

Appel à Projet « Innovation et changements de pratiques : micropolluants des eaux urbaines »
avec le soutien de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



REGARD

REduction et Gestion des micropolluAnts sur la métropole borDelaise

LOT 1 : CARACTERISATION DES SUBSTANCES ET DES IMPACTS

**TACHE 1.2 DESCRIPTION DES SOURCES ET INVENTAIRE
DES LEVIERS D'ACTION**

Enjeux globaux

Version définitive
Octobre 2019

Auteurs : J. Barrault, L. Dumas

université
de BORDEAUX



Université
BORDEAUX
MONTAIGNE



suez
le lyre



REGARD

Livrable de la tâche 1.2.1. LES ENJEUX GLOBAUX DES MICROPOLLUANTS

Décembre 2016

Auteurs : Barrault Julia, Leslie Dumas

Table des matières

Introduction.....	7
1. LES MICROPOLLUANTS.....	8
Définition.....	8
Les sources de micropolluants.....	10
La quantité de micropolluants présents dans les eaux.....	10
L'analyse des micropolluants.....	10
Analyse toxicologique des micropolluants.....	11
La DJA.....	11
Les effets fenêtré.....	12
Les effets cocktails.....	12
Les faibles doses.....	13
2. LES FAMILLES DE MICROPOLLUANTS.....	15
LES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES.....	15
Les micropolluants organiques peuvent être regroupés en fonction de leurs usages.....	15
Les micropolluants peuvent aussi être classés en fonction de leurs effets sanitaires.....	18
La perturbation du système endocrinien.....	18
Cancérigène.....	20
Erreur de multiplication des cellules.....	20
Neurotoxique.....	20
Perturbation du développement ou du fonctionnement des cellules nerveuses.....	20
Immunotoxique.....	21
Reprotoxique.....	21
Térogène.....	21
Mutagène.....	21
Les micropolluants organiques peuvent aussi être regroupés en fonction de leur persistance dans l'environnement.....	21
Les micropolluants organiques peuvent aussi être classés en fonctions de leurs familles chimiques.....	21
Les micropolluants inorganiques.....	22
Les micropolluants organométalliques.....	22
3. POLITIQUE DE L'EAU.....	22
Directive Cadre sur l'Eau.....	23
Le plan micropolluants 2016-2021.....	24
REACH.....	25
RSDE.....	26
4. DES POSITIONNEMENTS CONTRASTES CHEZ LES PARTIES-PRENANTES.....	27
La sphère scientifique.....	27
La sphère politico-réglementaire.....	28
L'Agence de l'Eau.....	28
Les collectivités – Le point de vue de Bordeaux Métropole.....	28
Le Ministère de l'Environnement et l'ONEMA.....	30
La sphère socio-médiatique.....	31
La Presse.....	31
Analyse de la presse spécialisée dans l'information et la défense des consommateurs.....	32
Les associations.....	35
Le secteur privé.....	36
Eléments de synthèse sur les enjeux des micropolluants analysés par les parties-prenantes.....	37
5. QUESTIONNEMENTS ETHIQUES ET PHILOSOPHIQUES.....	37
Imperceptibilité des micropolluants et aperceptibilité scientifique.....	37
Détection des micropolluants.....	38

La science joue un double rôle : elle est celle qui crée les risques mais elle est aussi celle qui a le pouvoir de les dévoiler. Les micropolluants sont donc tout à la fois un objet créé par les scientifiques et un sujet de recherche scientifique.	38
La science « en amont » des micropolluants	38
La science « en aval » des micropolluants.....	39
L'eau : construit social.....	40
Imaginaire et représentations de l'eau	40
Les micropolluants et les nouveaux types de risques	43
Généralités et réflexions	43
Les micropolluants : paradigme des nouveaux types de risque.....	44
Responsabilités.....	44
Risques et choix.....	44
Controverses scientifiques et incertitudes	45
Le paradigme de toxicité : exemple de controverse sociale	46
Conclusion	47
6. BIBLIOGRAPHIE.....	49
ANNEXE 1 – Les entretiens réalisés en 2013.....	54
ANNEXE 2 - GUIDE D'ENTRETIEN	55

Introduction

L'objectif principal de la sous-tâche 1.2.1 intitulée « **Enjeux globaux liés à la problématique des micropolluants** » est d'illustrer le fait que la problématique des MP est « complexe » et d'essayer d'y faire face. Complexe au sens du latin « *complexus* », tissé ensemble. En effet, y sont imbriqués de nombreux domaines, acteurs, sciences, représentations, pratiques et connaissances.



L'approche par les sources des flux de micropolluants (source qui sont composés d'acteurs, de systèmes d'acteurs régis par des rationalités, des valeurs, des représentations,..., qui leurs sont propres et qui agissent dans différents contextes) qui est celle de REGARD, ne peut se soustraire à une analyse un peu plus surplombante, permettant de prendre du recul, des précautions, de faire preuve d'humilité face à ce sujet éminemment difficile à traiter.

Le travail livré ici comporte **trois axes principaux** : il s'agit en premier lieu de dresser une présentation générale de la problématique des micropolluants, son émergence dans différentes sphères et une analyse des **différents enjeux** qui y sont associés :

- les **enjeux scientifiques** portant principalement sur les controverses scientifiques et l'évolution du paradigme de toxicité et les modèles de calcul des risques.
- les **enjeux politico-réglementaires** aux niveaux international, européen et local
- les **enjeux philosophiques** autour des concepts de science, responsabilité, risque, nature, représentation et perceptibilité.

Il s'agit aussi d'identifier les **divers types d'acteurs proposant un discours** sur le sujet des micropolluants, principalement via la conduite d'entretiens semi-directifs (N=19), des recherches

internet et des recherches bibliographiques : acteurs publics, acteurs privés, acteurs internationaux, nationaux, locaux, acteurs scientifiques, médiatiques, militants. Ensuite, d'**analyser le type de discours** qui est tenu : Quel est le cadrage de ce discours, autrement dit : traite-t-il le sujet sous l'angle politique, scientifique, technologique ? Promeut-il une rationalité éclairée, une heuristique de la peur ? Fait-il ressortir en priorité les enjeux sanitaires ou environnementaux du problème ? A qui s'adresse-t-il ? Est-il technique ou compréhensible par les profanes ? Utilise-t-il le terme « micropolluant » ? Quelles substances sont évoquées ? Il faudra enfin étudier l'**évolution de ce discours** et les facteurs de son éventuel infléchissement.

Il s'agit enfin de concentrer notre étude sur quelques **substances spécifiques** : bisphénol A ; triclosan, glyphosate, diuron, DDT ; ou plusieurs **familles de substances** : phtalates, parabènes, HAP, perfluorés, alkylphénols, polychlorobiphényles, retardateurs de flammes bromés, dioxines et furannes. Cette analyse détaillée sera constituée de multiples volets : **présentation générale** (histoire de la substance ; son utilité et ses usages) ; ses **effets sanitaires et environnementaux** ; sa **métabolisation** ; l'**évaluation de ses risques** et sa **mise en risque** sur les plans politiques, législatifs et sociétaux.

1. LES MICROPOLLUANTS

Définition

Un micropolluant est défini par Nathalie Chèvre en 2011¹ comme une « *substance présente en faible concentration dans l'environnement, résultant en partie au moins, de l'activité humaine, et qui, malgré cette faible quantité, peut entraîner des effets nocifs sur les organismes vivants* ».

Notre environnement contient un nombre gigantesque de micropolluants. On estime à 150.000 le nombre de substances présentes dans notre environnement, dont 400 pesticides, 2000 médicaments et 6000 cosmétiques. Ces substances vont se dégrader en de nouvelles molécules et donner lieu à une dizaine ou une vingtaine de substances chacune. On ajoute à celui les substances persistantes et on arrive rapidement à plusieurs millions de molécules disséminées dans l'environnement.

Petite histoire de l'épuration et découverte des micropolluants

En 1200, Philippe Auguste fait paver les rues de Paris et prévoit une rigole d'évacuation au milieu de chaque rue. En 1370, le premier égout souterrain est créé à Montmartre. A la fin du 18^{ème} siècle, Napoléon I fait importer de l'eau propre à Paris via le canal de l'Ourcq. En 1850, sous le règne de Napoléon III, le baron Haussmann et l'ingénieur Eugène Belgrand créent le premier système d'égout souterrain qui transporte les déchets vers les fleuves et champs d'épandage. Napoléon III fait

¹ N. CHEVRE et N. ERKMAN, *Alerte aux micropolluants, pesticides, biocides, détergents, médicaments et autres substances chimiques dans l'environnement*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2011.

construire des aqueducs afin d'acheminer de plus grandes quantités d'eau propre. Les substances rejetées dans les eaux ne sont pas stables.

On découvre, avec les travaux de Pasteur, qu'elles peuvent se transformer ou se dégrader sous l'action de microorganismes ; c'est la biodégradation. Elles sont aussi transformées sous l'effet de la lumière - on parle alors de photolyse qui est une décomposition chimique par la lumière - ou par diverses réactions qui ont lieu en milieu aquatique : c'est l'hydrolyse, c'est-à-dire la destruction d'une substance chimique par l'eau.

Le milieu du 18^{ème} siècle signe le début de ce que l'on appellera plus tard la révolution industrielle, et de ce qui constituera l'essor d'une activité anthropique intensive et la multiplication des rejets de substances chimiques d'origines variées dans l'environnement.

En 1914, des scientifiques britanniques élaborent un système de bassin où les eaux usées sont aérées et purifiées par les microorganismes. Les stations d'épurations sont nées et se développent dans les autres pays du monde.

Les micropolluants ne sont pas des substances nouvelles ; ce sont les progrès technico-scientifiques qui ont permis leur détection. La question des micropolluants émerge en effet sous les progrès de la recherche scientifique, et plus précisément des techniques de détection. On passe, dans les années 70, avec le développement de la chromatographie gazeuse des macropolluants, substances présentes dans les milieux à des concentrations allant du g/l au mg/l (nitrates, azote, phosphore...), aux micropolluants. Ce développement de l'instrumentalisation analytique a permis la mesure de polluants aquatiques **non visibles sans une telle médiation scientifique**. Car la micropollution est caractérisée par sa concentration qui est de l'ordre du microgramme (1 litre d'eau contient un millionième de grammes, ce qui équivaut à un sucre jeté dans une piscine olympique) ou de l'ordre du nanogramme (un litre d'eau contient un milliardième de grammes, c'est-à-dire l'équivalent d'un millième de sucre dilué dans une piscine olympique). La limite de quantification (LQ) est divisée par 1000 tous les 10 ans. Nous sommes donc nécessairement amenés à détecter de plus en plus de substances.

Parler de micropollution, c'est aussi passer d'une exposition forte et accidentelle (Bhopal, Fukushima) à une exposition faible et chronique. Les micropolluants ont des sources multiples et variées, et en font une pollution non pas ponctuelle et diffuse, et, par conséquent, plus difficile à endiguer. Les micropolluants sont des molécules qui peuvent être naturelles ou organiques. Les micropolluants sont dits « persistants » lorsque leur demi-vie, qui correspond au temps nécessaire pour que la moitié de la quantité d'une substance soit dégradée, en eau douce excède 40 jours et « très persistants » si elle excède 60 jours.

Les micropolluants s'inscrivent donc dans la continuation de la problématique de pollution environnementale qui débute avec l'essor de la chimie, seule l'échelle change en fonction du degré de sensibilité de l'analyse. Autrement dit, **les micropolluants ne sont pas apparus dans les années 70, ils ont juste pu être détectés par la science dans les années 70.**

On oppose les micropolluants aux macropolluants, composés qui sont toxiques pour l'homme et son environnement à forte dose (du milligramme au gramme par litre) comme les nitrates, l'azote ou le phosphore. Parler de micropolluants implique le passage d'un **paradigme de visibilité à un paradigme d'invisibilité** aussi bien en termes de présence que d'effets. La présence des macropolluants se matérialise par différents phénomènes physiques visibles sans médiation : la coloration des eaux dans le cas du rouissage du lin au Moyen Âge ; la présence de mousse sur la Seine due à d'importantes concentrations en détergent. D'autre part, une exposition faible et chronique se traduit par des effets insidieux sur le long terme. On a une période de latence entre l'exposition et les effets.

Les sources de micropolluants

Il existe deux types de sources de micropolluants : les sources de pollution localisées (effluents urbains et industriels...) et les sources de pollution diffuses (eaux de ruissellement en zones rurales et urbaines, retombées atmosphériques, épandage...). La pollution peut aussi se faire directement par le sol ou via les eaux usées et les STEP. Les sources des micropolluants aquatiques sont multiples, diverses et relativement mal connues. On recense quatre sphères de pollutions :

Les rejets industriels concernent divers types d'activités telles que la chimie, l'agro-industrie, la papeterie... On peut y retrouver les produits chimiques et sous-produits chimiques divers en fonction du type de production via les effluents et les STEP. Une fois que les micropolluants ont rejoint les stations d'épuration, ils en ressortent soit via les effluents, soit via les boues.

Les rejets urbains sont constitués par les rejets domestiques, des commerces, des hôpitaux, de l'entretien des rues... Enfin, les rejets agricoles correspondent aux utilisations de pesticides. Au niveau domestique, les polluants sont rejetés dans l'environnement via l'eau et les STEP ou directement dans le sol. On retrouve dans les eaux usées des ménages des médicaments (directement jetés dans les toilettes), des résidus de médicaments excrétés via les urines et les fèces, des détergents, des pesticides et des biocides et des substances chimiques via les cosmétiques ou la lavage des textiles. On a aussi une infiltration de pesticides via les sols lors d'activités de jardinage.

Au niveau agricole, les rejets s'effectuent via l'épandage des boues des stations d'épurations qui sont riches en phosphore et azote, l'utilisation de pesticides, les excréments des animaux (médicaments) par infiltration des sols.

La quantité de micropolluants présents dans les eaux

Un micropolluant qui est recherché dans les cours d'eau en France est usuellement détecté dans 1 à 10% des cas à des concentrations allant de 0,01 à 0,1µg. Dans les eaux souterraines, leur fréquence de détection reste globalement la même pour les pesticides et leurs métabolites mais est de 0,1 à 1% pour les autres substances.

L'analyse des micropolluants

L'analyse des substances peut prendre deux formes : théorique ou pratique.

Pour estimer les concentrations futures de molécules qui ne sont pas encore entrées sur le marché, on utilise des analyses non plus chimiques mais théoriques, c'est-à-dire des analyses qui se font à partir des quantités de substances utilisées, de paramètres physico-chimiques des substances ou d'indicateurs de dégradation des substances dans l'environnement.

Analyse toxicologique des micropolluants

Deux disciplines sont en charge de l'étude de la toxicité des micropolluants : ce sont la toxicologie (qui étudie les effets des substances toxiques sur l'être humain) et l'écotoxicologie (qui, elle, étudie leurs effets sur les espèces vivantes). Elles sont le lieu de la rencontre entre la biosphère et la chimie. La première et la chose la plus importante que l'on peut dire concernant la toxicité des micropolluants, c'est qu'elle est **incertaine**.

« A l'exception des médicaments, la toxicité des substances chimiques pour les humains n'a jamais été systématiquement évaluée. »²

La DJA

Au début des années 1960, est introduite la notion de **DJA ou dose journalière admissible**, inventée par le professeur René Truhaut pour contrôler les additifs alimentaires. Elle correspond à la dose qu'un être humain peut ingérer toute sa vie durant sans effets toxiques. La DJA est établie grâce à des tests de toxicité qui sont effectués la plupart du temps sur les animaux et qui conduisent à la définition d'une « dose sans effets toxiques observés », NOAEL (No-Observed Adverse Effect Level) en anglais. On expose les cobayes à la substance - la plupart du temps par voie orale - et on détermine une dose létale, dite DL50, définie par le scientifique anglais John W. Trevan en 1927, c'est-à-dire la dose à laquelle plus de 50% des cobayes sont tués. On diminue ensuite la dose en observant les effets produits jusqu'à fixer la NOAEL. Le calcul de la DJA s'effectue en divisant la NOAEL par un facteur de sécurité qui varie généralement entre 100 et 500. Ce facteur de sécurité ou facteur de transposition comprend deux facteurs de variabilité spécifique : un facteur de 10 de variabilité interspécifique ou variabilité entre l'homme et l'animal et de prise en compte des éventuelles imprécisions relatives à la détermination de la NOAEL et un autre facteur de 10 qui correspond à la variabilité intra-spécifique, soit la variabilité entre les individus humains eux-mêmes (qui fixée à 100 pour les substances non-cancérigènes). Puis une concentration maximale acceptable est calculée en fonction du poids moyen des individus et de leur consommation d'eau.

Certains effets des substances chimiques sont évalués via des tests spécifiques. Le caractère mutagène d'une substance est par exemple évalué à l'aide d'un test d'Ames, du nom du scientifique américain Bruce Ames qui l'a mis au point dans les années 1960. Ce test consiste à tester la capacité de bactéries de type salmonelles ayant subi une mutation qui les rend incapables de synthétiser de l'histidine, un acide aminé essentiel à leur survie, de muter à nouveau en présence de la substance chimique.

² Ibid, p. 62.

La notion de DJA se voit remise en question depuis plusieurs décennies. Sa critique de la DJA comprend 3 aspects. Le premier est l'effet des substances à faible, voire très faible dose. Le second aspect est l'accumulation de la substance dans le corps ou la présence continue de la substance dans l'organisme via une exposition chronique. Enfin, la troisième critique repose sur les effets paradoxaux, c'est-à-dire qu'une substance peut être toxique à faible dose et inoffensive à forte dose. Les effets d'une substance sont différents selon la concentration de la substance. Cette forme d'évaluation de la toxicité des substances est problématique parce qu'elle ne prend pas non plus en compte l'exposition d'un individu particulier à ces substances. En témoigne le cas de **l'électro-hypersensibilité** (EHS) maintenant reconnue en Grande-Bretagne ou en Suède. Elle ne considère que l'exposition à une molécule alors que l'homme est exposé chaque jour à un éventail de molécules. Elle laisse aussi de côté les effets cocktail de la multiplicité de ces combinaisons complexes de molécules qui peuvent créer des effets de synergie mais aussi les effets fenêtres et les effets transgénérationnels.

Les effets fenêtre

Les **effets fenêtres** sont une prise en compte de la dimension temporelle dans l'analyse toxicologique. Ils reposent non pas sur la relation dose-effet mais sur la relation temps-effet. Une certaine substance sera plus toxique si on en subit l'exposition à un temps t plutôt qu'à un temps $t+1$. On peut citer le cas de la thalidomide, substance administrée entre 1957 et 1961, date à laquelle elle a été retirée du marché, contre les nausées de la femme enceinte. Cette substance a été la cause de malformation chez les enfants des femmes à qui on l'a administrée entre la 5^{ème} et la 8^{ème} semaine de grossesse.

On recense aujourd'hui trois fenêtres d'exposition : dès la conception et pendant la vie fœtale puis pendant la puberté.

Le temps est pris en compte de quatre manières par la toxicologie :

- les fenêtres d'exposition ou effets fenêtre
- la période de latence entre exposition et effets
- les effets transgénérationnels épigénétiques
- la chronicité de l'exposition.

Ce n'est aujourd'hui plus tant la dose qui fait le poison mais le temps.

Les effets cocktails

Les effets cocktails sont les effets de l'exposition de l'organisme humain à plusieurs substances en même temps, soit les effets de la multi-exposition de l'homme aux substances toxiques de son environnement.

Des recherches (de Hayes et al.) ont montré qu'un herbicide, le S-métolachlore, qui n'a aucun effet sur les amphibiens seul, agit en synergie avec l'atrazine et en démultiplie les effets nocifs.

Pour penser les effets cocktails, **trois types de modèles toxicologiques** sont utilisés :

- le modèle de l'addition des réponses : l'effet est le résultat de la somme des effets de chaque substance. Ce modèle pose problème dans la mesure où si la dose de chaque substance additionnée est en-dessous de la dose sans effet, la somme de ces substances sera aussi considérée sans effet.
- le modèle de l'addition des concentrations : avec ce modèle, même si chaque substance est à une concentration inférieure à la NOAEL, la somme de toutes leurs concentrations respectives est considérée comme ayant un effet. Ce modèle concerne les molécules partageant les mêmes principes d'action.
- le modèle de l'effet synergique

Le concept de DJA est donc bien moins une mesure du risque en lui-même qu'une mesure de son acceptabilité. On tend à lui substituer une nouvelle approche toxicologique : celle des faibles doses.

Les faibles doses

Le paradigme des faibles doses provient du domaine de la radiofréquence. Les effets de la bombe atomique sur les victimes de Hiroshima et Nagasaki entraînent une remise en question par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) du seuil d'innocuité des radioéléments dans les années 1960. Les perturbateurs endocriniens jouent aujourd'hui un rôle essentiel dans le débat sur ce changement de paradigme de toxicité puisque leurs effets dépassent la sphère de la génotoxicité et adviennent via des lois des processus de cause à effet qui ne sont pas pris en compte par les tests de toxicité classiques.

Francis Chateauraynaud, dans un article intitulé « *Aux frontières de la sécurité sanitaire. Les controverses métrologiques sur les faibles doses et les perturbateurs endocriniens* », identifie **cinq logiques épistémologiques associés au paradigme des faibles doses** :

- 1) une « métrologie » : on définit la faiblesse de la dose par la métrologie, c'est-à-dire les instruments, technologies, protocoles utilisés. La faible dose « renvoie à un contexte expérimental déterminé par des technologies, des protocoles et des artefacts³ ». Les progrès instrumentaux ont permis d'élargir les limites de détection des substances et, par conséquent, de percevoir et d'étudier un plus grand nombre de micropolluants. Les avancés des outils de modélisation ont permis une étude plus approfondie des substances et donc une meilleure compréhension de leur métabolisation via une connaissance plus précise de leur taux d'absorption et de leur excrétion
- 2) une « logique des sources et de facteurs d'exposition » : la seconde logique repose sur les substances et les produits de consommation et leurs régulations par les autorisations de mise sur le marché.

³ Chateauraynaud, F., *et al.*, « Aux frontières de la sécurité sanitaire. Les controverses métrologiques sur les faibles doses et les perturbateurs endocriniens. », in *Natures, Science, Sociétés*, 27 Septembre 2012, p.5.

- 3) une « version conséquentialiste des faibles doses » qui dépend des effets néfastes suspectés
- 4) une « méréologie » caractérisée par son holisme
- 5) une logique de la variabilité propre aux substances et aux organismes qui y sont exposés. Cette variabilité se traduit par l'hétérogénéité des populations et des mécanismes d'action des substances dans l'organisme humain.

Toutes les approches possibles en toxicologie sont le résultat des multiples croisements entre ces logiques épistémologiques. Ces approches engagent des conceptions de la preuve différentes et la considération de plusieurs approches des « combinatoires de la preuve »⁴.

« Parler de « faibles doses » ou de « faibles expositions », c'est engager d'un côté le rapport entre le visible et l'invisible, ou le « mesurable » et le « non-déTECTABLE », et de l'autre le rapport entre les situations exceptionnelles, de type accidentel, et les situations d'exposition sur le long terme. »⁵

Plusieurs facteurs sont pris en compte pour juger de la pertinence toxicologique d'une étude : la méthodologie et la qualité des données (randomisation, nombre de doses...), le dispositif expérimental (mode d'administration des doses de substance ; alimentation des animaux...) ; l'effet adverse retenu ; la possibilité de reproduire les tests ; l'échelle biologique (*in vivo* ; *in vitro* ; épidémiologie).

Les seuils de concentration ne sont donc souvent pas les mêmes d'un pays à un autre. Par exemple, la concentration seuil de l'atrazine est de 0,2 en France et de 0,6 dans l'Union Européenne.

La remise en cause des résultats d'études toxicologiques sur les micropolluants proviennent principalement de leur extrapolation à l'homme à partir des résultats obtenus sur les animaux dont la possibilité est mise en doute par l'utilisation croissante d'artefacts floutant d'autant plus le lien entre les études de laboratoire et l'exposition de l'homme dans sa vie quotidienne. Ces extrapolations possibles posent la question de la « pertinence des échelles d'observations »⁶.

La **toxicocinétique** est l'étude du devenir d'un polluant dans un organisme – son absorption, sa distribution dans l'organisme, sa métabolisation (la capacité d'un organisme à transformer, accumuler et détruire le polluant) et son élimination. Les micropolluants peuvent interagir de deux façons avec l'organisme humain. Ils peuvent être métabolisés et rejetés ou bien s'accumuler dans l'organisme ; on parle alors de bioaccumulation. La plupart des micropolluants qui s'accumulent vont être stockés dans les graisses.

Ils sont souvent rapidement métabolisés par l'organisme humain. Le problème provient de l'exposition ubiquiste de l'homme à ces substances qui sont dès lors présents en quasi-permanence dans l'organisme humain.

⁴ Ibid.

⁵ Ibid.

⁶ Ibid.

2. LES FAMILLES DE MICROPOLLUANTS

Les micropolluants peuvent être regroupés et classés en fonction de différents critères : leur famille chimique ; leurs usages, leurs effets...

Le classement le plus couramment utilisé les divise en trois catégories qui correspondent à leurs familles chimiques respectives.

LES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES

Les micropolluants organiques peuvent être regroupés en fonction de leurs usages

1) Les pesticides

Les pesticides peuvent être classés de deux façons :

- selon leurs cibles :

a) les herbicides

Les principales familles chimiques représentées dans les herbicides sont :

- > Les Triazines. Ex : Altrazine ; Simazine
- > Les Dérivés De L'urée. Ex : Diuron ; Isoproturon...
- > Les Dérivés De La Glycine. Ex : Glyphosate
- > Les Chloroacétamides. Ex : Alachlore ; Métochlor

b) les fongicides visent les moisissures et parasites des plantes. Les plus connus sont le cuivre, le triazole et le benzène.

c) les insecticides ciblent, comme leur nom l'indique, les insectes. On retrouve parmi les insecticides la plupart des pesticides organochlorés et des POP.

Certaines substances sont à la fois des biocides et des pesticides.

Ex : le propiconazole est utilisé comme fongicide sur les céréales et comme protecteur du bois contre les ravageurs.

Même si l'agriculture française utilise près de 500 molécules organiques de synthèse qui se répartissent dans plus de 2900 produits, la réduction de l'utilisation de pesticides agricoles ne suffit pas dans la mesure où certains sont utilisés dans les milieux urbains, principalement comme agent protecteur dans les matériaux de construction.

Ex : le diuron (herbicide pour la vigne) et le terbutryn (herbicide pour les PDT) sont aussi utilisés comme algicide dans les peintures pour façades de bâtiments.

On recense différentes familles chimiques parmi les insecticides :

- > Les Organochlorés. Ex : Ddt ; Lindane ; Endosulfan ; Heptachlore ; Dieldrin
- > Les Organophosphorés. Ex : Parathion ; Malathion ; Diazinon
- > Les Phénylpyrazoles. Ex : Fipronil
- > Les Pyréthrinoides. Ex : Deltaméthrine ; Permethrine ; Cyperméthrine

Législation

2015 : lancement du plan Ecophyto 2 qui repousse à 2025 au lieu de 2018 l'objectif de réduction de 50% de baisse d'utilisation des pesticides (25% en 2020). Les agriculteurs qui n'auront pas atteint leur objectif en 2020 se verront attribuer une pénalité de 11 euros par NODU (nombre de doses unités) dépassant. Ceux qui auront fait mieux que les objectifs pourront vendre les NODU supplémentaires.

2) Les substances chimiques présentes dans les cosmétiques :

Les cosmétiques représentent 6% des substances chimiques sur le marché dans l'Union Européenne, soit 3 fois plus que les médicaments et 15 fois plus que les pesticides.

3) Les agents nettoyants

4) Les biocides/désinfectants

Ils proviennent des sphères urbaines (usage domestique et hospitaliers) et pluviales (matériaux de construction des bâtiments).

5) Les médicaments

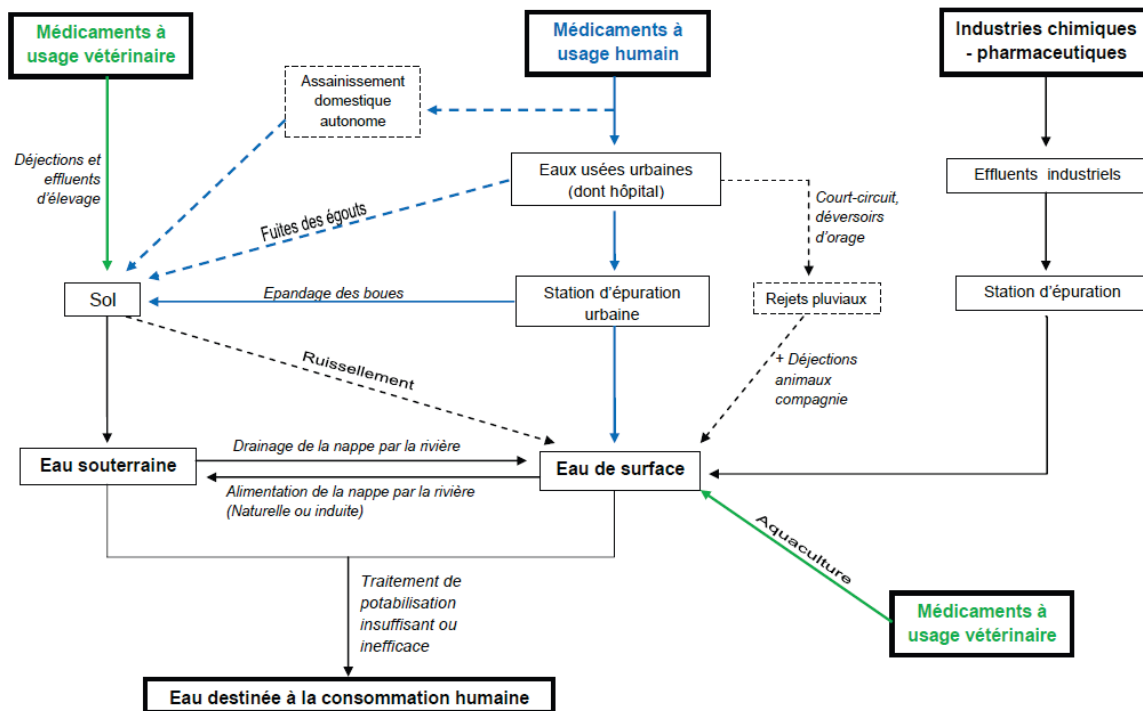
L'année 1853 signe la synthèse de l'aspirine par Charles Frédéric Gerhardt. Les premiers antibiotiques ont été découverts en 1930, suivis par les neuroleptiques, antidépresseurs, bêtabloquants, hormones synthétiques... dans les années 50.

La France est le 4^{ème} consommateur mondial de médicaments. 2000 tonnes d'antibiotiques sont consommés chaque année en France. 1/3 d'entre eux sont consommés par l'homme et les 2/3 restants par les animaux. Plus de 3000 substances actives sont disponibles pour l'homme et plus de 300 pour les animaux sur le marché français.

Les premières traces de médicaments ont été détectées dans l'environnement dans les années 1980. Les hôpitaux sont responsables de 10 à 20% des rejets de substances médicamenteuses dans l'environnement.

L'objectif actuel est la formulation de molécules qui soient le plus stables possible dans le corps humain. Mais en contrepartie, les molécules sont aussi de plus en plus stables dans l'environnement et de plus en plus difficilement dégradables. Les contrastants radiologiques, dont la stabilité dans le corps humain est la condition-même de leur utilité, sont aussi très stables dans l'environnement et se retrouvent dans les eaux souterraines.

Cycle des résidus de médicaments dans l'environnement



Les résidus de médicaments sont rejetés dans l'environnement via trois sphères distinctes :

- la sphère domestique : médication humaine et rejets dans les eaux usées urbaines des STEP
- la sphère agro-industrielle : médication animale et rejet via les déjections et les effluents d'élevage directement dans les sols
- la sphère industrielle : rejet via les effluents dans les STEP.

Principales classes de médicaments détectés dans les eaux :

- Hormones : 80% sont éliminées dans les boues actives ; les 20% restants sont absorbés dans les sédiments et vont s'accumuler dans les organismes aquatiques et dans les boues
- Antibiotiques
- Antidépresseurs
- anticonvulsivants
- analgésiques
- Bétabloquants
- Antihypertenseurs
- Hypolipémiants
- Anticancéreux
- Antihistaminiques
- Antirétroviraux
- Antiparasitaires
- Immunosuppresseurs

6) Les plastifiants

Les micropolluants peuvent aussi être classés en fonction de leurs effets sanitaires.

La perturbation du système endocrinien

Les perturbateurs endocriniens sont définis comme des « substances chimiques d'origine naturelle ou artificielle étrangères à l'organisme qui peuvent interférer avec le fonctionnement du système endocrinien et induire ainsi des effets délétères sur l'individu ou sur ses descendants »⁷. Les perturbateurs endocriniens regroupent dans un large éventail de produits tels que : pesticides ; plastiques, tapis, matériaux de construction ; cosmétiques ; ordinateurs... Ces substances peuvent perturber le système endocrinien de trois façons :

- via un effet agoniste : en imitant l'action d'une hormone naturelle
- via un effet antagoniste : en empêchant l'action des hormones naturelles
- via un effet de blocage : en bloquant le mécanisme de production et de régulation des hormones

Le concept de perturbateur endocrinien apparaît dans les années 1990.

En 1991, Ana Soto et Carlos Sonnenschein, professeurs de biologie cellulaire à la Tufts University de Boston découvrent que si les cellules cancéreuses qu'ils étudiaient proliféraient à ce point c'était dû à la présence de para-nonylphénol, un additif de polystyrène, composé des tubes à essai servant aux tests.

La conférence de Wingspread de 1991 dans le Wisconsin signe le premier grand rassemblement de scientifiques sur le sujet. Elle fût organisée par Theodor Colborn, auteure du premier livre sur les préfacé par Al Gore : *Our Stolen Future* ou *L'homme en voie de disparition* en français. Le terme « perturbateur endocrinien » est inventé lors de cette conférence. Les participants à cette conférence publient la Déclaration de consensus de Wingspread. La première conférence française sur le sujet a été organisée en 1996 par l'INSERM à Aix-les-Bains.

Les perturbateurs endocriniens n'exercent pas une action toxique directe mais indirecte puisqu'ils perturbent le fonctionnement endocrinien ce qui altère la régulation homéostatique. Les perturbateurs endocriniens comprennent les substances de l'industrie chimique et des substances phytosanitaires.

Lors de tests sur les animaux, des liens ont été établis entre les perturbateurs endocriniens et : l'obésité ; les maladies neurodégénératives ; les problèmes d'infertilité.

En 1992, une méta-analyse menée par Niels-Erik Skakebaek et Elisabeth Carlsen démontre une décroissance de la production spermatique entre 1938 et 1990.

Régulation européenne des perturbateurs endocriniens

2009 : la réglementation sur les pesticides établit des critères d'exclusion basés sur la dangerosité des produits (hazard-based cut-off criteria) qui remplacent les critères basé sur les niveaux sûrs d'exposition (safe level of exposure).

⁷ Rapport de l'OPECSST, p. 12.

Les lobbys de l'industrie chimique s'opposent à ce nouveau critère et souhaitent que les perturbateurs endocriniens soient régulés comme les autres produits chimiques. La Direction Générale pour l'Environnement de la Commission Européenne commissionne une étude menée par des experts indépendants proposant des critères de définition des perturbateurs endocriniens.

Mai 2011 : l'Angleterre et l'Allemagne publient une déclaration conjointe sur un critère de régulation des PE : « potency ».

2012 : publication de l'étude menée par le Professeur Andreas Kortenkamp (Kortenkamp report)

1^{er} Octobre 2012 : l'EFSA est chargée de statuer sur les risques environnementaux et sanitaires liés à la présence de perturbateurs endocriniens dans l'alimentation.

Plusieurs médias dénoncent les conflits d'intérêts de 8 des 18 membres du comité de recherche de l'EFSA.

19 Février 2013 : publication d'un état de la science sur les perturbateurs endocriniens par l'OMS et le PNUE qui conclut que l'évaluation traditionnelle des risques ne convient pas aux perturbateurs endocriniens

20 Mars 2013 : publication du rapport de l'EFSA

Mars 2013 : l'ECPA produit un document sur l'impact économique du choix du critère de régulation des perturbateurs endocriniens

Le TAFTA était un autre exemple d'impact négatif qu'aurait le choix d'une approche en termes de dangerosité des perturbateurs endocriniens pour les lobbys.

Pour l'instant, il n'existe pas de référentiel qui permet de classer les substances comme perturbateurs endocriniens. Pour que des substances soient classées comme PE, des études de toxicité animale probantes sont nécessaires et l'interdiction de 2013 sur l'expérimentation animale des cosmétiques empêche la réalisation de nouvelles études.

Les perturbateurs endocriniens peuvent être classés en fonction du type de rejets ou en fonction de leurs familles.

Si l'on choisit de les classer en fonction de leurs familles respectives, on les retrouve dans :

- **les produits chimiques industriels** : PCB ; alkylphénols éthoxylates (APE) ; HAP ; bisphénol A ; retardateurs de flammes bromés ; composés perfluorés ; et d'autres composés comme le TBT (tributylétain).

- **les hormones stéroïdiennes** : sont sécrétées naturellement par différents organes (cortex, ovaires...). Ils comprennent les progestrogènes, les glucocorticoïdes, les minéralocorticoïdes, les androgènes et les œstrogènes (estradiol, estrone, estriol). Deux facteurs expliquent leur l'augmentation de leur concentration dans les milieux naturels : l'invention et l'utilisation de masse des pilules contraceptives et l'utilisation des médicaments vétérinaires pour contrôler le cycle de reproduction des femelles.

- **les pesticides** :

- > le DDT : insecticide inventé dans les années 50 et utilisé principalement pour la lutte anti-vectorielle, il a été interdit dans les années 70 dans les pays développés. On le retrouve aujourd'hui encore dans les milieux naturels à cause de sa faible biodégradabilité. Son principal métabolite est le

DDE.

> le méthoxychlore, remplace le DDT après son interdiction ou d'autres substances organochlorées qui ont été interdites dans les années 80 : dieldrine, aldrine, ou le lindane interdit en 1998.

> les urées substituées (herbicides) : diuron, inuron. Le diuron a la particularité d'avoir été utilisé hors agriculture, pour l'entretien des espaces verts urbains.

- les produits pharmaceutiques :

Les effets des PE sur la faune et la flore sont l'objet de nombreuses études. On peut citer plusieurs exemples connus de ces effets sur la faune. On a observé des effets toxiques du TBT (tributylétain), substance entrant dans la composition des peintures des carènes de bateaux, sur les prosobranches qui représentent la moitié des espèces de mollusques : effet virilisant sur les femelles à très faible dose 0,1ng/L). On a aussi observé une réduction de la taille du pénis des alligators de lac Apopka, contaminé accidentellement dans les années 1990 par des insecticides organochlorés (le DDT notamment), entraînant leur impossibilité de se reproduire et donc le déclin de la population de ce lac.

Des chercheurs anglais (*Gross-Sorokin et al.*) ont aussi retrouvé un phénotype intersexuel chez un tiers des gardons mâles collectés, c'est-à-dire dans 86% des sites analysés y compris dans les sites où le risque de contamination était jugé faible.

Des recherches de *Hayes et al.* ont aussi montré que l'atrazine retarde ou inhibe la métamorphose (passage du stade larvaire au stade adulte) chez la grenouille.

Les PE ont cinq types d'effets sur la faune : des effets sur le développement, sur l'anatomie, sur la reproduction, sur le comportement et sur le système immunitaire.

Dans le cas des modifications de comportement, on a constaté que les ibis exposés au mercure développaient des comportements homosexuels (Frederick & Jayasena) ou que les PCB altéraient le comportement des parents chez les oiseaux marins.

Les multiples effets toxiques des PE sont à ajouter aux effets provenant d'autres problèmes environnementaux comme les changements climatiques. Bjorn Jenssen a montré que les PE qui affectent le développement cognitif de l'ours polaire diminuent des capacités qui lui sont d'autant plus essentielles dans un milieu qui évolue rapidement du fait du changement climatique.

Notons qu'en **novembre 2016** : deux études lancées conjointement par la revue Lancet Diabetes & Endocrinology et le Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism évaluent à **340 milliards de dollars par an le coût de l'exposition aux perturbateurs endocriniens** (309 MM\$ pour l'économie américaine et 157MM\$ pour l'Union Européenne). Ce chiffre est atteint en mesurant les pertes économiques engendrées par les maladies et le manque à gagner dû aux pertes de points de quotient intellectuel des personnes exposées aux substances perturbant le fonctionnement normal d'un organisme.

Cancérogène

Erreur de multiplication des cellules

Neurotoxique

Perturbation du développement ou du fonctionnement des cellules nerveuses

Les substances neurotoxiques se lient aux protéines plutôt qu'aux graisses.

Immunotoxique

Reprotoxique

Tératogène

Apparition de malformations congénitales

Mutagène

Apparition de caractères héréditaires nouveaux

Le degré de toxicité de molécules dépend de plusieurs facteurs :

- de la toxicité intrinsèque de la molécule
- de sa stabilité dans l'environnement
- des voies de pénétration et du niveau d'exposition
- de la quantité et durée d'exposition
- du devenir de la molécule dans l'organisme (métabolisation, bioaccumulation, bioamplification, synergie...)

Les micropolluants organiques peuvent aussi être regroupés en fonction de leur persistance dans l'environnement

On les considérera alors soit comme des polluants organiques persistants (POP) ou des polluants organiques non-persistants (non POP).

Le groupe des POP est composé de substances qui possèdent 4 caractéristiques en commun : la persistance ; le bioaccumulation ; la toxicité ; la mobilité.

Les micropolluants organiques peuvent aussi être classés en fonctions de leurs familles chimiques

- Les pesticides
- Les hydrocarbures
- Les biphényles polychlorés (PCB)
- Les dibenzodioxines polychlorés (PCDD) ou dioxines
- Les dibenzofurannes polychlorés (PCDF) ou furannes
- Les détergents ou surfactants
- Les hydrocarbures halogénés utilisés comme solvants
- Les molécules organobromées dont les biphényles polybromés (PBB)
- Les esters de phtalates
- Les substances médicamenteuses

Les micropolluants inorganiques

Les micropolluants inorganiques sont composés de métaux (cuivre ; zinc ; plomb...) ou de métalloïdes (arsenic ; antimoine ; silicium...). Ils sont présents naturellement dans les sols et les roches mais leurs taux de concentration actuels sont le résultat d'activités anthropiques (sidérurgie ; tannerie ; transports routiers ; effluents agricoles...). Les freins des voitures relâchent par exemple du cadmium, du chrome et du cuivre. Les catalyseurs, eux, relâchent du palladium, du platine et du rhodium ; les routes du zinc...

Les micropolluants organométalliques

Les micropolluants organométalliques sont des molécules dans lesquelles un ion métallique est associé à un composé organique. Les organo-étains des peintures pour bateaux visant à lutter contre les algues et micro-organismes des coques sont des micropolluants organométalliques. Ex : méthyle de mercure ; organo-étains (ex : tributylétain, dit TBT) des peintures pour bateaux qui luttent contre les algues et microorganismes dans les coques. Interdits depuis 1986 en France à cause de leurs effets toxiques sur la reproduction des organismes aquatiques. Les principaux éléments traces métalliques (ETM) recherchés dans les eaux sont le **cadmium (Cd)**, le **plomb Pb**, le **chrome (Cr)**, le **mercure (Hg)**, l'**arsenic (As)**, le **cuivre (Cu)**, le **zinc (Zn)**, et le **nickel (Ni)**.

3. POLITIQUE DE L'EAU

La notion de « micropolluant » n'était pas, jusque récemment et le premier Plan Micropolluants de 2010, définie en tant que telle dans les réglementations européennes ou françaises mais il existe une multitude de textes qui encadrent les rejets de molécules chimiques dans l'environnement.

Dans les années 1960, la France connaît une activité économique sans précédent qui se traduit par une industrialisation et une urbanisation importantes. Ce développement signe aussi le début de grands travaux d'infrastructure dans le pays et l'essor de l'agriculture intensive. La demande en eau est partagée entre le secteur agricole, le secteur industriel, celui de l'énergie, et la consommation d'eau potable. Cette forte activité intensifie la pollution des eaux et les premiers conflits d'usage apparaissent. La répartition de la ressource en eau et sa pollution deviennent alors des enjeux importants.

Ce contexte voit émerger la première Loi sur l'eau en 1964. Le territoire français est découpé en 6 bassins versants ou bassins hydrographiques en fonction des lignes naturelles des fleuves français. Un bassin est un « ensemble de terres irriguées par un même réseau hydrographique : un fleuve, avec tous ses affluents et tous les cours d'eau qui les alimentent »⁸. A chaque bassin est associé un Comité de bassin, une Agence de l'eau et un préfet coordonnateur de bassin. Est aussi créé une instance nationale : le Comité national de l'eau. Le comité de bassin définit la politique à mener pour

⁸ Glossaire CNRS

lutter contre la pollution et répartir la ressource en eau. Il concilie les besoins propres au bassin et les directives nationales. L'Agence de l'eau, elle, met en œuvre la politique de bassin du Comité en distribuant les redevances des usagers sous forme d'aide financière aux collectivités locales, industriels ou agriculteurs qui s'engagent dans des démarches de sauvegardes de l'eau.

L'opposition entre dès 1987 entre les associations et le programme d'aménagement de la Loire fait émerger les limites législatives de la loi de 1964. En 1992, la seconde loi française sur l'eau est votée. Elle tente, s'inscrivant directement dans la lignée tracée par le concept naissant de développement durable, de concilier gestion environnementale de l'eau et développement économique. Les dispositifs de traitement de l'eau ne sont plus suffisants. La loi de 1992 naît de la prise de conscience que d'autres problématiques doivent être prises en compte, comme le maintien du bon état des zones humides ou des rivières.

Pour ce faire, une Direction de l'Eau est créée. Les comités de bassin doivent élaborer des plans d'action, des SDAGE (Schémas Directeurs d'Aménagement des Eaux). Les SDAGE sont ensuite déclinés au niveau local en SAGE.

L'année 2000 signe un tournant décisif. Les pays membres de l'Europe adoptent la Directive-Cadre sur l'Eau, dite DCE, dont le but est de reconquérir la qualité chimique, biologique et physique des rivières, des lacs, des eaux souterraines et du littoral. La première échéance de cette nouvelle gestion de l'eau s'échelonne sur 6 ans, entre 2009 et 2015. Chaque pays membres est libre de décliner ses objections et actions dans la mise en œuvre de la politique européenne. La troisième loi sur l'eau de décembre 2006 traduit la DCE pour la France. En 2009, les lois Grenelles renforcent la loi LEMA en élaborant des plans d'actions nationaux.

Trois lois fondent donc la politique française de l'eau : les lois de 1964, 1992 et 2006. Examinons plus précisément maintenant les réglementations les plus emblématiques.

Directive Cadre sur l'Eau

L'adoption de la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (JOCE du 22 décembre 2000) établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau rappelle et renforce les orientations communautaires relatives au bon état des écosystèmes aquatiques. En particulier, l'article 16 de cette directive vise à renforcer la protection de l'environnement aquatique par des mesures spécifiques conçues pour réduire progressivement les rejets, émissions et pertes de molécules prioritaires, et l'arrêt ou la suppression progressive des rejets, émissions et pertes de molécules dangereuses prioritaires dans l'eau.

En 2013, la directive 2013/39/UE vient modifier les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE concernant les molécules prioritaires en introduisant 12 nouvelles molécules prioritaires à l'ancienne liste de 33 molécules. Les NQE concernant ces molécules devront être respectées d'ici 2018 afin d'atteindre le bon état des eaux en 2027. Elle fixe aussi des normes plus strictes pour 7 des 33 molécules : anthracène, diphénnylédhères bromés, fluoranthène, plomb et ses composés, naphthalène, nickel et ses composés, HAP.

21 des 45 molécules sont établies comme molécules dangereuses prioritaires.

Le 24 Mars 2015, le JOUE publie une liste de vigilance des polluants émergents à surveiller :

- le diclofénac ;

- le 17-alpha-éthinyloestradiol (EE2) ;
- le 17-bêta-estradiol (E2) ;
- le 2,6-ditert-butyl-4-méthylphénol ;
- le 4-méthoxycinnamate de 2-éthylhexyle ;
- des antibiotiques macrolides ;
- le méthiocarbe ;
- des néonicotinoïdes 23943 ;
- l'oxadiazon ;
- le triallate.

L'Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement est le document de référence déterminant les critères et seuils d'évaluation de la qualité des cours d'eaux⁹. La liste des molécules et des seuils correspondant sont présentés dans le paragraphe 13.4 de l'Arrêté.

Réglementation NQE et PNEC. Les valeurs seuil n'étant pas encore définies par la réglementation pour l'ensemble des molécules, et en l'absence de cadre législatif, les valeurs de PNEC (Predicted No-Effect Concentrations) ont été utilisées (valeurs correspondant à la plus forte concentration de la molécule sans risque pour l'environnement). Les valeurs de PNEC définissent la toxicité de la molécule vis à vis de l'environnement. Ces valeurs ont été définies grâce à l'INERIS et au réseau européen NORMAN.

En parallèle de la réglementation évaluant les cours d'eau, des actions nationales permettant la réduction des micropolluants ont été engagées, notamment les actions comme le « Plan micropolluants 2016-2021 », REACH ou encore le RSDE. Chaque action est présentée dans les paragraphes suivants.

Le plan micropolluants 2016-2021

Jusqu'à présent, certaines situations de crise et la multiplicité des molécules avaient conduit les pouvoirs publics à organiser son action de lutte contre la pollution des milieux aquatiques par les micropolluants autour de 3 plans :

- le plan national de lutte contre les PCB ;
- le plan national sur les micropolluants (2010-2013) ;
- et le plan national sur les résidus de médicaments (2010-2015).

⁹ <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2015/7/27/DEVL1513989A/jo>

Les précédents plans d'action étant arrivés à leur terme, un plan unique, le « plan national micropolluants », a été élaboré pour la période 2016-2021 pour réduire les émissions de polluants et préserver ainsi la qualité des eaux et la biodiversité.

Il a pour but de protéger à la fois les eaux de surface continentales et littorales, les eaux souterraines, le biote, les sédiments et les eaux destinées à la consommation humaine, afin de répondre aux objectifs de bon état des eaux fixés par la directive cadre sur l'eau (DCE) en limitant l'apport de polluants via les cours d'eau.

La réduction des pollutions des milieux aquatiques par les micropolluants répond à des enjeux :

- environnementaux : les micropolluants sont des molécules susceptibles d'avoir une action toxique à faible dose dans un milieu donné (métaux lourds, PCB, hormones, médicaments,...) ;
- sanitaires : protéger les milieux aquatiques, c'est protéger les ressources en eau destinées à la production d'eau potable ;
- économiques : compte tenu des limites techniques et financières du traitement des eaux, protéger les milieux aquatiques, c'est réduire les coûts de traitement.

Le plan national micropolluants vise trois objectifs principaux :

- Réduire dès maintenant les émissions de micropolluants présents dans les eaux et les milieux aquatiques, dont la pertinence est connue, en limitant les émissions et rejets de micropolluants provenant des différentes sources identifiées (collectivités, industries, établissements de soin, activités agricoles) et en sensibilisant le plus grand nombre à la pollution des eaux.
- Consolider les connaissances pour adapter la lutte contre la pollution des eaux et préserver la biodiversité, en améliorant la connaissance des rejets, en prédisant la présence des micropolluants dans les eaux et les milieux aquatiques, et en évaluant mieux les impacts des micropolluants sur l'état des ressources et les effets sur la santé et la biodiversité.
- Dresser des listes de polluants sur lesquels agir, en hiérarchisant les molécules selon différentes stratégies : les besoins de connaissance environnementale, les risques de non atteinte du bon état des milieux et la nécessité et la faisabilité de réduction des émissions.

REACH

REACH est un règlement européen (règlement n°1907/2006) entré en vigueur en 2007 pour sécuriser la fabrication et l'utilisation des molécules chimiques dans l'industrie européenne. Il s'agit de recenser, d'évaluer et de contrôler les molécules chimiques fabriquées, importées, mises sur le marché européen. D'ici 2018, plus de 30 000 molécules chimiques seront connues et leurs risques potentiels établis ; l'Europe disposera ainsi des moyens juridiques et techniques pour garantir à tous un haut niveau de protection contre les risques liés aux molécules chimiques.

RSDE

Une action de recherche et de réduction des rejets de molécules dangereuses dans l'eau (RSDE) par les installations classées a été lancée dans chaque région en 2002, dans le cadre de l'opération nationale découlant de la circulaire du 4 février 2002 du ministère chargé de l'environnement.

Les rejets concernés sont :

- les rejets dans le milieu, directs ou via une station d'épuration,
- les eaux issues du procédé industriel,
- les eaux pluviales susceptibles d'être souillées par une activité,
- les eaux de nettoyage des circuits de refroidissement,
- les effluents bruts épandus.

Il s'agit d'une action nationale dont l'objectif est double :

- Permettre une meilleure connaissance des molécules dangereuses rejetées dans l'eau.
- Contribuer à l'atteinte du bon état des eaux et à la réduction, voire suppression, des rejets de molécules dangereuses dans l'eau.

Suite à l'analyse des données récoltées lors de cette opération, la direction générale de prévention des risques au sein du MEEDDAT a décidé d'engager une nouvelle action de recherche et, le cas échéant, de réduction ciblée sur une liste de molécules déclinée par secteur d'activité auprès des installations classées soumises. La circulaire du 5 janvier 2009 encadre cette opération avec l'appui technique de l'INERIS.

Une troisième phase du RSDE va prochainement paraître. Cette phase souhaite renforcer la réduction des rejets des micropolluants. Elle définit notamment les modalités de recherche de micropolluants dans les eaux usées traitées et dans les eaux brutes des stations de traitement des eaux usées (STEU). Elle définit également les modalités de recherche des sources d'émission de ces micropolluants en amont des STEU et les modalités d'engagement des collectivités dans une démarche de réduction de ces émissions.

La nouvelle action RSDE pour les STEU a ainsi pour but :

- de participer à une meilleure maîtrise et à la réduction de l'émission d'un certain nombre de micropolluants dangereux vers les réseaux de collecte des eaux usées, conformément aux principes de l'arrêté du 21 juillet 2015 et de l'article L.1331-10 du code de la santé publique.
- de contribuer collectivement à l'atteinte des objectifs nationaux de réduction des émissions, rejets et pertes de molécules dangereuses dans les eaux de surface et à leurs déclinaisons dans les SDAGE 2016-2021 (Note technique du 11 juin 2015).
- de constituer l'une des actions du plan micropolluants 2016-2021 permettant de contribuer au retour au bon état pour les masses d'eau dégradées au sens de la DCE ou de préserver le bon état des masses d'eau.
- de permettre de quantifier l'évolution des pressions sur les milieux aquatiques, notamment pour ce qui concerne les émissions de molécules prioritaires et dangereuses prioritaires au sens de la DCE pour lesquelles des objectifs globaux de réduction ont été définis au niveau national.

Enfin, comme dans le cadre de REGARD, la nouvelle action RSDE va imposer aux délégataires la recherche de micropolluants en amont dans le réseau d'assainissement. En effet, la nouvelle action RSDE rappelle que « les STEU ne sont pas conçues pour éliminer ou réduire les concentrations des micropolluants objets de la présente note technique dans les eaux traitées et que le transfert de micropolluants dans les boues ne peut constituer une solution environnementalement acceptable. Ainsi, une solution de réduction à l'amont est préférable à une solution de traitement à l'aval de la STEU ».

4. DES POSITIONNEMENTS CONTRASTES CHEZ LES PARTIES-PRENANTES

L'analyse du positionnement des parties-prenantes a été réalisée grâce à la conduite de **19 entretiens semi-dirigés auprès de différents acteurs** (liste en annexe) durant l'**année 2013**. Il faut rester prudent vis-à-vis des enseignements regroupés ici car il s'agit d'une parole retranscrite de 19 « experts » parlant au nom de l'organisme pour lesquels ils travaillent et 19 c'est évidemment peu pour refléter l'ensemble des points de vue qui pourraient s'exprimer sur cette thématique. Cependant, nous pouvons tout de même percevoir des points de vue propres et qui éclairent d'une lumière particulière les enjeux liés à ces substances.

La sphère scientifique

Si dans les années 70, les chercheurs s'intéressaient à l'identification des substances présentes dans les milieux, leurs travaux s'inscrivent aujourd'hui bien plus dans une dynamique de **caractérisation des impacts** des substances. De fait, étant donné le nombre croissant de nouvelles molécules mises sur le marché chaque année, et compte tenu du caractère limité des moyens financiers qui sont attribués aux chercheurs, le jeu de la recherche s'inverse : au lieu de partir d'une substance identifiée et de déterminer son potentiel toxique, il s'agit aujourd'hui de tester la toxicité potentielle d'une substance afin de savoir s'il est valable de la rechercher dans les milieux. On a une approche de la question qui se veut donc de plus en plus pluridisciplinaire puisqu'elle amène à travailler de concert des disciplines aussi différentes que l'écologie, la chimie analytique ou encore l'écotoxicologie.

L'**évaluation des risques** des micropolluants est codifiée par différentes **procédures de calcul généralistes**, comme REACH, qui ne sont pas spécifiques à la pollution aquatique. Tout nouveau produit, par principe, fait courir un nouveau risque. Si l'on arrive à identifier le risque, les décideurs peuvent, par la suite, dire ce qu'ils considèrent comme acceptable. Le grand enjeu aujourd'hui est d'être capable de quantifier le risque lié aux mélanges de polluants qui sont à faible dose avec exposition chronique sur la vie entière pour un individu. On rejoint ici la thématique actuelle de « **l'exposome** », c'est-à-dire être la capacité à évaluer les risques liés à l'exposition continue à travers la vie et même avant la conception de l'organisme et les effets qu'induit cette exposition. Si l'on

arrive à identifier le risque, ensuite les décideurs peuvent dire ce qu'ils considèrent comme acceptable ou pas.

La sphère politico-réglementaire

L'Agence de l'Eau

Les Agences de l'Eau entreprennent des actions sur les micropolluants depuis de nombreuses années. Ces actions concernent deux volets : un volet industriel et un volet urbain. Avant la DCE, la question des micropolluants étaient traitée principalement via celle des pollutions chimiques des industriels de type solvants chlorés. La réglementation européenne a permis aux Agences de l'Eau d'élargir les sources de rejets considérées.

En ce qui concerne le **volet industriel**, le rôle des Agences de l'Eau est d'assurer le respect du bon état des milieux aquatiques fixé par la DCE et la réduction des substances dangereuses prioritaires. Pour ce faire, elles doivent identifier les industriels de leur territoire qui ont les rejets les plus importants et tenter de les sensibiliser à une réduction de leurs rejets en contrepartie d'une aide financière. Les industriels n'étant globalement que peu soumis à des contraintes réglementaires sur la question, leur participation à des démarches de réduction des rejets est purement volontaire. Le choix d'un tel engagement est donc un pari pour les industriels qui ne peuvent savoir si leur investissement sera toujours valable en cas de changement réglementaire dans les années futures par exemple.

Le second volet, le **volet urbain**, regroupe les actions de recherche-innovation des Agences de l'Eau. Trois **questions** principales se posent à elles : comment traiter en sortie de station d'épuration ? Quelles sont les sources des micropolluants ? Et comment réduire les émissions de micropolluants ? Les Agences de l'Eau ont aujourd'hui affaire à deux grands types de **challenges**. Elles manquent d'abord de connaissances et de retours d'expériences sur les grandes questions auxquelles s'attache à répondre la recherche aujourd'hui, avec de sérieuses incertitudes sur la problématique des métabolites et des boues sur lesquelles elles voient peu de solutions arriver. Elles manquent aussi d'outils réglementaires pour diminuer les émissions polluantes des industries.

Les collectivités – Le point de vue de Bordeaux Métropole

L'intérêt de la collectivité bordelaise pour les micropolluants a émergé il y a une dizaine d'années sous l'influence à la fois des associations et du Comité de Développement Durable (C2D).

En 2008, à sa création, le C2D de Bordeaux Métropole s'est autosaisi de la question des micropolluants. Ses conclusions ont ensuite été présentées aux élus et ont été intégrées dans l'Agenda 21. Les recommandations comprenaient :

- des mesures de sensibilisation auprès des professionnels de santé et des citoyens,
- des mesures de soutien aux établissements hospitaliers avec possibilité de mettre en œuvre un pilote de traitement en aval d'un établissement hospitalier,
- l'établissement d'un inventaire des principales substances médicamenteuses rejetées,
- une évaluation de la part des substances d'origine domestique et de la part des substances hospitalières,
- et la réalisation d'un état des lieux de la qualité des eaux de la Garonne.

La question des micropolluants est une **question sanitaire** pour la collectivité parce que leur rôle premier est de distribuer de l'eau potable.

Pour l'instant, **la question du traitement des micropolluants ne se pose pas réellement** car il **n'existe pas de contrainte réglementaire sur le sujet**. Un **traitement volontaire** est, d'après la personne rencontrée, un **pari trop risqué en période de restriction financière** dans la mesure où il pourrait s'avérer n'avoir servi à rien en cas de futures modifications législatives.

La collectivité se situe donc dans une **phase de recherche** et d'accumulation des connaissances pour être capable d'agir si une réglementation ou la certitude scientifique d'un danger émergeaient. Les questions auxquelles elle souhaite répondre aujourd'hui concernent l'identification des sources d'émissions, des sites où les émissions sont les plus fortes et la capacité ou l'incapacité du réseau à filtrer ou non.

La collectivité se pose cependant diverses questions que nous retranscrivons ici :

- Faut-il traiter en amont ou faire supporter le coût du traitement aux usagers ?
- Quelle politique du risque adopter ? Puisque, « plus on cherche et plus on trouve », **doit-on traiter en cas d'incertitude ?** Dans le cas du perchlorate, les avis des élus divergeaient sur la question de savoir s'il fallait traiter ou accepter la présence de perchlorate dans l'eau potable sachant qu'aucune donnée scientifique ne permettait d'affirmer ou d'infirmer sa dangerosité pour l'homme. C'est le rôle de la société de trancher mais, paradoxalement, une réaction « irrationnelle » de la société civile est redoutée par certains acteurs sur ces questions qui touchent à la santé.
- Que faire des boues ? Les micropolluants restent accumulés dans les boues ; le traitement n'est donc pas la solution ultime.
- Comment gérer le problème financier ? La question d'éventuelles mesures de précaution ne se pose pas quand la collectivité est obligée de regarder les coûts même pour la construction d'une école. Dans le cas de la pollution au perchlorate, la collectivité avait décidé de ne pas traiter, de fermer la ressource polluée et de puiser l'eau dans des nappes plus profondes et déjà déficitaires - en espérant que ces nappes suffisent en termes d'apport hydrique. Trois arguments justifiaient cette détérioration délibérée des ressources naturelles : 1) Un traitement avait été mis en place peu de temps avant sur la même ressource pour traiter une pollution accidentelle aux hydrocarbures et la nouvelle pollution au perchlorate avait rendu caduque le dispositif de traitement dans lequel la collectivité avait investi. La collectivité redoutait donc l'arrivée d'une nouvelle pollution à la suite du perchlorate qui aurait pu, de même, rendre insuffisant un second dispositif de traitement. 2) Le coût financier fit passer les enjeux environnementaux au second plan. Enfin, 3) l'acceptabilité de la hausse du prix de l'eau entraînée par le traitement est loin d'être acquise.

La collectivité se trouve donc coincée entre d'un côté la conscience que le problème requière un traitement en amont pour éviter l'effet domino décrit ci-dessus mais aussi l'affirmation que, même si les pollutions diffuses étaient évitées, le risque d'une pollution accidentelle poserait toujours problème.

- Les citoyens considèrent que c'est le rôle des collectivités de s'occuper de ce problème. Est évoqué, à l'appui, l'exemple de la rénovation des canalisations en plomb par les collectivités françaises et le refus des copropriétés de changer les branchements des habitations compte tenu du coût financier...

Le Ministère de l'Environnement et l'ONEMA

L'intérêt du Ministère pour les micropolluants a émergé il y a une dizaine d'années **sous l'effet de crises bien plus que par les travaux de recherche** effectués sur le sujet. Des fenêtres d'opportunités sont nécessaires pour une prise d'intérêt - qu'il s'agisse de crise, de l'intérêt personnel d'un politique, ou de l'alerte lancée par une association : *« Les crises sont peut-être plus des déclencheurs que les travaux de recherche. Il faut que les travaux de recherche aient un retentissement au niveau de la presse pour que les politiques s'en saisissent ; autrement, les politiques n'ont pas le temps de prendre en compte les travaux. »* (E8)

Trois objectifs principaux sont visés par les différents plans nationaux mis en place par le MEDDE (Plan de lutte contre les PCB ; Plan sur les résidus de médicaments ; Plan micropolluants) :

- améliorer la connaissance, principalement sur l'impact des substances sur les milieux aquatiques ;
- améliorer la surveillance ;
- réduire les émissions de polluants.

Les problèmes que rencontre le Ministère proviennent, d'après la personne rencontrée, essentiellement d'un **fort lobbying industriel** : les industriels ne veulent pas fournir les études qui permettent d'aboutir aux *endpoints* (solubilité ; bioaccumulation ; toxicité ; PNEC...). Seul le Ministère de la santé y a accès. Le second problème réside dans le retard, d'après elle, de la recherche par rapport à la réglementation alors qu'elle devrait lui servir de fondement. *« La recherche court après la réglementation. »* (E12) Ainsi, on risque de substituer des substances qui se sont avérées toxiques par d'autres substances dont la dangerosité potentielle n'a pas été sujette à étude.

Pour l'ONEMA, les challenges sont à la fois d'ordre **financier** et d'**organisation institutionnelle**.

Le **manque de moyens financiers** est la cause d'un suivi limité des milieux aquatiques et d'un manque de données qui oblige à l'extrapolation des données existante et occasionne des erreurs importantes. Ces lacunes quantitatives expliquent en partie le peu de réglementation sur le sujet dans la mesure où est estimé que le signal qui ressort de la surveillance des milieux n'est pas suffisamment fiable ou représentatif

Au **niveau organisationnel**, est regrettée l'absence du côté environnemental d'Agence équivalente au statut de l'ANSES, du côté des enjeux sanitaires nationaux, et de ses comités d'expertise qui serviraient d'aide à la décision politique. Il manque un lien entre les conclusions des chercheurs et les mesures qui doivent être prises en termes de politiques du risque ; lien qui pourrait être éclairé par de tels comités d'expertise.

« Le cadre que fournit l'Europe est un cadre minima. » « C'est toute la chaîne depuis la connaissance, le risque et la gestion qui mériterait d'être formalisée dans des processus politiques. » (E10)

On a donc un problème de gestion : par exemple, le constat du dépassement d'une NQE ne prouve rien et ne dit pas s'il faut chercher à comprendre pourquoi ; comment relier un constat fait à partir de 12 prélèvements en un an avec le fait que telle ou telle activité se situe sur le bassin versant ? *« D'un point de vue méthodologique, on est assez démunis. »* (E10)

Pour l'ONEMA, l'approche engagée mobilise le **principe de précaution** puisqu'on évalue l'état du milieu en rapportant les mesures du milieu aux NQE mais les NQE sont des méthodes d'évaluation scientifiques de laboratoire, donc les déployer à grande échelle pour une évaluation de risques

revient à appliquer le principe de précaution. Les NQE repose sur l'extrapolation de données de laboratoire aux milieux naturels. Or, on ne sait pas si cette extrapolation est valable.

« On fait une estimation en disant que si ces valeurs sont dépassées alors il y a un problème mais on ne voit pas le problème car l'état chimique n'est pas un symptôme. » (E10)

L'application du principe de précaution est donc laissée à la discrétion des agents locaux dont les responsabilités gagneraient à être aiguillées.

L'appel à projet de 2013 à l'initiative de l'ONEMA et des Agences de l'eau marque un tournant majeur dans la prise en compte de la problématique « micropolluants ». Clairement orienté vers l'aide à la décision et la mise en œuvre d'innovations locales reproductibles sur d'autres territoires, l'AAP ouvre également la voie à la recherche de solutions de réduction à la source des micropolluants.

La sphère socio-médiatique

La Presse

L'intérêt pour la question a émergé dans les médias spécialisés aux alentours des années 2006-2007 et dans les médias généralistes dans les années 2009-2010 via les grandes crises de la pollution par les PCB dans le Rhône, de la féminisation des poissons et des divers scandales entourant la présence de contraceptifs féminins dans les milieux aquatiques. Cela dit, comme le souligne un journaliste d'un magazine spécialisé interviewé en 2013 (*Technicités*), *« on n'est pas encore sur de la communication générale »* (E3). Il estimait alors que la thématique des micropolluants était plutôt évoquée sous l'aspect environnemental et non pas sanitaire. *« Le côté sanitaire on n'en parle pas trop parce que si on en parlait, ça ferait peur parce que les micropolluants sont partout. »* (E3)

D'après le journaliste que nous avons interviewé, les raisons pour lesquelles la presse généraliste ne s'est pas encore réellement saisie du sujet sont de deux types. Tout d'abord, *« rien ne se passe »* (E3) : à la différence de la Suisse qui est dans une démarche active de mise en place de traitements, la France est dans une phase de recherche, ce qui intéresse moins le grand public.

« On a besoin de connaissances. On est surtout dans une recherche de connaissances et on n'est pas encore à transmettre des messages à part à certaines catégories d'acteurs : les agriculteurs, par exemple, qui doivent réduire l'utilisateur de produits phytosanitaires. » (E3)

Ensuite, d'après lui, on parle déjà beaucoup des problèmes environnementaux et il faut un juste équilibre entre les sujets évoqués. Certains problèmes environnementaux tels que les changements climatiques ou la perte de biodiversité remplissent déjà une grande part des pages environnementales.

La sensibilisation est délicate pour cette même raison mais aussi parce que l'inaction politique n'encourage pas l'action sociétale. Même si on sensibilise les gens, est-ce qu'ils vont bien comprendre pourquoi on leur demande de changer de comportement si derrière les collectivités ne prennent pas réellement le sujet en mains pour traiter l'eau et donner une eau en limitant au maximum la présence de micropolluants dans les eaux ? Les collectivités n'ont pas les moyens de

mettre en place des traitements aussi efficaces et ont même difficilement les moyens de mettre des études de suivi en place. « *C'est difficile de demander des choses à des citoyens quand derrière l'Etat et les collectivités n'ont pas les moyens ou ne se donnent pas les moyens d'infléchir la tendance. Pour l'instant c'est quelque chose qu'on constate mais on n'agit pas dessus. On agit très localement, très ponctuellement mais on n'a pas les capacités pour agir globalement* » (E3).

La sensibilisation reste pourtant une des solutions les plus prometteuses car peu encore explorée. « *Il faudrait déjà qu'on soit plus sensibilisés. On n'est pas au courant des substances qui se trouvent dans les produits.* » « *La sensibilisation n'a pas été très bien faite et même les gens qui connaissent la problématique ne savent pas quelles actions mener en tant que citoyen, urbain pour diminuer les émissions.* » (E3)

Analyse de la presse spécialisée dans l'information et la défense des consommateurs

Les choses semblent avoir évolué depuis 2013 au regard du travail mené depuis novembre 2016¹⁰ qui vient compléter les premiers éléments obtenus grâce à l'interview de quelques journalistes, notamment de la presse spécialisée « professionnels ».

Nous avons en effet voulu voir comment la thématique que les chercheurs qualifient de « micropollution » était abordée dans la presse grand public. Pour ce faire, nous avons choisi d'analyser, dans un premier temps, **les deux magazines français spécialisés dans l'information aux consommateurs** que sont *60 millions de consommateurs*, édité par l'Institut National de la Consommation (INC), et *Que Choisir*, édité par l'Union Fédérale des Consommateurs (UFC). En remontant depuis janvier 2015, nous avons ainsi un premier aperçu de ce traitement médiatique qui nous permet, d'identifier les produits et les usages incriminés mais également le ton de l'article (information, alerte...) et sa portée (demande de réglementation, proposition de changement de pratiques...).

Il ressort au travers de cette revue de presse exploratoire que, **si le terme « micropolluant » n'a jamais été cité, il en est fait mention dans tous les numéros mensuels mais sous d'autres appellations**. « Les nouveaux polluants sont partout ! » comme le titrait *Sud Ouest* (19/05/2013), et donc même dans la presse. Les journalistes parlent alors de « résidus de médicaments », de « résidus de pesticides », de « substances nocives », d'« ingrédients toxiques »... pour les termes généraux. En outre, il est intéressant de noter que dans ces revues sont cités :

- les produits ou les classes de produits problématiques par leurs dénominations commerciales,

¹⁰ À partir de cette analyse qualitative exploratoire, nous mettons en place dans un second temps, une analyse textuelle, systématique et quantitative, des articles de plusieurs quotidiens et hebdomadaires nationaux et régionaux sélectionnés au travers de mots-clefs que nous sommes en train de définir. En outre, nous mettons également en place une veille sur ces mêmes journaux et avec les mêmes mots-clefs afin de suivre l'actualité à laquelle nos ménages référents seront confrontés.

- mais aussi par leurs noms scientifiques (Bisphénol A, Glyphosate...)
- et selon leurs familles chimique (phtalates, parabens...) ou physique (nanoparticules, microbilles...),
- selon leurs usages dans le produit final (conservateurs, plastifiants...),
- ou encore selon leurs effets problématiques (perturbateurs endocriniens, cancérigènes...).

Nous pouvons alors faire l'hypothèse que ces précisions accompagnent une certaine **montée en compétences des lecteurs** qui peuvent ainsi identifier, dans leurs produits d'usage courant, les composés chimiques polluants.

Cette presse a en effet comme objectif de conseiller mais aussi d'**avertir le consommateur** sur tous ces choix de consommation : de l'alimentation aux cosmétiques en passant par l'entretien et l'équipement de la maison. Et il s'avère que la problématique des micropolluants est effectivement abordée à travers ces divers usages du quotidien (hygiène corporelle, jardinage...). Cette information se décline sous différentes formes.

Ainsi, il y a des articles, voire des dossiers, qui font la « une » du numéro, comme « Hygiène et beauté – Les molécules toxiques » paru en mars 2016 chez *Que Choisir*, ou qui font l'objet d'un hors-série comme « Entretenir sa maison au naturel et à moindre prix » édité par *60 millions de consommateurs* en avril 2015 puis en mai 2016. Dans les deux cas, est annoncé dès la couverture, que dans ce numéro est donnée une liste des substances indésirables par rapport à ces produits de consommation courante. Là, très clairement, une **alerte** est lancée ou rappelée et, arguant le principe de précaution, les journalistes conseillent l'achat de certains produits et en déconseillent d'autres aux vues de leur composition chimique et de leurs risques potentiels qui sont donc précisés – **risques portant sur la santé**, nous y reviendrons. En outre, il est souvent fait appel à la **surveillance de la réglementation** quand celle-ci est suffisante ou à son **évolution** si elle est jugée insuffisante. Une autre forme d'information est la présence d'encarts, dans diverses rubriques, qui abordent cette question des micropolluants. Certains pointent les lacunes voire les aberrations de la législation actuelle (ex. : fournitures scolaires), d'autres soulignent les changements de celle-ci en matière de réglementation (ex : interdiction du Bisphénol A) ou d'affichage (ex. : composition chimique des produits), d'autres encore alertent quant à l'usage de certains produits (ex. : vernis à ongle). Si ces deux types d'information (articles de fond et encarts) sont différents quant à leur forme, ils se rejoignent donc sur le fond.

Par contre, ce qui est plus étonnant – et qui mériterait une investigation en remontant sur plusieurs années – c'est la vérification de la composition chimique et de la présence de produits toxiques lors des tests et comparatifs de produits. Ainsi, en plus d'éprouver la qualité (goût, odeur, texture) qui est rapportée au prix, sont recherchés, par exemple, des résidus de pesticides ou des phtalates dans les huiles, les apéritifs ou encore les fruits. Ceci participe, en plus de la montée en compétences des lecteurs, à la **diffusion d'inquiétudes, voire à un état de suspicion généralisée**, quant à ces nouveaux polluants.

Ces craintes restent cantonnées au domaine de la santé pour une écrasante majorité. En effet, sur les deux années, dans les deux revues, on recense, toutes formes confondues, **à peine dix articles, sur les 145 analysés¹¹, abordant uniquement les risques environnementaux** dont trois, la problématique de l'eau. Par contre, si on s'ouvre à la thématique santé, on comptabilise une trentaine d'articles tablant sur les deux registres dont une dizaine qui traite de l'eau. Les articles qui font écho au registre de l'environnement, traitent majoritairement de l'usage des pesticides tant dans les champs agricoles que dans les jardins privés ou les espaces verts municipaux et quelques-uns des produits ménagers ou cosmétiques. Certains rappellent, alors, en quelques lignes, le petit cycle de l'eau et les risques liés à l'usage de ces produits (eutrophisation des milieux aquatiques, toxicité pour la faune).

Il s'avère très clair que la sensibilisation aux micropolluants présents dans l'alimentation comme dans les cosmétiques ou les détergents, passe avant tout par la santé. On peut d'ailleurs faire l'hypothèse que c'est, entre autres, à cause de la domination de ce registre « santé », que ce terme à connotation plus environnementale n'est pas usité, les scientifiques et gestionnaires qui l'utilisent faisant plutôt référence à la pollution environnementale. De la même façon, les traitements naturels ou biologiques sont particulièrement mis en avant par rapport à leur prétendue innocuité sur la santé ou, du moins, à leur moindre nocivité – même si celle-ci commence aussi à être interrogée.

En conclusion, le terme « micropolluant » est, certes, peu, voire pas présent dans la presse mais la micropollution est, elle, largement abordée à raison d'au moins un article par mois dans chacune de ces deux revues. L'entrée de cette thématique est pour l'instant largement dominée par le registre de la santé, mais la thématique de la pollution est bien présente et le registre de l'environnement apparaît effectivement même si c'est en plus faible proportion. En tous cas, il semble évident que les leviers d'action à privilégier dans REGARD et de façon générale dans les projets portant sur des changements de pratiques relatifs à l'utilisation de produits contenant des micropolluants, devront **tabler sur ces deux registres** pour sensibiliser la population et conscientiser les ménages, puis l'ensemble des citoyens, afin qu'ils s'approprient les préconisations des chercheurs en vue de l'amélioration de la qualité de l'eau et du retour au bon état écologique des écosystèmes. Cette orientation vers de nouveaux produits (naturels ou écolabellisés) ou de nouvelles pratiques (diminution de la quantité voire de l'utilisation ou fabrication « maison » de certains produits) sera, au vu de cette littérature, d'autant plus accessible, que la presse y invite déjà (liste de produits « désirables » ou recettes remèdes naturels).

Ce travail d'analyse du traitement médiatique de la question des micropolluants va être poursuivi jusqu'à la fin du projet REGARD et élargi à d'autres journaux, notamment Le Monde et Sud-Ouest.

¹¹ Dans cette revue de presse exploratoire, afin d'avoir une vue générale de la question, nous avons privilégié au terme « micropolluant », en outre absent des textes, la thématique de « micropollution » et donc retenu tous les articles traitant de polluants ayant des effets problématiques sur la santé ou l'environnement.

Notons d'ailleurs récemment un article du Monde (28 novembre 2016) intitulé « Perturbateurs endocriniens : halte à la manipulation de la science »¹² invitant à la signature d'une pétition lancée par cent scientifiques (également actifs sur le dossier du changement climatique) qui dénoncent la « fabrication du doute par les industriels » et les « attaques » dont est victime la science quand elle alerte sur la nécessaire réduction de l'exposition aux perturbateurs endocriniens. Cet article et cette pétition ont été largement relayés par les réseaux sociaux et les associations de défense des consommateurs et de l'environnement.



Les associations

La problématique des micropolluants peut encore être considérée en phase d'émergence. La recherche en n'est encore qu'à l'identification des substances présentes dans les milieux et d'après la plupart des acteurs interrogés pendant cette enquête, on ne possède pas assez d'information sur les effets de ces substances sur les milieux et sur l'homme pour affermir la législation. Un responsable d'association contacté dans le cadre de l'enquête déclare d'ailleurs que pour lui, « *on en est encore qu'à des programmes de suivi de ce qui rentre et sort des stations d'épuration alors qu'on devrait déjà être aux étapes suivantes de réglementation des substances toxiques.* » (E1)

Les micropolluants sont un problème qui engage le rapport de l'homme au progrès et à la nature. Les progrès techniques récents n'ont pas été associés à un recul suffisant pour prendre en compte leurs effets potentiels et leur application est sous-tendue par une idéologie courttermiste et

¹² http://www.lemonde.fr/idees/article/2016/11/29/halte-a-la-manipulation-de-la-science_5039860_3232.html#HytmD86Uz46meVAs.99

anthropocentrée.

« Le problème c'est que les industriels veulent toujours développer sans nécessairement faire les études d'impact pour voir comment ça va se comporter dans le temps et dans le milieu dans lequel ça va évoluer. » « On n'appréhende pas assez le futur. » (E1)

Le décalage entre le droit et la technique est aussi une des causes de la micropollution croissante. Les progrès des techniques sont trop rapides pour que la législation puisse suivre et il en résulte qu'un très faible nombre de substances est réglementé aujourd'hui : *« Le droit a du mal à suivre une évolution technique beaucoup trop rapide. » (E1)*

Le lobbying des industriels est aussi dénoncé comme un frein important à une progression dans la résolution du problème ; la récente pétition relayée par Le Monde du 28 novembre 2016 est un exemple de cette dénonciation qui se fait de moins en moins discrète. Pour l'association de défense de l'environnement girondine rencontrée, les problèmes de micropolluants sont traités majoritairement sous l'angle sanitaire : *« Quand on parle de rejet on prend en compte ce qui peut être nocif pour l'homme mais on ne prend presque jamais en compte ce qui peut être nocif pour la nature. Ça on ne s'en préoccupe pas vraiment. Dans les normes qui sont établies par la Commission Européenne, ce qui compte c'est ce qui peut être nocif pour l'homme. » (E1)*

Le secteur privé

Pour les acteurs du secteur privé, le challenge aujourd'hui est d'être capable de **dresser un vrai bilan de la situation** : quels sont les risques liés à la présence de ces produits ; quelle est la capacité à pouvoir les traiter. Il faut **sensibiliser** les collectivités à ces risques et proposer des solutions qui permettent de diminuer l'impact. Cette sensibilisation est rendue difficile par le manque de **moyens financiers des collectivités** pour qui *« les micropolluants, ça n'est pas un sujet. » (E11).*

La problématique va devenir un enjeu public et lui demandera de grands efforts d'adaptation. La présence de sels d'aluminium utilisés pour le traitement de l'eau potable, s'il était connu du grand public requerrait, par exemple, leur substitution par des sels métalliques dont les dosages sont plus délicats, occasionnant en cas de surdose une coloration rouge de l'eau dans le cas du fer.

La **sensibilisation de la société civile** et la réduction de la pollution à la source est un **enjeu déterminant** parce que la problématique des micropolluants pose, en aval, des problèmes non solvables par les seuls moyens techniques. Certaines boues de stations ne sont pas valorisables, c'est-à-dire ne peuvent être épandues parce qu'elles contiennent certaines substances. Récemment, il a été identifié que le zinc présent dans certaines boues et les rendant inutilisables provenaient des shampoings antipelliculaires. L'incinération ou l'enfouissement des boues coûte cher à l'entreprise et aucune autre solution que la réduction à la source de la substance – dans ce cas, du zinc – ne peut résoudre le problème.

Éléments de synthèse sur les enjeux des micropolluants analysés par les parties-prenantes

Le problème de la micropollution aquatique est un problème ancien qui n'a commencé à être pris en compte au niveau de la recherche que récemment grâce aux progrès des méthodes de détection analytique.

La réglementation sur le sujet est minime – seul environ 0.03% des substances présentes sur le marché sont soumises à la réglementation.

Le traitement en aval, malgré les progrès techniques de ces dernières années, ne résout pas complètement le problème, le déplaçant parfois vers une problématique « boues » soulevée par nombre d'acteurs interviewée.

Cette absence de réglementation rend la réduction à la source difficile. Elle est pourtant la solution qui semble privilégiée par tous les acteurs aujourd'hui en France.

Pour les acteurs rencontrés, le levier de la santé, bien que plus difficile à solliciter que dans le cas des pollutions de l'air, semble être une des seules possibilités de mobilisation de la société civile. Les aspects économiques ont été très peu abordés. La difficulté restant que d'autres parties prenantes devront être intégrées à la démarche (médecins et pharmaciens par exemple dans le cas des médicaments).

Les industries attendront, en période de crise économique, un affermissement de la réglementation malgré les tentatives des Agences de l'Eau pour les convaincre.

Globalement, il s'agirait pour les diverses parties prenantes de **se mettre d'accord sur une approche du risque commune**. Pour certains, c'est l'absence de réglementation qui fait des micropolluants un « non-problème », pour d'autre c'est l'absence de preuve scientifique. Ce flou des représentations est le reflet de l'absence d'une mise en risque du problème à l'échelle des politiques nationales, lui-même étant peut-être le reflet d'une absence de mise en risque si l'on considère le risque comme représentation : on ne présente pour l'instant même pas le problème des micropolluants aquatiques à la population civile, encore moins sa contribution à ce phénomène. Peut-être faudrait-il commencer par-là.

5. QUESTIONNEMENTS ETHIQUES ET PHILOSOPHIQUES

Imperceptibilité des micropolluants et aperceptibilité scientifique

La caractéristique principale des micropolluants est leur **imperceptibilité**. Auparavant, la pollution de l'eau était naturellement perceptible par l'homme. Au Moyen Âge le rouissage du lin dans l'eau, qui permettait de dissoudre la gomme soudant les fibres de la plante, rendait l'eau nauséabonde et d'une couleur sombre. Aujourd'hui ce paradigme de la nécessaire perceptibilité des pollutions se voit même inversé. La turbidité de certains fleuves laisse penser que leur pollution est supérieure à certains autres dont la transparence n'est en réalité pas gage de « pureté ». La présence de PCB dans une eau ne change ni la couleur de l'eau, ni son odeur, ni le goût pour celui qui la boit, ni le son de l'eau qui coule pour celui qui entend, ni sa texture. Par ailleurs, l'aperceptibilité des micropolluants est nécessairement médiée par la science.

Détection des micropolluants

La science joue un double rôle : elle est celle qui crée les risques mais elle est aussi celle qui a le pouvoir de les dévoiler. Les micropolluants sont donc tout à la fois un objet créé par les scientifiques et un sujet de recherche scientifique.

La science « en amont » des micropolluants

Le 19^{ème} siècle signe le début de la chimie organique et le 20^{ème} siècle son essor avec l'accélération des recherches dans cette discipline du fait des guerres mondiales, notamment sur les gaz de combat. Le gaz sarin, composé organophosphoré utilisé pendant les deux guerres pour ses effets toxiques sur le système nerveux fera l'intérêt de l'industrie agrochimique qui développe alors les insecticides organophosphorés comme le parathion, le malathion ou encore le Roundup. Si certaines substances ont été synthétisées dans un but éthiquement discutable, d'autres visaient clairement la protection de l'homme. Le pyralène, par exemple, fût créé pour ses propriétés ininflammables afin de prévenir les risques d'incendie des installations électriques. Une huile non conductrice était nécessaire, le pyralène fût synthétisé. Mais le pyralène eut d'autres utilisations et là se pose la question de la sortie de la molécule hors de son champ d'utilisation initial.

Les micropolluants questionnent les usages de la chimie mais aussi son essence-même. La chimie est une science déterministe : son but est d'étudier la matière et ses phénomènes afin de les comprendre et de pouvoir les répéter par la création de molécules existantes à l'état naturel dans l'environnement. Son but est de saisir l'instabilité de la matière afin de la reproduire et de la maîtriser. Or, les micropolluants remettent en cause le paradigme déterministe de la chimie puisque qu'ils réintègrent de l'**aléatoire** au sein des phénomènes chimiques dirigés par l'homme parce qu'il ne maîtrise pas les molécules qu'il crée : il ne contrôle ni leur devenir géographique, ni leur devenir temporel. L'on ne sait pas suivre le cheminement de certaines substances, comme l'éthanol, au sein des milieux naturels ; l'éthanol est donc maîtrisable à l'échelle macro mais pas à l'échelle micro. L'on ne sait pas non plus ce que deviennent les molécules après interaction avec le corps humain ou avec l'environnement, c'est-à-dire ce que vont être leurs produits de dégradation ou métabolites. Il existe deux types de métabolites : les métabolites environnementaux et les métabolites excrétés. Les métabolites excrétés sont le résultat des transformations de la molécule-mère par l'organisme humain après ingestion. Lorsqu'il n'y a pas de processus de bioaccumulation, c'est-à-dire d'accumulation de substances par l'organisme, les molécules subissent une métabolisation enzymatique qui se produit principalement dans le foie et dont résultent des métabolites qui sont ensuite excrétés dans l'urine ou les fèces. Les métabolites environnementaux résultent de transformations biochimiques qui ont lieu dans l'environnement sur la molécule-mère ou sur les métabolites excrétés. Ils peuvent être de types abiotiques (photolyse, hydrolyse, oxydation) ou microbiologiques. Un même métabolite peut provenir de la dégradation de substances différentes. Par exemple, l'AMPA est un métabolite de l'herbicide glyphosate, substance principale du Roundup, mais aussi de phosphonates utilisés dans l'industrie ou dans la sphère domestique (détergents).

Il est intéressant de remarquer que les métabolites sont quelques fois plus dangereux que la molécule-mère dont ils proviennent. Les métabolites du bisphénol A apparaissent, par exemple, dans de nombreuses études comme plus dangereux que le bisphénol A lui-même, en présentant une activité oestrogénique à des taux de concentrations bien plus faibles que le bisphénol A¹³. Nous pouvons donc dire que, parfois, la nature, par le biais de sa « médiation hasardeuse » rend les composés chimiques que l'homme rejette en elle plus dangereux pour l'homme que ceux qu'il avait initialement créés.

La science « en aval » des micropolluants

« Les risques environnementaux sont des risques cognitifs réservés aux experts et aux scientifiques. »¹⁴

Le caractère invisible des micropolluants rend leur détection entièrement dépendante de la science. Le consommateur d'eau ou le promeneur de bord de rivière est incapable de déceler la présence de micropolluants. Seul le savoir scientifique aidé de la machinerie technique est capable de se prononcer sur le degré de pollution de l'eau aujourd'hui. Et même pour lui, cette analyse est loin d'être évidente.

La difficulté dans l'analyse des micropolluants réside dans la nécessité de leur identification préalable. Leur détection nécessite, en effet, un standard, autrement dit, une mesure calibrée de ces substances qui servira à reconnaître leur présence parmi les divers résultats de l'analyse. On ne reconnaît une substance parmi les pics d'un chromatogramme que si l'on sait à quel pic elle correspond. Il faut nécessairement savoir ce que l'on cherche sinon, de deux choses l'une, soit la substance apparaîtra sous la forme d'un pic indéterminé, soit elle n'apparaîtra pas parce que son pic se fondra dans l'ensemble des autres pics. La science doit faire parler la nature et pas seulement l'écouter.

A cette première difficulté s'ajoute la croissance exponentielle du nombre de molécules qui sont créées par l'homme depuis le début de l'ère industrielle et qui ne cessent de progresser. Et si l'homme accroît la variété des substances présentes dans son environnement, la nature en fait de même. La dégradation des molécules va produire de nouvelles molécules qui vont ensuite interagir entre elles dans le milieu et créer encore une fois de nouvelles molécules. On se retrouve donc avec de nouvelles substances pour lesquelles nous ne possédons pas de standard et que nous ne pouvons donc pas essayer de détecter, de nombreux « micro-Frankenstein aquatiques » que l'on tente désespérément de rattraper.

¹³ Michael E. Baker, Charlie Chandsawangbhuwana, PLOS ONE, 4 Octobre 2012, <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0046078>

¹⁴ BARRAQUE Bernard et KALAORA Bernard, « Introduction. Le risque environnemental et son vécu, in Espace et Société, n°77, 1994.

Les micropolluants sont donc aussi, dans un sens, invisibles aux yeux de la science qui doit déjà savoir quoi et où regarder.

« *Suspendu au-dessus du quotidien, le risque offre un support à l'expression d'une symbolique sociale et politique* »¹⁵.

La science est donc le seul médiateur de l'appréhension des risques. Elle donne la mesure de la dimension objective du risque en tant que danger potentiel pour la santé humaine ou l'environnement. La communication du risque est donc réduite à sa seule dimension objective. **Ces inconnues dans l'équation posent nécessairement une question éthique à l'analyse scientifique, à savoir : quelles molécules souhaite-t-on rechercher ? Comment interpréter les résultats ? Comment les communiquer ?**

La science est le médiateur qui relie le problème sociétal que posent les micropolluants et les citoyens. Les scientifiques endossent donc une certaine responsabilité vis-à-vis de la façon dont ils vont présenter leurs résultats aux politiques et qui va aiguiller la connaissance et les représentations que se feront les individus des micropolluants et des risques/dangers qui leurs sont associés.

Il semble qu'on puisse associer une **identité commune à l'eau et à la chimie : l'immatérialité et l'invisibilité**. La matière du chimiste est imperceptible pour le profane et elle se retrouve dans un élément naturel qui correspond à son invisibilité propre. Ce changement de paradigme concernant la perceptibilité de la pollution en milieu aquatique relatif à la problématique des micropolluants renforce la représentation moderne de l'eau.

L'eau : construit social

L'imperceptibilité de l'eau et sa pollution nous font la rapprocher d'un autre élément bien connu : l'air. Mais en quoi l'eau se démarque-t-elle de l'air et en quoi la question de sa pollution se distingue de celle de l'air ?

L'eau se différencie de l'air en ce que la représentation qu'on en a diffère de celle de l'air. Certes, ils sont tous deux des éléments essentiels à la survie humaine mais l'eau est plus visible que l'air et peut, ainsi, être paysage. Une étendue d'eau peut être contemplée alors qu'une étendue d'air ne peut pas l'être. On a, dès lors, une relation différente à l'eau. Sa pollution n'est pas plus visible que celle de l'air mais elle, en tant qu'élément, peut, moyennement quelques efforts perceptifs, être objet d'attention.

Imaginaire et représentations de l'eau

L'eau est certainement l'élément qui a le plus fasciné et fait couler d'encre. L'eau est imperceptible par nature au sens où elle ne peut être saisie par les sens : elle est inodore, n'a (en général) pas de goût, ne se sent pas lorsqu'elle nous entoure si l'on ne bouge pas, ne fait pas de bruit si elle est contenue, et, finalement sa transparence est telle qu'elle permis à Narcisse de prendre un peu trop conscience de sa beauté. L'eau est aussi changeante ; elle connaît plusieurs états : liquide, solide, vaporeuse en fonction des processus de solidification, condensation et sublimation, fusion et

¹⁵ Ibid.

vaporisation. Elle peut être claire, trouble, chaude, froide. Elle s'imprègne des qualités de la variété de choses qui entrent en contact avec elle. Elle est aussi insaisissable conceptuellement que physiquement puisqu'on ne peut la retenir qu'en l'enfermant.

La transparence de l'eau trouve son écho dans son invisibilité pour les êtres humains. Ou plutôt, son invisibilité physique fait écho à son invisibilité mentale chez l'homme. L'eau est invisible pour l'homme en amont comme en aval.

La source de l'eau est méconnue des hommes : peu de gens connaissent le cycle de l'eau (petit ou grand) et donc, peu ont conscience de la source où est puisée l'eau qui arrive par leurs robinets et du cheminement qu'elle a parcouru pour y parvenir. En ignorant cela, les hommes ignorent la nature technique de l'eau.

L'eau est comprise par la science et maîtrisée par la technique. L'eau potable n'est pas naturelle, elle est le résultat d'un long processus d'extraction, de transport et de traitement. Les utilisateurs n'en ont pas conscience. Ils héritent des représentations idéalisées de l'eau naturellement pure datant du 19^{ème} siècle. Les activités humaines ont souillé l'eau et c'est la science qui lui a permis de retrouver sa cristallinité.

Cet idéal de pureté de l'eau se confronte aujourd'hui à la découverte de plus en plus de substances toxiques dans les eaux.

Et pourtant, leur rapport à l'eau est médié par la science dans la mesure où l'eau est aujourd'hui pensée bien moins comme un élément naturel que comme H₂O, soit une molécule, un composé d'atomes qui possède des propriétés chimiques qui peuvent être utilisées pour telle ou telle chose et qui est bien souvent **extrait du contexte social qui l'entoure** ; une notion abstraite, objective et quantitative qui se substitue à un vécu subjectif de l'eau. L'« eau moderne » est une construction de l'esprit bien plus qu'un élément présent dans la nature et dans le corps humain. Cette conception de l'eau comme H₂O trouve sa concrétisation dans la figure du cycle hydrologique. On a donc une contradiction entre deux visages de la représentation que les usagers ont de l'eau : ils ont en partage le côté utilitariste de la représentation moderne de l'eau mais il leur manque la connaissance scientifique et technique qui régit de plus en plus l'eau qu'ils consomment. Nous pourrions même aller plus loin en disant que l'ignorance de la nature scientifico-technique de l'eau renforce cet utilitarisme.

L'eau est considérée dans sa dimension utilitaire relative à ses propriétés chimiques et physiques. On va choisir telle ou telle eau pour ses teneurs en minéraux, c'est-à-dire en fonction de ses avantages pour notre santé. Mais l'on va aussi penser que l'eau parvient naturellement pure à nos robinets sans tenir compte de la médiation de l'homme et des techniques. L'on va aussi faire abstraction du processus de traitement de l'eau qui se déroule après le rejet de nos eaux usées. On attribue ainsi un caractère quasi-magique à l'eau. Comme Roland Barthes le disait dans *Mythologies* avec la nouvelle Citroën qui « *tombait manifestement du ciel* », on retrouve dans l'objet « eau », une « *perfection et une absence d'origine* ». Pour l'usager, **l'eau semble sans temps et sans espace**. Elle ne provient de nulle part, comme si elle était créée par le robinet lui-même et elle n'a pas de vie en dehors de la durée de son rapport avec lui. L'eau n'a ni destination, ni provenance. Comme le disait très justement Alfred Sauvy : « *L'eau vient du robinet comme le courant de la prise électrique et l'argent de la banque* ».

On l'oublie souvent mais l'arrivée de l'eau courante est relativement récente puisque c'est vers la fin des années 1980 que la quasi-totalité des ménages français en sont équipés.

Le système technique qui prend l'eau en charge est masqué aux yeux des « profanes ». L'eau potable arrive au robinet de l'utilisateur par des tuyaux enterrés et les eaux usées s'y échappent et l'utilisateur ne sait donc ni d'où ces eaux viennent ni où elles vont.

Cette ignorance de toute la « machinerie » qui préside à la consommation d'une eau potable entretient la conception de l'eau comme invulnérable puisque les usagers n'ont pas conscience de polluer l'eau. Par exemple, une personne qui va se brosser les dents va rejeter des eaux usées contenant du triclosan, biocide utilisé dans les cosmétiques. Qu'advient-il de ce triclosan? Entre 58% et 99% sera éliminé des eaux grâce aux traitements en station d'épuration, ce qui veut dire qu'entre 42% et 1% du triclosan finira dans les eaux de surface. Puis, pour la partie « retenue » par la STEP, la moitié du triclosan se biodégradera alors que l'autre moitié se retrouvera dans les boues d'épuration. En plus des eaux de surface, une autre partie du triclosan finira donc dans les sols quand ces boues seront utilisées pour l'épandage agricole. La présence de triclosan dans l'environnement pose un risque de bactério-résistance¹⁶. Et le plus souvent, l'utilisateur n'a aucune conscience des conséquences directes et indirectes de ses actions sur l'eau.

Si l'on peut penser à la fin de la sacralité de l'eau via sa technicisation, on constate une réintroduction du caractère mystique autrefois associé à l'eau, via cette dimension magique liée à son invisibilité dans nos espaces publics et privés.

Et si la source de l'eau est obscure beaucoup, peu nombreux sont ceux qui parviennent à percevoir l'eau comme source de quelque chose : comme source de vie tout d'abord, puis comme source de bien-être ou de rêverie... Pourtant, l'eau a été pensée de tout temps comme source de vie et cette idée est confirmée par l'hypothèse de la soupe primitive émise pour la première fois par le biochimiste Oparine en 1924 selon laquelle les premiers composés pré-biotiques ont été synthétisés sur la Terre. Des deux éléments les plus essentiels à notre survie, l'oxygène et l'eau, seule l'eau aurait été nécessaire à la création de la vie sur Terre. De fait, il y a 4,5 milliards d'années, l'atmosphère de la Terre était dépourvue d'oxygène et c'est l'interaction entre l'ammoniac, l'hydrogène, le méthane et la vapeur d'eau, composants de l'atmosphère et des sources énergétiques comme les rayons intenses des ultraviolets du soleil dus à l'absence de couche d'ozone ou encore la chaleur provenant de l'activité volcanique, qui créa les premières molécules primitives qui se déposèrent dans les océans primitifs. L'eau a donc été le berceau de la vie. Elle est la première matérialisation de Mère-Nature.

Le mathématicien du 1^{er} siècle avant JC, Thalès de Milet, disait déjà que « l'eau est le principe de toute chose ». Selon lui, tous les éléments procèdent de l'eau et la Terre était elle-même de l'eau condensée.

L'eau a aussi été un vecteur de convivialité et de sociabilité notamment pendant l'époque romaine. Les thermes représentaient un lieu d'échanges. L'eau est aussi associée à l'idée de **purification**. Le baptême en est l'exemple le plus connu : il prend la forme d'une aspersion ou d'une immersion. L'eau est même le symbole naturel de la pureté. On lui attribue également des propriétés magiques. L'exemple de Lourdes est parlant, son eau étant réputée curative pour les paralytiques.

¹⁶ http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/triclosan/fr/index.htm#4

L'eau est ainsi porteuse d'un imaginaire foisonnant et source de représentations aussi diverses que complexes qui ne sont pas sans lien avec notre façon, aujourd'hui d'aborder cet « objet » et les problèmes auxquels il est confronté, notamment en lien avec nos propres actions sur lui.

Les micropolluants et les nouveaux types de risques

Généralités et réflexions

Nos sociétés du risque proviennent-elles d'une multiplication des dangers ou d'une nouvelle attitude à l'égard des dangers ?

Le terme risque vient du latin *risquo* qui désignait l'écueil qui menaçait les navires marchands. Le risque désigne donc à l'origine un évènement accidentel.

Comme le montre François Ewald dans « L'Etat providence », l'utilisation de la notion de risque et le développement des assurances ont donné naissance à une « société assurantielle » qui voit la genèse du risque professionnel au 19ème siècle et celle du risque social au 20ème : genèse du risque social via le développement des assurances sociales après 1945.

« On voit que l'efficacité de la notion de risque tient au fait qu'elle ne désigne pas une catégorie déterminée d'événements, mais une façon de se les représenter qui s'étend sans cesse à de nouveaux objets et finit par caractériser tout lien social. » (Peretti-Watel, 2007)

Les risques environnementaux ne peuvent être assurés parce qu'ils sont souvent irréversibles et qu'on ne peut prévoir les probabilités d'occurrence ni leurs dommages surtout lorsqu'ils ne sont visibles que sur le long terme. On quitte donc la conception assurantielle du risque.

Par ailleurs, les risques environnementaux ne semblent plus le résultat d'un manque de contrôle sur la nature mais d'une tentative de trop grand contrôle sur cette dernière via les progrès technologiques qui ont décuplé les pouvoirs de l'homme, et, a fortiori, les conséquences de ces nouveaux pouvoirs.

Selon Anthony Giddens, le risque est devenu une « culture » : *« un aspect culturel fondamental de la modernité, par lequel la conscience des risques encourus devient un moyen de coloniser le futur »* (Giddens, 1991, p. 244). Les hommes ne sont plus tournés vers le passé mais vers le futur et ils anticipent ce futur en aiguillant leurs actions sur les représentations objectives et subjectives du risque qui leur sont données.

« La vraie originalité des sociétés contemporaines réside peut-être moins dans l'apparition de nouvelles menaces, écologiques, technologiques ou sanitaires, que dans la diffusion d'une nouvelle norme comportementale qui régirait aussi bien les rapports à soi que les rapports aux autres. » (Peretti-Watel, 2007).

Les micropolluants : paradigme des nouveaux types de risque

On différencie deux types d'effets : les effets « déterministes » qui sont mesurables et certains, et les effets dits « stochastiques » qui sont indéterminés en dessous d'une certaine dose, c'est-à-dire qu'on ne peut mesurer et dont on ne peut prouver l'existence. Les micropolluants relèvent des seconds types de risques.

Ces derniers s'inscrivent dans une nouvelle catégorie de risques. Ces risques ne peuvent faire l'objet d'une prise en charge assurancielle alors que la genèse de la conception du risque s'est élaborée de concert avec celle de l'assurance. C'est leur imperceptibilité et l'imperceptibilité de leurs effets sur le court terme qui les rend inassurables. **Ils questionnent le lien de cause à effet.** Les effets de certaines molécules ne sont visibles que plusieurs générations après la personne qui a été exposée. La question des micropolluants pose donc celle des **générations futures**.

Les micropolluants posent un double problème : le problème classique de la prévision de leurs effets, c'est-à-dire de leur appréhension dans le temps mais aussi celui de leur appréhension dans l'espace, de leur simple détection dans le présent. Leur imperceptibilité est, elle aussi, double : elle touche à la fois le néophyte et le scientifique. Elle rend leur perception via les sens, via une expérience sensible par le sujet, impossible et une appréhension objective, par les scientifiques, limitée.

Les micropolluants s'inscrivent aussi dans le paradoxe de la montée en puissance des risques dans un monde de plus en plus sécurisé. La qualité de l'eau n'a jamais été si analysée et contrôlée ; pourtant, on se trouve en présence de substances que l'on peine à détecter et qui présentent un danger potentiel pour l'homme et son environnement.

La crise environnementale actuelle réinterroge notre conception de la nature. Elle nous rappelle que nos interactions avec notre environnement vont dans les deux sens. Nos actions ont un impact sur la nature mais toutes les perturbations sur la nature causées par l'homme ont un impact sur lui en retour.

La notion de risque n'était-elle pas aujourd'hui en passe d'être remplacée par celle de vulnérabilité ?

Responsabilités

L'imperceptibilité des micropolluants rend la maîtrise de son exposition quasi-impossible pour l'utilisateur et instaure une dépendance complète au savoir scientifique. Pourtant l'utilisateur est en amont et en aval de l'eau : il est à la source de sa pollution puisqu'il produit des eaux usées mais il se trouve aussi à l'autre bout de la chaîne puisqu'il consomme aussi l'eau ou des denrées provenant de l'eau. La méconnaissance de la nature technique de l'eau, et plus précisément du devenir de l'eau après leur utilisation, accentue cette déresponsabilisation des usagers.

La responsabilité de l'homme en ce qui concerne ses usages de l'eau semble pourtant aller de soi, dans la mesure où **les micropolluants sont des produits que l'homme crée, pour assouvir certains de ses besoins (vitaux ou non) et dont il veut se débarrasser mais qui lui reviennent**.

Risques et choix

La question du choix est cruciale dans les problématiques environnementales. Il est couramment dit qu'il est moins dangereux d'habiter près d'une centrale nucléaire que de fumer des cigarettes, pourtant pour la plupart des gens, le risque perçu est plus grand dans le premier cas que dans le

second parce que l'exposition au risque n'est pas volontaire, elle n'est pas le résultat d'un choix. De la même façon, la question du choix est importante dans la problématique des micropolluants. C'est le choix, **la possibilité de choisir librement de son exposition ou de sa non-exposition à certaines molécules**, qui détermine sa tolérance ou son intolérance. Certaines molécules « toxiques » peuvent faire l'objet d'utilisations thérapeutiques ; elles ne seront alors pas du tout « vues » de la même façon. Par exemple, certains organophosphorés sont utilisés en milieu médical. Le malathion est employé comme antiparasitaire (Prioderm®, Para Plus®), l'éthiocopate et le paraoxon sont utilisés dans le traitement des glaucomes, la pralidoxime (Contrathion®) et l'obixodime sont des antidotes aux organophosphorés.

On a donc deux types de risques : les risques auxquels nous sommes prêts à nous exposer pour atteindre un bienfait et les risques qui n'ont pas d'intérêt pour nous. La question du choix est donc cruciale et doit être prise en compte.

Le risque semble ainsi être moins un évènement probablement dangereux qu'un « mode de représentation ». Le risque n'est pas un risque en soi, il est un risque dans la mesure où on se le représente comme tel. Les risques n'en sont donc pas au départ. Ils se forment lors du basculement d'une représentation. Ce basculement représentatif passe par un « **rouage de mise en risque** » dans lequel tous les « crans » doivent se mouvoir en même temps : le cran scientifique, le cran technologique, et le cran institutionnel. Ce que l'on désigne par l'expression « mise en risque » est le passage de la représentation d'un évènement comme anodin à celui de présentant un risque potentiel. Le risque se construit à partir de différentes **hypothèses non scientifiquement validées** qui servent à déclencher une alerte.

Tant que les hypothèses ne sont pas avérées scientifiquement, on se place dans une logique de précaution. Après validation scientifique, c'est le principe de précaution qui prévaut.

La mise en risque n'est pas le fait d'un acteur ni même d'un groupe d'acteurs, ce n'est pas non plus un acte législatif, ni une publication d'étude, mais un changement dans les représentations de la majorité des consciences d'une population donnée, entraîné par tout un système formé de multiples changements de représentations des acteurs scientifiques, médiatiques, militants et politiques. Par exemple, la diminution des seuils réglementant les substances s'expliquent au moins autant par les progrès des instruments métrologiques que par la diminution de l'acceptabilité sociale des risques encourus par l'exposition à ces substances, du fait, notamment de plusieurs crises ou scandales environnemento-sanitaires.

Paul Slovic parle de « **toxicité intuitive** »¹⁷ pour désigner le mécanisme de représentation du risque chimique par les profanes.

Controverses scientifiques et incertitudes

Une solidarité entre les scientifiques et la science et entre les scientifiques eux-mêmes naît au siècle des Lumières, résultat de l'essor et du triomphe de la rationalité. Cette solidarité sans borne se voit remise en question sous l'influence de mouvements scientifiques comme le mouvement Pugwash dans les années 1950 mené par Bertrand Russell et qui remettent la science en contexte des affaires mondiales questionnant ainsi sa finalité. Cette crise interne à la science ouvrira le développement de

¹⁷ Slovic, Paul, *Intuitive Toxicology : Expert and Lay Judgment of Chemicals*, in *The Perception of Risk*, pp. 285-315

diverses sensibilités scientifiques qui s'affrontent aujourd'hui autour des grandes questions de notre siècle.

Les **controverses scientifiques** sont des phénomènes courants et normaux dans le monde de la recherche scientifique. On appelle controverse scientifique une divergence d'avis de la communauté scientifique qui peut prendre la forme d'hypothèses, d'explications ou de prévisions différentes sur un même sujet. Le **principe de précaution** est une réponse à la problématique de l'expertise des scientifiques sur les sujets controversés.

Aujourd'hui, notamment avec les problèmes de santé-environnement, on peut parler d'« **univers controversé** » car « **les controverses scientifiques rejoignent ou alimentent des controverses sociales, car elles touchent à des intérêts qui ont une dimension politique ou mettent en jeu des responsabilités collectives** »¹⁸. Ces « controverses sociales » sont décrites par Olivier Godard comme le fait, pour les divers acteurs politiques et sociaux, d'étendre « *leur champ d'action stratégique et leur espace de confrontation mutuelle aux représentations scientifiques du monde, soit dans le but de clôturer prématurément la controverse en imposant une « vérité » donnée, soit au contraire avec l'intention de la faire durer artificiellement* ». L'incertitude scientifique peut alors être « manipulée » afin d'influencer l'action ou la décision.

Le paradigme de toxicité : exemple de controverse sociale

Les micropolluants renversent le paradigme quantitatif de toxicité résumé dans l'adage de l'alchimiste Paracelse : « Tout est poison, rien n'est poison, c'est la dose fait le poison ». Ce qui veut dire que tout peut devenir poison si la dose est trop importante : le soleil, l'eau, le sel... alors qu'à une dose plus faible, la même chose peut être inoffensive, voire même curative. En effet, pour la plupart des substances, la toxicité augmente avec la dose ; ce qui se traduit par l'obtention d'une courbe dose-réponse linéaire au-dessus du seuil « sans effet observable » ou seuil d'innocuité. La courbe dose-réponse d'analyse de la toxicité de certains micropolluants a montré ces dernières années non plus une réponse linéaire mais une réponse en forme de U signalant que des faibles doses peuvent avoir un effet plus important que des doses moyennes. Des chercheurs (Seehan et al.) ont par exemple montré qu'il n'y avait pas de dose au-dessous de laquelle l'œstradiol n'impliquait pas un phénomène d'inversion des sexes chez les tortues.

Avec les micropolluants, le paradigme classique de toxicité est remis en question. Résulte de la remise en cause du paradigme de toxicité paracelsien, une nouvelle conception de la pollution qui ne se comprend maintenant plus ni en termes qualitatif, ni en termes quantitatif puisque ce n'est plus la quantité qui fait le poison mais l'existence-même de la substance. On entre alors dans ce que l'on peut appeler une conception essentialiste de la pollution : la pollution est une qualité intrinsèque à la molécule chimique. **La dose fait le processus plus que le poison.**

Un certain nombre de crises, de controverses, de débats aujourd'hui provient du **décalage qui existe maintenant entre le nouveau paradigme de toxicité et le système d'évaluation et de gestion des risques qui est resté au paradigme paracelsien.**

¹⁸ Godard, 1999, p.4

Conclusion

Le travail mené dans le cadre de la tâche 1.2.1 de REGARD permet de dégager certaines pistes intéressantes à suivre :

- La notion d'**imperceptibilité des micropolluants** et ce qui en découle ainsi que le lien, étroit, avec le **statut de l'eau** aujourd'hui. En effet, tout ce qui rend possible la distribution H24 de l'eau au robinet est invisible et méconnu aux yeux des usagers ; tout comme le chemin de leur eau « souillée » de leur lavabo jusqu'au milieu naturel. L'eau jouit d'un statut tout à fait particulier : elle est à la fois dû, parfois considérée comme fragile, le plus souvent comme inépuisable ; tantôt dénigrée et tantôt vénérée ; son cycle le plus souvent ignoré... Quoiqu'il en soit, on ne peut pas déconnecter la question des MP de celle de l'eau.
- La nécessaire **médiation scientifique** pour rendre, justement, perceptible les MP (les trouver, les caractériser, en définir la toxicité etc.). Ce qui interroge la **place de l'expertise scientifique** et technique dans la sphère publique, qui pose la question des controverses scientifiques et leur déplacement dans d'autres sphères. Il est important de comprendre la façon dont le travail des scientifiques, leur façon de définir le problème qu'ils s'attachent à résoudre et de communiquer, mais également les controverses qui les animent, peuvent façonner un problème, qui va, ou non, obtenir un « statut » lui permettant de faire l'objet d'une prise en charge politique et réglementaire.
- La nécessité de **rechercher et d'analyser objectivement les éléments que contiennent les articles de presse à propos des micropolluants**, même si nous avons pu constater que la problématique n'apparaissait jamais sous ce terme, en tout cas dans la presse grand public. Ce travail permet en effet d'appréhender, en vue des prochaines étapes de REGARD (expérimentation auprès des ménages référents notamment mais aussi communication et valorisation des résultats auprès du grand public en fin de projet), comment les individus sont déjà « en contact » avec la problématique, son vocabulaire, le ton et les référentiels qui sont employés.
- La question des **risques** et de leurs perceptions/représentations différentes est également au cœur de la problématique des MP (comme des problèmes de santé-environnement de façon plus large). Les risques sont des construits cognitifs et sociaux, il importe donc de comprendre comment les acteurs que nous voulons voir se saisir du problème des MP, voire même modifier des comportements qui auront été associés à des flux importants de MP impactants pour les milieux naturels, considèrent les risques auxquels ils sont confrontés.
- De façon plus générale, le concept de **représentation sociale** sera convoqué à maintes reprises. Défini par Denise Jodelet comme «une forme de connaissance, socialement élaborée et partagée, ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social. », le concept de représentation sociale permet de mieux comprendre les individus et les groupes en analysant la façon dont ils se représentent eux-

mêmes, les autres et le monde. Or, la problématique des MP traverse de nombreux champs sociaux et professionnels qui ont chacun leurs manières de se représenter les choses, d'agir sur elles, etc. : les individus de la société civile non organisée, le grand public (dont la diversité est immense) ; les collectivités (très différentes selon leur contexte : urbain, rural, types d'activités présentes sur le territoire, sensibilité des décideurs aux questions environnementales...) ; les industriels ; les instances politico-réglementaires nationales ; les gestionnaires privés de l'eau ; les associations etc.

Comment face à cette diversité imaginer des solutions préventives ou curatives qui retiennent l'intérêt et enclenchent des changements chez ces groupes sociaux différents ? Il est alors nécessaire d'**adapter la communication et les leviers d'action** à chaque groupe visé. Les aspects communicationnels du projet sont essentiels. Il faut savoir à qui on veut s'adresser, à partir d'où on parle (statut), comment, pour atteindre quel objectif, etc. ?

6. BIBLIOGRAPHIE

DOCUMENTS OFFICIELS

Agents classifiés par les monographies du CIRC, volumes 1-112,
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>.

TRAVAUX GENERAUX SUR L'EAU

Euzen Agathe et Levi Yves, *Tout savoir sur l'eau du robinet*, CNRS Editions, 2013.

TRAVAUX GENERAUX SUR LES MICROPOLLUANTS

CHEVRE, Nathalie, SUREN, Erkman, *Alerte aux micropolluants, pesticides, biocides, détergents, médicaments et autres substances chimiques dans l'environnement*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2011.

<http://wp.unil.ch/ateliers-micropolluants/> **Site reprenant un ensemble d'atelier organisé en 2011-2012 par Nathalie Chèvre sur les micropolluants et les cosmétiques, le bâti et les médicaments.**

CHATAIN, Sophie, *Les professionnels de la santé face à la problématique des résidus de médicaments dans l'eau et les milieux aquatiques* (mémoire de fin d'études).

SUEZ environnement, communiqué de presse : « résultats du programme Ampère sur le traitement des micropolluants »

http://www.suez-environnement.fr/wp-content/uploads/2010/01/CP_SE_AMPERES_micropolluants_21012010.pdf

Lyonnaise des Eaux, Supplément technique de Eau et service n°34, Nov. 2011, http://www.lyonnaise-des-eaux.com/var/lde_admin/storage/original/application/2ee38c4ca75a38de6c6b3f801017d322.pdf.

MARCHAND, M., *La contamination des eaux continentales par les micropolluants organiques*, in *Revue des sciences de l'eau*, vol. 2, n°2, 1989, p. 229-264.

IFREMER, « Les substances prioritaires de la DCE », 2005,

http://www.ifremer.fr/pollution/content/download/31783/436902/file/RAPPORT_FICHES33_SUBSTANCES.pdf

AMIARD, Jean-Claude, *Les risques chimiques environnementaux : méthodes d'évaluation et d'impacts sur l'environnement*, Lavoisier, 2011.

Travaux généraux sur les polluants

SMITH, Rick, LOURIE, Bruce, *Vilain petit canard : ces produits domestiques qui nous intoxiquent*, Editions Multimondes, Québec, 2010.

TRAVAUX SUR LA REPRESENTATION DES MICROPOLLUANTS

ZABR, *Représentations des micropolluants toxiques*, 2012,
http://www.graie.org/zabr/zabrdoc/accordCadre-fiches/2011/Rapport_A28_2011.pdf

EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DES MICROPOLLUANTS

SUMPTER, John, P., « Protecting aquatic organism from chemicals: the harsh realities », in *Philosophical transactions of the Royal Society*, volume 367, n°1904, 2009,
<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/367/1904/3877>

POLITIQUE DE L'EAU

Dossier du CNRS sur la politique de l'eau en France :

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/france/menuFrance.html>

Film de l'ONEMA sur la politique de l'eau :

<http://www.onema.fr/Un-nouveau-film-sur-la-politique-de-leau>

ENJEUX POLITIQUES

BOUTARIC, F. "Environnement Et Sante Publique : Production D'un Enjeu Politique." *Ecologie & politique* 27, no. 1 (2003): 161-78.

PHILOSOPHIE DE L'ENVIRONNEMENT

BROWN, Peter, G., « Are there any natural resources ? », in *Politics and the life sciences*, vol. 23, n°1, 2004, <http://www.geog.mcgill.ca/faculty/brown/PLS2004-3-23-01-0012.pdf>

PHILOSOPHIE DE L'EAU

MCANNALY, Elisabeth-Ann, Toward a philosophy of Water : Politics of the pollution and damning along the ganges river, Denton, UNT Digital Library,

<http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc3643/m1/7/sizes/l/>.

PIERRON, Jean-Philippe, « Un service discret de l'eau », in *Innover dans les services publics de l'eau et des déchets*, ouvrage introductif au 93ème congrès de l'ASTEE, Juin 2014.

PIERRON, Jean-Philippe, « Qu'est-ce que l'eau ? », in *Magazine H2o*, Juillet 2013,

<http://www.h2o.net/magazine/culture-mythes-et-realites/qu-est-ce-que-l-eau.htm>.

PIERRON, Jean-Philippe, « « Ressource naturelle ou service écologique gratuit : ce que l'eau nous donne », in *Revue du Mauss*, 2013/2,

<https://www.cairn.info/revue-du-mauss-2013-2-page-271.htm>

Linton, Jamie, *What is Water ? The History of a Modern Abstraction*, UBC Press, 2010.

BIBARD, L. *Pour une philosophie de l'eau* (conférence), 18 Octobre 2012,

http://ha32.org/spip/IMG/pdf/Texte_de_la_conference.pdf.

Illich, Ivan, *H₂O : les eaux de l'oubli*.

JULIEN, Frédéric, « « L'eau qui atteint la mer est une eau perdue » anthropocentrisme et dégradation des écosystèmes aquatiques », in *Vertigo : la revue électronique en sciences de l'environnement*, volume 10, n°1, 2010, <http://vertigo.revues.org/9449>

RISQUE, PRECAUTION ET CONTROVERSES

BARRAQUE Bernard et KALAORA Bernard, « Introduction. Le risque environnemental et son vécu, in *Espace et Société*, n°77, 1994.

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5619702r.image.f4.tableDesMatières>

BECK (U.), *La société du risque*, Paris, Flammarion (édition originale : 1986), 2008.

BORRAZ (O.), *Les politiques du risque*, Paris, Sc. Po., 2008

BORRAZ (O.), GILBERT (C.), JOLY (P.B.), *Risk Studies*. Special Issue, *Journal of Risk Research*, 10 (7), 2007

BOURG (D.) et SCHLEGEL (J.-L.), *Parer aux risques de demain : Le principe de précaution*, Paris, Seuil, 2001

BOURG (D.) et KAUFMANN (A.) (Dir.), *Risques technologiques et débat démocratique, Problèmes politiques et sociaux*, n°941, Paris, La Documentation française, 120 pages, 2001

BOY (D.), *Pourquoi avons-nous peur de la technologie ?*, Paris, Sc. Po., 2007.

BOURG, Dominique, *et al.*, « Comprendre et maîtriser les risques techniques et environnementaux : aller au-delà du risque ? », in *Vertigo : la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 12, n°1, 2012, <http://vertigo.revues.org/12152>

CHATEAURAYNAUD, F, *et al.*, "Aux Frontières De La Sécurité Sanitaire. Les Controverses Métrologiques Sur Les Faibles Doses Et Les Perturbateurs Endocriniens.", in *Nat. Sci. Soc.*, 21, n° 3, 2013, pp. 271-81.

CHATEAURAYNAUD (F.) et TORNAY (D.), *Les sombres précurseurs. Une sociologie pragmatique de l'alerte et du risque*, Paris, Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, 1999.

DUPUY (J.-P.), *Pour un catastrophisme éclairé*, Paris, Seuil, 2002.

GIDDENS (A.), *The Consequences of Modernity*, Cambridge, Polity Press/Blackwell, 1990.

GILBERT (C.) (Dir.), *Risques collectifs et situations de crise. Apports de la recherche en sciences humaines et sociales*, Paris, L'Harmattan, 2002.

GODARD, Olivier. « De l'usage du principe de précaution en univers controversé », *Futuribles* (Paris), (1999-02/03), n°239/240, p.37-60.

GODARD (O.), HENRY (C.) et LAGADEC (P.), *Traité des nouveaux risques*, Paris, Gallimard, 2002.

GODARD (O.) (éd.) *Le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines*, Editions de la Maison des sciences de l'homme, Paris, INRA, 1997.

KERMISCH (C.), *Les paradigmes de la perception du risque*, Paris, Lavoisier, 2010.

LASH (S.), SZERSZYNSKI (B.), and WYNNE (B.), *Risk, Environment and Modernity: Towards a New Ecology*, London, Thousand Oaks California, SAGE Publications, 1996.

MOATTI JP., « Incertitudes scientifiques et gestion des risques pour la santé : l'exemple des toxiques cancérogènes » In Dourlens C., Galland J-P., Theys J., Vidal-Naquet P-A. (dir.), *Conquête de la sécurité, gestion des risques*, éditions L'Harmattan, Paris, pp.197-240, 1991.

PERETTI-WATEL (P.), *Sociologie du risque*, Paris, Armand Colin, 2000.

PERETTI-WATEL P., « La culture du risque, ses marqueurs sociaux et ses paradoxes : une exploration empirique », *Revue économique*, 56 (2), pp.371-392, 2005.

PERETTI-WATEL, Patrick, « Société assurantielle, société du risque, ou culture du risque », in *Risques : les cahiers de l'assurance*, Paris, n°67, 2007, p. 81-85,
[https://www.ffsa.fr/webffsa/risques.nsf/b724c3eb326a8defc12572290050915b/1aa614ccfd4823bc125723d004c740f/\\$FILE/Risques_067_0020.htm](https://www.ffsa.fr/webffsa/risques.nsf/b724c3eb326a8defc12572290050915b/1aa614ccfd4823bc125723d004c740f/$FILE/Risques_067_0020.htm)

RECORD, *Evaluation et acceptabilité des risques environnementaux. Méthode d'évaluation, analyse comparative ; étude sociologique de représentation des risques, synthèse bibliographique*, 2006, 228 p.

NOIVILLE (Ch.), *Du bon gouvernement des risques*, Paris, Puf, 2004.

JONAS (H.), *Le principe responsabilité, une éthique pour la civilisation technologique*, Paris, Éditions du Cerf, 1990.

WHITESIDE (K.), *Precautionary Politics: Principle and Practice in Confronting Environmental Risk*, MIT Press, 2006.

PERTURBATEURS ENDOCRINIENS

BARBIER, G., *Perturbateurs endocriniens, le temps de la précaution*, rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Juillet 2011, <http://www.senat.fr/rap/r10-765/r10-765.html>.

BELLANGER, Martine, *et al.*, "Neurobehavioral deficits, diseases, and associated cost of exposure to endocrine-disrupting chemicals in the European Union", in *The Journal of Clinical Endocrinology And Metabolism (JCEM)*, vol. 100, issue 4, Mars 2015.

COLBORN, Theo, *et al.*, *Our stolen future: are we threatening our fertility, intelligence and survival ? A scientific detective story*, Dutton, 1996.

JOBERT Marine et VEILLERETTE François, *Perturbateurs endocriniens : la menace invisible*, Buchet Chastel, Paris, 2015

HAYES, T.B., *et al.*, 2006. Pesticides mixtures, endocrine disruption, and amphibian declines : are we underestimating the impact ?, *in Environmental Health Perspectives*, 114, suppl. 1, pp. 40-50

FREDERICK, P. & JAYASENA, N., 2010, Altered pairing behavior and reproductive success in white ibises exposed to environmentally relevant concentrations of methylmercury. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*.

PESTICIDES

Rapport de l'OPEST, Pesticides et santé, 2010, <http://www.assemblee-nationale.fr/13/pdf/rap-off/i2463.pdf>.

ANSES, « Evaluation des risques liés aux résidus de pesticides dans l'eau de distribution : contribution à l'exposition alimentaire totale », Septembre 2013, <https://www.anses.fr/fr/documents/GRP-Ra-PesticidesEau.pdf>

TRICLOSAN

Environnement Canada, Rapport d'évaluation préliminaire pour triclosan, Mars 2012,

<http://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=Fr&n=6EF68BEC-1>

SCCS (2010). Opinion on Triclosan Antimicrobial Resistance.

National Toxicology Program, Juillet 2008,

https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/chem_background/exsumpdf/triclosan_508.pdf

INERIS, « Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Triclosan », 2015, [file:///C:/Users/ZR5233/Downloads/triclosan%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/ZR5233/Downloads/triclosan%20(6).pdf)

PCF

http://documentation.ehesp.fr/memoires/2005/ase_igs/8_risques_PFOS.pdf

ANSES, « Campagne nationale d'occurrence des composés alkyls perfluorés dans les eaux destinées à la consommation humaine »,

<http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/rap0511.pdf>

EPA, « Emerging contaminants : Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) and Perfluorooctanoic Acid (PFOA) », Mars 2014,

http://www2.epa.gov/sites/production/files/2014-04/documents/factsheet_contaminant_pfos_pfoa_march2014.pdf

ANSES, Avis du 13 Mars 2009 relatif aux risques potentiels pour la santé humaine liés à la présence résiduelle de PFOA dans les revêtements antiadhésifs des ustensiles de cuisson des aliments, <https://www.anses.fr/sites/default/files/documents/MCDA2007sa0391.pdf>

PHTALATES

Mémoire « Projet PERSAN : les phtalates », EHESS, 2010,

http://documentation.ehesp.fr/memoires/2010/persan_igs/phtalates.pdf

PCB

INERIS, « Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Les polychlorobiphényles », 2012, [file:///C:/Users/ZR5233/Downloads/PCB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ZR5233/Downloads/PCB%20(1).pdf)

ALKYLPHENOLS

INERIS, Etude de l'analyse des alkylphénols, 2005, <http://www.ineris.fr/centredoc/alkylsphenols.pdf>

BPA

ROCHESTER, R. Johanna, BOLDE, L. Ashley, "Bisphenol F and S: a systematic review and comparison of the hormonal activity of Bisphenol A substitutes, *in* Environmental Health Perspectives, 16 Mars 2015, <http://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/advpub/2015/3/ehp.1408989.acco.pdf>

ANSES, *Effets sanitaires du bisphénol A et Connaissances relatives aux usages du bisphénol A*, rapports de l'ANSES, 2011, <https://www.anses.fr/Documents/CHIM-Ra-BisphenolA.pdf>

ANNEXE 1 – Les entretiens réalisés en 2013

N° entretien	Organismes
E1	SEPANSO GIRONDE
E2	UNIL – Faculté des géosciences et de l’environnement
E3	TechniCités
E4	ADEAG
E5	Université Paris-Sud – Faculté de pharmacie
E6	INERIS
E7	C2D (Conseil de DD) de Bordeaux Métropole
E8	MEDDE
E9	EPOC – LPTC, université de Bordeaux
E10	ONEMA
E11	SUEZ Direction Technique et Scientifique-Bordeaux
E12	MEDDE
E13	Bordeaux Métropole, Direction de l’Eau
E14	Maison de l’Eau, Bordeaux
E15	GRAIE
E16	ADERMC
E17	ADEAG
E18	Mairie De Bassens (33)
E19	CIRSEE

ANNEXE 2 - GUIDE D'ENTRETIEN

Questions générales

- 1) Etat des lieux de la problématique :
→ état de la recherche ajd et historique de la recherche
- 2) Intérêt pour la problématique
→ quand l'intérêt pour la problématique a émergé ?
→ pourquoi ?
- 3) Enjeux à venir
→ enjeux du développement de la connaissance
→ challenges
→ qu'est-ce qui vous manque pour agir ?
- 4) Connaissance des usagers
→ quelle est la demande sociétale et comment est-elle exprimée ?
- 5) Angle d'approche
→ est-ce que l'angle de la santé publique est abordé ?
- 6) La question des MP est-elle une question de réglementation, de coût du service, de choix et de priorité d'actions, de changements de comportement, de solutions techniques à développer ou de courage politique ?

Questions spécifiques

1. Professionnels de l'eau

- Etat des lieux de la problématique, que sait-on aujourd'hui, état de la recherche et historique, des technos ? et les sujets à venir, les enjeux de développement de connaissances dans les métiers de l'eau/ass dans les années à venir ? plutôt sur le sujet de la caractérisation, du suivi, de l'impact, des solutions de réduction, traitement, ... Sujet prégnant ou derrière d'autres sujets bien plus « brûlants » aujourd'hui ?
- Etat des lieux de la réglementation dans les métiers, évolution à venir ? quels sont les prochains challenges auxquels il va falloir faire face ? Pouvoirs publics évoluent ils ? quels sont les blocages, les leviers ?
- Quelle connaissance des Usagers, des territoires de ces questions ? sujet préoccupant ? Quelle est la demande sociétale et comment elle est exprimée ? question de financement, de choix et de priorité d'actions, de technicité à développer ou de courage politique ?
- Comment cela est-il intégré dans les politiques publiques ? au régional comme au national ?
- Angle de la santé publique est-il abordé ? ou on est uniquement sur la santé environnementale ?
- Pour vous : les micropolluants c'est une question de réglementation, de cout du service, de choix et de priorité d'actions, de changements de comportements, de solutions techniques à développer ou de courage politique ?

2. Elus

- Quelle est votre connaissance ? elle vient d'où ? estimez-vous en avoir assez ? qui travaille sur ça ? qui vous informe ? sujet préoccupant pour vous ? comment il interagit sur votre mission de service public ?
- Quelle connaissance des Usagers, des territoires de ces questions ? préoccupations ?
- Quelle est la demande sociétale et comment elle est exprimée ?
- Que vous manque-t-il pour agir ?
- Quels acteurs sont à associer ?
- Quelles solutions pour vous ?
- Pour vous : les micropolluants c'est une question de réglementation,, de financement, de choix et de priorité d'actions, de changements de comportements, de solutions techniques à développer ou de courage politique ?
- Comment cela est- il intégré dans les politiques publiques ? au régional comme au national ?
- Angle de la santé publique est-il abordé ? ou on est uniquement sur la santé environnementale ?

3. Communication

- Comment est abordé ce problème, par quel angle, santé environnementale, santé publique... ?
- Quelle est la connaissance du grand public ? Ils en sont très loin, et on est plutôt à leur expliquer le petit cycle... ?
- Difficile de parler de ce sujet ou non ? Besoins particuliers dans votre mission ?
- Sujet de société ou très en avance pour vous ?

