



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

Rapport de synthèse
(juin 2008)



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

Perturbateurs endocriniens: un risque pour l'être humain et l'environnement?

Rapport de synthèse du Programme national de recherche «Perturbateurs endocriniens: importance pour les êtres humains, les animaux et les écosystèmes» (PNR 50) (juin 2008)

Les produits chimiques analogues aux hormones (ou perturbateurs endocriniens) peuvent nuire de différentes manières aux êtres humains, aux animaux et à des écosystèmes entiers. Chez l'homme, il existe un rapport démontré entre ces substances et certains troubles de développement du fœtus dans le ventre de la mère, une diminution de la fertilité, de même que l'apparition de cancers du sein, des testicules et de la prostate. Des troubles de la fertilité liés à des perturbateurs endocriniens ont également été mis en évidence chez de nombreuses espèces animales allant des poissons aux mammifères marins et terrestres.

Dans le monde entier, la présence de perturbateurs endocriniens dans la biosphère est devenue un sujet de préoccupation en matière de santé publique et de politique environnementale. Ces substances perturbent en effet les fonctions physiologiques des hormones endogènes chez l'être humain et l'animal. Leur forme d'activité très particulière a longtemps échappé aux analyses toxicologiques conventionnelles. En 1999, un rapport publié par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et des paysages (OFEFP, aujourd'hui Office fédéral de l'environnement OFEV) a conclu que de tels produits chimiques avaient déjà laissé des traces en Suisse. Et qu'il fallait envisager la possibilité que ces substances soient à l'origine de modifications intervenues dans certaines populations d'animaux sauvages.

Des produits chimiques «doués d'invisibilité»

D'après les connaissances actuelles, les perturbateurs endocriniens interfèrent de deux manières avec l'équilibre hormonal. Certaines de ces substances peuvent s'arrimer aux récepteurs hormonaux à la surface des cellules de l'organisme ; une fois là, elles imitent l'action d'une hormone ou bloquent son récepteur. D'autres perturbateurs endocriniens entravent eux l'acheminement des hormones, leur production ou leur dégradation dans l'organisme.

Les perturbateurs endocriniens peuvent être décrits comme des produits chimiques «doués d'invisibilité». Ils échappent ainsi au «radar» des contrôles toxicologiques conventionnels. Leur «invisibilité» est de différents ordres.

- i) Ces produits chimiques peuvent agir à des concentrations largement inférieures au seuil de toxicité conventionnel.
- ii) Certains perturbateurs endocriniens exercent une action particulièrement nuisible lors de la période du développement embryonnaire, fœtal et post-natal. En dehors de cette brève phase critique, l'organisme se montre nettement moins sensible à ces substances, même lorsque leur concentration est beaucoup plus élevée.
- iii) Si différents perturbateurs endocriniens agissent sur le même récepteur, leur action est additive. Mélangés, ils peuvent atteindre des concentrations susceptibles d'avoir un impact, même si la concentration de chaque substance prise isolément n'est pas efficiente en elle-même.
- iv) Les perturbateurs endocriniens peuvent provoquer dans l'organisme des modifications non génétiques, susceptibles d'être transmises aux générations suivantes et de les affecter. Une étude récemment menée sur des rats a montré que si la mère avait été en contact avec des perturbateurs endocriniens pendant une période critique, ces effets pouvaient être détectés chez ses descendants, et ce jusqu'à la quatrième génération. Cette découverte fonde un changement de paradigme en biologie et en toxicologie.

On suspecte les produits chimiques suivants – dont certains d’usage très courant -d’avoir une activité hormonale: plastifiants, insecticides, herbicides, agents ignifuges, médicaments, composants de cosmétiques mais aussi produits végétaux.

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

(www.nrp50.ch)

En 2000, Le Conseil fédéral a chargé le Fonds national suisse de réaliser le Programme national de recherche «Perturbateurs endocriniens: importance pour les êtres humains, les animaux et les écosystèmes» (PNR 50). Ce programme de recherche, doté de 15 millions de francs, devait développer des stratégies afin d’évaluer les dangers et les risques que l’exposition aux perturbateurs endocriniens présents dans les écosystèmes représente pour l’être humain et l’animal. Les principales questions à examiner étaient les suivantes :

- Quel est le niveau d’exposition des êtres humains, des animaux domestiques et sauvages et de l’environnement en Suisse?
- Quels sont les modèles et les méthodes susceptibles d’identifier les effets de ces substances?
- Quels sont les dangers et les risques pour la santé des êtres humains et des animaux et quel est l’impact sur la biodiversité?
- Quelles sont les mesures à prendre pour protéger les êtres humains et l’environnement?

Les travaux de recherche menés dans le cadre du PNR 50 ont démarré en 2002 et se sont achevés fin 2007. Le Comité de direction, de composition internationale, a autorisé en tout 31 projets scientifiques, en trois phases. Sur la base des résultats de recherche obtenus, trois plates-formes de consensus réunissant scientifiques, autorités et représentants de l’industrie ont élaboré des recommandations à l’aide desquelles il devait être possible d’éviter les conséquences négatives des produits chimiques à activité hormonale.

Aperçu des résultats

(Voir les rapports finaux des différents projets sur <http://www.nrp50.ch/publications/final-summaries.html>)

Le Programme national de recherche «Perturbateurs endocriniens» a généré toute une série de résultats scientifiques importants:

1. identification de produits chimiques et de classes de produits chimiques comme perturbateurs endocriniens potentiels (p. ex. différents écrans UV, agents ignifuges bromés, etc.) ;
2. découverte de nouveaux mécanismes d’action et d’interactions inconnues jusque là entre certains perturbateurs endocriniens et différents récepteurs (p. ex. le récepteur corticoïden) ;
3. identification de nouvelles voies d’absorption potentielles de perturbateurs endocriniens (p. ex. le lait maternel et la peau) et leur impact sur l’être humain ;
4. mise au point de nouvelles méthodes de détection des perturbateurs endocriniens et développement de techniques de modélisation permettant d’évaluer leur impact (utilisation du poisson-zèbre comme biosenseur, spectrométrie de masse par électrospray, méthode *in silico* de prédiction des relations structure-activité) ;
5. données sur la contamination des cours d’eaux par des perturbateurs endocriniens ;
6. identification de «hot spots» dans l’environnement et analyse des flux de masse des principaux perturbateurs endocriniens comme base pour l’évaluation du risque ;

7. données collectées sur l'ensemble du territoire pour déterminer la qualité des spermatozoïdes chez les jeunes Suisses (résultats intermédiaires).

Les nouveaux perturbateurs endocriniens et leur action

Différents écrans UV comme le 4-méthylbenzylidène camphre (4-MBC) ou le 3-benzylidène camphre (3-BC) présentent une activité œstrogène. Des effets ont également été observés sur la glande thyroïde. Le 4-MBC et le 3-BC influencent la croissance des organes reproducteurs (prostate, testicules, utérus) chez les rats lorsque ces derniers ont été en contact avec ces substances. Le comportement sexuel de leurs descendants est perturbé lui aussi. L'être humain absorbe de faibles quantités d'écrans UV par la peau (crèmes solaires, cosmétiques) ou par voie orale (en utilisant du rouge à lèvres, par exemple).

Les agents ignifuges bromés sont utilisés en grandes quantités dans toutes sortes de textiles et d'objets quotidiens inflammables. En Suisse, la seule utilisation de décaBDE, par exemple, se chiffre annuellement à 200 tonnes. Une grande partie de ces substances reste liée dans les matériaux et les appareils jusqu'à leur élimination. Au cours des dix dernières années, la teneur en décaBDE dans les boues des stations d'épuration a quintuplé. Des agents ignifuges bromés ont également été détectés dans les cours d'eaux et la poussière des logements et des bureaux. L'inhalation de cette poussière est l'une des principales sources d'infiltration dans le corps humain, notamment chez les enfants. Il a été démontré que certains agents ignifuges bromés, ainsi que leurs produits de décomposition, ont une action endocrinienne. D'autres substances sont également suspectées d'avoir ce type d'action.

Interactions avec les récepteurs et mécanismes d'action

Les auteurs d'un projet ont réussi à démontrer que les perturbateurs endocriniens présents dans l'environnement sont non seulement capables d'imiter l'action des hormones sexuelles, mais aussi d'influencer d'autres systèmes récepteurs comme le récepteur glucocorticoïde et le récepteur minéralocorticoïde; ils interviennent donc dans d'autres systèmes hormonaux. En d'autres termes, l'observation de produits chimiques suspects ne devrait pas se limiter uniquement à l'effet œstrogène.

Les mélanges de perturbateurs endocriniens ont une action additive et sont susceptibles d'induire des effets, même si les différents composants de ces mélanges affichent des concentrations a priori inefficaces. Les actions des différents composants s'additionnent et modifient le schéma d'expression des gènes dans l'organisme – un schéma contrôlé en principe par les hormones naturelles.

En examinant certains mécanismes moléculaires d'action de perturbateurs endocriniens, les scientifiques ont buté sur les PPAR (proliférateurs de peroxyosomes). Ce système de senseurs de la cellule, qui traite d'innombrables influences extérieures, peut avoir un impact sur l'expression de nombreux gènes. Cette découverte ouvre de nouvelles possibilités pour identifier les perturbations endocriniennes et leur mode d'influence.

Les mécanismes et les voies d'action des substances œstrogènes ont été étudiés chez le poisson-zèbre (*Danio rerio*). Ces résultats fournissent des éléments pour le développement de nouveaux tests écotoxicologiques sensibles.

Analyse des voies d'absorption et impact sur l'être humain

La période embryonnaire et la petite enfance sont des phases où l'être humain est particulièrement sensible à l'influence des perturbateurs endocriniens, car durant cette phase, le développement et la fonction à venir des organes peuvent être perturbés.

Pour la première fois en Suisse, on a analysé la teneur en écrans UV dans le lait maternel humain. Ces examens ont montré que plus de 75 pour cent des échantillons contenaient ces substances provenant de produits solaires ou cosmétiques. La teneur la plus élevée à avoir été détectée était onze fois inférieure à la concentration à partir de laquelle les premiers effets interviennent. Or les mesures des autorités visent chaque fois un facteur 100 de sécurité.

Certains produits naturels comme le soja contiennent eux aussi des perturbateurs endocriniens. Des essais sur l'animal ont montré qu'une alimentation basée exclusivement sur cette légumineuse influence le métabolisme.

Les premiers résultats obtenus par des chercheurs américains indiquent que les perturbateurs endocriniens pourraient provoquer des maladies métaboliques (p. ex. le diabète) et l'obésité. Des essais sur l'animal montrent que l'on observe le même effet si le développement embryonnaire a subi leur influence.

Développement de méthodes de détection et de techniques de modélisation

Des instruments d'analyse à la fois rapides et sensibles sont indispensables si l'on veut pouvoir tester de grandes quantités d'échantillons et déterminer leurs teneurs en perturbateurs endocriniens. Ces instruments doivent pouvoir identifier la protéine du récepteur et la liaison des différents perturbateurs endocriniens sur cette protéine. Deux méthodes de spectrométrie de masse ont été mises au point à cet effet.

Une nouvelle méthode *in vitro* a été développée dans le cadre du PNR 50: elle permet de cerner rapidement l'impact des échantillons les plus divers (du lait maternel aux échantillons recueillis dans l'environnement) sur l'activation de certains gènes œstrogéno-dépendants.

Avec VirtualToxLab, on dispose d'un instrument librement accessible sur Internet qui permet de prédire le potentiel toxique de certains perturbateurs endocriniens et de procéder à une estimation de la liaison de ces derniers sur onze protéines de récepteur différentes. VirtualToxLab offre une représentation du complexe en images 3D.

Contamination des écosystèmes

Des écrans UV ont également été détectés dans des eaux de surface et chez certains poissons. Les travaux en laboratoire menés sur ces derniers ont montré que le 3-BC et la benzophénone-2 (BP-2) influencent de manière négative la capacité reproductrice. Mélangés, les différents écrans UV ont une action additive, voire synergétique. Il en résulte une démasculinisation des poissons – et ce même si les concentrations individuelles des différentes substances présentes dans le mélange sont basses. A l'exception du 3-BC, les analyses concluent que chaque écran UV pris isolément constitue en soi un risque plutôt faible pour les poissons et les daphnies.

Des agents ignifuges bromés ont également été détectés dans l'environnement: on en a retrouvé dans les poissons de lacs et de rivières, dans des cours d'eau, dans les boues de stations d'épuration et même chez des renards citadins de Zurich.

Dans les stations d'épuration et les eaux, on a observé que les produits de la classe des éthoxylates de nonylphénol (des additifs autrefois couramment utilisés dans les produits de lavage et de nettoyage) se dégradent de manière insolite. Il en résulte une profusion de produits de dégradation dotés de divers potentiels œstrogènes. Bien que ces substances ne soient plus utilisées en Suisse, leurs métabolites contribuent toujours à l'activité œstrogène dans les milieux aquatiques.

L'activité œstrogène des effluents de stations d'épuration varie très fortement d'un site à l'autre et dans le temps. La contamination œstrogène de truites mâles a été étudiée dans 18 cours d'eau du

Mittelland. De manière générale, cette dernière est plutôt basse. Des valeurs élevées n'ont été mesurées que dans certains «hot spots» locaux en aval de stations d'épuration. Il semble peu vraisemblable que la population de truites subisse l'influence de perturbateurs endocriniens.

Les corégones du Lac de Thoune présentent un taux inhabituellement élevé de malformations des gonades. Comme l'ont montré des analyses approfondies, les produits chimiques provenant des anciens dépôts de munitions de l'armée immergés au fond du lac, ou encore du chantier des NLFA, ne sont pas en cause. Il semblerait qu'un plancton du Lac de Thoune, qui constitue la base de l'alimentation des poissons, favorise ces malformations. Mais contrairement à ce que l'on avait imaginé au départ, ces dernières n'ont pas d'influence perceptible sur la reproduction des poissons.

Etudier et prédire les flux de masse issus de la production et du traitement industriels dans l'environnement permet d'effectuer des pronostics sur les concentrations des différents perturbateurs endocriniens et des différentes classes de substances. Ces examens ont montré que les émissions d'agents ignifuges bromés dans l'air ambiant avaient été sous-estimées jusqu'ici. Les quantités les plus importantes de ces substances se trouvent actuellement sous forme liée dans les matériaux les plus divers. La contamination de l'environnement se poursuivra donc des années encore après l'interdiction éventuelle de certains d'entre eux.

Les méthodes d'analyse de traces ont permis de détecter de faibles concentrations d'écrans UV dans les cours d'eau suisses et dans la chaîne alimentaire aquatique. Pris isolément, les perturbateurs endocriniens ne représentent le plus souvent qu'un faible risque pour les milieux aquatiques. Mais comme ces substances ont une action additive, il arrive qu'elles aient des effets sur les poissons – comme celle d'induire une production de vitellogénine chez les poissons mâles. D'autres modèles confirment que, comparées aux hormones stéroïdes naturelles et synthétiques, les concentrations actuelles d'écrans UV et de bisphénol A ne représentent qu'un problème subordonné pour la contamination œstrogène de l'environnement aquatique. Certains «hot spots» ont en revanche été identifiés: ce sont par exemple les effluents STEP de zones densément habitées et industrialisées. On observe également des concentrations élevées lorsque de fortes pluies font affluer des eaux de surfaces non épurées dans les rivières.

Qualité des spermatozoïdes en Suisse

Comme le montrent les résultats intermédiaires de l'étude sur la qualité des spermatozoïdes chez les conscrits suisses, la moitié des 800 volontaires examinés jusqu'ici se situe, au moins pour une valeur de mesure, en-dehors de la norme de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). La concentration de spermatozoïdes, leur mobilité et leur vitesse ont été relevés. Le résultat est préoccupant. Mais pour l'instant, on en ignore encore les raisons. Certaines disparités régionales ne pourront être confirmées que lorsqu'on aura examiné les 3000 échantillons nécessaires.

Recommandations des plates-formes de consensus

(Voir l'ensemble des plates-formes de consensus sur <http://www.nrp50.ch/consensus-platforms.html>)

Trois plates-formes de consensus ont été conduites dans le cadre du Programme national de recherche «Perturbateurs endocriniens». Elles impliquaient des scientifiques du PNR 50, ainsi que des représentants des autorités et des industries (production et transformation). Deux plates-formes ont été consacrées aux classes de substances (écrans UV dans les produits solaires et agents ignifuges bromés), alors que la troisième s'est penchée sur la problématique de l'eau (perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et les cours d'eau). En élaborant leurs déclarations communes sur les effets des perturbateurs endocriniens et les mesures à prendre, tous les participants au PNR 50 ont témoigné de leur volonté de mener un dialogue constructif. Ils ont ainsi apporté une contribution précieuse pour éviter l'impact négatif de perturbateurs endocriniens potentiels.

Résultats généraux des plates-formes de consensus

De manière générale, les membres des plates-formes de consensus se sont accordés sur le fait que certains produits chimiques sont susceptibles d'influencer les systèmes hormonaux des organismes, y compris celui de l'être humain. Il existe notamment un rapport scientifiquement démontré entre la présence de perturbateurs endocriniens dans les écosystèmes et certains effets négatifs chez les animaux sauvages. Des effets pseudo-hormonaux ont également été constatés chez les poissons exposés aux eaux d'écoulement de stations d'épuration à traitement mécanique et biologique. L'exposition de l'être humain aux perturbateurs endocriniens est multiple. Le fait que l'on ait détecté ce type de produits chimiques dans les tissus humains et le lait maternel montre que les êtres humains sont déjà en contact avec ces substances durant les phases précoces de leur existence. Les membres des plates-formes sont également d'accord sur le point suivant: étant donné le danger potentiel que représentent les perturbateurs endocriniens, l'incertitude scientifique ne doit pas servir d'argument pour repousser la mise en œuvre de mesures destinées à réduire les risques. Les problèmes soulevés par ces substances nécessitent une surveillance à long terme et d'autres projets de recherche.

Recommandations spécifiques de la plate-forme «Ecrans UV dans les produits solaires»

Il est indéniable qu'une exposition non-protégée aux rayons solaires peut provoquer différentes maladies de la peau. Elle doit donc être considérée comme un risque pour la santé et il faut informer les consommateurs de l'attitude à adopter pour se protéger – notamment en recherchant l'ombre, en portant des vêtements adaptés et en utilisant des produits solaires.

Des expériences menées en laboratoire ont montré que certains écrans UV ont une activité endocrinienne chez les mammifères et les poissons. Le fait que l'on ait détecté des résidus d'écrans UV dans l'environnement, chez des poissons et dans le lait maternel montre qu'il est nécessaire d'évaluer le rapport bénéfice/risque des produits solaires, en tenant compte des derniers résultats scientifiques: les bénéfices de la protection contre des affections de la peau comparés aux effets endocriniens nocifs de certains écrans UV.

Pour procéder à l'analyse du risque que représentent les écrans UV pour l'être humain, il sera nécessaire de recueillir davantage de données:

- sur la fréquence et la quantité de produits solaires utilisés, en particulier chez les femmes en âge de procréer et les enfants ;
- sur les concentrations dans l'environnement, la capacité d'absorption par la peau, l'«exposition interne» (sang, lait maternel), ainsi que sur la toxicité reproductive et développementale ;
- sur la persistance et le devenir des écrans UV dans l'environnement.

Les membres de la plate-forme recommandent à l'Office fédéral de l'environnement d'examiner l'interdiction de certains écrans UV en s'appuyant sur des évaluations des risques scientifiquement fondées, et d'élaborer un document en conséquence – en tenant compte, notamment, de la possibilité de remplacer l'écran UV qu'on se propose d'interdire, ainsi que des appréciations et des réglementations de l'UE.

Les membres de la plate-forme recommandent à l'Office fédéral de la santé publique d'étudier une interdiction des écrans UV qui représentent un danger pour la santé, en s'appuyant sur des évaluations des risques scientifiquement fondées. Ils lui recommandent également d'examiner le cas échéant la possibilité d'adapter l'ordonnance sur les cosmétiques en tenant compte des appréciations et des réglementations de l'UE. Le risque pour la santé des consommateurs lié à la présence de 4-MBC dans les produits solaires devra faire ensuite l'objet d'une évaluation.

Dans le cadre de l'autocontrôle imposé par la loi, l'industrie doit veiller à ce que les écrans UV n'aient pas de répercussions négatives sur l'être humain et l'environnement. Il est recommandé aux fabricants d'écrans UV de réviser leur autocontrôle à la lumière des nouveaux résultats de recherche obtenus en Suisse et à l'étranger, puis d'en soumettre les résultats aux autorités. Les fabricants d'écrans UV assument leur responsabilité dans la mesure où ils tiennent compte, dans l'évaluation de leurs produits, des derniers résultats scientifiques communément acceptés sur les effets endocriniens des écrans UV. L'industrie doit continuer à mettre au point des technologies et à les utiliser de manière optimale pour réduire les concentrations des écrans UV chimiques dans les produits solaires, tout en assurant un effet protecteur équivalent. L'industrie encourage le développement de nouveaux écrans UV à faible potentiel toxicologique. L'industrie qui s'occupe de la mise au point des formules étudie la possibilité de renoncer volontairement à l'utilisation de 4-MBC dans les produits solaires.

Recommandations spécifiques de la plate-forme de consensus «Agents ignifuges bromés»

L'efficacité des agents ignifuges bromés pour protéger certains matériaux inflammables – matériaux synthétiques et textiles par exemple – est indéniable. L'avantage que représentent leurs propriétés dans la protection contre le feu des appareils électriques et électroniques, des moyens de transport et dans la construction se voit toutefois pondéré par certains risques potentiels. Les principaux représentants de ce groupe de substances sont aujourd'hui le diphényléther polybromé décaBDE, l'hexabromocyclodécane (HBCD) et le tétrabromisphénol A (TBBPA).

Il a été démontré que certains agents ignifuges bromés entraînent des effets endocriniens. On a observé des effets anti-androgènes et œstrogènes, ainsi que des troubles du système hormonal thyroïdien avec le pentaBDE (interdit depuis 2004). Dans l'état actuel des connaissances, le TBBPA et le HBCD sont considérés comme des produits chimiques à activité hormonale potentielle.

Les problèmes liés à ces substances nécessitent des projets de surveillance et de recherche à long terme. Il convient également d'améliorer l'information sur le cycle de vie des agents ignifuges bromés. La recherche d'alternative aux agents ignifuges bromés persistants dans l'environnement doit être encouragée.

L'être humain peut absorber ces agents ignifuges bromés par l'alimentation, mais également par les poussières domestiques et dans l'air ambiant qu'il respire à l'intérieur des locaux. De par leur activité professionnelle, les employés qui travaillent dans le secteur de l'élimination et du recyclage des déchets électriques et électroniques sont particulièrement exposés à ces substances. Dans leur cas, il s'agit de déterminer les endroits où les expositions sont les plus importantes et si des mesures doivent être prises pour les réduire. L'industrie de transformation et le secteur de l'élimination des déchets devraient s'associer pour voir s'il existe, en Suisse, des sources qui présentent des charges importantes d'agents ignifuges bromés et, le cas échéant, prendre des mesures pour en réduire les émissions.

D'après les connaissances actuelles, le TBBPA lié sous forme de copolymère (p. ex. résines époxy dans les circuits imprimés) est considéré comme inoffensif dans la phase d'application. En revanche, dans le cadre de sa propre responsabilité, l'industrie devrait examiner dans quels domaines le décaBDE et le HBCD sont susceptibles être remplacés par d'autres systèmes ignifuges dont le profil de risque serait plus favorable.

Les autorités examinent d'autres restrictions et interdictions d'agents ignifuges bromés persistants à activité hormonale. Elles s'appuient à cet effet sur des évaluations de risque scientifiquement fondées et tiennent compte des réglementations de l'Union européenne, ainsi que de la disponibilité de substances de remplacements équivalentes et déjà analysées.

Recommandations spécifiques de la plate-forme de consensus «Perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et le milieu aquatique»

En Suisse, les perturbateurs endocriniens présents en milieu aquatique peuvent constituer un problème au niveau local et régional, notamment lorsqu'il n'est pas possible de garantir de manière durable ou saisonnière une dilution suffisante des eaux usées purifiées dans le cours d'eau récepteur (1:10 ou davantage) – cela peut être le cas dans les régions à forte densité de population ou équipées 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. Dans une minorité des milieux aquatiques suisses étudiés, une activité œstrogène modérément élevée a été mesurée chez les poissons mâles évoluant dans la zone d'influence de stations d'épuration, ce qui permet de conclure à une contamination locale à régionale de ces 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.

Il n'existe à ce jour aucun indice que la forte prévalence de malformations des gonades observées chez les corégones du Lac de Thoune soit due à des perturbateurs endocriniens.

De manière générale, on peut partir du principe qu'en Suisse, les perturbateurs endocriniens absorbés par l'eau potable n'ont pas à être classés parmi les substances ayant un impact négatif sur la santé de l'homme. Les contaminations plus importantes des eaux souterraines et de l'eau potable qui surviennent 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, les flux de masse de perturbateurs endocriniens doivent être systématiquement analysés et modélisés afin d'identifier les expositions significatives. Des analyses de risques scientifiquement fondées permettront alors de prendre des mesures en rapport avec ces effets. Des poissons et d'autres organismes aquatiques doivent être examinés afin que l'on puisse évaluer l'impact biologique de la contamination de l'environnement.

Les hormones stéroïdes œstrogènes doivent être considérées comme les principales responsables d'effets œstrogènes éventuels observés chez les organismes aquatiques. Il est donc très important de mettre en place un objectif qualité pour l'activité œstrogène dans les milieux aquatiques. Cela vaut particulièrement pour les cours d'eau sensibles qui subissent l'influence de stations d'épuration dont les eaux usées purifiées sont mal diluées.

L'aménagement des stations d'épuration devrait permettre d'éliminer autant que possible les composants des eaux usées. Un fonctionnement optimal doit être garanti. Des problèmes liés à des microcontaminations peuvent survenir en cas de dilution insuffisante, notamment. Dans de tels cas, il faut envisager les mesures suivantes: un aménagement conforme à la technologie actuelle, des mesures techniques plus poussées (charbon actif, ozonation, élévation de l'âge des boues, etc.), et/ou des procédures alternatives, comme le regroupement de réseaux d'eaux usées pour rendre les stations d'épuration plus 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 s'agit également d'identifier les mesures susceptibles d'apporter un bénéfice optimal aux milieux aquatiques (y compris des mesures dans l'agriculture, la renaturation, etc.), et ce à des coûts économiquement supportables. Des mesures visant une amélioration de la gestion des eaux de pluie et du réseau d'assainissement (réductions, pertes liées au manque d'étanchéité) doivent également être examinées. Les stations d'épuration de Suisse doivent être contrôlées au niveau de leur capacité d'élimination et de leur potentiel d'optimisation technique.

Les mesures visées pour les stations d'épuration réduisent l'apport de perturbateurs endocriniens, mais aussi celui d'autres substances (non perturbatrices au niveau endocrinien) qui restent d'importants polluants aquatiques. Des mesures à la source (systèmes de remplacement de l'assainissement urbain ou traitement des eaux usées hospitalières) doivent aussi être envisagées.

Il faut viser une exploitation des surfaces agricoles adaptée au site: cela permet de limiter l'apport de perturbateurs endocriniens et d'autres substances par ruissellement superficiel et par drainage.

De son côté, l'industrie s'efforce de remplacer les substances présentant un risque toxicologique ou écotoxicologique important par d'autres substances présentant moins de risques. Mais il est impératif que les produits de remplacement soient soumis à une évaluation du risque aussi détaillée que les substances à remplacer.

Il faut encourager la mise au point rapide de méthodes reconnues au niveau international (OCDE), qui permettent de déterminer si les produits chimiques et les mélanges présentent une activité hormonale. Ceci vaut également pour des procédures de test qui permettraient de prioriser les microcontaminations et de surveiller la qualité des milieux aquatiques. Pour la pratique, il faut chercher à établir des critères de qualité scientifiquement fondés qui portent sur 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 les contaminations maximales de courte durée.