Pour cette raison, des processus conventionnels de traitement des eaux usées sont appliqués dans les installations PILLS, complétées par des techniques avancées.

Dans l’unité de pré-traitement mécanique (1), l’eau s’écoule initialement à travers un crible ou un tamis à tambour où les impuretés grossières sont retenues. Plus les perforations dans le crible sont fines, plus les matières particulaires sont retenues définitivement. L’eau se déverse alors dans un réservoir où les impuretés grossières, décantables comme le sable se déposent au fond et sont soustraites aux eaux usées. L’unité de traitement biologique (2) reproduit les processus d’auto-épuration des eaux de surface. Dans cette section, les substances nutritives, azote et phosphate, ainsi que les substances organiques biodégradables sont éliminées. Lors de la clarification finale (3), l’eau est clarifiée par séparation des particules de boue. L’excédent de boue est généralement soutiré avec la boue du réservoir de pré-clarification pour un traitement ultérieur et l’élimination des boues.

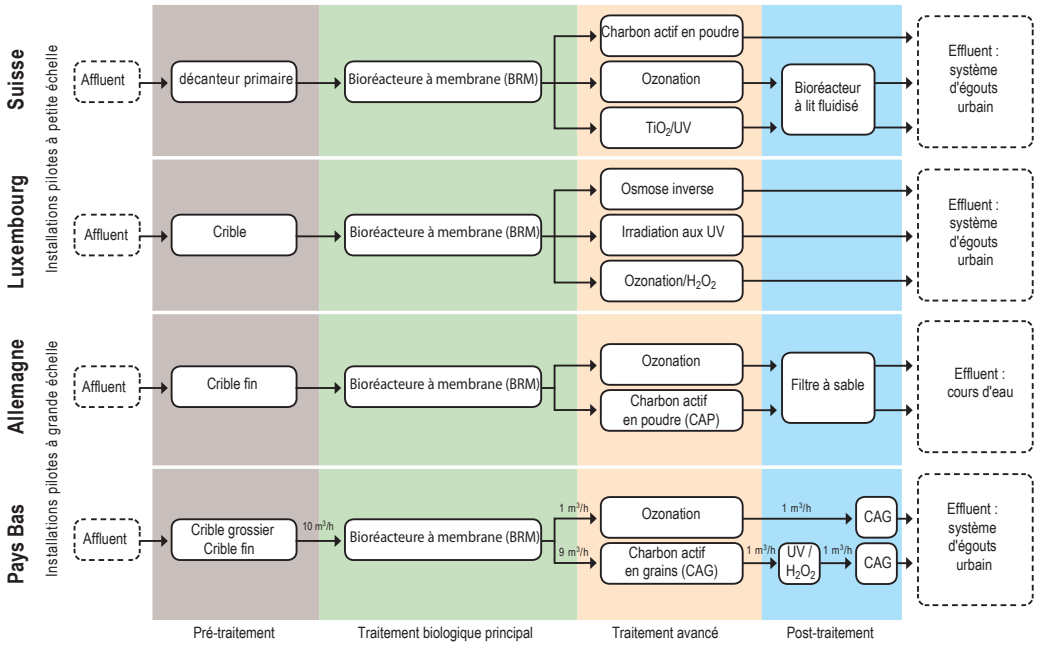
Les installations pilotes PILLS combinent le traitement biologique et la clarification finale des stations d’épuration conventionnelles dans un bioréacteur à membrane (BRM) avant d’appliquer les étapes de traitement avancées.

Traitement avancé des eaux usées

L’élimination de résidus pharmaceutiques n’est possible qu’avec des technologies avancées utilisant des processus chimiques et physiques comme la filtration à travers des membranes denses (p. ex. osmose inversée), l’adsorption sur du charbon actif ou des processus d’oxydation avancée.

Un post-traitement peut parfois s’avérer nécessaire car l’ozone et le traitement aux UV peuvent générer des sous-produits toxiques qui doivent aussi être éliminés. Si l’on utilise l’adsorption avec du charbon

Les installations pilotes PILLS



Source : Projet PILLS

« Nous pensons que nous ne pouvons toujours pas discuter du respect de l'environnement sans le supporter activement. Tous connaissent les problèmes des résidus pharmaceutiques dans la chaîne alimentaire. Avec notre coopération, j'espère contribuer au développement de méthodes économiques d'élimination de résidus pharmaceutiques dans les eaux usées. Ceci signifierait aussi un autre pas dans l'effort de réduction des agents pathogènes multirésistants. »

Andreas Eggmann, Kantonsspital Baden AG (hôpital partenaire), Suisse

actif en poudre (CAP), une opération de séparation finale est nécessaire pour purifier l'eau traitée du charbon actif. Si l'on utilise du charbon actif en grains (CAG), cette opération de post-traitement n'est pas nécessaire.

Installations pilotes à petite échelle

De nombreux méthodes et procédés et de gestion opérationnelles peuvent être testés avec les deux installations pilotes à petite échelle installées en Suisse (Bade) et au Luxembourg (Esch-sur-Alzette).

Ces deux installations pilotes purifient un flux partiel provenant des services hospitaliers où les concentrations de médicaments sont particulièrement élevées. L'afflux moyen vers les installations est en moyenne de 1 à 3 m³ par jour.

Les eaux usées traitées des deux installations pilotes sont déversées dans le système d'égouts urbain qui est connecté à la station d'épuration des eaux usées communale.

Installations pilotes à grande échelle

Deux installations à grande échelle, l'une à Gelsenkirchen (Allemagne) et l'autre à Zwolle (Pays Bas) sont conçues pour une exploitation permanente. L'objectif est d'étudier à quels défis une application de processus avancés à grande échelle est confrontée en pratique, et quels sont les taux d'efficacité de telles installations grandeur nature en matière de traitement. Ce fait est important car, à ce jour, il y a eu très peu d'essais à grande échelle dans des stations d'épuration d'eaux usées utilisant des processus d'élimination avancés. A cet égard, il y a un manque d'expérience en exploitation pratique pour évaluer avantages et inconvénients, ainsi que les coûts associés et les sous-produits résultant de tels procédés.

L'installation pilote à Gelsenkirchen traite les eaux usées chargées en médicaments qui représentent environ 80 % de la totalité des eaux usées produites par l'hôpital. La station d'épuration des eaux usées néerlandaise traite la totalité du flux d'eaux usées de l'hôpital local. Les deux installations pilotes ont un affluent moyen d'environ 200 m³ par jour.

Aux Pays Bas, l'eau purifiée est déchargée ensuite dans le système d'égout public. En Allemagne, l'autorisation de déverser directement l'eau traitée dans une rivière a été accordée.

Evaluation des approches

Les différentes méthodes d'évaluation des techniques de traitement avancées individuelles des installations pilotes sont :

Efficacité des installations

Les configurations des installations respectives et les processus de traitement avancé sont comparés sur leur efficacité de purification. Cette recherche montrera quelle est la méthode la mieux adaptée dans la situation respective pour éliminer des médicaments spécifiques. En outre, leur efficacité en matière de réduction d'effets écotoxicologiques et de bactéries résistantes aux antibiotiques est étudiée.

Evaluation des coûts

En sus de l'efficacité, les coûts occasionnés par la construction et l'exploitation des installations revêtent une importance particulière. C'est pourquoi les installations sont soumises à une évaluation des coûts au cours de laquelle les montants globaux et les coûts des différents processus de traitement ultérieurs sont comparés. Les coûts d'investissements et d'exploitation annuels sont déterminés à cet effet. Ainsi, une analyse coût-bénéfice est possible.

Analyse du cycle de vie

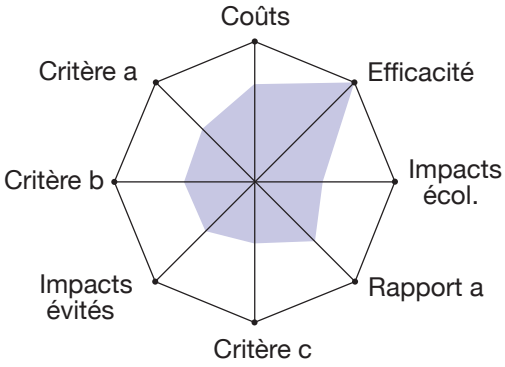
La méthodologie d'analyse du cycle de vie considère normalement trois étapes du cycle de vie : la construction, la phase d'exploitation et le démontage. Cependant, dans ce cas particulier et étant donné que cette analyse du cycle de vie vise à comparer des scénarios en ayant des infrastructures similaires, on néglige la première et la dernière phase du cycle de vie.

Seules les émissions polluantes indirectes dues à l'exploitation de l'installation, donc celles générées par la consommation et la production d'énergie et de matières premières, sont prises en considération. L'impact environnemental est calculé pour de nombreuses catégories d'impacts (potentiel de réchauffement planétaire, écotoxicité aiguë et chronique dans l'eau, effets carcinogènes et autres) pour élargir la possibilité de comparaison.

Analyse à critères multiples

Dans l'analyse à critères multiples, les résultats d'analyse sus-décrits sont examinés et évalués de manière intégrée. Par exemple, le rapport coût-bénéfice, le rapport entre les impacts écologiques induits et évités ainsi que l'efficacité globale de la réduction des bactéries résistantes aux antibiotiques peuvent faire partie intégrante de l'analyse. En outre, d'autres critères techniques et sociaux importants pour les preneurs de décision sont pris en considération.

Example d'une analyse à critères multiples



Source : Projet PILLS

« En Ecosse, nous étudions cette question avec une autre perspective :
Ici, l'épandage des boues d'épuration sur les champs est une pratique courante. Ainsi, en 2007, environ 50 % de toutes les boues d'épuration en Ecosse ont été épandues sur la terre arable. Si ces boues contiennent des résidus de médicaments, ils peuvent atteindre la nappe phréatique. Par conséquent, nous accueillons à bras ouverts l'initiative européenne sur ce thème et espérons faire ainsi de nouvelles découvertes pour la protection des eaux en Ecosse. »

Andrew Rawlins, Scottish Environment Protection Agency, SEPA, Great Britain

Autres actions pour une réduction durable

Manifestement, il faut encore bien plus de recherche pour une évaluation exhaustive dans ce domaine. Toutefois, les experts s'accordent sur le fait qu'une action est nécessaire dès à présent pour des raisons de prévention. Ils s'accordent également sur le fait qu'il faut éviter, autant que possible, les substances présentant un risque écotoxicologique potentiel ou les réduire à un niveau où elles n'ont pas d'impact. Dans ce contexte, il faut considérer les bénéfices (qualité de vie) et les inconvénients (risque pour les humains et l'environnement).

Conformément au principe de précaution – un principe important de la politique européenne en matière d'environnement et de santé – l'objectif devrait être de réduire l'afflux de résidus pharmaceutiques dans les eaux de surface à un niveau où ils sont inoffensifs, en prenant en consi-

Standards de Qualité de l'Environnement

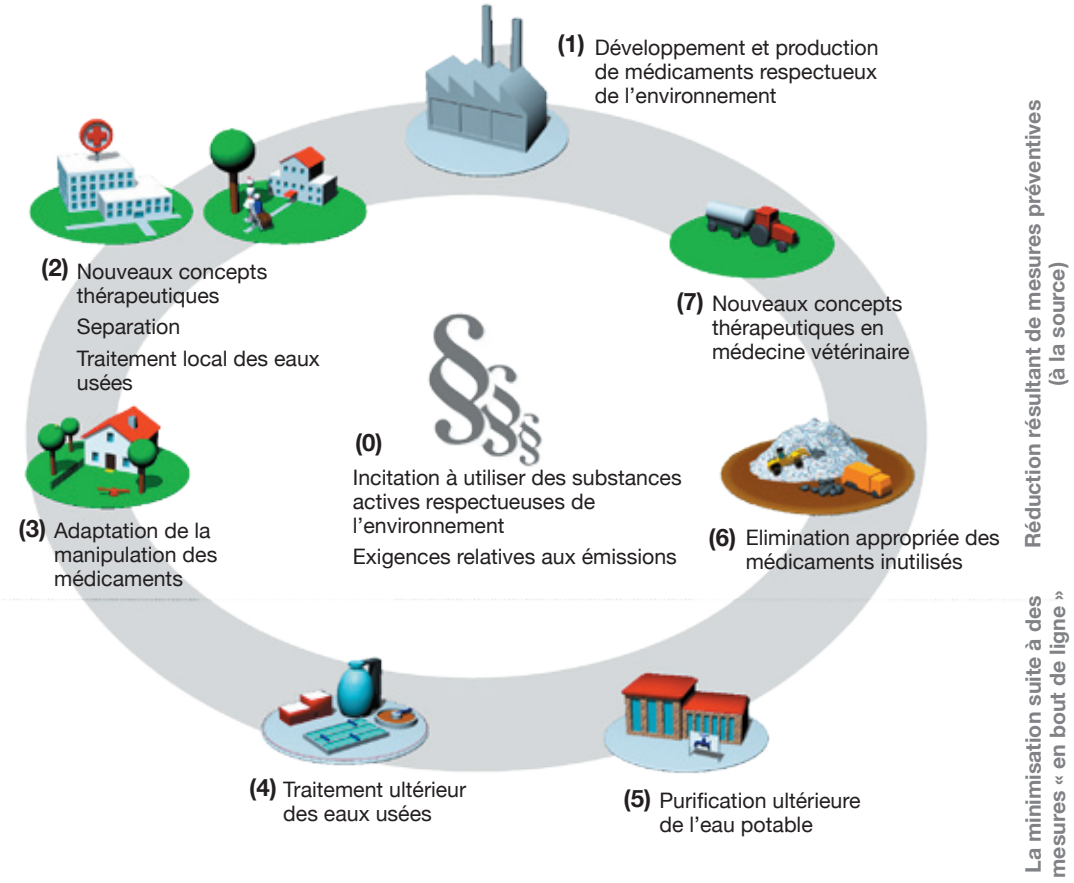
Tant que nous produirons et prendrons des produits pharmaceutiques, nous trouverons des résidus pharmaceutiques dans notre environnement. Etant donné qu'une élimination totale de tous les micropolluants est pratiquement et économiquement déraisonnable, toutes les mesures en vue de la réduction de ces résidus visent à atteindre une concentration inférieure aux standards de qualité de l'environnement connus ou à la limite de détection actuelle.

Mais cela ne signifie pas qu'à l'avenir – avec d'autres progrès dans la technologie d'analyse chimique – il sera possible de les analyser. Par conséquent, c'est aussi une mission scientifique de définir quelle concentration de la substance correspondante est inoffensive pour les humains et l'environnement.

dération les questions écologiques, économiques et sociales. Pour atteindre cet objectif, il faut déployer des efforts plus concéquents pour identifier l'importance pour l'environnement des substances concernées, afin de pouvoir définir à quel niveau la substance peut être classifiée comme « inoffensive ».

Au cours du projet PILLS, il sera montré dans quelle mesure les méthodes de traitement avancées des eaux usées peuvent contribuer à l'élimination des résidus pharmaceutiques, sans causer une augmentation des « coûts écologiques » dans d'autres domaines. A présent, celles-ci ne peuvent pas être évaluées – il faut encore approfondir les recherches et surtout effectuer d'autres essais dans ce domaine. Une expérience supplémentaire dans des installations à petite échelle et à grande échelle est nécessaire pour être en mesure d'évaluer cette approche de manière exhaustive. Le projet PILLS offre une structure à cet effet.

Mesures en vue de réduire les substances pharmaceutiques dans l'environnement aquatique



Source : Projet PILLS

Toutefois, il est incontestable que le traitement des eaux usées n'est pas en mesure de réduire durablement les charges appliquées sur l'environnement. Une fois que ces micropolluants ont atteint les eaux usées, leur élimination complète est peu raisonnable – même si, dans de nombreux cas, une concentration suffisamment basse est atteinte de sorte qu'ils sont en dessous de la limite de détection ou qu'ils n'ont pas d'effets (mesurables). C'est la raison pour laquelle une stratégie d'intégration est nécessaire, prenant en compte le cycle de vie complet des substances étudiées, de la production jusqu'aux points d'utilisation et d'élimination.

Mesures possibles pour minimiser les résidus pharmaceutiques à la source :

- Sur le plan législatif (0) : La création de mesures incitatives pour promouvoir l'utilisation de plus de substances respectueuses de l'environnement dans la fabrication de médicaments. Mise en place d'un cadre pour les émissions de substances pharmaceutiques.
- Industrie pharmaceutique (1) : En prenant en considération les effets possibles sur l'environnement de substances actives individuelles dès leur développement et en réalisant une recherche ciblée dans ce domaine.
- Professionnels de santé (2) : Formation continue des personnels de santé en matière de changement à long terme des pratiques de prescription de manière à utiliser partout moins et - là où c'est possible - « plus de médicaments respectueux de l'environnement ».
- Ménages (3) : Un changement dans l'utilisation individuelle des médicaments
- Agriculture (7) : Une utilisation des médicaments plus respectueuse de l'environnement dans les élevages d'animaux et en médecine vétérinaire pour minimiser l'émission de résidus pharmaceutiques par le lisier.

« Le Luxembourg est situé sur la ligne de partage des eaux entre la Meuse et le Rhin, et outre la Moselle, il a seulement de petits torrents de montage. Dans notre pays, il y a une longue tradition de coopération transfrontalière en matière de protection des eaux car nous sommes très sensibles au fait que les défis de l'approvisionnement en eau et la distribution de l'eau ne s'arrêtent pas aux frontières. La coopération dans le cadre d'une initiative européenne comme le projet PILLS est importante pour nous car une collaboration européenne sur ce thème est indispensable. Par là, nous espérons faire de nouvelles découvertes qui pourront contribuer au développement de notre propre stratégie nationale de protection des eaux. »

Dr. André Weidenhaupt, Administration de la gestion de l'eau, Luxembourg

Des mesures « au bout du tuyau » pour minimiser les résidus pharmaceutiques :

- Centres médicaux, hôpitaux et hospices (dites sources ponctuelles) (2) : Séparation des eaux usées et traitement local des eaux usées là où de fortes concentrations de résidus pharmaceutiques sont enregistrées.
- Sociétés de gestion des eaux usées (4) et producteurs d'eau potable (5) : Traitement avancé des eaux usées et amélioration de la purification de l'eau potable pour éliminer les résidus.

Mesures individuelles de protection de l'environnement

Il y a des mesures que chaque individu peut adopter afin de contribuer à protéger notre environment aquatique sans réduire sa qualité de vie.

Elimination correcte des médicaments

En principe, il NE faut PAS éliminer les médicaments, ni sous forme de comprimé ni sous forme liquide, en les jetant dans les toilettes ou dans l'évier ! Les médicaments ainsi jetés parviendront dans les stations d'épuration des eaux usées communales qui ne sont généralement pas équipées pour les éliminer. Dans de nombreuses régions, l'élimination des déchets résiduels a lieu par incinération, où le processus de combustion supprime les substances persistantes. Si c'est le cas, les médicaments peuvent être jetés dans les déchets ménagers. Si le cheminement d'élimination de ces déchets n'est pas connu, il faut remettre les médicaments superflus aux pharmacies qui s'assureront qu'ils ont été correctement éliminés.

Sensibilisation à l'achat des médicaments

Les médicaments ne peuvent pas être retournés et n'ont qu'une durée de conservation limitée. Dans de nombreux cas, il faut éliminer des médicaments inutilisés parce qu'ils n'ont pas été entièrement consommés ou que leur date d'utilisation est déjà expirée. Pour prévenir ceci, il faut prendre en considération, avant l'achat,

la quantité de médicaments actuellement nécessaire et, en cas de doute, acheter une boîte de plus petite taille.

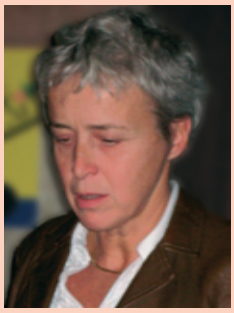
Dans certains cas, plusieurs préparations contenant différentes substances actives sont disponibles pour traiter une maladie. Il est alors essentiel de consulter un médecin ou un pharmacien. Si les deux substances actives peuvent être utilisées avec un effet équivalent, on peut choisir la substance « plus respectueuse de l'environnement ».

Conservation correcte et sûre des médicaments

Il faut conserver correctement les médicaments – cela signifie dans un endroit sec, protégé de la lumière et, si nécessaire, au frais – et de manière sûre afin que les personnes non autorisées, et en particulier les enfants, ne puissent accéder à ces produits. Ceci évite les préparations incorrectement conservées ou ouvertes qu'il faut éliminer même si elles n'ont pas été utilisées.

Sensibilisation à la prise des médicaments

Souvent, nous avons tellement l'habitude de prendre des médicaments – bien qu'ils n'aient pas été en fait prescrit par un médecin – que nous ne nous demandons plus s'il est nécessaire de les prendre. Une décision consciencieuse pour ou contre l'utilisation de médicaments peut entraîner la réduction de la consommation de médicaments. Mais attention : Tout médicament prescrit par un médecin doit être pris pendant la période indiquée !



« Les résidus pharmaceutiques dans le réseau aquatique est une question intéressante pour les décideurs en France : Un plan d'action quinquennal pour la réduction des médicaments dans l'eau sera publié vers la fin de l'année 2010 en France. La recherche a été accrue dans l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé en relation avec la présence de résidus. Parallèlement, nous mettons en œuvre des mesures préventives pour diminuer les rejets de polluants à la source. En se référant à ces objectifs, le projet PILLS est arrivé au bon moment – nous pouvons ainsi comparer nos découvertes nationales à celles de nos partenaires européens et les évaluer dans un contexte élargi. »

Chantal Gatignol, Ministère de la Santé et des Sports, France

Les caractéristiques techniques des installations

	Installations à grande échelle		Installation à petite échelle	
	Emschergenossenschaft	**Waterschap Groot Salland**	**Eawag**	**Centre de Recherche Public Henri Tudor**
Affluent moyen journalier	200 m^3	200 m^3	1.2 m^3	1 – 3 m^3
Débit horaire théorique	25 m^3	10 m^3	0.125 m^3	0.125 m^3
Pré-traitement mécanique Criblage grossier Criblage fin	Oui 2 mm -	Oui 6 mm 0.5 mm	Oui 4 mm -	Oui 2 mm -
Traitement biologique Période de rétention hydraulique Concentration de boue par litre	Bioréacteur à membrane de 200 m^3 > 6 heures 10 – 12 g	Bioréacteur à membrane de 200 m^3 > 6 heures 8 – 12 g	Bioréacteur à membrane 20 heures 2 g	Bioréacteur à membrane
Advanced treatment Filtration Adsorption Oxydation chimique	Oui - Charbon actif en poudre Ozone	Oui - Charbon actif en grains Ozone	Oui - Charbon actif en poudre Ozone Photocatalyse	Oui Osmose inversée - Ozone Radiation ultraviolette / peroxyde d'hydrogène
Post-traitement	Oui Filtration au sable	Oui Charbon actif en grains Radiation ultraviolette / peroxyde d'hydrogène	Oui Bioréacteur à lit mobile	Non
Traitement de l'air sortant	Oui Capots d'insonorisation Gaines d'entrée et de sortie d'air Encapsulage et construction solide Station d'épuration de l'air de sortie (p. ex. photoionisation)	Oui Filtration Radiation ultraviolette Oxydation catalytique Ionisation	Oui Charbon actif en grains	Non
Décharge de l'eau traitée	Plans d'eau	Réseau d'égouts public	Réseau d'égouts public	Réseau d'égouts public
Durée de l'installation	Permanente depuis 2011	Permanente depuis fin 2010	1 année (avril 2009 à mars 2010)	1 année (avril 2010 à mars 2011)

Substances mesurées par tous les partenaires du projet PILLS

Type de médication	Substance active spécifique
Analgésiques / anti-inflammatoires	Diclofénac Naproxène
Anesthésiques	Lidocaïne
Cytostatiques	Cyclophosphamide Ifosfamide
Antibactériens Métabolite d'antibactérien	Amoxicilline Ciprofloxacine Clarithromycine Erythromycine Sulfaméthoxazole Acétyl-sulfaméthoxazole
Agent de contraste	Diatrizoate Iopamidol Iopromide
Anticonvulsifs / tranquillisants	Carbamazépine
Hypolipidémiants	Bézafibrate
Bétabloquants / antihypertenseurs	Aténolol

Tests utilisés pour la caractérisation des eaux usées

Tests microbiologiques	Tests basés sur un effet général
E. Coli	Test sur bactéries bioluminescentes
Entérocoques fécales	Test de photosynthèse sur des algues
Résistance aux antibiotiques	

Publication :
Emschergenossenschaft
pour le projet PILLS
Kronprinzenstraße 24
45128 Essen
Allemagne

Edition :
Le partenariat PILLS
Responsable: Eva Böhling
Emschergenossenschaft
Kronprinzenstraße 24
45128 Essen
Allemagne

Maquette :
konzept:gelb
Büro für Gebrauchsgrafik
www.konzeptgelb.de

Publié en Novembre 2010

Crédits photos
Page 4 : Frog jumping in the water © Waterschap Groot Salland ; **Page 7 :** PILLS partner discussion round © Emschergenossenschaft 2008 ; **Page 8 :** PILLS partners © Emschergenossenschaft 2008 ; **Page 9 :** Dr Jochen Stemplewski © Emschergenossenschaft ; **Page 10 :** Laboratory technician analyzing samples © Emschergenossenschaft ; **Page 11 :** Jan Oggel © Emschergenossenschaft ; **Page 12 :** Advanced wastewater Treatment at the Waterschap Groot Salland © Waterschap Groot Salland 2010 ; **Page 14 :** Andreas Eggmann © Andreas Eggmann ; Advanced wastewater Treatment at the Centre de Recherche Public Henri Tudor © Centre de Recherche Public Henri Tudor 2010 ; **Page 15 :** PILLS partners' Working Group © Emschergenossenschaft 2010 ; **Page 16 :** Andrew Rawlins © Andrew Rawlins ; Results are discussed in the laboratory of Eawag © Eawag, Annual Report 2009 ; **Page 17 :** Water course © Emschergenossenschaft ; **Page 18 :** Wastewater treatment plant of Emschergenossenschaft © Emschergenossenschaft ; **Page 19 :** Dr André Weidenhaupt © Administration de la gestion de l'eau, Luxembourg ; **Page 20 :** Water jet © Emschergenossenschaft ; **Page 21 :** Chantal Gatignol © Emschergenossenschaft 2010

Partenaire pilote

Emschergenossenschaft
Eva Böhling, Kirsten Adamczak
Kronprinzenstraße 24
45128 Essen, Allemagne
Téléphone : 0049 - 201 104 2606 / 2679
Email : boehling.eva@eglv.de /
adamczak.kirsten@eglv.de

Allemagne

Emschergenossenschaft
Dr Issa Nafo
Kronprinzenstraße 24
45128 Essen
Téléphone : 0049 - 201 104 2779
Email : nafo.issa@eglv.de

Les Pays Bas

Waterschap Groot Salland
Dr ir. Herman Evenblij
Dr. Van Thienenweg 1
8025 AL Zwolle
Téléphone : 0031 - 38 455 7431
Email : hevenblij@wgs.nl

Luxembourg

CRP Henri Tudor
Dr Alex Cornelissen
Schlassgoart 66, rue de Luxembourg
4002 Esch-sur-Alzette
Téléphone : 00352 - 545580 519
Email : alex.cornelissen@tudor.lu

Suisse

Eawag
Dr Christa McArdell
Ueberlandstraße 133
8600 Duebendorf
Téléphone : 0041 - 44 823 54 83
Email : christa.mcardell@eawag.ch

Royaume Uni / Ecosse

Glasgow Caledonian University
Dr Ole Pahl
Cowcaddens Road
Glasgow G4 0BA
Téléphone : 0044 - 141 331 3572
Email : O.Pahl@gcal.ac.uk

France

Université de Limoges
Prof. Dr Christophe Dagot
33, rue François Mitterand
87032 Limoges
Téléphone : 0033 - 555 423 697
Email : dagot@ensil.unilim.fr

Conseil consultatif scientifique

Mark Heggie (Scottish Environment Protection Agency, Royaume Uni)

Dr Florian Keil (avant : Institute for Social-Ecological Research ISOE GmbH, Allemagne)

Dr Thomas Schwartz (Karlsruhe Institute of Technology, Allemagne)

Dr Steger-Hartmann (Bayer Schering Pharma AG, Allemagne)

Prof. Dr Pim de Voogt (IBED, University of Amsterdam, Pays Bas)

Dr Luc Zwank (Administration de la Gestion de l'Eau, Luxembourg)