



(ID Modèle = 454913)

Ineris - 179438 - 831099 - v3.0

08/05/2020

Etude sur le coût de la présence de micropolluants dans les eaux

PRÉAMBULE

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Contrat de recherche et développement 2019/2020 - AFB/2019/47- relatif aux outils et méthodologies pour la gestion des polluants de l'eau entre l'AFB et l'Ineris.

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : Direction des Risques Chroniques

Rédaction : CHAPON VALENTIN ; PUCHEUX NICOLAS

Vérification : BRIGNON JEAN-MARC ; ANDRES SANDRINE

Approbation : Document approuvé le 08/05/2020 par ROUIL LAURENCE

Correspondants OFB : Pierre-François STAUB, Julien GAUTHEY

Table des matières

1	Introduction	7
2	Caractérisation des coûts liés aux micropolluants	8
2.1	Coûts de surveillance et d'information	8
2.2	Coûts des actions positives	11
2.2.1	Actions réalisées ou en cours de réalisation	11
2.2.2	Actions pouvant être initiées dans le futur.....	14
2.3	Coûts des impacts résiduels.....	15
2.4	Synthèse des coûts	17
3	Monétarisation de la pollution de l'eau par les micropolluants.....	21
3.1	L'approche par voie d'impact.....	22
3.1.1	Quantification des impacts sanitaires et environnementaux	22
3.1.2	Monétarisation des impacts sanitaires et environnementaux	26
3.2	Autres approches d'estimation	26
4	Conclusion	29
5	Références	30
6	Annexes.....	35
6.1	Annexe 1 : Présentation des méthodes de monétarisation.....	35
6.2	Annexe 2 : Valeur économique totale des écosystèmes et méthodes de monétarisation associées.....	36
6.3	Annexe 3 : Coûts associés à une maladie	37

Résumé

La présence de micropolluants dans les eaux de surfaces, les eaux souterraines et dans les eaux destinées à la consommation humaine, engendre des coûts pour la société. On peut distinguer trois catégories de coûts : les coûts de surveillance, les coûts des actions positives pour limiter la présence de micropolluants dans les eaux et enfin les coûts des impacts dit « résiduels ». Ces derniers correspondent aux impacts sanitaires et environnementaux liés à la présence de micropolluants. Le coût complet des micropolluants pour la société correspond à la somme de ces coûts.

Concernant les deux premières catégories de coûts, une partie est accessible. La somme de ces coûts investis et référencés dans cette étude s'élèverait à plus d'un milliard d'euros depuis les années 2000.

Au contraire il n'existe pas de valeur de coût ni pour les impacts sanitaires qui pourraient être liés à la consommation d'eau potable, ni pour les impacts environnementaux liés à la présence de micropolluants dans les eaux de surfaces et dans les eaux souterraines. Une des principales raisons expliquant cette absence de valeur est que ces impacts sont difficilement quantifiables. En s'appuyant sur l'approche par voie d'impact, cette étude montre les limites en l'état actuel des connaissances de l'estimation d'une valeur monétaire pour ces impacts sanitaires et environnementaux et donc du coût complet de la présence des micropolluants dans les eaux.

Les méthodes des préférences révélées et déclarées peuvent être utilisées pour estimer la valeur que la société associe à la pollution des eaux par les micropolluants. Les préférences déclarées peuvent par exemple estimer le consentement à payer pour une amélioration de l'état chimique ou écologique des eaux. Les préférences révélées peuvent par exemple dans le cadre de cette problématique estimer la valeur que la société consent à investir pour réduire la présence de micropolluants dans les eaux.

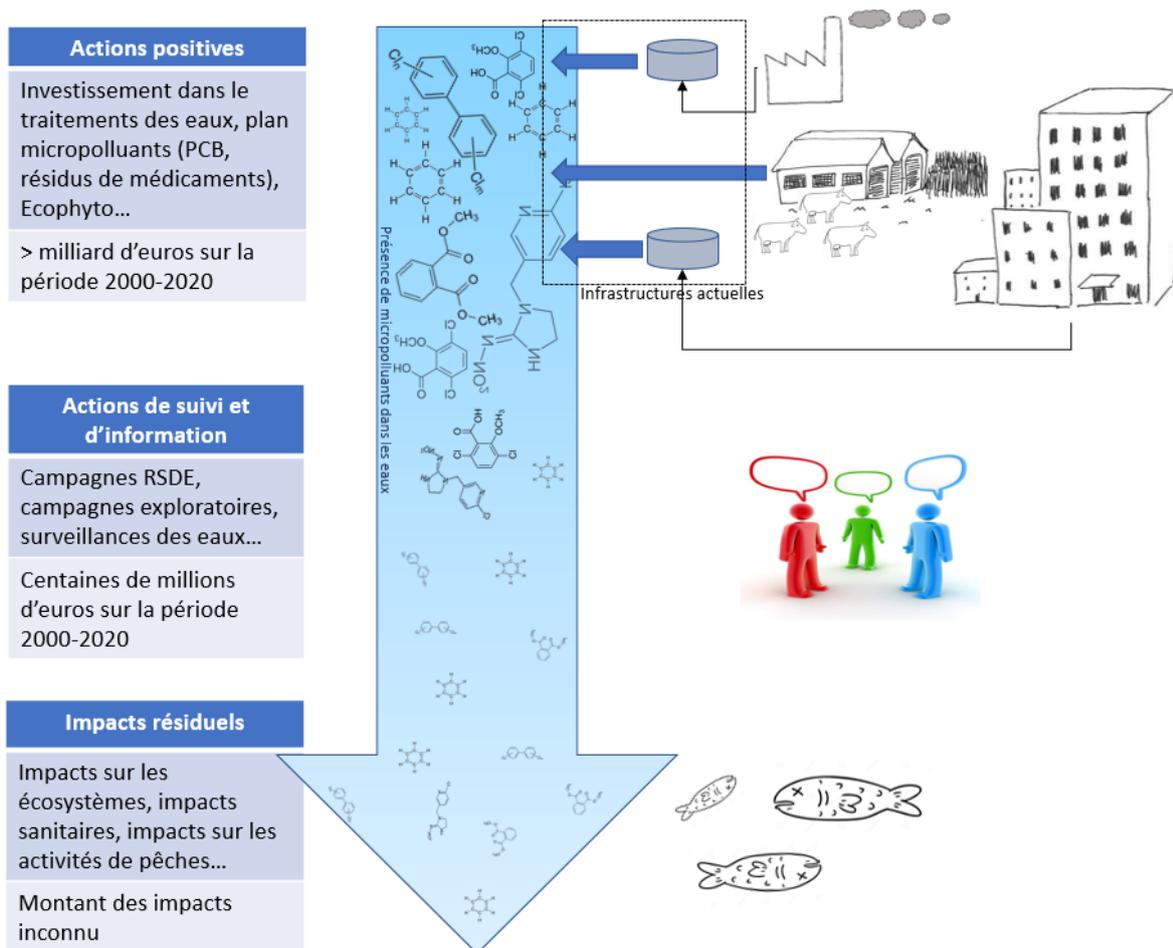


Figure 1 : Schéma synthétisant l'ensemble des coûts associés à la présence de micropolluants dans les eaux

Abstract

The presence of micropollutants in surface water, groundwater and water intended for human consumption causes costs to society. Three categories of costs can be distinguished: monitoring and information costs, the costs of positive actions to limit the presence of micropollutants in water, and finally the costs of so-called "residual" impacts. The last category of costs corresponds to health and environmental impacts resulting from the presence of micropollutants, entitled residual costs. The total cost of micropollutants for the society corresponds to the sum of these costs.

For the first two categories of costs, a part is available. The sum of these costs invested and referenced in this study would amount to more than one billion euros since the 2000s.

On the contrary, there is no cost value either for the health impacts that could be linked to the consumption of drinking water or for the environmental impacts linked to the presence of micropollutants in surface water and groundwater. One of the main reasons for this lack of value is the difficulties to quantify them. Using the impact pathway method, this study shows the limitations of the current state of knowledge in estimating a monetary value for these health and environmental impacts and thus the full cost of micropollutants.

Revealed and stated preference methods can be used to estimate the value that society places on water pollution by micropollutants. For example, stated preferences can estimate the willingness to pay for an improvement in the chemical or ecological status of water. While revealed preferences can be used to estimate the value that society is willing to invest in reducing the presence of micropollutants in water.

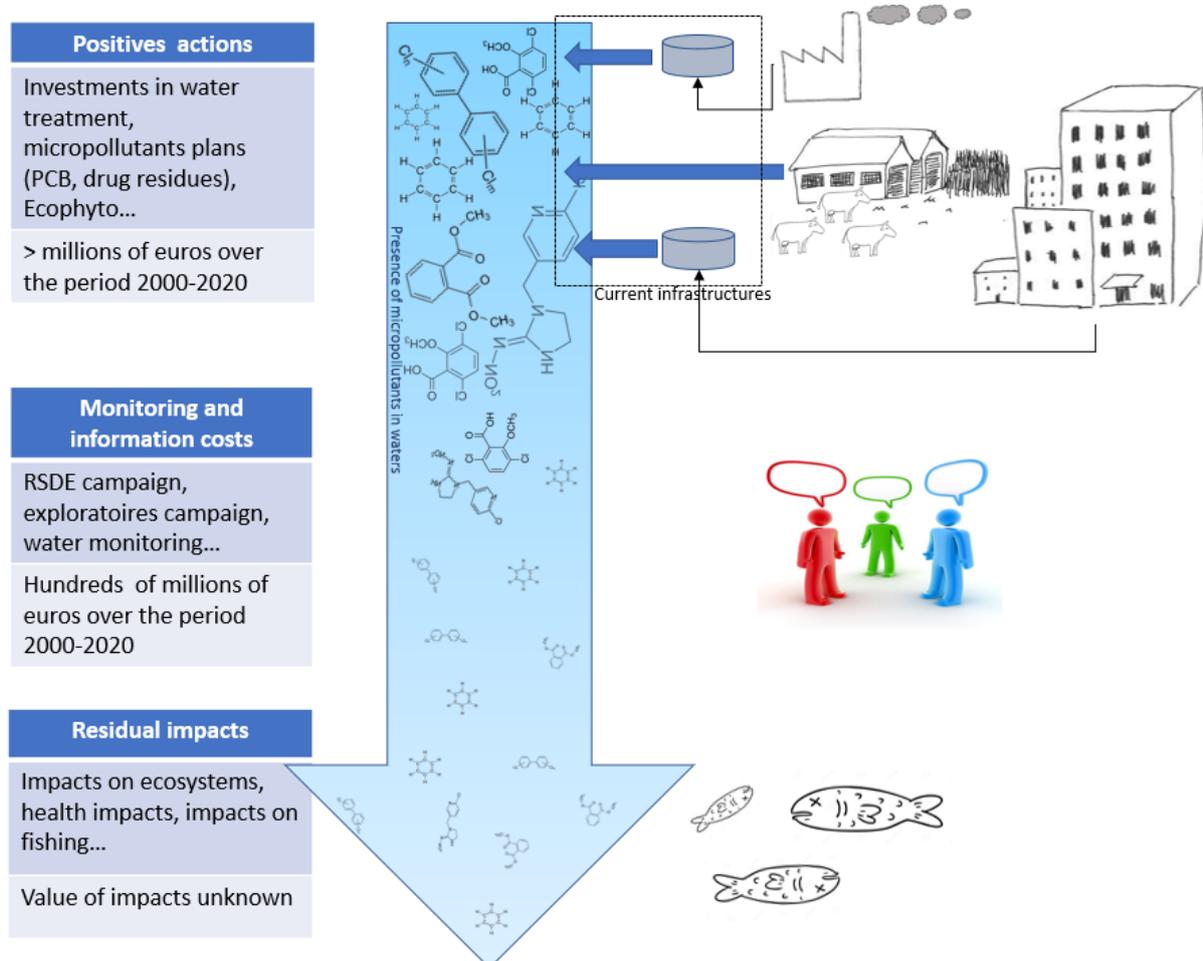


Figure 2 : Schema summarizing all the costs associated with the presence of micropollutants in waters

Pour citer ce document :

Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Etude sur le coût de la présence de micropolluants dans les eaux, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 179438 - 831099 - v3.0, 18/11/2020.

Mots-clés :

Micropolluants, eaux de surface, eaux souterraines, eaux destinées à la consommation humaine potable, coûts de surveillances, coûts des actions positives, coûts des impacts sanitaires et environnementaux, économie de l'environnement, approche par voie d'impact, monétarisation, méthode des préférences déclarées.

1 Introduction

Le Plan Micropolluants (2016-2021) définit les micropolluants comme « des substances indésirables détectables dans l'environnement à très faible concentration (microgramme par litre voire nanogramme par litre). Leur présence est, au moins en partie, due à l'activité humaine (procédés industriels, pratiques agricoles ou activités quotidiennes) et peut à ces très faibles concentrations engendrer des effets négatifs sur les organismes vivants en raison de leur toxicité, de leur persistance et leur bioaccumulation. Cette définition des micropolluants concerne de nombreuses molécules présentant des propriétés chimiques différentes (plus de 110 000 molécules sont recensées par la réglementation européenne), qu'elles soient organiques ou minérales, biodégradables ou non tels que les plastifiants, détergents, métaux, hydrocarbures, pesticides, cosmétiques ou encore les médicaments » (Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer s. d.).

La présence de micropolluants impacte négativement l'environnement et la santé humaine et génère également des coûts pour mesurer, évaluer, et limiter cette pollution aquatique. Afin de mieux comprendre l'ampleur de cette pollution, cette étude propose d'examiner la faisabilité d'estimer le coût complet pour la société de la présence de micropolluants dans les eaux de surfaces, dans les eaux souterraines et dans les eaux destinées à la consommation humaine¹. Il s'agit d'additionner les coûts de suivi de leur présence dans les eaux douces et brutes, les coûts de recherche, les coûts des actions prises en conséquence de cette pollution, telles que le traitement ou la substitution, et enfin de la valeur des externalités liées à la présence de micropolluants dans les eaux (dommages à l'environnement et à la santé, en termes de pertes d'usages).

Ce travail s'appuie sur les concepts de l'économie de l'environnement ainsi que sur les données de la littérature disponibles. Dans un premier temps cette étude définit et synthétise l'ensemble des coûts associés à la présence de micropolluants dans les eaux de surface, les eaux souterraines et aux actions mises en place pour réduire cette pollution. Dans un second temps, les méthodes de l'économie de l'environnement sont appliquées à la problématique de la présence de micropolluants dans les eaux. Ce travail a notamment permis d'illustrer l'intérêt mais aussi les limites importantes de l'application de ces méthodes dans un tel contexte.

¹ Les micropolluants peuvent avoir d'autres impacts sur la santé, soit via une exposition directe aux produits chimiques, soit à travers d'autres expositions indirectes (pollution des sols), mais nous ne nous intéressons dans le cadre de cette étude qu'aux dommages sanitaires résultant de leur présence dans les milieux aquatiques. D'autres impacts sanitaires indirects qui pourraient être pertinents dans le cadre de cette étude (ex. utilisation d'eau pour l'arrosage de cultures) ne sont actuellement pas possibles à estimer et ne seront donc pas pris en compte dans ce rapport. On devra néanmoins garder présent à l'esprit qu'il s'agit donc d'un facteur de sous-estimation des coûts des micropolluants de l'eau pour la santé humaine.

2 Caractérisation des coûts liés aux micropolluants

Des études ont été réalisées par le ministère de l'environnement (Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie 2012) et les directions Inter-régionale de la mer Manche est Mer du Nord et Sud Atlantique (Direction Inter-régionale de la mer Manche et Mer du Nord 2018) (Direction Inter-régionale de la mer Sud Atlantique 2018) sur les coûts associés à la présence de micropolluants dans les eaux marines. La présente étude reprend les catégories de coûts définies dans les études précédemment citées : les coûts de surveillance et d'information, les coûts des actions positives pour réduire la présence de micropolluants dans les eaux et les coûts des impacts résiduels.

2.1 Coûts de surveillance et d'information

Les coûts de surveillance et d'information regroupent les coûts au niveau national pour le suivi de la contamination des milieux par les micropolluants dans les eaux, notamment en application de la DCE. Ils comprennent également les coûts d'actions ayant pour objectif de comprendre et d'évaluer les sources d'apports de micropolluants à ces milieux aquatiques : opérations RSDE, études sur la présence de micropolluants dans les boues de STEP par exemple... Les coûts présentés ci-après concernent les coûts de suivi et d'actions pour les eaux usées urbaines et industrielles ainsi que pour les eaux de surfaces, les eaux souterraines et les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable.

i) Programme de surveillance des eaux au titre de la DCE

La Directive Cadre sur l'Eau impose aux états membres de l'Union Européenne la réduction ou la suppression des rejets d'un certain nombre de micropolluants (métaux, pesticides, PCB, HAP, phtalates...), ainsi que la surveillance des milieux aquatiques.

Cette directive s'applique, en ce qui concerne la surveillance, en France à travers l'arrêté du 7 août 2015 (*Arrêté du 7 août 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement*, s. d.). Cet arrêté définit la liste des substances, dont font partie un certain nombre de micropolluants, devant être surveillées dans les eaux de surfaces et dans les eaux souterraines. Concernant les eaux de surface 45 substances doivent être surveillées pour le bon état chimique de l'eau ainsi que 36 polluants spécifiques de l'état écologique des eaux. Ces substances doivent être surveillées pour chaque bassin, ce qui constitue un état des lieux de la qualité de l'eau à un instant donné. Ces informations sont indispensables pour suivre l'évolution de la présence de substances dans les eaux et comprendre les sources de pollutions. En plus de la surveillance de ces deux listes de substances, les bassins sont amenés à suivre des substances pertinentes à surveiller pour la matrice eau et la matrice sédiments des eaux de surfaces. D'autres substances peuvent également être suivies en fonction d'enjeux spécifiques à chaque bassin : activités économiques, pollutions passées...

Cet arrêté définit également des substances à surveiller pour l'état chimique des eaux souterraines. 25 substances sont surveillées annuellement pour tous les sites du programme. Une analyse photographique réalisée une fois par cycle pour tous les sites du programme comprend 175 substances en métropole et 137 dans les DOM. Enfin une analyse intermédiaire est réalisée 2 fois par cycle sur un quart des sites. Cette surveillance concerne 37 substances.

La valeur de ce coût de surveillance DCE présentée dans le Tableau 2 (page 16) a été extraite des données issues du site du Service de la Donnée et des Etudes Statistiques (SDES) (« L'eau et les milieux aquatiques - Chiffres clés - Édition 2016 | Données et études statistiques » 2016). La valeur présentée dans le tableau correspond à la moyenne du budget consacré au volet eau, au traitement des sites et sols pollués², aux mesures et contrôles internes des industries et au programme de surveillance DCE de 2000 à 2013. Ce montant n'est pas exclusivement destiné à la surveillance de micropolluants, mais comprend également la surveillance de paramètres biologiques de l'état écologique dans les eaux de surfaces et des paramètres quantitatifs dans les eaux souterraines.

² Les coûts imputables à la pollution des sols sont inclus dans la valeur présentée dans le tableau 2, faute de données disponibles ces coûts n'ont pas pu être soustrait à la valeur présentée

Depuis 2017, une douzaine de substances doivent être surveillées dans le biote, ce qui engendre des coûts supplémentaires (Agence de l'Eau Seine Normandie, s. d.) que nous n'avons pas estimé dans cette étude.

ii) Programmes de surveillance des rejets aqueux dédiés aux micropolluants

Plusieurs campagnes de Recherche et Réduction des Rejets de Substances Dangereuses dans l'Eau (RSDE) ont été menées depuis 2003. Ces campagnes de mesures nationales dans les rejets d'Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et les Stations d'épuration Urbaines (STEU) avaient notamment pour objectif de participer à une meilleure maîtrise et à la réduction des émissions d'un certain nombre de micropolluants vers les réseaux de collecte des eaux usées, et de contribuer à l'atteinte des objectifs nationaux de réduction des émissions, rejets et pertes de substances dangereuses dans les eaux de surface. Ces coûts sont toujours supportés par les exploitants (collectivités ou industriels) avec des subventions en provenance des Agences de l'eau.

La première campagne RSDE a été menée entre 2003 et 2007. Cette première action a mesuré 106 substances chimiques dans les rejets de 2876 sites dont 167 STEU et 22 installations de production d'énergie. Les substances recherchées étaient constituées de substances prioritaires et dangereuses prioritaires de la DCE, de polluants spécifiques de l'état écologique (PSEE) ainsi que de quelques substances présentant un intérêt à être mesurées dans les rejets. En s'appuyant sur des documents présentant les coûts de mise en œuvre des prélèvements et mesures pour une installation, nous avons estimé le coût total de ces mesures à environ **10 millions d'euros** pour les 2876 sites. Ce montant ne correspond pas au coût total de l'action mais en représente une très grande partie (Ineris 2008). Les coûts non compris dans cette estimation correspondent : aux coûts d'exploitation (Ineris), aux coûts administratifs, aux coûts supportés par les services de la police de l'eau et par les Agences de l'eau...

Une seconde campagne RSDE a été réalisée entre 2009 et 2015 pour les Installations Classées. Dans un premier temps une surveillance initiale a été réalisée pour plus de 4500 sites industriels correspondant aux critères définis par la circulaire du 5 janvier 2009³. Cette campagne de 6 mesures pour chaque site a pris en compte au maximum 112 micropolluants appartenant aux groupes des substances DCE dangereuses prioritaires, Polluants Spécifiques de l'Etat Ecologique, substances pertinentes relevant du plan national d'action contre la pollution des milieux aquatiques (PNAR) et autres substances mesurées dans le cadre de l'opération RSDE depuis 2009. On retrouve dans ces substances : des métaux et métalloïdes, des composés organiques halogénés volatils (COHV), des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)... En s'appuyant sur des documents présentant les coûts de mesures pour une installation, nous avons estimé les coûts de mesures de la surveillance initiale pour l'ensemble de l'action à environ **103 millions d'euros⁴ pour la surveillance de 112 substances**. Ce montant ne représente pas le coût total de la surveillance des micropolluants dans les rejets des ICPE puisqu'une surveillance pérenne des substances les plus retrouvées, dont le coût n'est pas disponible, a été mise en œuvre suite à cette action ponctuelle. Dans ce programme, les substances pour lesquelles les mesures préalablement réalisées avaient permis de mettre en évidence une émission significative ou impactante pour le milieu, dépassant des seuils définis par la circulaire du 5 janvier 2009 ont continué à être surveillées. D'autres travaux dont les coûts ne sont pas connus devaient être développés entre 2009 et 2015 pour évaluer les possibilités de réduction voire de suppression des flux de substances dangereuses, dans le cas de dépassements d'un second jeu de seuils.

Entre 2010 et 2013 une nouvelle action RSDE pour les Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU) a été lancée. Comme les campagnes précédentes pour les ICPE, l'objectif était de comprendre les émissions en provenance de ces stations de traitement afin de réduire ou de supprimer ces émissions vers les milieux aquatiques. Une campagne de surveillance initiale de 4 mesures en sortie de chacune de 760 stations était à réaliser sur 64 substances pour les stations de capacité comprise entre 10 000 EH et 100 000 EH et sur 104 substances pour les stations supérieures à 100 000 EH. Comme lors des précédentes campagnes RSDE, les substances mesurées ont été sélectionnées parmi les substances dangereuses pour le milieu aquatique (Ineris 2016). En se basant sur le nombre de mesures effectuées et sur le coût d'une mesure (données experts Ineris), nous avons estimé le coût **de cette action à**

³ Circulaire du 05/01/09 relative à la mise en œuvre de la deuxième phase de l'action nationale de recherche et de réduction des substances dangereuses pour le milieu aquatique présentes dans les rejets des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation

⁴ Estimation pour 6 mesures sur 4500 sites industriels concernant 112 substances

environs 7 millions d'euros environ. De la même façon que pour la campagne RSDE visant les IC, la surveillance initiale était à compléter, dans les cas de dépassement de seuils prédéfinis, par un suivi en surveillance pérenne ainsi que par la réalisation de diagnostics à l'amont (à fournir en 2019), destinés à identifier l'origine des substances en dépassement et à proposer un plan d'action, et dont les coûts de nous sont pas connus.

Une nouvelle action pour les STEU, s'appuyant sur les résultats de la précédente action, est en cours de réalisation (2018-2020). Pour cette action, 6 mesures seront effectuées en entrée et en sortie de chaque STEU de plus de 10 000 EH sur une liste d'une centaine de substances. Le financement de cette action a été budgété à environ 26 millions d'euros, en hausse par rapport à la précédente action, ce qui s'explique par l'augmentation du nombre de mesures par STEU et par l'ajout de mesures en amont.

iii) Surveillance des eaux souterraines des ICPE et des Sites Pollués

Les eaux souterraines pouvant être contaminées par des émissions en provenance d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) ou d'un Site Pollué (SP) sont soumises en France à surveillance (préventive dans le cadre des ICPE (article 65 de l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation), curative en cas de pollution suspectée ou avérée (prescrite par arrêtés préfectoraux)). En effet, la surveillance de ce milieu peut être menée avant exploitation, permettant de définir un état initial, durant l'exploitation et après exploitation de l'installation. Une surveillance est également prévue en cas d'incident, ou d'accident. La fréquence de la surveillance est fonction du contexte hydrogéologique du site, des substances recherchées et des enjeux (« Surveillance de la qualité des eaux souterraines appliquée aux ICPE et sites pollués » 2018). Les informations recueillies concernent la qualité du milieu et la vitesse, la direction de l'écoulement. En ce qui concerne la qualité du milieu, les substances recherchées dépendent des activités passées et présentes sur le site (métaux, hydrocarbures, cyanures, composés organiques volatiles...) (« Contamination des eaux souterraines dans le contexte des ICPE et des sites pollués comparaison d'outils et de protocoles d'échantillonnages » 2018).

Une partie significative du coût de cette surveillance dépend du nombre de piézomètres installés qui varie en fonction des substances recherchées et des contextes hydrogéologiques. Le nombre de piézomètres nécessaires pour un site est généralement compris entre 3 à 5 lorsque la pollution n'est pas détectée, à une dizaine lorsque celle-ci est détectée. Un coût de suivi et de traitement des informations est également imputable à ce coût de surveillance. Le nombre de piézomètres installés en fonctionnement en France pour la surveillance des eaux souterraines des ICPE et des SP n'est pas connu, il en est de même pour le nombre de sites où cette surveillance est en place, l'estimation du coût associé à la surveillance ne peut donc être réalisée.

iv) Campagnes de surveillances exploratoires

En 2012 une campagne d'analyse exploratoire a été menée dans les eaux de surface en métropole et en Outre-Mer. Cette action coordonnée par l'INERIS avec les Agences de l'eau, le BRGM et l'IFREMER a coûté au total plus de 2 millions d'euros ; elle avait pour objectif de tester de nouvelles méthodes d'analyses (comme les bio-essais), de suivre la présence de 190 substances dont l'occurrence était mal connue, et ou qui présentaient un risque plus élevé de transfert vers les milieux aquatiques ou une écotoxicité plus élevée, et ou dont un seuil d'écotoxicité pourrait être calculé (Katell Petit et Janik Michon 2016).

La réalisation entre 2016 et 2021 d'une campagne de surveillance prospective des substances émergentes dans les eaux de surfaces, les eaux souterraines, les eaux littorales et dans les eaux destinées à la consommation humaine est prévue. Dans ce cadre l'Ineris en 2018 a piloté une campagne recherchant dans les eaux une cinquantaine de biocides et surfactants sur 85 sites de prélèvement en France métropolitaine et dans les départements et régions d'outre-mer (DROM). Les résultats de cette campagne alimenteront le prochain exercice de priorisation des substances pertinentes à surveiller dans les eaux de surface en vue de leur réglementation. Le coût total de cette action est d'environ 3 millions d'euros (Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer s. d.), (« Rapport annuel 2018 » 2018).

v) Surveillance de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et des eaux brutes destinées à la production d'eau potable

L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique définit les paramètres d'évaluation des eaux brutes (souterraines ou de surfaces) destinées à la production d'eau potable et des eaux destinées à la consommation humaine. Dans cet arrêté des limites de concentration sont fixées pour un certain nombre de micropolluants. Les coûts pour cette surveillance n'ont pas pu être recueillis dans le cadre de cette étude.

vi) Réseaux de surveillances des pesticides et de leurs métabolites dans les eaux

Des réseaux de surveillances ont été mis en place au niveau des régions et des Agences de l'Eau pour surveiller la présence et l'évolution de substances pesticides dans les eaux de surfaces et dans les eaux souterraines. Ces réseaux ont pour objectif d'orienter les politiques de gestion de la qualité de l'eau. Cette surveillance s'inscrit dans le cadre de la DCE, où les Agences de l'Eau sont invitées à surveiller des substances hors cadre de cette directive en fonction des enjeux spécifiques des bassins (activités économiques, pollutions passées...) mais également dans les programmes ECOPHYTO.

La date de création de ces réseaux de surveillance ainsi que les substances suivies varient selon les régions. Ainsi par exemple en 2016 l'Agence de l'eau Loire-Bretagne a suivi pour la région Pays de la Loire 510 molécules liées à un usage phytosanitaire (CREPEPP 2017). En région Grand Est une surveillance assurée par les Agences de l'eau Rhin-Meuse, Rhône-Méditerranée et Seine-Normandie étudie la présence d'environ 500 substances à usage phytosanitaire dans les eaux de surfaces et dans les eaux souterraines (DREAL GRAND EST s. d.). Depuis 2007, l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, surveille 174 substances actives ainsi que leurs métabolites dans les eaux de surface, et 109 dans les eaux souterraines (Agence de l'eau Artois-Picardie, s. d.). L'agence de l'eau Adour Garonne quant à elle surveillerait 140 substances depuis 2006 (Agence de l'Eau Adour-Garonne 2015). Enfin un réseau de suivi des pesticides dans les eaux de la région Bourgogne a été mis en place depuis 2002 (DIREN, DRAF, DRASS, FREDON Bourgogne 2008).

Le financement de ces réseaux n'a pas pu être explicité dans le cadre de cette étude. Néanmoins il très fortement probable qu'une partie des budgets dédiés à la surveillance dans le cadre de la DCE et des différents programmes Ecophyto y soient consacrés.

2.2 Coûts des actions positives

Les coûts des actions positives correspondent aux coûts que la société consent à investir pour limiter les impacts des micropolluants sur les activités économiques, la santé humaine et l'environnement. Ces coûts peuvent être supportés par le secteur privé ou public. Ces actions peuvent correspondre à des actions de recherche pour mieux comprendre les pollutions de l'eau ; des mesures pour réduire les émissions à la source ; des mesures pour traiter les eaux usées urbaines et industrielles ainsi que les eaux brutes pour la production d'eau potable. La présentation de ces coûts a été divisée en deux sous parties ; une partie regroupant les actions déjà menées ou en cours de réalisation et une sous partie abordant les actions qui pourraient être menées dans les années à venir afin de réduire les impacts des micropolluants.

2.2.1 Actions réalisées ou en cours de réalisation

i) Plan national de lutte contre les PCB (2003 – 2010)

Ce plan transversal aux Ministères de l'environnement, de la santé, et de l'agriculture avait pour objectifs de : réduire les rejets de PCB, d'améliorer les connaissances sur le devenir des PCB dans les milieux aquatiques, de renforcer le contrôle sur les poissons destinés à l'alimentation humaine et d'améliorer la connaissance sur le risque sanitaire, ainsi que l'accompagnement des pêcheurs professionnels et amateurs affectés par les mesures de gestion des risques. Le coût annuel du plan a été de 82 millions d'euros selon (Direction Inter-régionale de la mer Manche et Mer du Nord 2018).

ii) Plan national sur les résidus de médicaments (PNRM) (2011 – 2015)

Ce plan a mené des actions pour améliorer les connaissances concernant l'exposition des milieux aquatiques aux résidus de médicaments, analyser des mesures de gestion des risques environnementaux et sanitaires et renforcer d'autres actions de recherches. Le montant de ce programme était supérieur à 2,5 millions d'euros par an (Agüandez et Jacob, s. d.).

iii) Premier Plan micropolluants (2010-2013)

Ce plan avait pour objectif d'améliorer le diagnostic de l'état des eaux, réduire les émissions des micropolluants les plus préoccupants et d'acquérir des connaissances pour certaines substances émergentes ; c'est-à-dire des substances dont les effets sont ignorés, mal connus ou sous-estimés. Le coût de ce plan n'est pas précisé dans les documents consultés. Certaines actions citées précédemment comme la campagne exploratoire réalisée en 2012, les campagnes RSDE dans les ICPE et les STEU sont en partie financées par ce plan (MEEDDM 2010).

iv) Second Plan micropolluants (2016-2021)

Ce plan constitue la poursuite du premier plan micropolluants, du plan national sur les résidus de médicaments et du plan national de lutte contre les PCB. Il a pour objectif de réduire les émissions et rejets de micropolluants tout en sensibilisant le public à cette problématique complexe. Il a également pour objectif d'approfondir les connaissances sur les émissions et les impacts liés aux micropolluants. Enfin il a pour but de dresser des listes de polluants pour lesquels il faut agir par des mesures de réduction des émissions avec des stratégies de gestion des émissions à la source ou de traitement des eaux usées par exemple. Ce plan contient également des actions de suivi de micropolluants. Le coût de ce plan a été estimé, selon les budgets engagés par les différents partenaires au moment de la rédaction du plan à 14 millions d'euros annuels. Certaines actions précédemment citées comme la campagne de surveillance prospective des substances émergentes, la seconde campagne RSDE réalisée dans les STEU sont en parties financées par ce plan.

v) Actions pour la réduction de l'usage des pesticides

En plus de la surveillance des pesticides dans les eaux, diverses actions ont été prises pour réduire les usages de pesticides en France. Même si leur motivation ne se résume pas à la pollution des milieux aquatiques (la biodiversité en dehors des milieux aquatiques, la santé et l'emploi des agriculteurs, des riverains, et des consommateurs de produits agricoles en sont d'autres enjeux finaux principaux), une partie de leur coût doit être attribuée à la pollution des eaux par les pesticides.

Le plan Ecophyto II+ fait suite au plan Ecophyto (2008-2018) qui avait pour objectif de réduire l'utilisation de pesticides de 50% à l'horizon 2018. Cet objectif étant loin d'être atteint un second plan a été mis en place pour la période 2015-2025, reportant l'objectif de réduction à la fin de ce second plan. Afin de réduire l'utilisation des pesticides ce plan promeut notamment des actions pour approfondir les connaissances sur les techniques de production agricole moins consommatrices en pesticides (mesures d'accompagnement de l'agroécologie) ainsi que sur les risques et les impacts sanitaires et environnementaux liés à l'utilisation de ces substances. L'enveloppe financière de ce plan est comprise entre 41 et 71 millions d'euros annuels depuis 2016. L'enveloppe complémentaire de 30 millions d'euros annuels est consacrée en priorité à l'accompagnement financier des agriculteurs pour permettre une réduction importante de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques et des risques et impacts qui leur sont liés (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, s. d.). Selon, un document de la cour des comptes le plan aurait coûté en 2018 environ 400 millions d'euros dont 71 millions proviendrait de la redevance pour pollution diffuse (Cour des comptes 2019).

Ambition bio 2022 (2018-2022) est un plan qui a été mis en place à la suite des états généraux de l'alimentation avec pour objectif que 15% de la surface agricole utile française soit conduite en agriculture biologique en 2022. Ce plan va renforcer les aides à la conversion à l'agriculture biologique avec un budget total de 830 millions d'euros (200 millions d'euros de crédits État ; 630 millions d'euros de fonds FEADER) et à partir de 2020, 50 millions d'euros supplémentaires annuels venant de la redevance pour les pollutions diffuses. Ce plan prévoit également entre 4 et 8 millions par an du fond de structuration « avenir bio » et une prolongation avec revalorisation du crédit d'impôt bio (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation 2018). Néanmoins le coût total pour l'Etat de ce crédit d'impôt n'est pas connu. Au total le programme a un coût évalué à un peu plus de 1 milliard d'euros (Odile Plichon et Emilie Torgemen 2018).

L'agriculture biologique dans son cahier des charges n'autorise pas l'utilisation d'intrants chimiques de synthèse, mais certains pesticides extraits de plantes et des substances minérales dont certains, comme le cuivre, demeurent autorisés et sont des micropolluants. On ne peut donc pas considérer que la totalité des coûts des actions de développement de l'agriculture biologique sont des coûts d'actions positives pour la qualité de l'eau.

vi) Investissements industriels pour limiter les rejets de micropolluants dans les eaux

Les industriels sont contraints d'investir dans des équipements de réduction des émissions et/ou dans des solutions de traitement de leurs eaux usées afin que celles-ci respectent la réglementation en vigueur ce qui permet ainsi de limiter l'apport de micropolluants vers les milieux aquatiques. Ces coûts sont majoritairement assumés par les industriels mais les Agences de l'eau peuvent y contribuer (pour les coûts associés au traitement). Des travaux réalisés par les directions inter-régionales de la mer ont utilisé les données de l'enquête ANTIPOL pour estimer à l'échelle nationale l'ensemble de ces coûts investis pour améliorer la protection des eaux (matériel dédié à la protection de l'environnement, l'achat d'équipement de production, les études et les dépenses courantes). Cette estimation est de 238 millions pour un an dont 127 millions de subventions en provenance des Agences de l'eau en 2017⁵ (Direction Inter-régionale de la mer Manche et Mer du Nord 2018). Cependant, il n'est pas sûr que cette estimation concerne exclusivement les micropolluants, car elle porte sur la « qualité de l'eau » en général.

Des investissements ont de plus été réalisés pour améliorer le traitement des eaux usées industrielles à la suite des actions RSDE. Il n'existe toutefois pas de travaux synthétisant l'ensemble de ces coûts.

vii) Traitement des eaux usées urbaines

Une partie des micropolluants, présents dans les eaux de surfaces, proviennent des eaux usées urbaines. Ces substances proviennent des activités domestiques (parabène, alkyl phénol, phtalates, triclosan...), du trafic automobile (HAP, métaux...), des matériaux de construction (métaux...), des activités industrielles localisées en zone urbaine, et de la consommation de médicaments (hormones, antibiotiques...).

En France le parc de stations de traitement des eaux usées existant, où 98% des stations de plus de 2000 EH disposent d'un traitement secondaire, abat une partie de ces micropolluants (Golla et Hocquet 2011). Selon les travaux réalisés dans le projet AMPERE ; les stations équipées d'un traitement secondaire réalisant un traitement de l'azote abattraient à plus de 50% les HAP et certains métaux comme le zinc et l'aluminium et à 75% les alkyphénols, les diphénylétherbromés et les hormones oestrogéniques... Néanmoins des pesticides polaires comme le glyphosate et le diuron, ne seraient pas abattus et seraient présent dans les eaux traitées. On notera que les micropolluants « abattus » par les stations de traitement des eaux usées sont parfois en réalité transférés dans les boues et peuvent revenir vers les milieux aquatiques si ces boues sont épandues.

Par conséquent, même si sa vocation première est un traitement des « macropolluants », une partie des coûts du traitement actuel des eaux usées urbaines est attribuable aux coûts des actions positives pour réduire les rejets de micropolluants vers les eaux de surfaces. L'estimation de la fraction des coûts de traitement imputables au traitement des micropolluants n'est pas réalisable étant donné la très forte variabilité des abattements en fonction des substances et du type de traitement. Néanmoins même si la quantité de micropolluants abattus par le parc de stations de traitements des eaux usées était connue la part du coût total de ce parc qu'il faudrait attribuer à l'abattement des micropolluants resterait inconnue sauf en s'appuyant sur de fortes hypothèses.

viii) Dépollution des eaux souterraines

Selon les résultats d'une enquête réalisée par l'ADEME et le cabinet Ernst and Young en France environ 3 500 milliers de m³ d'eaux souterraines ont été traités en 2012 pour dépollution. Les polluants principalement traités sont les COHV et les hydrocarbures totaux avec environ près de la moitié des volumes traités. Les autres polluants traités sont par exemple les cyclohexanes, les cyanures et les sulfates. Les coûts de traitement des eaux observés par cette étude varient entre moins de 10 euros à 250 euros par m³ traités. Les paramètres pouvant faire varier ces coûts sont les particularités du site, la

⁵ Moyenne des années 2015, 2016, 2017

technique de traitement et les usages futurs de l'eau souterraines (ADEME 2014). Ainsi même en connaissant la quantité d'eau traitée au niveau national, l'estimation du coût de traitement des eaux souterraines au niveau national n'est pas réalisable.

ix) Élimination des micropolluants lors de la production d'eau potable

L'eau potable pour être distribuée en France doit respecter les normes (« Directive n° 98/83/CE du 03/11/98 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine | AIDA » s. d.) afin que celle-ci ne présente pas de risques sanitaires pour les consommateurs. Par conséquent les acteurs de l'eau investissent dans des traitements spécifiques (adsorption sur charbon actif, ozonation, ...) pour éliminer certaines substances comme les pesticides, les phtalates, diverses substances organiques, ...présents dans les eaux de surfaces ou souterraines utilisées pour la production d'eau potable. Nous n'avons pu identifier les données ou les études qui permettraient d'avoir une estimation complète de ces coûts. Toutefois, plusieurs éléments semblent indiquer qu'il s'agit de coûts très substantiels. En 2011, le CGDD (Bommelaer, 2011) a estimé que les surcoûts annuels de traitement des pesticides pour les eaux potables seraient compris entre 260 et 360 millions d'euros par an en France.

x) Substitution de produits chimiques à la source

Dans le but de protéger la santé humaine mais également les milieux aquatiques de la pollution par des produits chimiques, plusieurs règlements européens organisent un processus de substitution des substances chimiques présentant des risques avérés.

En particulier, le Règlement « REACH » (Registration Evaluation and Autorisation of Chemicals) est un règlement de l'Union européenne adopté en 2007 impose la substitution à terme de substances via les procédures dites de « restriction » et « d'autorisation ». Si la majorité de ces procédures de substitution ont visé jusqu'à présent des substances en raison de risques pour la santé humaine, le règlement REACH gère également plus récemment des substances en raison des risques pour les milieux aquatiques. Ainsi, des procédures en cours depuis 2017 visent les éthoxylates d'octylphénol et de nonylphénol. Les usages dans les textiles ont été interdits et le coût de substitution correspondant, que l'on peut donc attribuer à la pollution des milieux aquatiques par des micropolluants, a été évalué à environ 3 millions d'euros par an sur la période 2021-2031 pour l'ensemble de l'UE (ECHA, 2014). L'inscription de ces deux composés à l'autorisation dans REACH déclenche également des substitutions notamment dans le domaine des applications pharmaceutiques, où ils sont utilisés dans des processus de purification de divers produits de santé ou dans la production de diagnostics in vitro.

Un autre exemple est celui de la créosote, qui dans le cadre du Règlement Biocide, pourrait être interdit pour le traitement des traverses de chemins de fer, en raison notamment de la pollution des milieux aquatiques. Dans l'hypothèse d'une interdiction de la créosote, les coûts de substitution seraient de l'ordre du milliard d'euros en France pour une période de 40 ans (Lenoble C., 2015).

Ces exemples ne constituent pas une évaluation des coûts mais indiquent que les coûts de substitution motivés par la pollution chimique des milieux aquatiques sont probablement significatifs.

2.2.2 Actions pouvant être initiées dans le futur

i) Amélioration de la gestion des eaux de ruissèlement

Les eaux de ruissèlement contiennent de nombreux micropolluants (HAP) (Gasperi et al. 2017). Une partie des eaux de ruissèlement n'est pas traitée avant d'être rejetée dans les eaux de surfaces, notamment lors de fortes pluies. Un rapport du CGEDD, préconise de mettre en place un plan pour l'amélioration du traitement à l'horizon de 10 ans (Yvan AUJOLLET et al. 2017). Une amélioration du système de gestion des eaux de ruissèlement pourrait constituer de potentiels coûts futurs importants, dont une partie serait attribuable aux micropolluants.

ii) Amélioration de la filière de traitement des eaux urbaines

Une des solutions pour augmenter l'abattement des micropolluants et réduire cette pollution serait d'ajouter une étape dans le traitement des eaux usées, telle que l'ozonation, l'adsorption sur charbon actif et l'ultrafiltration (Briand Cyrielle et al 2018). Un état des actions et réflexions en la matière à l'international a été réalisé par l'Ineris (Chapon 2018) et les principaux éléments présentés ci-après en sont issus.

La Suisse est le premier pays à avoir mis en place une politique pour équiper une partie de ses stations de traitement des eaux usées (100 sur 700) de traitements complémentaires pour abattre une partie des micropolluants dans les eaux (avec un objectif de réduction de 50% de flux pour un ensemble prédéfini de substances). Les stations choisies sont celles raccordant plus de 100 000 équivalents habitants ou celles déversant leurs eaux traitées dans des milieux clef/sensibles. Le coût total de la mise en place est d'environ 1,2 milliard de francs suisses. Ce montant va être prélevé par une taxe s'adressant aux habitants raccordés à une station devant s'équiper d'un traitement supplémentaire (Metz 2017).

En Allemagne, pays qui est train de définir une stratégie nationale pour la réduction des émissions de micropolluants dans l'environnement, une étude a estimé le coût total annuel de 1,3 milliard d'euros pour équiper les stations de traitement des eaux usées allemandes de taille supérieure à 5000 Equivalent Humain (3013 stations à équiper) d'un traitement complémentaire quaternaire de type ozonation ou adsorption sur charbon actif à grains ou en poudre. Cette valeur inclut les coûts d'investissements et les coûts opérationnels (Thomas Hillenbrand et al 2014).

En France les STEU ne sont pas (sauf rares exceptions) équipées de ces technologies, il n'y a donc pas à l'heure actuelle de coûts de ce type engagés. La stratégie actuelle de gestion des micropolluants en France est axée sur la réduction de l'émission des micropolluants à la source. Néanmoins le coût du traitement des micropolluants de certaines STEU en France pourrait être estimé à partir des éléments présentés ci-après.

L'équipement des STEU d'un traitement supplémentaire représente un coût qui varie en fonction du type de traitement et de la taille de la STEU qu'il faut équiper. Le tableau ci-dessous représente les coûts des différents traitements supplémentaires.

Tableau 1 : Coût de traitement des eaux usées par type de traitement

Type de traitement	Coût	Station	Source
Ozonation	0,1 à 0,2 euros / m ³	50 000 Eq/Hab	(Jean Marc Choubert, Ywann Penru, et Céline Lagarrigue 2017)
Adsorption (Charbon actif en grain/poudre)	0,3 euros / m ³	?	(Jean-Marc Choubert s. d.)
Osmose inverse	0,4 euros / m ³	?	(Jean-Marc Choubert s. d.)

En France, il existe 20 000 stations de traitement des eaux usées (« Géolocalisation des stations des eaux usées en France - data.gouv.fr », s. d.). Etant donné que ces valeurs sont associées à une taille de station spécifique et qu'il faudrait également définir des scénarii de mise en place de ces traitements en France, il est compliqué d'utiliser directement ces valeurs pour réaliser une estimation au niveau national.

2.3 Coûts des impacts résiduels

Les eaux de surfaces et les eaux souterraines fournissent à la société divers services et ressources environnementales : l'irrigation, la production d'eau potable, l'utilisation dans des procédés industriels et, pour les eaux de surface : la pêche. La présence de micropolluants dans ces eaux peut altérer ces services.

En comparaison avec les autres coûts : surveillance et actions positives, les coûts associés aux impacts des micropolluants sur ces services environnementaux ont été regroupés dans la catégorie « **impacts résiduels** ». Par définition, ces impacts peuvent être de nature économique, sociétale, environnementale et sanitaire ont lieu malgré les efforts de réductions des émissions.

Au-delà de la valeur des services écosystémiques, la valeur intrinsèque des écosystèmes aquatiques et de leur bon état peut être affectée par les micropolluants.

Peu de valeurs de ces coûts sont disponibles dans la littérature pour ces impacts. Après une présentation des données de coûts existantes, nous documentons plus en détail dans la partie suivante de ce rapport les raisons qui expliquent l'absence de valeurs monétaires pour cette catégorie d'impacts.

i) Coûts des impacts sur les activités de la pêche en eau douce

Une partie des micropolluants présents dans l'eau, se retrouvent dans certains organismes vivants (métaux, PBDE, PCB, phtalates...) (Cédric FISSON 2016). Le transfert et la bioaccumulation de ces polluants peut s'opérer dans la chaîne trophique, c'est pourquoi la consommation de poissons et surtout ceux en bout de chaînes trophiques, peut présenter des risques pour la santé. Ainsi en 2014, environ 60 départements étaient concernés par des interdictions de consommation et commercialisation de poissons bioaccumulateurs de PCB (anguilles, barbeau, brème, carpe, silure). La consommation ou la commercialisation de poissons pêchés dans la Seine est interdite depuis 2008 (« Pourquoi la consommation des poissons est-elle interdite en Seine ? », s. d.). Selon des documents fournis par le Comité national de la pêche professionnelle en eau douce (Conapped) la production d'anguille d'eau douce française est passée de 120 tonnes en 2008 à 30 tonnes en 2015. Cette baisse était liée à la pollution de l'eau aux PCB via les restrictions de pêche, baisse de la demande, et a eu un impact sur les activités de pêche en eau douce. Pour limiter l'impact de ces restrictions de commercialisation totales ou partielles sur les activités économiques des pêcheurs, une aide de 7,5 millions d'euros pour cessation d'activité pour les pêcheurs professionnels en eau douce a été mise en place pour les années 2012, 2013 et 2014⁶. Au total 8 pêcheurs ont été indemnisés en 2013, 26 pêcheurs en 2014⁷. Au total 2,5 millions d'euros ont été attribués aux pêcheurs sur l'ensemble de cette enveloppe (Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer s. d.). Selon le Conapped que nous avons contacté dans le cadre de cette étude, le montant de ces indemnités serait inférieur à l'impact économique de la pollution au PCB sur les activités de pêche. En 2019, des interdictions de consommation et commercialisation de poissons à cause de la contamination en PCB étaient toujours en vigueur en France métropolitaine (DREAL Auvergne-Rhône-Alpes 2019). Néanmoins nous ne savons pas si un plan de cessation d'activité pour les pêcheurs professionnels est en place aujourd'hui.

La pêche en eau douce est également une activité récréative impactée par ces pollutions aux micropolluants. En effet comme expliqué dans la partie 3.1.1, la présence de micropolluants peut avoir un impact sur les individus et les écosystèmes et donc sur les populations de poissons peuplant les rivières modifiant ainsi le stock disponible pour le pêcheur. La pêche récréative est une activité qui peut être réalisée sans consommation des poissons (comme c'est le cas pour la pêche dans la Seine où la pêche est autorisée sans consommation des produits pêchés). Il n'existe pas dans la littérature de valeurs monétaires associées à ces impacts récréatifs.

ii) Coûts sanitaires de la pollution de l'eau potable et des aliments

La présence résiduelle (après traitement) de substances chimiques dans l'eau potable et dans les aliments est, en partie, imputable à la présence de micropolluants dans les hydrosystèmes. A notre connaissance, si des données d'exposition existent (études ANSES de l'alimentation totale notamment), on ne peut pas estimer les éventuels impacts sanitaires de cette pollution résiduelle et encore moins la relier à la contamination des milieux aquatiques (cf. chapitre 3). En cas de non-respect des limites réglementaires fixées par la réglementation nationale sur l'eau potable⁸, « la personne responsable de la production ou de la distribution de l'eau doit mettre en œuvre les mesures correctives adéquates et des restrictions d'usage de l'eau peuvent être communiquées à la population en fonction de la situation ». Ces mesures représentent un coût, mais que nous n'avons pas entrepris de chiffrer dans le cadre de ce rapport. Pour les pesticides, les situations de non-conformités ne concerneraient qu'une très faible proportion (0,01%) de la population totale soit 9000 habitants, pour lesquels la v-max a été

⁷ Pour information en France métropolitaine il a été comptabilisé 375 pêcheurs en douce en 2009 (MTES 2014)

⁸ L'arrêté du 11/01/07 relatif aux « limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine »

dépassée et pour qui des mesures de restriction d'usage de l'eau ont été mises en place (« Bilan de la qualité de l'eau du robinet vis à vis des pesticides » 2019).

2.4 Synthèse des coûts

Le tableau 2, ci-après, synthétise l'ensemble des coûts associés à la problématique de la présence des micropolluants dans les eaux de surfaces, souterraines ou destinées à la consommation humaine, pour lesquels nous pouvons proposer une estimation quantitative au moins partielle ou indicative. Ces coûts ont été obtenus après consultation de la littérature ou via la consultation d'experts. L'ensemble de ces coûts de suivis et d'information et actions positives réalisées ou en cours de réalisation sont imputables à la période 2000-2020.

Tableau 2 : Synthèse des coûts partiellement quantifiables associés à la présence de micropolluants dans les eaux douces de surfaces

Catégorie de coûts	Nom de l'action, du programme, de l'impact...	Valeur en millions d'euros	Source
Coûts de suivi et d'information	Programme de surveillance de DCE (2000-2013)	72 (en moyenne par an) (cette valeur comprend la surveillance des eaux souterraines des ICPE et des Sites Pollués et des actions RSDE ICPE)	(CGDD 2016)
	Campagne RSDE (2003-2007)	> 10 pour l'ensemble de la campagne	Estimation à partir des coûts de mesures
	Campagne RSDE ICPE (2009-2015)	> 85 pour l'ensemble de la campagne (une partie de la valeur est comprise dans le plan national sur les micropolluants (2010-2013))	Estimation à partir des coûts de mesures
	Campagne RSDE STEU I (2009-2015)	> 6 pour l'ensemble de la campagne (une partie de la valeur est comprise dans le plan national sur les micropolluants (2010-2013))	Estimation à partir des coûts de mesures
	Action RSDE STEU II (2016-2021)	26 pour l'ensemble de l'action (une partie de la valeur est comprise dans le plan micropolluant (2016-2021))	(Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer s. d.)
	Campagne exploratoire dans les eaux de surfaces en métropole et en Outre-mer (2012)	< 2 (valeur comprise dans le plan national sur les micropolluants (2010-2013))	(Katell Petit et Janik Michon 2016)

Catégorie de coûts	Nom de l'action, du programme, de l'impact...	Valeur en millions d'euros	Source	
	Campagne exploratoire 2018	3 (valeur comprise dans le plan micropolluant (2016-2021))		
	Surveillance des eaux souterraines des ICPE et des Sites Pollués	?		
	Surveillance de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et des eaux brutes destinées à la production d'eau potable	?		
	Réseaux de surveillance des pesticides	? (une partie du coût de ces réseaux est comprise dans la valeur des coûts des programmes ECOPHYTO, surveillance DCE)		
Coûts des actions positives réalisées ou en cours de réalisation	Plan national de lutte contre le PCB (2003-2010)	82 pour l'ensemble du plan	(Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer s. d.)	
	Plan national sur les micropolluants (2010-2013)	?		
	Plan national sur les résidus de médicaments (2010-2015)	2,5 par an	(Agùndez et Jacob, s. d.) selon MTES	
	Plan national sur les micropolluants (2016-2021)	14 par an	(Direction Inter-régionale de la mer Manche et Mer du Nord 2018)	
	Actions pour la réduction de l'usage des pesticides	Ecophyto I (2009-2014)	< 361 pour l'ensemble de l'action	(Guichard et al. 2017)
		Ecophyto II + (2016-2018)	400 pour l'année 2018	(Cour des comptes 2019)
		Ambition bio 2022 (2018-2022)	< 1 000 Fraction significative non attribuable aux micropolluant dans les milieux aquatiques	(Odile Plichon et Emilie Torgemen 2018)

Catégorie de coûts	Nom de l'action, du programme, de l'impact...	Valeur en millions d'euros	Source
	Investissement des industriels pour limiter les rejets de micropolluants dans les eaux (2017)	< 238 par an, chiffre pour l'année 2017	(Direction Inter-régionale de la mer Manche et Mer du Nord 2018)
	Traitement des eaux usées urbaines	?	
	Traitement des eaux souterraines	?	
	Traitement de potabilisation	>260 à 360 Valeur seulement pour les pesticides	Bommelaer, 2011
Futures actions positives potentielles	Amélioration de la filière de traitement des eaux urbaines (traitements tertiaires)	?	
	Amélioration de la gestion des eaux de ruissèlement	?	
Coûts des impacts résiduels	Impacts sur les écosystèmes	?	
	Impacts sur la santé humaine via la consommation d'eau potable et les aliments	?	
	Impact sur les activités de pêche (récréative et professionnelle)	> 2,5 pour 3 ans	(Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer s. d.)

Comme on peut le constater dans le Tableau 2 et dans la figure 3, la quasi-totalité des valeurs monétaires connues ne concernent que les valeurs de surveillance et une partie des coûts des actions positives : recherche, traitement pour limiter les émissions vers les eaux de surfaces. Les coûts connus sont très largement dominés (hors plan Ambition bio) par les investissements pour le traitement des rejets industriels et de l'eau potable, qui représenteraient à eux seuls un ordre de grandeur d'un demi-milliard d'euros par an.

Le calcul d'une somme de tous les coûts imputables à la pollution des micropolluants dans les eaux de surfaces et souterraines ainsi que dans les eaux destinées à la consommation humaine sur cette période n'est pas réalisable pour les raisons suivantes :

- de nombreux coûts sont totalement inconnus c'est par exemple le cas des impacts sur les écosystèmes, sur la santé humaine via la consommation d'eau potable⁹,
- certains coûts d'actions peuvent être compris dans les coûts d'une autre action, c'est par exemple le cas pour les actions RSDE et la valeur indiquée pour le programme de surveillance DCE,
- de nombreux coûts ne sont que partiellement connus, c'est par exemple le coût de traitement de l'eau potable,

⁹ Quelques éléments sont toutefois donnés section 3.1.1

- certains coûts d'actions positives ne sont pas exclusivement imputables à la problématique de la pollution des eaux de surfaces et souterraines et des eaux aux micropolluants, c'est notamment le cas pour les investissements des industriels pour la protection de l'eau ou des politiques de réduction de l'utilisation de pesticides,
- certains coûts comme les investissements des industriels pour la protection de l'eau ne sont connus que sur une année mais pas sur toute la période 2000-2020.

Comme précédemment mentionné, il existe peu de valeurs dans la littérature sur l'impact des micropolluants sur la santé humaine et sur l'environnement. La suite de ce rapport, en s'appuyant sur les méthodes de l'économie de l'environnement, essaiera de présenter les limites en l'état actuel des connaissances de la quantification et de la monétarisation de ces impacts.

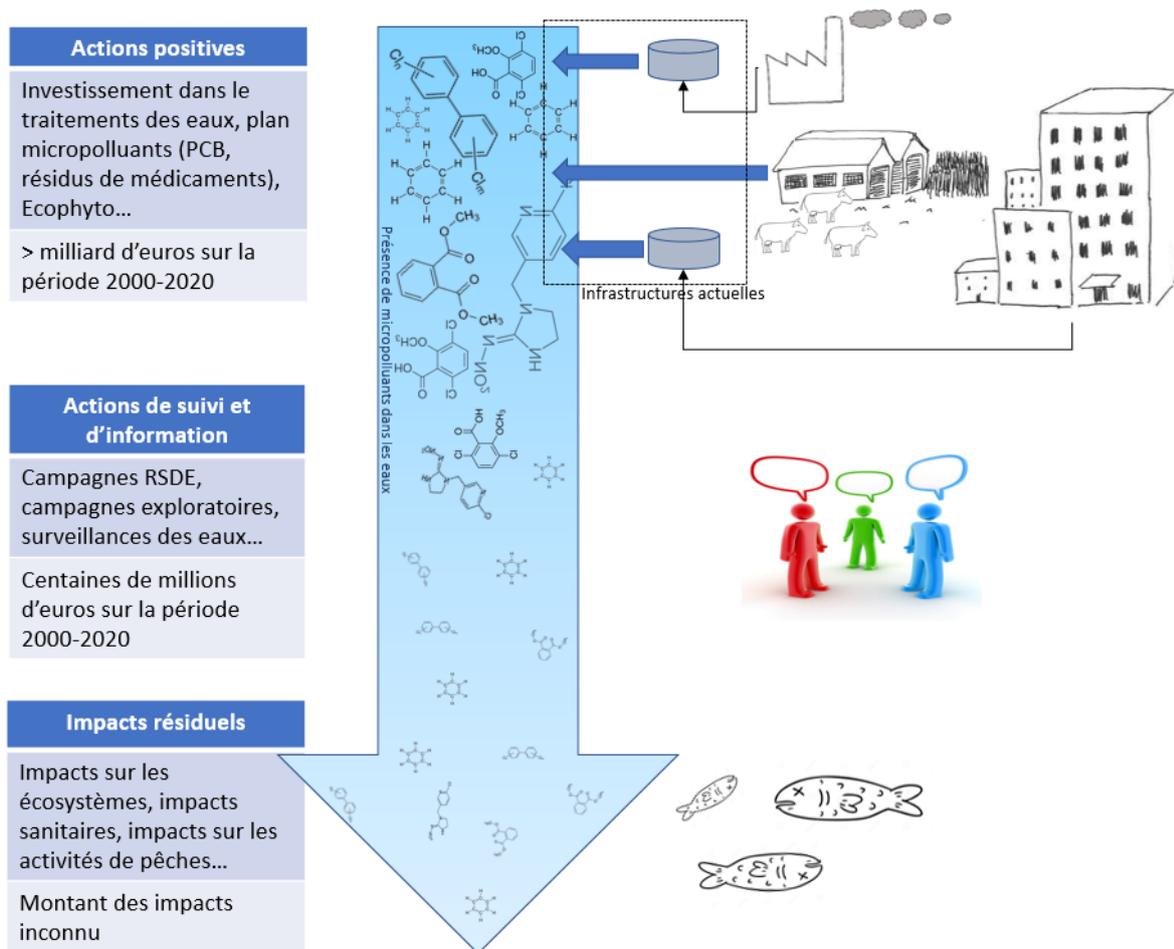


Figure 3 : Schéma synthétisant l'ensemble des coûts associés à la présence de micropolluants dans les eaux (coûts présentés dans le tableau 2)

3 Monétarisation de la pollution de l'eau par les micropolluants

Les micropolluants proviennent de sources multiples : activités agricoles, trafic routier, activités domestiques, activités industrielles... ; et sont très nombreux : pesticides, produits chimiques industriels, métaux, médicaments et hormones... et sont encore plus nombreux si l'on considère leurs métabolites. Même de faibles concentrations de ces substances peuvent impacter l'environnement et la santé humaine de manière aiguë ou chronique (Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer s. d.).

Concernant les impacts sanitaires, cette étude se concentre exclusivement sur les impacts liés à la consommation d'eau potable mais il existe d'autres expositions aux micropolluants qui pourraient engendrer des impacts sanitaires comme l'alimentation.

Les coûts des impacts environnementaux et sanitaires peuvent être estimés en utilisant des méthodes de monétarisation, présentées en annexe de ce rapport (annexe 1). Les valeurs économiques pour des écosystèmes ou la vie humaine peuvent être appliquées à des impacts quantifiés (nombres d'années de vie perdues, nombre de cas de maladie, perte ou atteintes à des écosystèmes, perte de services écosystémiques, perte de biodiversité...). On parle alors d'une approche de monétarisation par voie d'impact (Figure 4). Si la quantification de ces impacts environnementaux et sanitaires n'est pas possible en l'état actuel des connaissances, les méthodes de l'économie de l'environnement peuvent être utilisées pour associer des valeurs monétaires à ces impacts. Des calculs économiques peuvent être réalisés pour estimer la valeur accordée à l'état d'un bien (état écologique de l'eau, qualité de l'eau potable, état lié à la contamination chimique d'un cours d'eau) ou les coûts de réduction de la pollution ou des émissions.

3.1 L'approche par voie d'impact

L'approche par voie d'impact est une méthode ascendante dans laquelle les coûts des impacts environnementaux et sanitaires sont estimés depuis la source d'émission. Cette méthode « *impact pathway* », a été développée dans le cadre du projet européen Externe dès les années 1990. Le schéma (Figure 1) ci-dessous illustre l'application de cette méthode dans le cadre des micropolluants, avec les différentes étapes depuis l'utilisation de produits qui généreront des émissions de micropolluants jusqu'à la monétarisation d'impacts environnementaux et sanitaires (University of Stuttgart 2018).

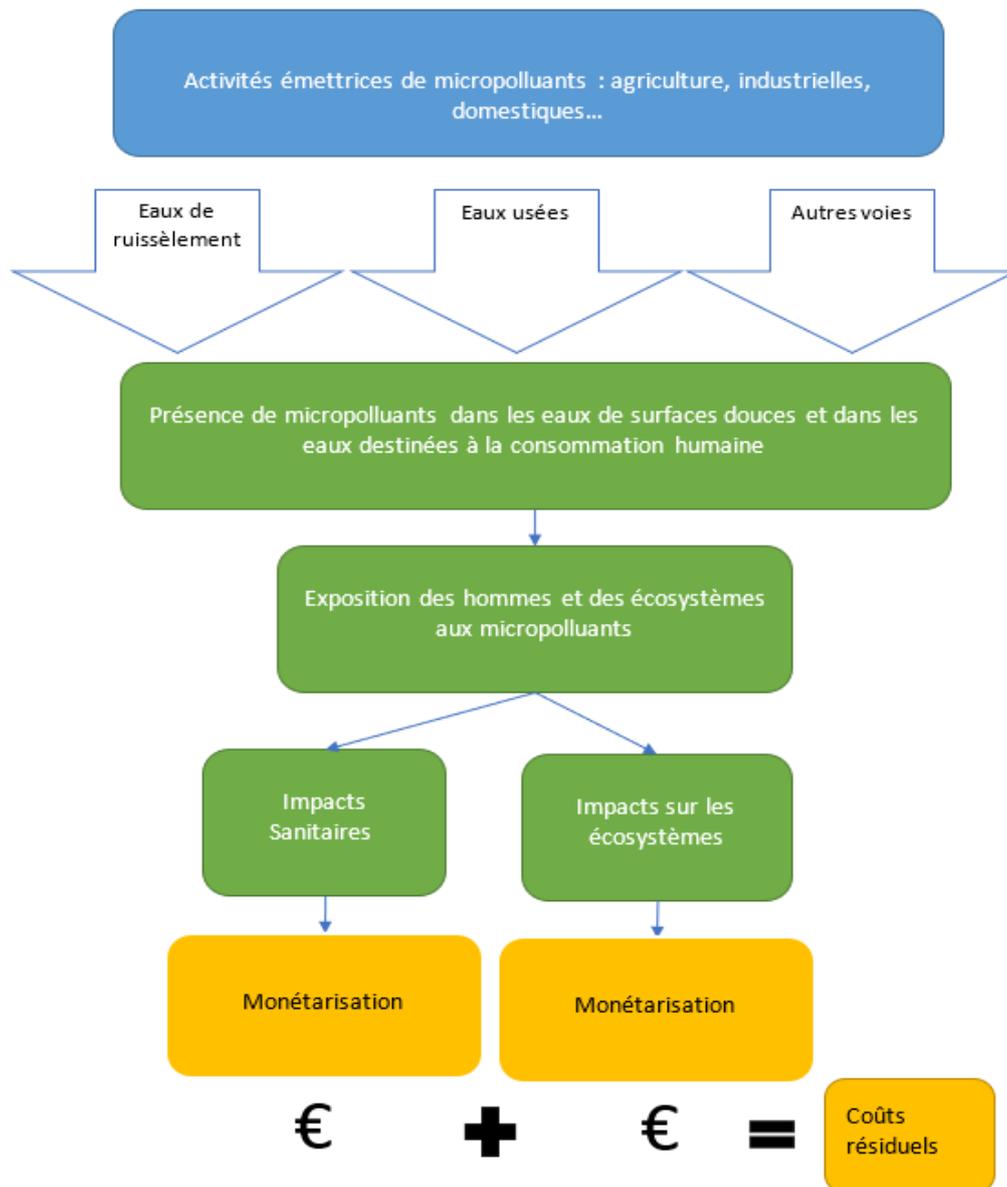


Figure 4 : application de l'approche par voie d'impact à la problématique des micropolluants : pour quantifier la valeur des impacts résiduels

3.1.1 Quantification des impacts sanitaires et environnementaux

Comme présenté dans la Figure 1, une des étapes de l'approche par voie d'impact consiste à quantifier les impacts pour ensuite les monétariser. La partie qui suit présentera l'état des lieux des connaissances quant à la quantification des impacts sanitaires dus à la consommation d'eau potable et aux impacts sur les écosystèmes dû à la présence de micropolluants dans les eaux.

i) Quantification des impacts sanitaires liés à la consommation d'eau potable

Plusieurs types de micropolluants présents à des concentrations variables dans les eaux destinées à la consommation humaine pourraient causer des problèmes sanitaires. Il s'agit par exemple des pesticides, du plomb et de différents « polluants émergents » parmi lesquels on trouve des résidus de médicaments, des composés perfluorés, des perchlorates et du chlorure de vinyle monomère... (Ministère des Solidarités et de la Santé 2019). La présence de ces polluants dans les eaux destinées à la consommation humaine peut provenir d'activités humaines comme l'agriculture, les activités domestiques (utilisation de produits d'entretiens, utilisation de produits cosmétiques...), les activités industrielles. La présence de ces polluants peut aussi provenir du réseau de distribution de l'eau potable (plomb, chlorure de vinyle) ou du traitement de potabilisation (Trihalométhanes).

Plusieurs sources d'expositions à ces micropolluants existent : via l'ingestion d'eau et d'aliments, la respiration et par le contact avec des produits et des matériaux (cosmétiques, produits ménagers...). Une étude réalisée en 2017 a estimé le poids de ces différentes expositions pour des pesticides, des éléments minéraux, des HAP, des polychlorobiphényles, des polybromodiphényléthers et deux composés perfluorés. Cette étude montre que l'exposition à ces micropolluants via l'eau potable¹⁰ est une source mineure par comparaison avec l'alimentation, l'air intérieur, et probablement l'utilisation de cosmétiques. Les résultats montrent pour les substances étudiées que l'exposition via l'eau potable ne contribue qu'à une très faible part des Valeurs Toxiques de Référence. La contribution la plus forte observée pour l'eau potable est de 11% pour le plomb (Enault et al. 2017). Ces conclusions sont confirmées par les résultats d'une étude de l'Anses réalisée en 2013, dans laquelle il apparaît que la consommation de l'eau du robinet contribuerait à moins de 5 % des apports totaux en pesticides par l'alimentation, la majorité des apports provenant de la consommation de fruits et de légumes sauf pour 8 substances (atrazine, simazine, oxadixyl, propoxur, benalaxyl, metolachlore, diuron, hexaflumuron) (« Évaluation des risques liés aux résidus de pesticides dans l'eau de distribution » 2013).

Des bilans du respect des normes réglementaires de la qualité de l'eau potable sont régulièrement réalisés par le Ministère chargé de la Santé, mais il n'est pas possible d'estimer l'impact sanitaire des données de dépassement des seuils réglementaires, notamment du fait, pour les pesticides, que ces limites ne sont pas fondées sur une approche toxicologique (« Bilan de la qualité de l'eau au robinet du consommateur vis-à-vis des pesticides en 2014 » 2016), (Ministère chargé de la Santé, Direction générale de la santé 2016a).

Concernant les résidus de médicaments, dans le cadre du plan national sur les résidus de médicaments dans les eaux 2009-2015, des travaux ont été menés par l'ANSES et le Laboratoire d'Hydrologie de Nancy sur la présence de 45 substances prioritaires¹¹ dans les eaux traitées. Les résultats obtenus enseignent que plus de 90% des échantillons présentaient une concentration cumulée inférieure à 25 ng/L et moins de 5% à une teneur cumulée supérieure à 100 ng/L. Les molécules les plus retrouvées sont l'époxy-carbamazépine, la carbamazépine, l'oxazépam et l'hydroxybupropifène (ANSES 2011). Les concentrations trouvées dans les eaux du robinet sont 1 000 à 1 million de fois inférieures aux doses utilisées dans le cadre des doses thérapeutiques (« La qualité de l'eau du robinet en France Données 2012 » 2014). Ces éléments ne permettent toutefois pas d'apprécier d'éventuels effets sanitaires.

En conclusion, de nombreuses familles de micropolluants sont présentes dans les eaux destinées à la consommation humaine. Des données d'exposition fragmentaire existent, mais elles ne permettent pas de connaître l'éventuel impact sanitaire de la présence résiduelle de micropolluants dans l'eau potable (manque d'une vision globale des expositions, impossibilité de prendre en compte les effets dus aux mélanges, ...). Néanmoins il semble que l'apport en micropolluants via la consommation d'eau potable soit une source mineure d'exposition aux micropolluants par rapport à d'autres voies d'apport.

Enfin il existe également des freins à la quantification des impacts sanitaires du fait de « l'effet cocktail » (les effets sur des organismes et microorganismes peuvent varier suivant la combinaison de substances auxquels ils sont exposés et de la physiologie de l'organisme exposé), qui peut s'exprimer à des

¹⁰ La présence de ces substances dans l'eau potable a été étudiée dans les eaux produites et distribuées par Suez en France métropolitaine entre 2009 et 2012

¹¹ Afssa (2008) - Hiérarchisation des résidus de médicaments d'intérêt pour l'analyse des ressources et des eaux traitées

concentrations inférieures aux seuils toxicologiques de référence (Gamet-Payraastre et Lukowicz 2017), (Carvalho et al. 2014).

ii) Quantification des impacts environnementaux

La méthode la plus souvent citée pour l'évaluation des impacts sur les écosystèmes (on parle aussi d'évaluation des risques pour les écosystèmes) est celle qui a été proposée dans « Guidelines for ecological risk assessment » en 1998 par l'US EPA (US-EPA 1998). Elle a depuis été reprise et adaptée par de nombreux pays pour évaluer des impacts environnementaux (CEAEQ 1998, NEPC 1999, EA 2011). En Europe il n'existe pas de méthodologie harmonisée d'évaluation du risque pour les écosystèmes sur site, en revanche il est possible d'appliquer les principes du document guide technique (E.C. 2003) eux même repris dans les documents d'application de la réglementation REACH pour l'enregistrement et la mise sur le marché des substances chimiques en Europe (ECHA 2008, ECHA 2016). En France, la méthodologie reste encore méconnue et peu cadrée et de ce fait difficile à mettre en œuvre. Plusieurs documents issus de programmes de recherche sont toutefois disponibles (CETMEF 2001, ADEME 2002, Donguy et Perrodin 2006, Perrodin et al. 2007). Enfin, le document « Evaluation et acceptabilité des risques environnementaux » (RECORD 2006) recense et fait une étude comparative des méthodologies d'évaluation des risques pour les écosystèmes existantes à l'échelle internationale.

Une méthode internationale d'évaluation de qualité des sols TRIADE, inspirée des travaux de Chapman (1990), a été normalisée ISO/TC 190/SC 7/WG 3 N101 « ISO 19204 TRIAD Approach-2017-04» (ISO 2017 [ENREF 11](#)). Elle décrit comment mettre en œuvre les différents outils issus de différentes approches du risque de façon proportionnée, structurée en trois niveaux de précision faisant appel à des techniques de plus en plus développées. Une telle méthode normalisée pour le milieu aquatique n'a pas à ce jour été proposée.

Les outils les plus utilisés sont probablement la mesure des concentrations chimiques dans le milieu naturel ou dans la chair d'organismes prélevés sur place, ces valeurs sont ensuite comparées à des concentrations sans effets prévisibles pour l'environnement (les PNEC), et les bioindicateurs comme par exemple l'indice IBGN ou l'indice diatomée.

- Limites de l'évaluation, paramètres non ou peu pris en compte

L'évaluation des risques pour les écosystèmes va généralement s'effectuer en combinant plusieurs outils d'étude puis en interprétant les résultats obtenus. L'évaluation se conclue par la constatation ou non des impacts, une caractérisation et une hiérarchisation de ces derniers. Pourtant, même si l'évaluation est réalisée dans de bonnes conditions, les impacts ne sont pas caractérisés de façon précise : le nombre d'individus affectés ne peut pas être déterminé ou calculé. Il y a de nombreuses limites techniques et écueils de connaissances scientifiques qui ne permettent pas de quantifier précisément ces impacts et l'évaluateur, pour respecter le principe de précaution, va prendre en compte cette incertitude en majorant l'interprétation du risque.

Sans prétendre être exhaustif, les notions suivantes constituent autant d'obstacles pour pouvoir quantifier des impacts précisément :

- Familles de substances et effets toxiques

Les impacts liés à la présence de certaines familles de substances sont difficiles à déterminer. Que ce soit parce que la concentration de ces substances est difficile à mesurer ou parce que l'effet toxique sur les organismes est mal connu à moyen ou long terme. C'est le cas par exemple des nanomatériaux, des liquides ioniques, ou encore des perturbateurs endocriniens, dont les effets peuvent être transgénérationnels.

- Notion d'effet mélange

Comme pour les impacts sanitaires, les écosystèmes sont exposés de façon continue à des mélanges complexes de substances dont la composition est susceptible d'évoluer avec le temps. Caractériser avec précision les impacts que subissent ces écosystèmes est une entreprise difficile puisque la présence d'une substance peut :

- accroître l'effet toxique d'une autre substance (effet synergique),
- diminuer cette action toxique (effet antagoniste),

- présenter des effets autres, indépendants des effets de la première substance, mais qui auront aussi un impact sur la population d'organismes (par exemple un effet sur la croissance d'une plante et un effet sur le succès de la germination de sa graine).

Lorsque le mode d'action de la substance est connu, par exemple : le découplage de la phosphorylation oxydative ou l'inhibition de l'acétylcholinestérase, il est possible de supposer que l'impact lié à sa présence sera cumulé à celui des substances qui partagent le même mode d'action (SCHER et al. 2012), mais bien souvent ces modes d'actions sont inconnus ou mal connus.

- Substances persistantes et/ou bioaccumulables

L'introduction dans un milieu de substances persistantes a des impacts difficiles à évaluer. Cela est dû au caractère permanent de la contamination du milieu : les paramètres qui le définissent peuvent changer, ce qui va modifier l'exposition des organismes qui en sont dépendants. De plus, les effets à long termes des molécules peuvent être méconnus. Par exemple, la présence d'éléments traces métalliques (ETM) dans un sédiment peut à première vue être limitée si une fraction importante de ceux-ci ne sont pas biodisponibles, s'ils sont fixés au substrat et non susceptibles d'affecter des organismes vivants. Pourtant, une croissance algale ou une revégétalisation importante du milieu peut entraîner des phénomènes de décomposition de matière organique qui vont avoir pour effet secondaire de diminuer le pH du milieu et donc de remobiliser les métaux dans la fraction biodisponible. Ces substances persistantes sont par exemple les ETM, les PCB, les composés perfluorés (PFAS et PFOS notamment), l'aldrine, le chlordane, etc...

Une autre difficulté qui va souvent de pair avec cette notion de substances persistantes provient du caractère bioaccumulable de certaines substances. La bioaccumulation d'une substance chimique correspond à l'augmentation de sa concentration dans un organisme vivant par rapport à sa concentration dans le milieu environnant, en intégrant les apports via son milieu de vie (eau, sédiments, air, sol) et la nourriture. Si la substance est bioamplifiable, la concentration à l'intérieur du prédateur peut même dépasser la concentration dans ses proies. Il est alors possible qu'il y ait des impacts au niveau des organismes clés de l'écosystème que sont les prédateurs supérieurs alors que les organismes au début de la chaîne trophique ne sont pas impactés par les concentrations dans le milieu contaminé (Figure 5).

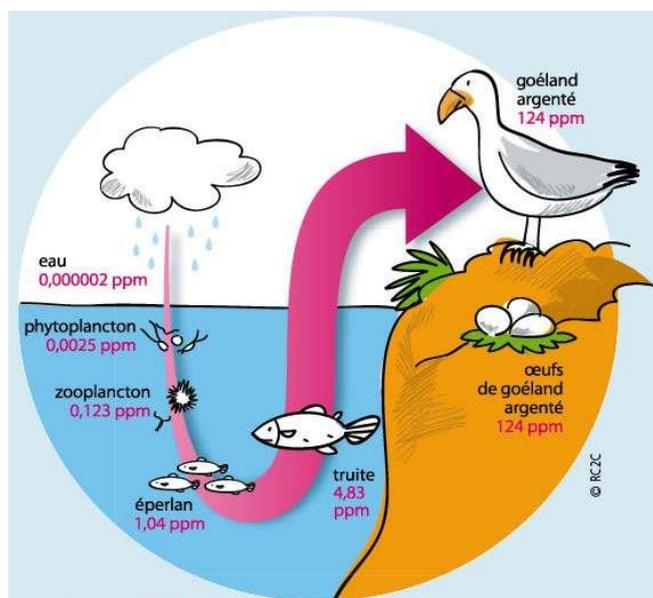


Figure 5 : exemple de bioamplification, la concentration de PCB augmente le long de la chaîne trophique.

Une substance bioaccumulable est susceptible d'exposer plusieurs niveaux trophiques d'un écosystème, et la connaissance des interactions proies/prédateurs et des régimes alimentaires des espèces en présence n'est généralement pas suffisante pour caractériser les impacts liés à un empoisonnement secondaire avec précision.

- Impacts indirects

S'il est difficile de caractériser avec précision les impacts sur les écosystèmes qui peuvent être directement reliés à la présence de micropolluants dans le milieu, il est plus difficile encore de tenir compte et de quantifier les impacts indirects que ceux-ci provoquent. En effet, il est possible que des organismes exposés à de faibles concentrations en micropolluants ne subissent pas d'effets toxiques statistiquement significatifs mais présentent en définitive des impacts indirects. Ces impacts sont très divers et sont par exemple une diminution de la résistance aux maladies, au parasitisme, une réduction sensible de la croissance, de l'efficacité pour trouver un partenaire en vue de la reproduction, d'une moins grande vigilance qui conduit l'animal à être prédaté plus facilement. Le principe de ces impacts indirects repose sur l'idée que l'énergie que l'organisme concède pour compenser ou éviter l'effet toxique n'est plus disponible pour d'autres fonctions comme la croissance ou résister à d'autres agressions extérieures. Ces impacts indirects ne sont généralement pas pris en compte pendant l'évaluation des impacts et sont très peu documentés. Des travaux existent néanmoins comme par exemple l'expérience d'encagement menée sur des poissons préalablement exposés à une pollution poly-métallique qui démontre comme ils se défendent par la suite moins bien lorsqu'ils sont exposés à un stress bactérien (INERIS 2015).

Enfin, sans compter le fait que les impacts sur l'environnement sont difficiles, voire impossibles à caractériser précisément, un autre obstacle à la monétisation des impacts réside dans la façon dont ils sont caractérisés. En effet, l'objectif d'une évaluation des risques sur les écosystèmes est de protéger l'environnement dans son ensemble, et non un organisme en particulier. Les objectifs de protections sont alors : la biodiversité, les fonctions écosystémiques comme la capacité du milieu à stocker et dégrader une contamination, la préservation d'une espèce clé pour l'équilibre de l'écosystème, etc... Le résultat ne prend pas la forme d'un nombre d'organismes d'une espèce donnée affectée pour lequel il serait possible d'attribuer une valeur.

3.1.2 Monétarisation des impacts sanitaires et environnementaux

En appliquant l'approche par voie d'impact à la présence de micropolluants dans les eaux (eaux de surfaces et eaux potables), la finalité est d'obtenir une valeur monétaire des impacts causés par leur présence sur l'environnement et sur la santé humaine. Pour cela il faut connaître l'effet subi, son unité, ainsi que la valeur économique de ce qui subit l'impact (les écosystèmes et la valeur de la vie d'une année humaine), ou la valeur économique unitaire de l'effet (par exemple une maladie précise causée par l'exposition à une substance via l'eau potable), ce qui en l'état actuel des connaissances n'est pas réalisable pour les impacts sur les écosystèmes et ne serait, éventuellement, que très partiellement réalisable en ce qui concerne les impacts sanitaires via la consommation d'eau potable.

Les micropolluants impactent les écosystèmes et les services qu'ils fournissent. Néanmoins les valeurs économiques associées aux écosystèmes et aux services écosystémiques accordées par le marché sont incomplètes. Pour cela des méthodes de monétarisation peuvent être employées pour associer une **valeur économique totale** à un écosystème et aux services qu'il fournit. Cette valeur totale inclut sa valeur d'usage, de non-usage et sa valeur de résilience. En fonction des différentes valeurs que l'on souhaite monétariser différentes méthodes de monétarisation peuvent être employées. Ces valeurs et méthodes associées sont présentées en détail en annexe 2.

De la même façon, dans le cas où nous connaissons de manière quantitative les impacts sanitaires, des méthodes de monétarisation pourraient également être utilisées pour estimer la valeur économique de ces impacts en estimant des coûts de morbidité ou des valeurs concernant la vie humaine. En annexe 3 sont présentés la décomposition des différents coûts associés à une maladie.

3.2 Autres approches d'estimation

Comme présenté ci-avant dans ce rapport, la quantification des impacts sanitaires et environnementaux n'est pas possible en l'état actuel des connaissances. Néanmoins sans estimer ces impacts, des études économiques peuvent être réalisées pour estimer l'importance que la société accorde au phénomène de pollutions des eaux par les micropolluants. On retrouve dans la littérature des études économiques s'appuyant sur les **méthodes des préférences déclarées** pour estimer le consentement à payer pour réduire la présence de micropolluants dans les eaux de surfaces et dans les eaux destinées à la consommation humaine. Ces méthodes peuvent être utilisées pour évaluer la valeur que des individus accordent à une amélioration de l'état de contamination d'un bien public tel qu'un milieu aquatique. Les **méthodes des préférences révélées** peuvent également être employées. Il s'agit par exemple

d'estimer les coûts de protection ou les coûts d'abattement pour réduire les émissions de micropolluants dans les eaux, pour atteindre une qualité des milieux donnée (par exemple définie par une notion du type « Bon Etat » définie par la DCE). Il s'agit de coûts présentés dans ce rapport comme par exemple les surcoûts pour la production d'eau potable associés aux traitements des micropolluants ou les coûts de traitement des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées urbaines et industrielles, et les coûts de substitution. Il peut également s'agir de coûts de réparation ou de dépollution.

Par la suite, nous présentons quelques études extraites de la littérature évaluant des consentements à payer associés à la problématique des micropolluants.

L'étude (Roche et al. 2017) a travaillé sur le cas de l'accident minier de Los Frailes en Espagne où 7 M m³ de déchets acides et toxiques ont contaminé une surface de 4 280 hectares (dont une partie du parc national de Doñana) après qu'une digue retenant des résidus miniers se soit rompue. Le coût de la remédiation des milieux contaminés a été estimé à 170 millions d'euros. Mais concrètement, ce coût ne correspond pas à la valeur des écosystèmes détruits, il correspond à celui des opérations pour restaurer une qualité des écosystèmes équivalente à celle qui prévalait avant l'accident.

L'étude « *Cost-Benefit Analysis of the Swiss National Policy on Reducing Micropollutants in Treated Water* » (Ivana Logar et al 2014) a développé une enquête en Suisse s'appuyant sur la méthode des choix discrets. Cette étude avait pour objectif d'estimer le consentement à payer des citoyens pour mettre en place une politique de traitement des eaux usées afin de réduire le risque des micropolluants à un niveau « faible ». Le consentement a été estimé à environ 100 francs Suisse, soit environ 90 euros par ménage et par an. Une étude similaire a été réalisée par l'IRSTEA pour estimer un consentement à payer en France. Cette étude, en utilisant la méthode des choix discrets, a estimé un consentement à payer équivalent à une augmentation de 5% de la facture d'eau pour permettre l'élimination d'une famille de micropolluants dans les STEP (cosmétique, détergent ou médicament). Ce résultat n'est pas comparable avec l'étude réalisée en Suisse car les préférences étaient exprimées par des référentiels différents (Rambonilaza, Pham, et Dachary-Bernard 2019).

Une étude européenne a estimé le coût du non-respect des objectifs environnementaux fixés par l'UE. Dans le cadre des politiques de l'eau, cette étude s'est penchée sur le non-respect de l'atteinte du bon état chimique et du bon état écologique dans les cours d'eau de surface. En s'appuyant sur l'état des rivières de 2016, environ 63% des cours d'eau de surface, rapporté à la longueur et l'aire, ne respectaient pas l'objectif de bon état écologique des eaux. Concernant les objectifs de l'état chimique, en UE environ un tiers des cours d'eau, rapporté à la longueur et l'aire, ne les respectaient pas. Les services écosystémiques non fournis à cause de non-respect du bon état écologique ont été estimés avec la méthode des préférences déclarées entre 3 et 13 milliards d'euros pour les 28 pays de l'UE. En France la valeur serait comprise entre 439 et 1770 millions d'euros. Les bénéfices environnementaux abandonnés dus à des eaux de surfaces n'atteignant pas les objectifs de l'état chimique, ont été évalués à partir d'une estimation du nombre de ménage par pays ayant accès à de l'eau potable issue de sources n'étant pas en « bon » état chimique. Cette valeur a ensuite été multipliée à une valeur de consentement à payer estimée auprès des ménages pour avoir de l'eau potable « naturellement propre » plutôt que « purifiée ». Finalement, ces bénéfices abandonnés ont été estimés à 372 millions d'euros pour l'UE (28 pays) par an et à 28 millions pour la France. Cependant cette valeur ne représente pas l'ensemble des bénéfices abandonnés mais la valeur accordée par les individus enquêtés au bon état écologique de l'état chimique des eaux (COWI & Eunomia Research & Consulting Ltd 2019).

La méthode des préférences déclarées a été appliquée à la problématique de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine par plusieurs travaux. L'étude « *Willingness to pay for safe drinking water: A contingent valuation study in Jacksonville* » (Chatterjee et al. 2017) a estimé le consentement à payer pour une amélioration de la qualité de l'eau potable à environ 6 dollars américains (5,5 euros). L'article définit l'amélioration de la qualité de l'eau comme la diminution de la quantité de substances chimiques et de contaminants. Ce montant à payer pour une amélioration de la qualité de l'eau, comme pour l'étude Suisse (Ivana Logar et al 2014) et française (Rambonilaza, Pham, et Dachary-Bernard 2019), s'ajouterait au montant de la facture d'eau. Les auteurs ont également étudié les facteurs influençant le consentement à payer comme par exemple la structure de la famille, l'état de santé et le niveau d'éducation de la personne enquêtée. L'étude : « *Valuation of groundwater protection versus water treatment in Denmark by Choice Experiments and Contingent Valuation* » (Hasler et al 2005) a

estimé le consentement à payer pour une eau souterraine « pure »¹² en s'appuyant sur la méthode des choix discrets à 461 DKK (couronne danoise) par ménage par an ; soit environ 60 euros.

¹² Au Danemark 100% de l'eau potable est produite à partir d'eau souterraine.

4 Conclusion

Le coût complet lié à la présence de micropolluants dans les eaux de surfaces, les eaux souterraines et les eaux destinées à la consommation humaine peut se décomposer en trois types de coûts : coûts de surveillance, coûts des actions positives et coûts des impacts résiduels - c'est-à-dire des impacts sanitaires et environnementaux malgré les mesures de réduction d'émissions de micropolluants vers les eaux de surfaces.

Ce rapport présente, sans prétendre à une parfaite exhaustivité, l'ensemble des coûts quantifiés de surveillance et des actions positives depuis les années 2000 investis en France pour diminuer la présence des micropolluants dans les eaux douces de surfaces et dans l'eau potable. L'ensemble des coûts référencés dans cette étude s'élèvent à plusieurs milliards d'euros, sans prendre en compte les coûts de certaines actions de surveillances ou d'actions pour réduire la présence de micropolluants dans eaux car ceux-ci sont seulement très partiellement connus. Cette estimation ne comprend pas non plus les coûts imputables aux impacts résiduels, c'est-à-dire, dans le cadre de cette étude, les impacts sanitaires liés à la consommation d'eau potable ainsi que les impacts sur les écosystèmes - leur quantification complète n'étant pas possible à ce jour.

Les méthodes des préférences déclarées permettent d'estimer l'importance que la société accorde à la problématique des micropolluants en étudiant les consentements à payer d'individus pour une réduction des émissions de micropolluants ou une amélioration de l'état écologique et chimique de l'eau. Les préférences révélées appliquées à la problématique des micropolluants dans les eaux permettent d'estimer le coût que la société est prête à investir pour réduire cette pollution et peuvent être utilisées lors de la mise en place de politiques de réduction des micropolluants dans les eaux. Contrairement aux valeurs obtenues par les préférences déclarées, la partie connue de ces coûts est incluse dans les coûts présentés en première partie de cette étude (coûts de actions de surveillances, coûts des actions positives).

Pour parvenir à une meilleure estimation des coûts des micropolluants, des études économiques pourraient être réalisées pour estimer les coûts associés à la pollution des eaux par les micropolluants de certaines actions positives comme par exemple la méthode des coûts de protection :

- améliorer et mettre à jour la connaissance des coûts investis pour le traitement des micropolluants lors de la potabilisation de l'eau par les producteurs d'eau potable,
- coûts dépensés par les producteurs d'eau potable pour favoriser la non utilisation de pesticides autour des sources de prélèvement,
- estimation du coût au niveau national pour la mise en place d'un traitement supplémentaire par exemple ; type charbon actif, ozonation ... pour le traitement des eaux usées.

Des valeurs plus spécifiques pour les impacts sanitaires causés par les micropolluants pourraient être obtenues en utilisant la méthode des préférences révélées. Il est à noter que des travaux de l'OCDE (projet SWACHE), auxquels participe l'Ineris, sont en cours pour évaluer les consentements à payer pour une réduction des risques de divers impacts sanitaires liés à l'exposition aux produits chimiques, qui seraient éventuellement transférables dans le contexte de la qualité de l'eau potable.

5 Références

- ADEME. 2014. « Taux d'utilisation et coûts des différentes techniques et filières de traitement des sols et des eaux souterraines polluées en France synthèse des données 2012 ». ADEME. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/2015_taux-utilisation-et-couts-traitements-sols-eaux-souterraines.pdf.
- Agence de l'Eau Adour-Garonne. 2015. « Qualité des eaux et produits phytosanitaires sur le bassin Adour-Garonne ».
- Agence de l'eau Artois-Picardie. s. d. « Bilan sur la présence de pesticides dans les rivières et les nappes du bassin Artois-Picardie ».
- Agence de l'Eau Seine Normandie. s. d. « Mise en place du réseau de surveillance des micropolluants sur biote sur le bassin seine-normandie ». eau-seine-normandie. <http://www.eau-seine-normandie.fr/domaines-d-actions/etudes/16MESU01>.
- Agúndez, José A. Pérez, et Céline Jacob. s. d. « Coûts liés aux micropolluants/SRM GDG ».
- ANSES. 2011. « Campagne nationale d'occurrence des résidus de médicaments dans les eaux destinées à la consommation humaine ». <https://www.anses.fr/fr/system/files/LABO-Ra-EtudeMedicamentsEaux.pdf>.
- Arrêté du 7 août 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement.* s. d.
- « Bilan de la qualité de l'eau au robinet du consommateur vis-à-vis des pesticides en 2014 ». 2016. Ministère des Solidarités et de la Santé. https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/bilan_pesticides_eau_2014.pdf.
- « Bilan de la qualité de l'eau du robinet vis à vis des pesticides ». 2019. Ministère des Solidarités et de la Santé. https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/2018_pesticides.pdf.
- Briand Cyrielle, et al. 2018. « Que sait-on des micropolluants dans les eaux urbaines ? »
- Carvalho, Raquel N., Augustine Arukwe, Selim Ait-Aissa, Anne Bado-Nilles, Stefania Balzamo, Anders Baun, Shimshon Belkin, et al. 2014. « Mixtures of Chemical Pollutants at European Legislation Safety Concentrations: How Safe Are They? » *Toxicological Sciences* 141 (1): 218-33. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfu118>.
- Cédric FISSON. 2016. « Présence et impact des micropolluants sur le biote de l'estuaire de la Seine et de la baie de Seine orientale ». Cité de l'Eau et de l'Assainissement du SIAAP - Colombes, novembre 23. <https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-01803319/document>.
- CGDD. 2016. « REPERE l'eau et milieux et les milieux aquatiques chiffres clefs 2016 ». <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/reperes-2016-eau-milieux-aquatiques-b.pdf>.
- Chapon, Valentin. 2018. « Benchmark international des stratégies de réduction des rejets de micropolluants par les eaux usées urbaines ». Ineris.
- Chatterjee, Chiradip, Russell Triplett, Christopher K. Johnson, et Parvez Ahmed. 2017. « Willingness to pay for safe drinking water: A contingent valuation study in Jacksonville, FL ». *Journal of Environmental Management* 203 (décembre): 413-21. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.08.008>.
- « Contamination des eaux souterraines dans le contexte des ICPE et des sites pollués comparaison d'outils et de protocoles d'échantillonnages ». 2018. INERIS. <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Rapport-ENERIS-DRC-17-164249-11465A.pdf>.
- Cour des comptes. 2019. « Le bilan des plans Ecophyto », 27 novembre 2019. <https://www.ccomptes.fr/system/files/2020-01/20200204-refere-S2019-2659-bilan-plans-ecophyto.pdf>.
- COWI & Eunomia Research & Consulting Ltd. 2019. « Study: The costs of not implementing EU environmental law ».
- CREPEPP. 2017. « Contamination des eaux superficielles par les pesticides en Pays de la Loire : Campagne 2016 ». http://draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/fiche_qualite_des_eaux_2016_cle0c2f38.pdf.

David W. Pearce, et R. Kerry Turner. 1990. *Economics of natural resources and the environment*. The Johns Hopkins University Press.

Direction Inter-régionale de la mer Manche et Mer du Nord. 2018. « Coûts liés aux micropolluants ». http://www.dirm-memn.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/20180612_d8_couts-de-la-degradation_micropolluants_memn_version_pre-finale.pdf.

Direction Inter-régionale de la mer Sud Atlantique. 2018. « Coûts liés aux micropolluants ». http://www.dirm.sud-atlantique.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/page521_a_547-doc3-02._annexe02_synthese_scientifique-2.pdf.

« Directive n° 98/83/CE du 03/11/98 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine | AIDA ». s. d. Consulté le 5 février 2020. https://aida.ineris.fr/consultation_document/1017.

DIREN, DRAF, DRASS, FREDON Bourgogne. 2008. « Réseau de suivi des pesticides dans les eaux en région Bourgogne. Rapport de présentation des résultats de l'année hydrologique d'août 2006 à juillet 2007 ». http://www.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pdf_Bilan_regional_pesticides_eau_07b_cle29fa29.pdf.

DREAL Auvergne-Rhône-Alpes. 2019. « Arrêtés préfectoraux relatifs à l'interdiction de consommation et de commercialisation des poissons d'eau douce contaminés par les PCB au 09 janvier 2019 ». http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/docs/PCB/carte-arretes/20190205-FIG-Carte_des_interdictions_RM-v01.pdf.

DREAL GRAND EST. s. d. « Etat des lieux de la qualité des eaux au regard des produits phytosanitaires en Grand Est ». Consulté le 30 mars 2020. http://www.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pdf_Bilan_regional_pesticides_eau_07b_cle29fa29.pdf.

Enault, J., S. Robert, O. Schlosser, C. De Thé, et J.-F. Loret. 2017. « Eau potable, aliments, air intérieur : comparaison de la contribution à l'exposition aux micropolluants de l'environnement ». *Techniques Sciences Méthodes*, n° 3 (mars): 34-50. <https://doi.org/10.1051/tsm/20173034>.

« Évaluation des risques liés aux résidus de pesticides dans l'eau de distribution ». 2013. ANSES. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERP-Ra-PesticidesEau.pdf>.

Gamet-Payrastre, Laurence, et Céline Lukowicz. 2017. « Les effets des mélanges de pesticides ». *Cahiers de Nutrition et de Diététique* 52 (5): 234-38. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2017.03.002>.

Gasperi, Johnny, Christel SEBASTIAN, Véronique Ruban, Mélissa DELAMAIN, Stéphane Percot, Laure Wiest, Cécile Mirande, et al. 2017. « Contamination des eaux pluviales par les micropolluants: avancées du projet INOGEV ». *Techniques Sciences Méthodes*, n° 7/8 (janvier): pp.51-66. <https://doi.org/10.1051/tsm/201778051>.

« Géolocalisation des stations des eaux usées en France - data.gouv.fr ». s. d. [data.gouv.fr /fr/reuses/geolocalisation-des-stations-des-eaux-usees-en-france/](http://data.gouv.fr/fr/reuses/geolocalisation-des-stations-des-eaux-usees-en-france/).

Golla, Georges, et Cynthia Hocquet. 2011. « État des lieux de la conformité des stations de traitement des eaux usées ». 3. Les synthèses. Service public d'information sur l'eau. file:///C:/Users/Chapon/Downloads/assainissement_2008_201110.pdf.

Guichard, Laurence, François Dedieu, Marie-Hélène Jeuffroy, Jean-Marc Meynard, Raymond Reau, et Isabelle Savini. 2017. « Le plan Ecophyto de réduction d'usage des pesticides en France : décryptage d'un échec et raisons d'espérer ». *Cahiers Agricultures* 26 (1): 14002. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017004>.

Hasler, Berit, et al. 2005. « Valuation of groundwater protection versus water treatment in Denmark by Choice Experiments and Contingent Valuation ». https://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rappporter/FR543.PDF.

Ivana Logar, et al. 2014. « Cost-Benefit Analysis of the Swiss National Policy on Reducing micropollutants in treated Wastewater », 2014, Environmental Science and Technology édition.

Jean Marc Choubert, Ywann Penru, et Céline Lagarrigue. 2017. « Traitement des micropolluants par ozonation - Retour d'expérience sur la station d'épuration de Sophia Antipolis (06) ». Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. <https://www.eaurmc.fr/upload/docs/application/pdf/2018-04/2017-synthese-mpp-def2.pdf>.

Jean-Marc Choubert. s. d. « Élimination des micropolluants présents dans les rejets de STEU Quels procédés ? Quelles conditions de fonctionnement ? » Consulté le 19 septembre 2019. https://ascomade.org/wp-content/uploads/2018/07/08-Elimination-micropolluants_JM-Choubert.pdf.

Katell Petit, et Janik Michon. 2016. « Surveillance des micropolluants dans les milieux aquatiques : des avancées récentes ». ONEMA. <https://www.eaufrance.fr/publications/surveillance-des-micropolluants-dans-les-milieux-aquatiques-des-avancees-recentes>.

« La qualité de l'eau du robinet en France Données 2012 ». 2014. Paris: Ministère chargé de la Santé, Direction générale de la santé.

« L'eau et les milieux aquatiques - Chiffres clés - Édition 2016 | Données et études statistiques ». 2016. MTEs. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/leau-et-les-milieux-aquatiques-chiffres-cles-edition-2016>.

Leggett, Christopher G., et Nancy E. Bockstael. 2000. « Evidence of the Effects of Water Quality on Residential Land Prices ». *Journal of Environmental Economics and Management* 39 (2): 121-44. <https://doi.org/10.1006/jeem.1999.1096>.

Luke Brander, Berta Martín-López, Madhu Verma, et Erik Gómez-Baggethun. 2010. « Chapter 5 The economics of valuing ecosystem services and biodiversity ». *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations*.

MEEDDM. 2010. « Plan Micropolluants 2010-2013 Un plan d'action national pour lutter contre la pollution des milieux aquatiques ». MEEDDM. http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DEFAULT/Infodoc/ged/viewportalpublished.ashx?eid=IFD_FICJOINT_0000938&search=.

Metz, Florence. 2017. *From Network Structure to Policy Design in Water Protection: A Comparative Perspective on Micropollutants in the Rhine River Riparian Countries*. Springer.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. 2018. « programme ambition bio 2022 ». <https://agriculture.gouv.fr/ambition-bio-2022-plan-dactions-des-acteurs-de-lagriculture-et-de-lalimentation>.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. s. d. « Le plan Écophyto, qu'est-ce que c'est ? » <https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-quest-ce-que-cest>.

Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. 2012. « Plan d'action pour le milieu marin sous-région marine golfe de Gascogne évaluation initiale des eaux marines analyse économique et sociale ». http://www.dirm.nord-atlantique-manche-ouest.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/3_GdG_-_AES_cle6226eb.pdf.

Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer. s. d. « Plan micropolluants 2016-2021 pour préserver la qualité des eaux et la biodiversité.pdf ». Consulté le 6 septembre 2019. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20micropolluants%202016-2021%20pour%20pr%C3%A9server%20la%20qualit%C3%A9%20des%20eaux%20et%20la%20biodiversit%C3%A9.pdf>.

Ministère des Solidarités et de la Santé. 2019. « Qualité de l'eau potable ». Ministère des Solidarités et de la Santé. 4 octobre 2019. <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/eau>.

MTEs. 2014. « Note technique du 12/08/16 relative à la recherche de micropolluants dans les eaux brutes et dans les eaux usées traitées de stations de traitement des eaux usées et à leur réduction | AIDA ». AIDA. 2014. https://aida.ineris.fr/consultation_document/38021.

OCDE. 2018. *Analyse coûts-avantages et environnement / Avancées théoriques et utilisation par les pouvoirs publics*. Editions OCDE. Paris.

Odile Plichon, et Emilie Torgemen. 2018. « Agriculture bio : le gouvernement « mettra 1,1 milliard d'euros » ». *leparisien*, 24 juin 2018. <http://www.leparisien.fr/economie/agriculture-bio-le-gouvernement-mettra-1-1-milliard-d-euros-24-06-2018-7791270.php>.

« Pourquoi la consommation des poissons est-elle interdite en Seine ? » s. d. *GIP Seine-Aval* (blog). <https://www.seine-aval.fr/question/fiche-interdiction-poisson/>.

Rambonilaza, Tina, Thao Pham, et Jeanne Dachary-Bernard. 2019. « Household Willingness to Pay for Micropollutant Removal in Domestic Wastewater: A Choice Experiment Study ». *Revue économique* Vol. 70 (5): 695-715.

« Rapport annuel 2018 ». 2018. Ineris. https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/RA_INERIS_2018-2019_BD%20der.pdf.

Schucht, Simone, Olivier Chanel, et Hyacinthe Labarrière. (non publié). « CumulAir : Evaluation économique des effets sanitaires cumulés de la pollution de l'air intérieur et extérieur ». INERIS/AMSE.

« Surveillance de la qualité des eaux souterraines appliquée aux ICPE et sites pollués ». 2018. Direction Générale de la Prévention des Risques, Bureau du sol et sous-sol. <https://www.brgm.fr/sites/default/files/guide-icpe.pdf>.

University of Stuttgart. 2018. « The Impact Pathway Approach ». 2018. /externe_d7/?q=node/46.

www.lamontagne.fr. 2017. « Eau minérale - Volvic : la protection rapprochée d'une usine naturelle », 2 janvier 2017, La montagne édition. https://www.lamontagne.fr/volvic-63530/actualites/volvic-la-protection-rappee-d-une-usine-naturelle_12234329/.

Yvan AUJOLLET, Nathalie LENOUVEAU, Pierre-Alain ROCHE, Rémi VELLUET, et Jean-Louis HELARY. 2017. « Gestion des eaux pluviales : Dix ans pour relever le défi Tome 1 : Synthèse du diagnostic et propositions ». CGEDD. <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-31118-rapport-eaux-pluie-ruissellement-cgedd.pdf>.

ADEME (2002). Evaluation de l'écocompatibilité de scénarios de stockage et de valorisation des déchets. Angers, Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie, : 148.

CEAEQ (1998). Procédure d'évaluation du risque écotoxicologique pour la réhabilitation des terrains contaminés. Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, gouvernement du Québec.

CETMEF (2001). Evaluation écotoxicologique de sédiments contaminés ou de matériaux de dragage., Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement et par Voies navigables de France, Centre d'Études Techniques Maritimes et Fluviales: 12.

Chapman, P. M. (1990). "THE SEDIMENT QUALITY TRIAD APPROACH TO DETERMINING POLLUTION-INDUCED DEGRADATION." *Science of the Total Environment* 97-8: 815-825.

Donguy, G. et Y. Perrodin (2006). Guide méthodologique d'évaluation des risques écologiques liés aux aménagements urbains et aux infrastructures de transport, LSE-ENTPE.

E.C. (2003). Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) N° 1488/94 on Risk Assessment for existing substances, Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council Concerning the Placing of Biocidal Products on the Market. Luxembourg., Office for Official Publications of the European Communities.

EA (2011). Guidelines for environmental risk assessment and management. United Kingdom, Environment Agency.

ECHA (2008). Chapter R.10: Characterisation of dose [concentration]-response for environment. Guidance on information requirements and chemical safety assessment., European Chemicals Agency: 65.

ECHA (2016). Chapter R.16: Environmental exposure estimation. Guidance on information requirements and chemical safety assessment., European Chemicals Agency: 178.

INERIS (2015). Adaptation et acclimatation des organismes soumis à un stress chimique - conséquences dans un contexte d'évaluation des risques pour les écosystèmes., INERIS: 17.

ISO (2017). Qualité du sol — Procédure d'évaluation des risques écologiques spécifiques au site de la contamination des sols (approche TRIADE de la qualité du sol) NF ISO 19204. ISO/DIS 19204

NEPC (1999). Guideline on Ecological Risk Assessment. Australia, National Environment Protection Council.

Perrodin, Y., G. Donguy, P. Pandard et S. Andres (2007). Guide méthodologique pour l'évaluation des risques écologiques liés à la restauration de carrières de la zone littorale à l'aide de sédiments de dragage portuaires prétraités. ANR PRECODD programme 2007 - "SEDIGEST", ENTPE-LSE, INERIS: 62 p.

RECORD (2006). Evaluation et acceptabilité des risques environnementaux. Méthodes d'évaluation, analyse comparative ; Etude sociologiques des représentations des risques, synthèse bibliographique n° 04-0810//0811/1A, REseau COopératif de Recherche sur les Déchets,: 228 p.

Roche, C., K. Thygesen et E. Baker (2017). Mine Tailings Storage: Safety Is No Accident. A UNEP Rapid Response Assessment. Nairobi and Arendal, United Nations Environment Programme and GRID-Arendal: 70.

SCHER, SCCS et SCENIHR (2012). Opinion on the Toxicity and Assessment of Chemical Mixtures.

US-EPA (1998). Guidelines for ecological risk assessment. Washington, DC, U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum: 124 p.

6 Annexes

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Présentation des méthodes de monétarisation
- Annexe 2 : Valeur économique total d'un écosystème et méthodes de monétarisation associées
- Annexe 3 : Coûts associés à une maladie

6.1 Annexe 1 : Présentation des méthodes de monétarisation

Lorsque le marché n'accorde pas de valeur économique ou une valeur incomplète à un bien ou à un service, des méthodes de monétarisation peuvent être appliquées pour lui donner une valeur dans le but d'une gestion durable de la ressource en biens ou en services. On distingue trois groupes de méthodes de monétarisation :

- Les méthodes s'appuyant sur les **valeurs du marché** ;
- Les méthodes des préférences **révélées** ;
- Les méthodes des préférence **déclarées**.

Les méthodes s'appuyant sur des valeurs présentes sur le **marché** comprennent plusieurs méthodes :

- Méthode se basant sur les **prix de marché** ; cette méthode s'appuie sur la valeur du bien ou du service existant sur le marché pour fournir une approximation de la valeur du service ou du bien. Par exemple la valeur d'une forêt peut être estimée par la valeur du bois qu'elle est capable de produire. Cette méthode a tendance à sous-estimer les atteintes à l'environnement.
- Méthode basée sur les coûts ; généralement utilisée pour une valeur de non-usage :
 - o **Méthode des coûts évités** : estimation du coût des dommages que générerait : une pollution, la disparition ou la modification du service écosystémique, des frais médicaux...
 - o **Méthode des coûts de remplacement** : consiste à estimer le montant de la technologie pour palier la perte du service écosystémique. L'exemple le plus cité dans le domaine est celui de la pollinisation.
 - o **Méthode des coûts de réparation** : estimation du montant des investissements nécessaires pour que les écosystèmes fournissent de nouveau les services écosystémiques, estimation des coûts générés par les maladies.

Les méthodes des préférences révélées, sont utilisées pour monétariser **les valeurs d'usage** des biens et services environnementaux non marchands en analysant les choix des individus ou des ménages sur les marchés de biens et services existants révélant ainsi leurs préférences. « Ces méthodes s'efforcent de quantifier la « trace » laissée sur les marchés par les biens de natures non marchande » (OCDE 2018). Plusieurs sous méthodes peuvent être citées :

- **Coûts de déplacement** ; méthode généralement utilisée pour les valeurs d'usage récréatif de biens non marchands. La valeur de ces services est estimée en faisant la somme des dépenses, y compris le coût du temps, que l'utilisateur est prêt à payer pour bénéficier de ce bien (par exemple, un plan d'eau, un cours d'eau) ou de ce service non marchand.
- **Prix hédonistes** ; méthode estimant la valeur d'un bien non marchand en observant les comportements sur le marché d'un bien connexe : bien qui contient dans son prix une partie du bien non marchand. L'étude : *Evidence of the Effects of Water Quality on Residential Land Prices* (Leggett et Bockstael 2000) a ainsi par exemple étudiée la corrélation entre la qualité de l'eau (mais d'un point de vue bactériologique et non chimique) et le prix de l'immobilier dans une région donnée. Cette étude a donc évalué la valeur accordée par les individus à l'état de la qualité de l'eau en se basant sur le prix des maisons et la qualité de l'eau proche du domicile.
- **Comportement de prévention ou de protection** ; méthode estimant la valeur d'une nuisance non marchande par les valeurs monétaires des biens ou services marchands pour lesquels les individus sont prêts à investir pour amoindrir ou supprimer la nuisance. Pour la problématique des micropolluants cela pourrait correspondre par exemple à l'investissement des ménages dans des cartouches de filtration, ou encore au montant de la subvention distribuée aux

agriculteurs par un producteur d'eau potable pour que les agriculteurs n'utilisent pas de pesticide à proximité de la station de captage (www.lamontagne.fr 2017).

Pour pallier l'absence de marché pour certains biens environnementaux les méthodes des **préférences déclarées** construisent sur la base d'hypothèses des marchés fictifs puis les soumettent sous la forme de questionnaire ouverts, de choix de scénarii... à de potentiels consommateurs. En s'appuyant sur les informations recueillies, elles permettent d'estimer des **valeurs d'usage et de non-usage** pour ces biens environnementaux. Les principales méthodes des préférences déclarées sont présentées ci-après :

- **Analyse contingente** ; cette méthode est applicable à presque tous les biens et services non marchands, c'est une des seules méthodes permettant d'estimer des valeurs de non-usages. En se basant sur la réalisation d'enquête, cette méthode vise à estimer des rentes compensatoires ou équivalentes. Une rente compensatoire équivaut au montant que la personne enquêtée est prête à recevoir ou à payer suite à une variation de la disponibilité du bien ou du service. Une rente équivalente correspond au montant à payer ou à recevoir par la personne si la disponibilité du bien ou du service reste inchangée. Bien qu'applicable pour estimer la valeur de beaucoup de biens non marchands, cette méthode obtient des valeurs de paiements fictifs incluant des comportements de resquillage possibles.
- **Méthode des choix discrets** ; cette méthode permet de prendre en compte l'aspect multidimensionnel des impacts environnementaux. L'enquête soumet les individus à divers scénarii variant selon divers points que l'on appelle attributs dont au moins un doit être de nature économique comme par exemple le coût de l'investissement, la valeur d'une taxe... Chaque individu va choisir le scénario qui maximise son utilité, et par des traitements statistiques généralement des modèles logit, des valeurs de consentement à payer ou à recevoir sont estimées pour chaque attribut.

6.2 Annexe 2 : Valeur économique totale des écosystèmes et méthodes de monétarisation associées

La **valeur économique totale** d'un écosystème est composée de sa valeur « output », qui pourrait se résumer par la valeur des services écosystémiques fournis par l'écosystème et de sa valeur de résilience¹³. La résilience d'un écosystème équivaut à sa capacité à résister à des perturbations, tel que des pollutions dues aux micropolluants, sans modification de ses propriétés fonctionnelles. Notons qu'il est difficile d'accorder une valeur monétaire à la résilience d'un écosystème.

La première valeur, valeur des services écosystémiques, se scinde en deux : la valeur d'usage et la valeur de non-usage (Luke Brander et al. 2010)¹⁴ et (David W.Pearce et R.Kerry Turner 1990). La valeur d'usage comprend la valeur d'usage direct et la valeur d'usage indirect ainsi que la valeur d'option. La valeur d'usage direct correspond à des usages généralement marchands de biens : produits alimentaires, bois... ou des services : récréatifs, culturels, bien être... Au contraire la valeur d'usage indirect correspond à des services non marchands comme par exemple : les services de pollinisation, mécanisme de régulation (filtration de l'air, de l'eau, cycle des nutriments...), habitat... Enfin la valeur d'option prend en compte la valeur qui pourrait être associée dans le futur à cet écosystème si de nouveaux services écosystémiques étaient découverts.

La valeur de non-usage, n'étant pas associée à la consommation directe ou indirecte d'un service écosystémique, équivaut à la satisfaction pour la société que les services fournis par l'écosystème puissent bénéficier à d'autres individus actuellement ou dans le futur.

La Figure 6 illustre les différentes valeurs composantes de la valeur économique totale d'un écosystème. A titre d'illustration pour chaque valeur une méthode de monétarisation est proposée.

¹³ *Insurance value* en anglais

¹⁴ Chapitre 2

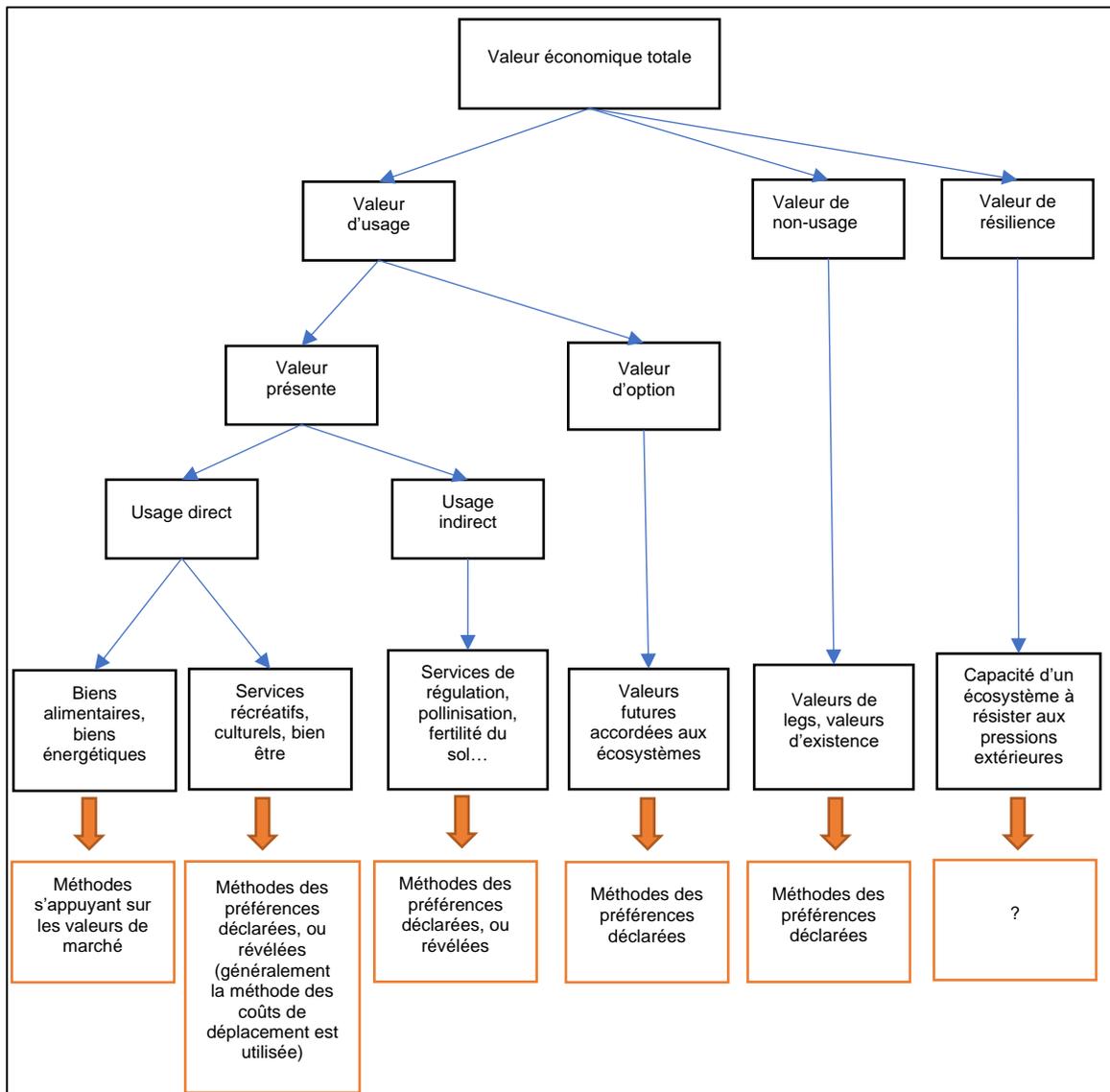


Figure 6 : Valeur Total d'un Ecosystème (source : (Luke Brander et al. 2010)) et propositions de méthodes de monétarisation

6.3 Annexe 3 : Coûts associés à une maladie

Le coût d'une maladie peut se distinguer en plusieurs catégories de coûts : les coûts marchands de la maladie, les dépenses de protection, des coûts non-marchands liés à la souffrance et à la limitation d'activités Ces deux types de coûts se divisent une seconde fois en deux catégories en fonction de si elles sont supportées par les individus ou par la société à travers les systèmes de protection sociale et les systèmes de santé. Une variation du risque de morbidité consécutive à une réduction de la présence de micropolluants dans l'eau potable se traduit par une baisse des coûts directs et indirects non marchand associés à la morbidité.

Coût économique de la maladie		Dépenses de protection	CAP SOCIAL
Coûts de traitement et pertes de revenus supportés collectivement		Dépenses de protection supportées collectivement	
Coûts de traitement et pertes de revenus supportés individuellement		Dépenses de protection supportées individuellement	CAP PRIVÉ
		Désutilité liée à la morbidité supportée individuellement	
BIENS MARCHANDS		BIENS NON MARCHANDS	

Figure 7 : Différentes composantes de la variation de la morbidité (source : (Schucht, Chanel, et Labarrière (non publié)))

En suivant cette décomposition, trois méthodes sont envisageables pour estimer une variation de la morbidité : la méthode des coûts de protection, la méthode du coût économique de la maladie ; équivalant à comptabiliser l'ensemble des coûts de traitements engendrés par l'apparition d'un ensemble de syndromes, la méthode des préférences déclarées pour mesurer le consentement à payer pour une amélioration du bien-être imputable à une variation de la présence de micropolluants dans les eaux.

