



**Programme national de recherche
« Perturbateurs endocriniens »**

**Plateforme de consensus
« Perturbateurs endocriniens dans les
eaux usées et dans le milieu aquatique »
Document final
(Janvier 2008)**



FONDS NATIONAL SUISSE
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
FONDO NAZIONALE SVIZZERO
SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

Sommaire

Brève description (Executive Summary)	3
Programme national de recherche 50 « Perturbateurs endocriniens »	6
Méthodologie des plateformes de consensus	7
Membres de la plateforme de consensus « Perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et dans le milieu aquatique »	9
Résultats: déclarations relatives aux conséquences	10
Résultats: déclarations/recommandations relatives aux mesures	14

Auteur:

Dr. Marcel Trachsel
Chargé de la valorisation
Programme national de recherche « Perturbateurs endocriniens »
int/ext Communications AG
Case postale
4004 Bâle

marcel.trachsel@int-ext.com

Brève description (Executive Summary)

Introduction

Des substances ayant une activité hormonale peuvent nuire de différentes manières à l'être humain, aux animaux et à des écosystèmes entiers. Des troubles de la fertilité dus à de tels perturbateurs endocriniens sont démontrés dans de nombreuses espèces animales, des poissons aux mammifères, dans l'eau et sur terre.

En l'an 2000, le Conseil fédéral charge le Fond national suisse (FNS) d'exécuter le Programme national de recherche (PNR) 50 « Perturbateurs endocriniens ». Le but de ce PNR est de développer des stratégies scientifiques permettant d'évaluer les risques et les dangers de l'exposition des êtres humains et des animaux aux perturbateurs endocriniens présents dans l'environnement.

Dans le cadre de plateformes de consensus, les représentants des autorités et des industries de production et de transformation doivent élaborer en commun des recommandations sur la manière d'éviter l'impact négatif des produits chimiques de cette catégorie.

La méthodologie des plateformes de consensus a été exclusivement développée pour le programme national de recherche « Perturbateurs endocriniens ». Les objectifs définis par le comité de direction servaient de base. Dans le cas de la plateforme de consensus, il s'agit d'un dialogue structuré et constructif entre industries, autorités et scientifiques, dont l'objectif est de trouver un accord accepté de tous, relatif à l'impact des perturbateurs endocriniens sur les êtres humains, les animaux et l'environnement, ainsi qu'à des mesures contribuant à minimiser l'impact négatif (voir page 7 s).

Les activités de la plateforme de consensus « Perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et dans le milieu aquatique » ont duré de janvier à décembre 2007. Au total, 15 représentants des industries, des autorités et du domaine scientifique, ainsi que deux modérateurs, y ont participé (voir page 9).

Par l'élaboration commune de déclarations relatives aux effets et aux mesures, tous les partenaires participant à la plateforme – industries, autorités et scientifiques du programme national de recherche « Perturbateurs endocriniens » – ont fait preuve de leur volonté d'établir un dialogue constructif et ont, par conséquent, grandement contribué à éviter l'impact négatif de perturbateurs endocriniens potentiels.

Résultats

Les membres de la plateforme de consensus ont accepté et approuvé 32 déclarations relatives aux conséquences et 20 déclarations/recommandations relatives aux mesures (voir page 10 s).

En Suisse, les perturbateurs endocriniens présents dans le milieu aquatique constituent un problème au niveau local et régional, et en particulier lorsqu'une dilution suffisante des eaux usées purifiées dans le cours d'eau récepteur (1:10 ou plus) ne peut être garantie de manière durable ou saisonnière. Cela peut être le cas dans des régions à forte densité de population et disposant de stations d'épuration qui débouchent dans de petits cours d'eau. Dans les eaux usées purifiées d'origine domestique, ce sont les hormones stéroïdes naturelles et synthétiques qui sont

responsables de la majeure partie de l'activité œstrogène. En l'état actuel des connaissances, l'identification des taux accrus de vitellogénine chez les poissons mâles constitue un indicateur biologique approprié. Dans une minorité de milieux aquatiques suisses étudiés jusqu'à présent, on a mesuré des taux faibles à modérément élevés de vitellogénine chez les poissons mâles dans la zone d'influence de stations d'épuration, ce qui permet de conclure à une contamination, de locale à régionale, des milieux aquatiques par des substances œstrogènes. Il n'existe sinon que peu d'indices relatifs à l'action de perturbateurs endocriniens dans les eaux de surface suisses.

À ce jour, on ne dispose d'aucun indice attestant que la forte prévalence des malformations des gonades observées chez les corégones du lac de Thoue soit due à des perturbateurs endocriniens.

De manière générale, on peut supposer qu'en Suisse les perturbateurs endocriniens absorbés par l'eau potable ne sont pas non plus à classer comme ayant un impact négatif sur la santé de l'homme. Des contaminations plus importantes des eaux souterraines et de l'eau potable survenant de manière sporadique doivent être évaluées au cas par cas.

Le comportement environnemental de microcontaminations, dont les perturbateurs endocriniens font partie, doit faire l'objet d'une analyse approfondie. En Suisse, il convient alors d'analyser et de modéliser de manière systématique les flux de matières de perturbateurs endocriniens, afin d'identifier des expositions significatives. Et grâce à des analyses des risques scientifiquement fondées, on peut alors en déduire des mesures relatives aux effets. Les poissons et d'autres organismes aquatiques doivent être analysés quant à l'effet biologique de la contamination environnementale déterminée par des analyses chimiques ou par des modèles.

Étant donné que les hormones stéroïdes œstrogènes doivent être considérées comme les principales responsables des éventuels effets œstrogènes chez les organismes aquatiques, il est très important pour la pratique de mettre en place un objectif de qualité pour l'activité des œstrogènes dans les milieux aquatiques. Cela s'applique en particulier à des cours d'eau sensibles qui sont influencés par des stations d'épuration dont les eaux usées purifiées sont mal diluées.

L'état de l'aménagement des stations d'épuration devrait permettre d'éliminer au maximum les composants des eaux usées. Un fonctionnement optimal doit être garanti. Des problèmes dus à des microcontaminations peuvent en particulier survenir en cas de dilution insuffisante des eaux usées purifiées dans le milieu aquatique. Dans de tels cas, les mesures suivantes doivent être vérifiées:

- Développement conformément aux connaissances techniques actuelles
- Mesures techniques plus approfondies (charbon actif, ozonation. Augmentation de l'âge des boues, etc)
- Procédures alternatives, comme par exemple le groupement des réseaux des eaux usées pour permettre aux stations d'épuration d'être performantes

L'ordonnance et la mise en œuvre de mesures relatives à l'assainissement urbain doivent être précédées d'une stratégie et d'une planification globales. Il convient alors de tenir compte et de donner la priorité aux causes essentielles de la contamination des milieux aquatiques au niveau du bassin de réception et d'identifier les mesures procurant le bénéfice optimal aux milieux aquatiques, et ce avec des coûts économiquement supportables (y compris des mesures au niveau agricole,

renaturation, e.a.). Il convient également d'examiner des mesures d'optimisation de la gestion des eaux de pluie et du réseau d'assainissement (réductions, pertes dues à un manque d'étanchéité). Il convient de contrôler les stations d'épuration en Suisse quant à leur capacité d'élimination et à leur potentiel d'optimisation technique.

Les mesures visées pour les stations d'épuration réduisent non seulement les perturbateurs endocriniens mais également l'apport d'autres substances (n'agissant pas comme des perturbateurs endocriniens) qui sont d'importants polluants aquatiques. Il convient d'examiner et éventuellement d'encourager des mesures prises à la source, telles que des systèmes de remplacement de l'assainissement urbain ou du traitement des eaux usées hospitalières.

L'industrie s'efforce de remplacer des substances présentant un risque toxicologique ou écotoxicologique important par des substances dont le risque est moindre. Mais ceci à condition que les produits de substitution soient soumis à une évaluation du risque aussi approfondie que celle des substances à remplacer.

Il faut s'efforcer d'exploiter les surfaces agricoles de manière adaptée au site, permettant ainsi de limiter l'apport de perturbateurs endocriniens et d'autres substances par ruissellement et drainage superficiels.

Il faut encourager le développement rapide de méthodes de détection des propriétés de perturbateurs endocriniens de produits chimiques et de mélanges qui sont reconnues au niveau international (OECD). Cela s'applique également aux procédures de test pour la priorisation de microcontaminations et pour la surveillance de la qualité des milieux aquatiques. Pour la pratique, il faut chercher à établir des critères de qualité scientifiquement fondés concernant l'activité endocrinienne dans les milieux aquatiques: un critère de qualité chronique (CQC) pour la contamination de longue durée et un critère de qualité aigu (AQC) pour des contaminations maximales de courte durée. Il est conseillé de compléter l'ordonnance sur la protection des eaux par ces critères de qualité.

Programme national de recherche 50 « Perturbateurs endocriniens » (PNR 50)

Des substances ayant une activité hormonale peuvent nuire de différentes manières à l'être humain, aux animaux et à des écosystèmes entiers. Des troubles de la fertilité dus à de tels perturbateurs endocriniens sont démontrés dans de nombreuses espèces animales, des poissons aux mammifères, dans l'eau et sur terre. On suspecte certains solvants, divers produits de protection des plantes, des produits de combustion, des médicaments, les cosmétiques et même des substances naturelles, d'intervenir de quelque manière que ce soit dans l'équilibre hormonal de l'être humain et de l'animal.

En l'an 2000, le Conseil fédéral charge le Fond national suisse (FNS) d'exécuter le Programme national de recherche (PNR) 50 « Perturbateurs endocriniens ». Le programme scientifique, qui est au total doté de 15 millions de francs suisses, a débuté en l'an 2002 et se terminera fin 2007. Le comité de direction, composé de membres internationaux, a au total approuvé 30 projets de recherche en trois phases de programme.

Le programme national de recherche « Perturbateurs endocriniens » a pour mission de développer des stratégies scientifiques permettant d'évaluer les risques et les dangers de l'exposition des êtres humains et des animaux aux perturbateurs endocriniens présents dans l'environnement. Dans le cadre de plateformes de consensus, les représentants des autorités et des industries de production et de transformation doivent élaborer en commun des recommandations sur la manière d'éviter l'impact négatif des produits chimiques de cette catégorie.

Méthodologie des plateformes de consensus

La méthodologie des plateformes de consensus a été développée par le chargé de la valorisation du programme national de recherche « Perturbateurs endocriniens », le Dr. Marcel Trachsel, en collaboration avec l'agence de conseil en communication int/ext Communications AG, de Bâle. Les objectifs définis par le comité de direction servaient de base.

Dans le cas de la plateforme de consensus, il s'agit d'un dialogue structuré et constructif entre industries, autorités et scientifiques, dont l'objectif est de trouver un accord accepté de tous, relatif à l'impact des perturbateurs endocriniens sur les êtres humains, les animaux et l'environnement, ainsi qu'à des mesures contribuant à minimiser l'impact négatif. La méthodologie repose sur une série de réunions et de réflexions individuelles en vue de leur préparation.

Certaines conditions sont nécessaires pour pouvoir clôturer une plateforme de consensus avec succès:

- La question à traiter (Issue) doit être délimitée autant que possible.
- Les membres sont prêts à coopérer dans le cadre du processus, à accepter des intérêts et des points de vue divergents et à travailler ensemble pour trouver un accord commun.
- Les réunions sont modérées par des professionnels.
- Toutes les actions et tous les résultats intermédiaires restent confidentiels jusqu'à la clôture de la plateforme de consensus. À l'issue des travaux, seuls les résultats qui auront été approuvés seront communiqués.

Étape 1: en s'appuyant sur leurs connaissances, les membres de la plateforme de consensus définissent individuellement leur point de vue c.-à.-d. celui de l'organisation qu'ils représentent, concernant les conséquences et les mesures.

Étape 2: à l'occasion d'une première réunion commune, les membres de la plateforme de consensus défendent leur point de vue concernant les conséquences et les mesures et autorisent les autres membres de la plateforme de consensus à remettre en question ce point de vue (Hearing). Il ressort de cette réunion *une compilation de déclarations/recommandations relatives aux conséquences et aux mesures*. Celles-ci seront mises à la disposition des membres de la plateforme de consensus.

Étape 3: lors de cette étape, les membres de la plateforme de consensus décident individuellement de *l'acceptation, de l'acceptation sous conditions ou de la non-acceptation de chaque déclaration relative aux conséquences*. L'acceptation sous conditions doit être impérativement fondée. Les résultats sont centralisés et répartis dans les catégories suivantes:

- Catégorie c1: acceptation générale >>> enregistrement direct dans la compilation finale des déclarations acceptées
- Catégorie c2: acceptée et acceptée sous conditions, pas plus d'une non-acceptation >>> discussion dans le cadre de la réunion commune
- Catégorie c3: plus d'une non-acceptation >>> on ne donne pas suite

Étape 4: dans le cadre de la réunion commune, on poursuivra les discussions concernant les déclarations relatives aux conséquences et s'inscrivant dans la catégorie c2, avec pour objectif de trouver une formulation qui soit acceptable pour tous les membres de la plateforme de consensus. Conjointement aux déclarations de la catégorie c1, le résultat de cette réunion débouchera sur la compilation finale des *déclarations relatives aux conséquences ayant été acceptées*. Celles-ci seront rangées dans un ordre logique et approuvées par la plateforme de consensus.

Étape 5: lors de cette étape, les membres de la plateforme de consensus décident individuellement de *l'acceptation, de l'acceptation sous conditions ou de la non-acceptation de chaque déclaration/recommandation relative aux mesures*.

L'acceptation sous conditions doit être impérativement fondée. Les résultats sont centralisés et répartis dans les catégories suivantes:

- Catégorie m1: acceptation générale >>> enregistrement direct dans la compilation finale des déclarations/recommandations acceptées
- Catégorie m2: acceptée et acceptée sous conditions, pas plus d'une non-acceptation >>> discussion dans le cadre de la réunion commune
- Catégorie m3: plus d'une non-acceptation >>> on ne donne pas suite

Étape 6: dans le cadre de la réunion commune, on poursuivra les discussions concernant les déclarations/recommandations relatives aux mesures et s'inscrivant dans la catégorie m2, avec pour objectif de trouver une formulation qui peut être acceptée par tous les membres de la plateforme de consensus. Conjointement aux déclarations/recommandations de la catégorie m1, le résultat de cette réunion débouchera sur la compilation finale des *déclarations/recommandations relatives aux mesures ayant été acceptées*. Celles-ci seront rangées dans un ordre logique et approuvées par la plateforme de consensus.

Étape 7: les compilations de déclarations relatives aux conséquences et aux mesures qui auront été approuvées, seront *résumées dans un document final* et mises à la disposition d'autres groupes d'intérêts à des fins de communication.

Membres de la plateforme de consensus « Perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et dans le milieu aquatique »

Sur invitation du programme national de recherche « Perturbateurs endocriniens », les personnes mentionnées ci-dessous ont eu l'amabilité de se déclarer prêtes à participer activement à la plateforme de consensus « Perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et dans le milieu aquatique ». Les responsables du programme national de recherche souhaitent vivement remercier les membres de la plateforme de consensus de leur précieuse collaboration.

Industrie

Dr. Peter Dollenmeier, Ciba SA, Bâle

Dr. Urs Friederich, Dow (Europe) GmbH, Horgen

Dr. Paul Vesel, SGCI Chemie Pharma Schweiz, Zurich

Authorities

PD Dr. Stephan Müller, Dr. Michael Schärer, Office fédéral de l'environnement, Berne

Dr. Beat Brueschweiler, Office fédéral de la santé publique, Zurich

Dr. Ueli Ochsenbein, Office cantonal pour la protection des eaux, Berne

Association

Martin Würsten, Association suisse des professionnels de la protection des eaux, Zurich

Programme national de recherche « Perturbateurs endocriniens »

Prof. Dr. Walter Giger, Dr. Hans-Peter Kohler, Eawag, Dübendorf

Prof. Dr. Patricia Holm, Université de Bâle

Prof. Dr. Helmut Segner, Université de Berne

Dr. Thomas Bucheli, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon

Dr. René Gälli, BMG Engineering SA, Zurich

Modération et préparation

Prof. Dr. Felix R. Althaus, Président du comité de direction PNR « Perturbateurs endocriniens », Université de Zurich

Dr. Marcel Trachsel, Chargé de la valorisation du PNR « Perturbateurs endocriniens » int/ext Communications SA, Bâle

Les travaux de la plateforme de consensus « Perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et dans le milieu aquatique » ont duré de janvier à décembre 2007.

Résultats de la plateforme de consensus « Perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et dans le milieu aquatique »: déclarations relatives aux conséquences

Perturbateurs endocriniens (potentiels) dans les milieux aquatiques

- Dans les cours d'eau suisses, on trouve des produits chimiques et des groupes de produits chimiques (principaux composants et métabolites) susceptibles d'agir comme des perturbateurs endocriniens.
- L'apport de perturbateurs endocriniens dans des systèmes aquatiques se fait par le biais tant de sources ponctuelles (par ex. des stations d'épuration) que de sources diffuses (par ex. ruissellement superficiel, dépôt sec).
- On peut également trouver de faibles concentrations de composants se dégradant facilement, comme l'hormone stéroïde œstradiol, en aval de stations d'épuration (« Pseudopersistence »).
- Des études de terrain conduites dans le monde entier montrent que la survenue de perturbateurs endocriniens dans l'environnement aquatique entraîne également des effets au niveau local.
- L'influence de contaminations maximales (par ex. lors d'expositions répétées dues à des rejets en provenance des canalisations) n'est pas déterminée.
- En Suisse, les perturbateurs endocriniens présents dans les milieux aquatiques représentent un problème dans des « hotspots » et au niveau régional, en particulier lorsqu'une dilution suffisante des eaux usées purifiées dans le cours d'eau récepteur (1:10 ou plus) ne peut être garantie de manière durable ou saisonnière. Cela peut être le cas dans des régions à forte densité de population et disposant de stations d'épuration qui débouchent dans de petits cours d'eau.
- Des recherches effectuées en Suisse ont montré que des mycotoxines (par ex. la très puissante zéaralénone) issues des cultures céréalières pouvaient pénétrer dans les eaux de surface, mais elles y sont en général rapidement diluées au-dessous de la concentration effective.

Perturbateurs endocriniens (potentiels) dans les eaux usées

- Les stations d'épuration jouent un rôle essentiel dans l'émission d'hormones stéroïdes et entraînent une libération continue dans les milieux aquatiques. Les normes d'aménagement des stations d'épuration ont alors une influence déterminante sur les émissions.
- On ne sait pas vraiment dans quelle mesure les rejets des eaux usées non purifiées provenant de canalisations (expositions répétées) contribuent à l'activité endocrinienne dans les milieux aquatiques et on ne connaît pas non plus les effets que cela entraîne sur les organismes aquatiques.

- Dans les eaux usées purifiées d'origine domestique, ce sont les hormones stéroïdes naturelles et synthétiques qui sont responsables de la majeure partie de l'activité œstrogène. Globalement, la contamination des milieux aquatiques par des œstrogènes provient essentiellement de cette source.
- Dans les cours d'eau, les rejets d'eaux usées ne doivent entraîner aucun effet lié aux substances œstrogènes apportées par les eaux usées (objectif de protection). En l'état actuel des connaissances, l'identification des taux accrus de vitellogénine chez les poissons mâles constitue un indicateur biologique approprié.

Perturbateurs endocriniens (potentiels) dans l'eau potable

- Les concentrations d'hormones stéroïdes dans l'eau potable, mesurées dans le cadre d'études scientifiques en Allemagne, ne sont pas à classer comme ayant un impact négatif sur la santé de l'homme. La contamination par le biais de l'eau potable est beaucoup plus faible que la production hormonale endogène.
- De manière générale, on peut supposer qu'en Suisse les perturbateurs endocriniens absorbés par l'eau potable ne sont pas non plus à classer comme ayant un impact négatif sur la santé de l'homme. Des contaminations plus importantes des eaux souterraines et de l'eau potable survenant de manière sporadique doivent être évaluées au cas par cas.
- En plus de la charge écologique dans les nappes souterraines et l'eau potable, certaines substances (bisphénol A, phthalates) ayant une action œstrogène peuvent aussi provenir de matériaux qui sont en contact avec l'eau potable. Leur activité est toutefois considérablement plus faible que celle de l'œstradiol.

Effet des perturbateurs endocriniens sur les organismes aquatiques

- Certains produits chimiques ont un impact négatif par le biais de troubles du système hormonal de l'homme et de l'animal.
- Divers organismes présentent diverses sensibilités aux perturbateurs endocriniens.
- Même les invertébrés sont sensibles aux perturbateurs endocriniens (par ex. l'imposex chez les gastéropodes marins).
- On ne peut pas encore mesurer les conséquences de l'action des perturbateurs endocriniens sur les écosystèmes et sur la biodiversité.
- On ne connaît pas non plus les conséquences que des associations avec des facteurs de stress tels qu'une infestation par des parasites, un biotope médiocre, des paramètres physiques, ont sur l'action hormonale. Il existe dans ce domaine un réel besoin de mener des recherches.

- Ainsi que le montrent des tests in vitro, du point de vue de la puissance œstrogène, les hormones stéroïdes naturelles et synthétiques sont beaucoup plus fortes que les produits chimiques industriels examinés jusqu'à présent.
- Dans le cas de certains produits chimiques (par ex. les nonylphénols polyéthoxylés), seuls les produits de dégradation agissent comme des perturbateurs endocriniens.
- Des études expérimentales montrent que des mélanges de différents perturbateurs endocriniens ont un effet endocrinien, même lorsque aucun effet n'est mis en évidence pour chacun de ces différents composants aux concentrations présentes dans ces mélanges (propriété additive).
- Des tests de laboratoires effectués auprès d'invertébrés marins, de poissons et d'amphibiens, montrent clairement que les substances environnementales interviennent dans l'équilibre hormonal de tels organismes. Une exposition chronique aux perturbateurs endocriniens à des concentrations significatives pour l'environnement peut entraîner des modifications néfastes au niveau du développement, de la croissance et de la reproduction.
- Au niveau international, on observe des effets pseudo-hormonaux chez les poissons exposés à l'écoulement de stations d'épuration à traitement mécanique et biologique.
- On observe un impact (par ex. taux accrus de vitellogénine) sur les organismes (poissons) surtout lors d'une exposition continue aux perturbateurs endocriniens, et ce aussi à de très faibles concentrations.
- Les effets sur les organismes (tant la nature de l'effet que les seuils) dépendent de leur cycle de vie. Ainsi, chez les poissons, la phase de différenciation gonadique est très sensible à l'exposition aux perturbateurs endocriniens.
- Dans une minorité de milieux aquatiques suisses étudiés jusqu'à présent, on a mesuré des taux faibles à modérément élevés de vitellogénine chez les poissons mâles dans la zone d'influence de stations d'épuration, ce qui permet de conclure qu'il y a eu exposition aux œstrogènes. Il n'existe sinon que peu d'indices relatifs à l'action de perturbateurs endocriniens dans les eaux de surface suisses.
- En Suisse, à part quelques rares exceptions, on ne dispose à ce jour que de données incomplètes relatives aux effets indiquant qu'une exposition aux perturbateurs endocriniens entraîne des modifications biologiques indésirables dans des conditions environnementales.
- À ce jour, on ne dispose d'aucun indice attestant que la forte prévalence des malformations des gonades observées chez les corégones du lac de Thoue soit due à des perturbateurs endocriniens.

Systemes de controle, qualite

- Les vertebres reagissent tous de la meme maniere aux hormones steroïdes et aux xenoœstrogènes. Mais il semble improbable que tous les invertebres reagissent eux aussi de maniere identique aux œstrogènes. C'est pourquoi il est pratiquement impossible de determiner des criteres de qualite, au moyen de procedures de tests courantes, qui protègent tous les organismes presents dans l'environnement contre des effets nefastes.
- Les tests de toxicite aiguë ne permettent généralement pas de prédire des effets chroniques.
- La charge totale de perturbateurs endocriniens dans les milieux aquatiques pourrait être déterminée par des tests biologiques dans des laboratoires spéciaux. Les expositions aux œstrogènes et aux androgènes sont déjà déterminées de cette façon. Dans le cas d'une évaluation globale, ceux-ci sont à préférer à une analyse séparée des différentes substances.

Résultats de la plateforme de consensus « Perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et dans le milieu aquatique »: déclarations/recommandations relatives aux mesures

Mesures générales

- Les risques associés aux perturbateurs endocriniens nécessitent des projets de surveillance et de recherche de longue durée.
- Il convient, de manière générale, d'accélérer la recherche scientifique dans le domaine des perturbateurs endocriniens. Les éventuels effets des produits chimiques agissant comme des perturbateurs endocriniens sur les organismes humains et animaux doivent, en particulier, faire l'objet d'études fondamentales approfondies pour permettre de procéder à une évaluation exhaustive des risques.
- Il existe un réel besoin de mener des recherches pour répondre aux questions suivantes:
 - De quelle manière les perturbateurs endocriniens agissent-ils sur les fonctions biologiques en dehors du système de reproduction?
 - Est-il possible de transposer d'une espèce à l'autre les résultats relatifs à des mécanismes d'action spécifiques?
 - Quels sont les effets héréditaires des perturbateurs endocriniens sur la régulation et l'expression des gènes (conséquences épigénétiques)?
 - Quelle influence les perturbateurs endocriniens exercent-ils sur des stades sensibles du développement? Cette influence peut-elle éventuellement être à l'origine du développement ultérieur de maladies telles que le cancer ou d'une immunodéficience?
 - Quelles sont les conséquences des associations avec des facteurs de stress sur les organismes aquatiques?
- Le comportement environnemental de microcontaminations doit faire l'objet d'une analyse approfondie. En Suisse, il convient alors d'analyser et de modéliser de manière systématique les flux de matières de perturbateurs endocriniens, afin d'identifier des expositions significatives. Et grâce à des analyses des risques scientifiquement fondées, on peut alors en déduire des mesures relatives aux effets.
- Les poissons et d'autres organismes aquatiques doivent être analysés quant à l'effet biologique de la contamination environnementale déterminée par des analyses chimiques ou par des modèles.
- Lors de l'évaluation des risques de mélanges techniques, il faut si possible tenir compte des interactions entre les composants et les produits de dégradation, ainsi que de leurs différences en termes de comportement environnemental. De plus, il faut également examiner leur composition complexe et la toxicité distincte des divers composants essentiels.

Mesures concernant des perturbateurs endocriniens (potentiels) dans les eaux usées et les milieux aquatiques

- Fort probablement, ce sont les hormones stéroïdes œstrogènes qui jouent le rôle le plus important dans l'activité hormonale au sein des milieux aquatiques: elles doivent par conséquent être considérées comme les principales responsables des éventuels effets œstrogènes chez les poissons. C'est pourquoi il est très important pour la pratique de mettre en place un objectif de qualité pour l'activité des œstrogènes dans les milieux aquatiques. Cela s'applique en particulier à des cours d'eau sensibles qui sont influencés par des stations d'épuration dont les eaux usées purifiées sont mal diluées.
- Chaque fois que c'est possible, il convient de diriger des eaux usées purifiées provenant de stations d'épuration vers un cours d'eau récepteur garantissant un rapport de dilution suffisamment élevé.
- L'état de l'aménagement des stations d'épuration devrait permettre d'éliminer au maximum les composants des eaux usées. Un fonctionnement optimal doit être garanti. Des problèmes dus à des microcontaminations peuvent en particulier survenir en cas de dilution insuffisante des eaux usées purifiées dans le milieu aquatique. Dans de tels cas, les mesures suivantes doivent être vérifiées:
 - Développement conformément aux connaissances techniques actuelles
 - Mesures techniques plus approfondies (charbon actif, ozonation. Augmentation de l'âge des boues, etc)
 - Procédures alternatives, comme par exemple le groupement des réseaux des eaux usées pour permettre aux stations d'épuration d'être performantes

Mesures administratives relatives aux perturbateurs endocriniens (potentiels) dans les eaux usées et les milieux aquatiques

- L'ordonnance et la mise en œuvre de mesures relatives à l'assainissement urbain doivent être précédées d'une stratégie et d'une planification globales. Il convient alors de tenir compte et de donner la priorité aux causes essentielles de la contamination des milieux aquatiques au niveau du bassin de réception et d'identifier les mesures procurant le bénéfice optimal aux milieux aquatiques, et ce avec des coûts économiquement supportables (y compris des mesures au niveau agricole, renaturation, e.a.). Il convient également d'examiner des mesures d'optimisation de la gestion des eaux de pluie et du réseau d'assainissement (réductions, pertes dues à un manque d'étanchéité). Les mesures visées pour les stations d'épuration réduisent non seulement les perturbateurs endocriniens mais également l'apport d'autres substances (n'agissant pas comme des perturbateurs endocriniens) qui ont un impact sur les milieux aquatiques.
- Il convient de contrôler les stations d'épuration en Suisse quant à leur capacité d'élimination et à leur potentiel d'optimisation technique.

- Il convient d'examiner et éventuellement d'encourager des mesures prises à la source telles que des systèmes de remplacement de l'assainissement urbain, du traitement des eaux usées hospitalières ou le NoMix-WC de l'EAWAG.

Mesures industrielles relatives aux perturbateurs endocriniens (potentiels) dans les eaux usées et les milieux aquatiques

- Lorsque dans le cadre d'une évaluation du risque officiellement reconnue on met en évidence un risque pour une certaine substance ou pour certains groupes de substances, l'industrie doit prendre les mesures de précaution appropriées pour réduire ou éliminer ce risque.
- L'industrie s'efforce de remplacer des substances présentant un risque toxicologique ou écotoxicologique important par des substances dont le risque est moindre. Mais ceci à condition que les produits de substitution soient soumis à une évaluation du risque aussi approfondie que celle des substances à remplacer.

Mesures agricoles relatives aux perturbateurs endocriniens (potentiels) dans les eaux usées et les milieux aquatiques

- Il faut s'efforcer d'exploiter les surfaces agricoles de manière adaptée au site, permettant ainsi de limiter l'apport de perturbateurs endocriniens et d'autres substances par ruissellement et drainage superficiels.
- Le choix de sortes de céréales appropriées et l'optimisation du traitement des résidus de récolte pour favoriser le compostage permettent de minimiser l'apport de la zéaralénone, une mycotoxine agissant comme un perturbateur endocrinien, et de ses métabolites, dans l'environnement.

Mesures relatives au développement de systèmes de contrôle et de critères de qualité

- Il faut développer des procédures de test pour la priorisation de microcontaminations et pour la surveillance et l'évaluation de la qualité des milieux aquatiques.
- Les stratégies pour déterminer l'exposition des milieux aquatiques peuvent s'appuyer sur des modélisations et/ou des screenings biologiques. Les hotspots doivent être contrôlés par des analyses chimiques des milieux aquatiques.
- Il faut encourager le développement rapide de méthodes de détection des propriétés de perturbateurs endocriniens de produits chimiques et de mélanges qui sont reconnues au niveau international (OECD).
- Pour la pratique, il faut chercher à établir des critères de qualité scientifiquement fondés concernant l'activité endocrinienne dans les milieux aquatiques: un critère de qualité chronique (CQC) pour la contamination de longue durée et un critère de qualité aigu (AQC) pour des contaminations maximales de courte durée. Il est conseillé de compléter l'ordonnance sur la protection des eaux par ces critères de qualité.