

Photos de couverture
Épandage de produits phytosanitaires:(copyright Agroscope Changins)

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCTION | 3 |
| 1.1 MISSION DU SECOE | 3 |
| 1.2 GÉNÉRALITÉS SUR LES MICROPOLLUANTS ET BASES LÉGALES | 3 |
| 1.3 LA PROBLÉMATIQUE MICROPOLLUANTS | 3 |
| 2. PESTICIDES | 4 |
| 2.1 BREFS RAPPELS | 4 |
| 2.2 SITUATION DANS LE CANTON DE GENÈVE | 4 |
| 2.3 ORIGINES DES PESTICIDES | 6 |
| 2.4 PERSPECTIVES ET SOLUTIONS | 8 |
| 3. AUTRES MICROPOLLUANTS | 9 |
| 3.1 MÉDICAMENTS, TRIAZOLES ET EDTA..... | 9 |
| 3.2 AUTRES SUBSTANCES | 9 |
| 3.3 HYPOTHÈSES DE CONTAMINATIONS SUR LE RESTE DU CANTON | 11 |
| 4. ETAT DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES (STEP) | 11 |
| 4.1 INTRODUCTION..... | 11 |
| 4.2 LA PROPOSITION DE MODIFICATION DE L'ORDONNANCE SUR L'EAU | 12 |
| 4.3 DONNÉES DISPONIBLES SUR LE CANTON DE GENÈVE..... | 12 |
| 5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES | 13 |
| 6. BIBLIOGRAPHIE | 14 |
| 7. ANNEXE | 16 |

1. Introduction

1.1 Mission du SECOE

Dans le cadre de sa mission, le service de l'écologie de l'eau (SECOE) effectue un contrôle et un suivi de la qualité des eaux de surface du canton de Genève. Sur la base de ces observations, il établit un diagnostic de l'état des cours d'eau par référence aux objectifs et exigences légales (OEaux, 1998)[1]. Il tente d'établir l'origine des pollutions observées et propose des mesures d'assainissement.

Le but de ce document est de présenter un état des lieux de la présence de micropolluants dans les eaux de surface du canton. Les analyses effectuées permettent d'une part de déterminer les sources de pollutions mais également de mieux cerner la problématique dans son ensemble.

1.2 Généralités sur les micropolluants et bases légales

L'expression "micropolluant organique" est générique et décrit tous les composés carbonés issus de l'activité humaine et se retrouvant dans le milieu naturel à des concentrations de l'ordre du microgramme par litre ($\mu\text{g/l}$) ou du nanogramme par litre (ng/l) [2]. Ces composés sont ici regroupés par famille selon leur usage le plus courant. Ainsi, le terme micropolluant organique regroupe aussi bien des pesticides que des résidus médicamenteux ou des produits cosmétiques.

L'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) fixe une exigence à 100 ng/l par substance pour les pesticides organiques dans les eaux de surface. Cette limite a été fixée arbitrairement en ne tenant pas compte des différences d'écotoxicité des différents composés. Elle ne permet donc pas de garantir le bon état des cours d'eau pour la vie s'y trouvant ni d'évaluer le risque pour celle-ci [3].

On différencie les micropolluants organiques, contenant principalement du carbone et de l'hydrogène, des micropolluants inorganiques (métaux). Le terme micropolluant inorganique se rapporte habituellement à la pollution par les métaux lourds dont font partie les éléments comme le chrome, nickel, cuivre, zinc, cadmium, plomb et mercure pour lesquels l'OEaux fixe des exigences [4][5]. Ces éléments ne sont pas l'objet de ce document qui se concentre sur les micropolluants organiques.

1.3 La problématique micropolluants

Un sondage publié par la CIPEL fin 2009 met en évidence que la problématique des micropolluants inquiète de plus en plus la population. Elle se soucie de la qualité de son environnement, mais aussi de celle de l'eau potable, fortement affectée par l'activité humaine [6].

Ces dernières années ont vu se développer des techniques analytiques permettant de détecter toujours plus de substances à des concentrations de plus en plus faibles. Ces techniques ont permis de mettre en évidence de nombreuses molécules issues de l'activité humaine en général, que ce soit l'agriculture, les industries, le trafic routier ou encore la consommation par le grand public de produits divers et variés tels que cosmétiques, produits d'entretien, filtres UV ou médicaments. Tous ces produits contiennent au minimum un principe actif additionné d'adjuvants rendant le produit efficace et attractif. Ces composés se retrouvent dans l'environnement aquatique suivant trois voies principales : le ruissellement de l'eau de pluie sur des surfaces agricoles ou urbaines, les rejets des industries et le réseau d'eau usées transitant par des stations d'épuration (STEP) épurant une partie seulement de la pollution apportée [7]. Même s'ils sont rares, les accidents ne doivent pas être négligés car ils peuvent apporter une pollution de forte intensité induisant un effet toxique aigu sur la vie aquatique. Ces rejets finissent selon les cas dans un cours d'eau, dans le lac ou dans des eaux souterraines. Le compartiment où le rejet se déverse a son importance car il opère un effet de dilution rendant le rejet plus ou moins nocif (selon la concentration du rejet et la capacité de dilution du récepteur). Néanmoins, la dilution ne fait que masquer les problèmes, notamment dans le cas de polluants persistants qui ont tendance à s'accumuler dans les sédiments et remontent la chaîne alimentaire jusqu'au sommet, posant un problème de toxicité chronique [8].

Concernant la toxicité de ces substances, les données sont très hétérogènes. Certaines molécules sont bien documentées, d'autres beaucoup moins, voire pas du tout, ce qui complique l'interprétation des résultats d'analyses en terme d'impact sur l'environnement. Ces données concernent majoritairement la toxicité aiguë, la toxicité chronique étant bien plus délicate à mettre en évidence. De plus, les données toxicologiques et éco-toxicologiques ne sont fournies que pour les molécules pures et ne tiennent pas compte de l'effet synergique que l'on peut retrouver dans l'environnement. Les données de toxicité sont donc très incomplètes et délicates à mettre en relation avec les concentrations mesurées dans l'eau [5].

Comme signalé précédemment, les micropolluants sont très nombreux, de nature très diverse et leur liste s'allonge de jour en jour. À ceci s'ajoute la problématique concernant les métabolites et produits de dégradation de ces substances. En effet, la plupart des molécules peuvent être dégradées dans l'environnement, que ce soit par des organismes (métabolisation) ou par voies physico-chimiques et ceci de manière plus ou moins rapide. Certains de ces métabolites et produits de dégradation sont connus pour être plus nocifs ou plus persistants que la molécule mère. On peut citer à titre d'exemple le 2,6-dichlorobenzamide, métabolite plus stable et persistant que sa molécule mère l'herbicide dichlobénil [9]. Néanmoins, pour un grand nombre de molécules, les produits de dégradation et métabolites possibles sont mal connus et leur étude constituera un enjeu majeur dans les années à venir. À ce titre, la récente prise de conscience des autorités fédérales a permis la mise en projet d'une révision de l'OEaux portant sur l'élimination des micropolluants dans les principales stations d'épuration suisses. De nombreuses études sont actuellement en cours afin de déterminer les moyens à mettre en œuvre pour répondre aux futures exigences [10].

Pour conclure, les micropolluants sont potentiellement problématiques pour l'homme et l'environnement de part leur complexité et leur utilisation souvent incontournable. Il est donc nécessaire de tout mettre en œuvre pour être capable de mesurer ces molécules dans l'eau afin de permettre une détection précoce des effets sur l'environnement et suivre l'évolution de la qualité des cours d'eau. Parallèlement, le développement de tests éco-toxicologiques spécifiques permettrait de déterminer plus précisément les effets des micropolluants sur les organismes aquatiques.

2. Pesticides

2.1 Brefs rappels

Sont appelés pesticides ou produits phytosanitaires tous les produits naturels ou de synthèse utilisés pour lutter contre des organismes nuisibles. Le terme est composé du mot anglais *pest* «insecte ou plante nuisible» et du suffixe latin *-cide* «tuer». Ils sont ici classés selon leur domaine d'activité : les herbicides pour lutter contre les plantes indésirables, les insecticides contre les insectes et les fongicides contre les champignons. La plupart des produits utilisés à l'heure actuelle sont issus de la synthèse chimique mais il existe des produits naturels à base de plantes utilisés notamment en agriculture biologique comme le pyrèthre, insecticide extrait de chrysanthèmes.

2.2 Situation dans le canton de Genève

Depuis 2004, le SECOE effectue un suivi de la qualité des cours d'eau en terme de produits phytosanitaires. La figure 1 synthétise les résultats d'analyses de 2005 à 2010 qui permettent d'avoir une vision globale de la problématique dans le canton de Genève. La méthode de calcul des indices de qualité pesticides (développé par le SECOE) ainsi que la liste des substances analysées en 2010 sont présentées en annexe.

De manière générale, des produits phytosanitaires sont décelés dans tous les échantillons analysés. Même les points décrits comme de très bonne qualité contiennent des traces de ces produits. Ce constat permet de prendre la mesure de l'utilisation massive et surtout généralisée des pesticides. De plus, il est essentiel de rappeler que seules les molécules effectivement recherchées lors d'analyses sont décelées, et que par conséquent, les éventuelles pollutions par les substances non recherchées ne sont pas détectées.

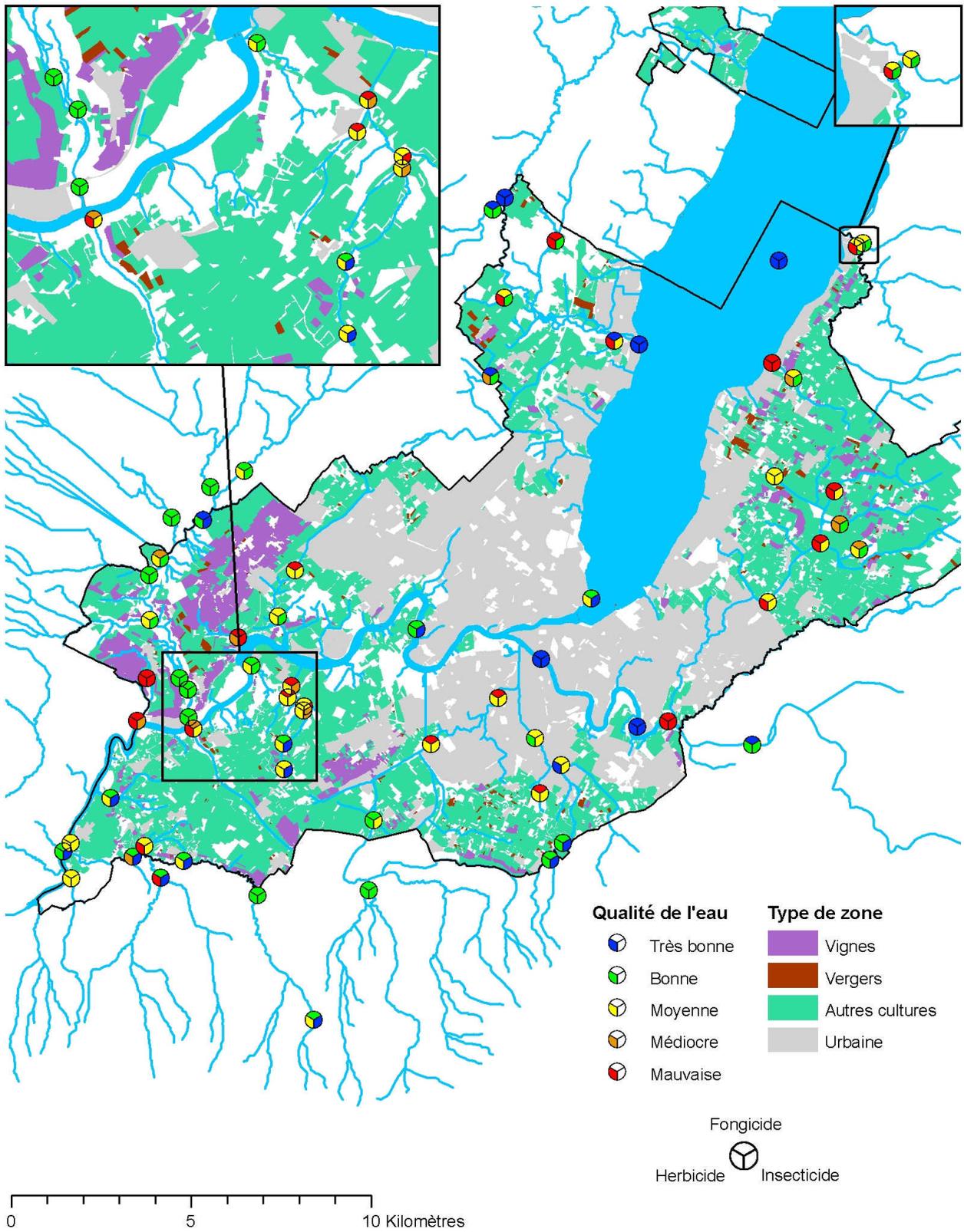


Figure 1 : Etat de la pollution par les produits phytosanitaires sur le canton de Genève

Il reste cependant certaines zones peu touchées par ces produits dont on peut distinguer deux grandes catégories : premièrement, les systèmes suffisamment volumineux pour diluer les différents apports comme le lac, le Rhône, l'Arve, l'Allondon et la Versoix ; deuxièmement, les têtes de bassins, bien épargnées car souvent moins influencées par l'activité humaine. Mis à part ces deux types de systèmes, la situation est préoccupante sur tout le reste du canton. La figure 2 illustre bien ce propos avec 50% des stations de qualité moyenne à mauvaise pour les fongicides, 63% pour les herbicides et 37% pour les insecticides sur un total de 68 stations échantillonnées. La relativement bonne situation pour les insecticides est à interpréter avec précaution car, lors des premières années de mesures (2005-2006), un nombre très restreint de molécules était suivi. Ces dernières années, la gamme s'est élargie mais reste toujours lacunaire par rapport aux autres familles. Par conséquent, la "qualité insecticide" présentée n'est peut-être pas complètement représentative de la réalité. De manière générale, les qualités présentées auraient plutôt tendance à être surestimées si l'on prend en compte que de nombreuses molécules ne sont pas analysées. La très bonne qualité de l'Arve par rapport aux pesticides est remarquable, la mauvaise qualité de la Seymaz n'influence pas celle de l'Arve tant le facteur de dilution est grand.

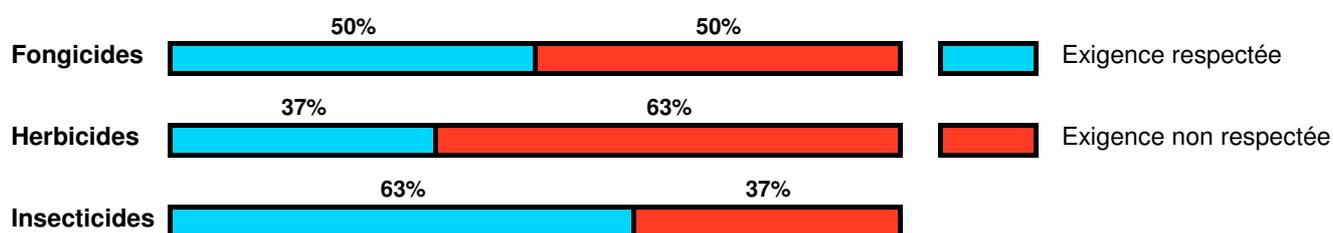


Figure 2 : Respect des exigences cantonales des points échantillonnés sur le canton de Genève
(Les exigences sont considérées comme respectées si la qualité de l'eau est bonne ou très bonne)

2.3 Origines des pesticides

Afin de caractériser les différentes sources possibles de pollution par les produits phytosanitaires, une analyse par combinaison des classes de qualité a été réalisée (figure 3). Quatre combinaisons ont été retenues comme étant suffisamment spécifiques à un certain type de source de pollution. Ces combinaisons sont établies selon un critère de dépassement de l'exigence qui considère que le dépassement intervient à partir de l'indice de qualité "moyen".

La première de ces combinaisons suppose que les trois paramètres fongicides, herbicides et insecticides indiquent une qualité bonne ou très bonne (pas de dépassement de l'exigence). Cette combinaison est typique de deux situations : soit le milieu est suffisamment volumineux pour diluer les apports (grands cours d'eaux et lac), soit il est peu influencé par l'activité humaine (têtes de bassins). Ces points représentent 32% des stations échantillonnées.

La deuxième comptabilise les stations où seule la "qualité herbicide" dépasse l'exigence. Cette catégorie est jugée représentative de l'influence des grandes cultures ou des milieux urbains où la grande majorité des produits phytosanitaires utilisés sont des herbicides. Concernant ces derniers, l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim) [11] interdit l'utilisation des herbicides sur les routes, les chemins et les places à leurs abords. Cette interdiction s'applique non seulement aux collectivités mais aussi aux propriétaires privés. D'après un récent communiqué de l'OFEV [12], les communes respectent majoritairement ces dispositions alors que la plupart des propriétaires de jardins privés ne semblent même pas en avoir connaissance. Cette catégorie représente 15% des stations échantillonnées.

La troisième catégorie combine une qualité dépassant l'exigence pour les herbicides et les fongicides et représente 16% des stations échantillonnées. Une telle combinaison est jugée typique des activités viticoles et arboricoles utilisant de grandes quantités de ces produits, mais moins d'insecticides.

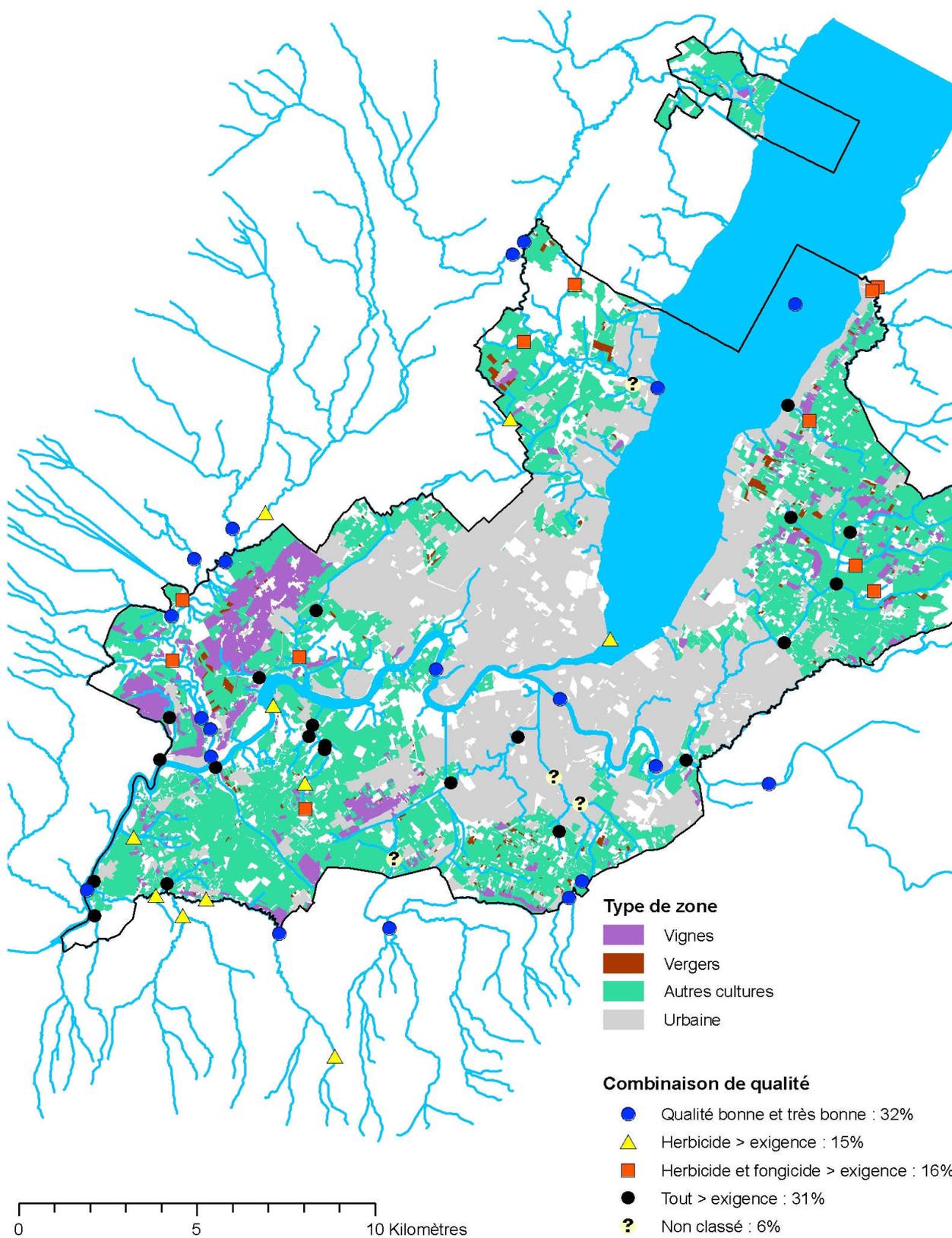


Figure 3 : Caractérisation des sources de pollution par combinaison de qualité des différents paramètres

Dans le cas où l'activité viticole ou arboricole est intense par rapport au volume du cours d'eau récepteur, la "qualité insecticide" dépasse également l'exigence, ce qui constitue la quatrième des combinaisons. Cette combinaison est donc représentative des activités intenses de viticulture et d'arboriculture mais caractérise aussi des influences multiples. Cette catégorie représente 31% des stations échantillonnées.

En résumé, 94% des stations entrent dans l'une de ces quatre catégories, ce qui laisse 4 stations atypiques par leurs combinaisons de qualité : la Drize à la station Grange-Collomb et le ruisseau des Marais à la station Bellavista dont les paramètres fongicide et insecticide dépassent l'exigence, l'Aire au pont de Certoux où seul le paramètre insecticide dépasse l'exigence et le Crève-Cœur à l'embouchure où les paramètres insecticide et herbicide dépassent l'exigence. Pour l'Aire et le Crève-Cœur, les insecticides sont d'origines inconnues et pour le Marais et la Drize, les fongicides proviennent de l'activité maraîchère hors-sol alors que les insecticides sont d'origines inconnues. Dans les 94% de stations caractérisées, seul un cas pose problème. Il s'agit du Merley en tête de bassin où deux stations très proches sont caractérisées différemment car l'indice de qualité fongicide est à la limite. Il est difficile de déterminer de manière sûre lequel des deux points caractérise le mieux la source, dans le cas présent il semble néanmoins qu'il s'agisse d'une majorité de grande culture avec quelques petites parcelles de vigne.

De manière générale, ces quatre combinaisons suffisent à caractériser la grande majorité des sources de produits phytosanitaires et semblent bien correspondre à ce que l'on peut attendre dans la plupart des cas. Ce constat donne un élément de validation à la méthode de calcul de l'indice de qualité pesticide développé par le SECOE (Annexe).

2.4 Perspectives et solutions

Ces dernières décennies ont été témoin de la prise de conscience généralisée des problèmes de pollutions par les micropolluants, engendrant de nombreuses mesures de régulation de l'utilisation des produits phytosanitaires [11][13]. Néanmoins, dans le contexte socio-économique actuel, l'utilisation de ces produits reste indispensable afin de garantir un volume de production agricole suffisant. Ainsi, l'enjeu de ces prochaines années consistera donc en l'utilisation de plus en plus raisonnée des produits phytosanitaires en terme de quantités et de toxicité. L'acceptation et le respect des nouvelles techniques, telles que l'installation de réservoirs de rinçage sur les pulvérisateurs ou leur remplissage et rinçage dans des lieux sécurisés, permettront de limiter les pollutions par ruissellement direct dans les cours d'eau. Des bandes herbeuses sont également en cours d'introduction dans les vignes de Dardagny. Ceci afin de lutter contre le phénomène d'érosion des sols entraînant de nombreuses substances dans le cours d'eau. Cette mesure est soutenue par la Confédération et l'Etat de Genève en vertu de l'article 62a de la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux)[14]. Cet article prévoit l'allocation d'indemnités par la Confédération *"pour les mesures prises par l'agriculture afin d'empêcher le ruissellement et le lessivage de substances"* dans le cadre d'un projet coordonné par le canton.

Du côté des utilisateurs privés et des collectivités, en particulier pour le jardinage et l'entretien des espaces verts et des voiries, l'interdiction d'utiliser des herbicides selon l'ORRChim doit être mieux respectée afin de limiter au maximum le ruissellement de ces substances sur les surfaces imperméabilisés. De plus en plus, les désherbants chimiques devront laisser place aux techniques traditionnelles plus respectueuses de l'environnement comme le sarclage et la fauche.

L'agriculture biologique est actuellement très en vogue et donne l'impression de s'imposer comme la solution à tous les problèmes. Qui dit "Bio" dit agriculture sans pesticides de synthèse mais pas sans pesticides. En effet, un certain nombre sont autorisés, comme la bouillie bordelaise (fongicide) ou le pyrèthre (insecticide). Du point de vue de l'écologie aquatique, le passage au bio constitue une nette amélioration puisque les herbicides y sont interdits et les insecticides se dégradent très rapidement à la lumière du soleil [15][16]. Il faudrait néanmoins porter une attention toute particulière au cuivre, utilisé comme fongicide, qui présente une forte toxicité pour certains organismes aquatiques [17] et qui à la particularité de se bio-accumuler.

Afin d'accroître la connaissance de la qualité des cours d'eau du bassin genevois, le service de l'écologie de l'eau ajoute chaque année un certain nombre de molécules et métabolites à la liste des produits qu'elle surveille.

3. *Autres micropolluants*

3.1 Médicaments, triazoles et EDTA

D'autres données sont disponibles sur le territoire genevois : l'EDTA et les triazoles, qui ont été analysés ponctuellement par le SECOE, mais aussi quelques informations sur des résidus médicamenteux mises à disposition par la CIPEL [18]. Ces résultats, bien que partiels, permettent d'établir un constat concernant la présence de certaines molécules et sont présentés à la figure 4.

Les résidus de médicaments sont un très bon indicateur de l'activité humaine de par les quantités de produits pharmaceutiques utilisées quotidiennement. Ces produits sont administrés par différentes voies (ingestion, externe...) et sont majoritairement excrétés par les urines avec un certain taux de métabolisation variant selon les médicaments et les individus [19]. Ce taux fait intervenir le rapport entre la quantité excrétée sans modification et la quantité absorbée. Pour les produits administrés par voie cutanée, une partie est également éliminée par la toilette quotidienne.

Dans tous les cas, ces produits sont évacués par le réseau d'eaux usées et transitent par des systèmes d'épuration actuellement assez peu performants pour éliminer un certain nombre de ces molécules qui finalement se retrouvent dans le milieu récepteur : les cours d'eau [10]. Sur le canton de Genève, l'arrivée principale de résidus médicamenteux dans l'environnement se fait par les stations d'épuration auxquelles sont raccordées des eaux domestiques mais aussi des hôpitaux et cliniques. A ces sources majeures, on peut ajouter les installations privées de type fosse septique. Dans d'autres cantons, les industries peuvent aussi être des sources majeures par les rejets d'eaux de procédés plus ou moins bien épurées [5][18].

Les triazoles, dont les deux représentants majeurs sont le benzotriazole et son dérivé méthylé le tolyltriazole, sont des inhibiteurs de corrosion massivement utilisés dans de nombreux produits comme les liquides antigels, les liquides de refroidissement, les fluides hydrauliques et de coupe de métaux ou les détergents pour vaisselle. Leur toxicité est très peu connue mais leur caractère de résistance à la biodégradation est avéré et les rend préoccupants. Diverses études démontrent que ces produits sont omniprésents dans les eaux de surface suisses [20].

L'EDTA (éthylène diamine tétraacétate) est un complexant de synthèse couramment utilisé comme adjuvant dans de nombreuses formulations : cosmétiques, détergents, produits phytosanitaires, solutions nutritives pour le maraîchage hors sol, agroalimentaires. Il trouve aussi d'autres applications directes dans certains procédés industriels ou en médecine. Il est de ce fait un excellent traceur de l'activité humaine que l'on retrouve potentiellement en grande quantité dans les eaux de surface raccordées à des stations d'épuration ou issues du ruissellement de terres agricoles [21]. Les stations échantillonnées sur le canton de Genève confirment bien cette situation, mis à part pour le Rhône qui, de par son volume, dilue suffisamment les différents apports. L'ordonnance sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires (OSEC) fixe à 5µg/l la valeur de tolérance pour l'EDTA dans l'eau potable [22].

3.2 Autres substances

De nombreuses autres substances sont également au centre des préoccupations, comme les PCB, les composés perfluorés, le triclosan, les hormones de synthèse, les alkylphénols et le bisphénol A.

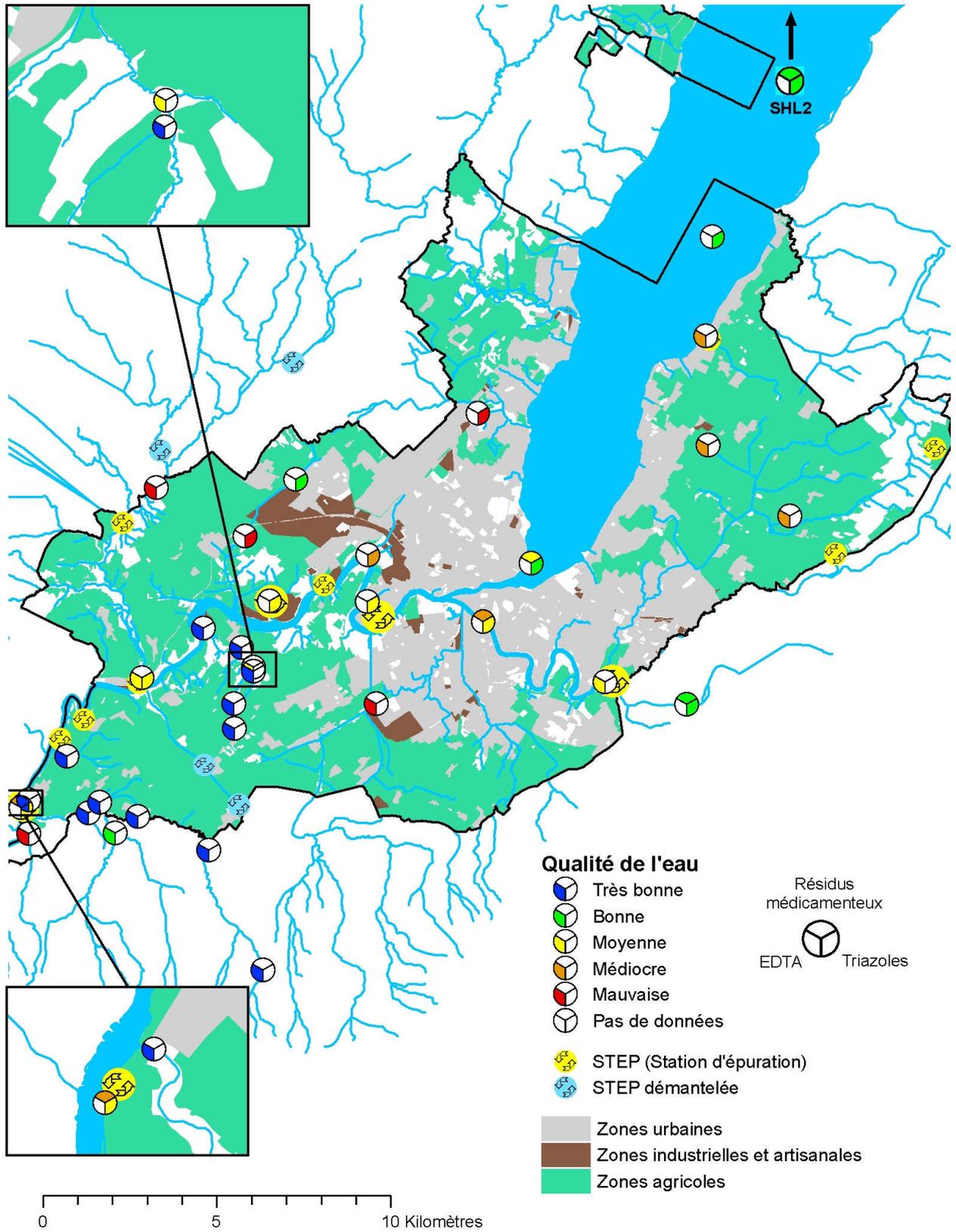


Figure 4 : Données disponibles concernant l'EDTA, les triazoles et les résidus médicamenteux

Les PCB ont été analysés sporadiquement en 2009 par le SECOE dans des sédiments du nant d'Avril ainsi que sur des capteurs passifs permettant une détection dans l'eau à des concentrations très faibles. Les analyses confirment que ce cours d'eau présente toujours un bruit de fond de PCB et ce même après le démantèlement des installations en contenant, suite à l'interdiction d'utilisation des PCB dans les années 80. Les PCB ont également été décelés dans des poissons lors d'une campagne en 2007-2008. Diverses espèces de poissons avaient été échantillonnées dans le Rhône, l'Arve, la Versoix, l'Allondon et le Léman. Pour le Rhône, la Versoix et l'Allondon, tous les poissons échantillonnés présentaient des concentrations inférieures ou égales à la valeur limite de 8 pg I-TEQ/g. Dans l'Arve, truites et chevaines sont en dessous de 8 pg I-TEQ/g mais les 4 barbeaux échantillonnés se trouvent entre 9-15 pg I-TEQ/g. Dans le Léman, seuls 6 des 24 ombles chevaliers prélevés dépassent la limite (entre 8 et 14 pg I-TEQ) les autres espèces sont en dessous de 4 pg I-TEQ/g.[23][24]

Concernant les composés perfluorés, aucune donnée n'est encore disponible sur le canton de Genève.

La CIPEL organise deux fois par an des campagnes d'analyses sur un grand nombre de substances comportant 4 stations sur le canton de Genève : le Rhône aux Pâquis et à Chancy ainsi que l'Arve à Étrembières et à la Jonction. Sur ces quatre stations, le triclosan (bactéricide) n'est que très peu présent et quantifié aux alentours de 15 ng/l ; les hormones de synthèse sont absentes (<1 ng/l), seul l'œstrone (hormone naturelle) a été quantifié une fois à 22 ng/l dans l'Arve à la Jonction. Néanmoins, concernant les nonylphénols et le bisphénol A, les concentrations varient fortement d'une station à l'autre et d'une campagne à la suivante pour pouvoir en tirer des conclusions. Les concentrations varient de <25 à 600 ng/l pour les nonylphénols et de 11 à 940 ng/l pour le bisphénol A. [18]

3.3 Hypothèses de contaminations sur le reste du canton

D'après les données exposées ci-dessus, la situation du canton de Genève face aux micropolluants ne semble pas atypique : dans la plupart des cas, les stations où l'on soupçonne un certain type de pollution sont effectivement touchées et il est raisonnable de penser que, sur la même base, les nombreux sites non évalués à ce jour répondront à la même logique. Néanmoins, la réciproque est beaucoup plus délicate, les stations que l'on pense peu impactées peuvent éventuellement l'être par des sources encore non identifiées. C'est dans ce cas de figure que réside l'importance des campagnes de prélèvements et d'analyses du SECOE.

4. Etat des stations de traitement des eaux usées (STEP)

4.1 Introduction

Les STEP sont des points d'entrée importants des micropolluants dans le milieu naturel. En effet, par les STEP transite la majeure partie des produits consommés par la population raccordée, que ce soit des médicaments non métabolisés et excrétés par voie urinaire ou des nombreux produits cosmétiques rincés lors de la douche quotidienne [10].

Les STEP sont donc des points stratégiques de suivi des micropolluants en entrée et en sortie :

- L'entrée renseigne sur les habitudes et les quantités de produits consommés par la population, mais aussi sur la qualité de l'eau qui passe directement au milieu naturel par les déversements extraordinaires lors des événements pluvieux de forte intensité.
- La sortie nous renseigne sur la qualité de l'eau se rejetant dans le milieu récepteur. Si l'on met en relation les concentrations en entrée et en sortie, on obtient un taux d'épuration molécule par molécule.

Le fonctionnement des STEP classiques étant basé sur la dégradation biologique de la matière organique, il faut s'attendre à ce que des molécules connues pour être peu biodégradables ne soient pas ou peu épurées. Les molécules plutôt hydrophiles seront retrouvées en sortie de STEP en concentration plus ou moins identique qu'à l'entrée. Au contraire, les molécules hydrophobes auront

tendance à rester fixées aux boues d'épuration et, bien que non dégradées, on observera une bonne épuration de ces molécules [10].

4.2 La proposition de modification de l'ordonnance sur l'eau

L'éventualité de pouvoir réduire cette pollution à la source est difficile, voire impossible à mettre en œuvre tant ces produits sont passés dans l'usage courant et sont, pour certains, d'une grande utilité sanitaire. Dès lors, il apparaît que la mise à jour des capacités d'épuration des STEP en leur apportant de nouvelles unités de traitement spécifiques aux micropolluants représente une alternative pragmatique.

Dans le cadre du projet "Stratégie micropol", l'OFEV a proposé en novembre 2009 une modification de l'ordonnance sur la protection des eaux ayant pour finalité l'équipement d'une centaine de STEP sur les 700 que compte la Suisse, ce qui permettra de réduire d'environ 50% l'apport des substances visées dans les milieux aquatiques. L'objectif est de remédier aux effets nocifs présumés des micropolluants sur les écosystèmes (principe de précaution) et de protéger les eaux exploitées pour alimenter le réseau d'eau potable [7].

La mise en application de cette modification devrait avoir lieu dans les années à venir et impliquera, pour les laboratoires de contrôle des STEP, d'être capables de mesurer les cinq substances indicatrices proposés par l'OFEV : trois médicaments (carbamazépine, diclofénac, sulfaméthoxazole), un anticorrosif (benzotriazole) et un herbicide (mecoprop). Les analyses seront à réaliser à la fois dans les eaux usées brutes (entrée de STEP) et dans les eaux épurées (sortie de STEP) afin de vérifier que le taux d'épuration de 80% minimum est bien respecté.

L'installation de ces unités supplémentaires de traitement destinées à épurer les micropolluants est très onéreuse et n'est pas "rentable" sur les petites installations. Les installations ciblées sont donc celles de plus de 100 000 EH (équivalents habitants) et celles entre 10 000 et 100 000 EH qui se déversent dans des cours d'eaux à faible débit ou revêtant de l'importance pour l'approvisionnement en eau potable. Pour le canton de Genève, les STEP d'Aïre et du Bois-de-Bay seront directement concernées avec leurs capacités respectives de 600 000 et 130 000 EH. La seule STEP entre 10 000 et 100 000 EH est celle de Villette avec une capacité de 50 000 EH. Celle-ci sera peut-être également concernée car elle se rejette dans l'Arve qui alimente la nappe du genevois, laquelle est exploitée pour la production d'eau potable.

4.3 Données disponibles sur le canton de Genève

Actuellement, très peu de données sur les micropolluants sont disponibles concernant les eaux en entrée des STEP genevoises. Les services industriels de Genève (SIG), gérant l'épuration des eaux sur le canton, ont mandaté une campagne d'analyses sur les eaux de la STEP d'Aïre en 2010. Les résultats concordent avec ceux des autres études menées en Suisse. Ils mettent en évidence la présence de nombreuses substances massivement utilisées (paracétamol, metformin, contrastes rayons X, diethylhexylphtalate...). Il est également possible de se référer à d'autres études suisses, comme le projet de traitement des micropolluants dans les eaux usées de la STEP de Vidy dans le canton de Vaud [10] et les essais pilote réalisés sur la STEP de Regensdorf dans le canton de Zurich [25].

Concernant les eaux rejetées, des données ont été collectées dans le cadre de la CIPEL en 2005 sur les STEP de Villette, Aïre et du Nant d'Avril (aujourd'hui remplacée par la STEP du Bois-de-Bay) ainsi que sur les STEP industrielles et semi-industrielles de Firmenich et Givaudan. L'EDTA, les médicaments, les alkylphénols et les pesticides avaient été analysés. Les valeurs mesurées sont comparables à celles d'autres STEP durant la même campagne (Nyon et Vidy) avec néanmoins une très grande variabilité temporelle tant dans les quantités que dans les produits mesurés [18].

Pour les pesticides, on mesure majoritairement des herbicides à des concentrations pouvant dépasser le microgramme par litre. Ces pics sont ponctuels et concernent divers produits provenant

certainement du rinçage des pulvérisateurs dans les éviers. La dynamique des pesticides dans les eaux de STEP est donc fortement influencée par les saisons.

La somme des résidus de médicaments et des perturbateurs endocriniens est respectivement de 19 et 40 µg/l pour les STEP d'Aïre et de Villette, dont environ 80% à la seule charge des produits de contraste rayons X. On trouve ensuite divers autres médicaments (analgésiques, antiépileptiques, antibiotiques...) à des concentrations variables jusqu'à environ 0,5 µg/l par substance. La très forte charge en produits de contraste rayons X se répercute même sur les milieux récepteurs de grande envergure comme le Rhône ou l'Arve.

En 2005, la problématique des triazoles n'était pas encore identifiée et ces composés n'ont pas été analysés lors de cette campagne. Il est néanmoins raisonnable de penser qu'ils sont présents à des concentrations importantes étant donné leur utilisation intensive et au regard des résultats obtenus sur la STEP de Vidy dans le canton de Vaud (≈ 5 µg/l).

L'EDTA est aussi très présent avec des concentrations mesurées entre 65 et 105 µg/l dans les eaux de sortie des STEP genevoises. Encore une fois, ce constat n'a rien de surprenant étant donné l'utilisation courante de ce produit dans les lessives et les cosmétiques. Pour comparaison, l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires (OSEC) fixe à 5µg/l la valeur de tolérance pour l'EDTA dans l'eau potable.

5. Conclusion et perspectives

Les micropolluants sont omniprésents dans notre environnement. Les sources sont nombreuses et diverses mais néanmoins aisément identifiables pour peu que des méthodes analytiques soient disponibles. Les connaissances sur le canton de Genève restent lacunaires en raison de la focalisation des efforts sur les pesticides ces dernières années.

La problématique des pesticides est relativement bien connue et la situation peut être décrite comme préoccupante pour un grand nombre de cours d'eau. Le suivi doit donc se poursuivre dans le sens d'une adaptation continue par rapport aux nouvelles molécules mises sur le marché suisse, mais aussi en s'intéressant de plus près aux métabolites potentiellement nocifs. Cette adaptation constante permettra le suivi de l'évolution des pratiques agricoles et urbaines et la détection toujours plus efficace des pollutions. Parallèlement, le développement de projets en lien avec l'article 62a de l'OEaux, comme celui initié en 2007 sur le domaine de Dardagny et le ruisseau des Charmilles, permettra à terme de mieux maîtriser les apports à la source par une prise de conscience de la part des agriculteurs utilisateurs de pesticides.

Par ailleurs, l'état des connaissances des cours d'eau et du Petit-Lac (Léman) face aux autres micropolluants comme les médicaments et les cosmétiques est très incomplet, bien que les premières analyses réalisées en 2005 montrent de fortes similitudes avec les observations dans d'autres cantons suisses. La priorité des années à venir résidera donc dans la mise en place d'un suivi tant sur les cours d'eau eux-mêmes qu'au niveau des sources de pollution que sont les rejets des stations d'épuration. Dans cette optique, la proposition de modification de l'ordonnance sur la protection des eaux concernant l'épuration des micropolluants dans les STEP nécessitera ce suivi.

De plus, les données actuelles ne sont que des valeurs de concentrations dans l'eau et ne rendent pas compte de l'effet toxique de ces substances sur les organismes aquatiques. Concernant cette problématique, beaucoup de chemin reste à parcourir notamment pour l'évaluation éco-toxicologique approfondie des substances, des mélanges de substances ou encore pour le développement de tests éco-toxicologiques in situ.

Finalement, afin d'être plus à même de diagnostiquer les éventuels problèmes et établir les solutions adéquates liés à la problématique des molécules de synthèse introduites dans l'environnement par l'homme, le Service de l'écologie de l'eau doit étendre son champ d'expertise, actuellement focalisé sur les pesticides.

6. Bibliographie

- [1] **Conseil fédéral suisse**, RS 814.201, *Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux)*.
- [2] **Chèvre N.**, *Les micropolluants dans les eaux: quel risque pour l'homme et l'environnement?*, Bulletin de l'ARPEA 233, 2007, 8-11
- [3] **Chèvre N.**, *Risikobeurteilung von Pestiziden in Schweizer Oberflächengewässern*, Gas Wasser Abwasser 12, 2003, 906–917.
- [4] **Service de l'écologie de l'eau**, *Lexique micropolluants* [en ligne], 2010, disponible sur : <<http://etat.geneve.ch/dt>>. (Consulté le 04.02.11)
- [5] **Chèvre N.**, *Micropolluants dans l'environnement aquatique, état de la recherche*, Gas Wasser Abwasser 9, 2007, 679-687.
- [6] **CIPEL**, *Résultat du sondage internet grand public* [en ligne], décembre 2009, disponible sur : <<http://www.cipel.org>>. (Consulté le 04.02.11).
- [7] **OFEV**, *Déversement de substances organiques en traces dans les eaux. Rapport explicatif relatif à la modification de l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux)* [en ligne], 18 novembre 2009, disponible sur : <<http://www.news.admin.ch>>. (Consulté le 04.02.11)
- [8] **OMS, INFOSAN**, *Surveillance biologique des polluants organiques persistants (POP)* [en ligne], 13 avril 2007, disponible sur : <http://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_02_POPs_Apr07_fr.pdf>. (Consulté le 05.07.11)
- [9] **William M. Alley**, *Regional ground-water quality*, p.374, ISBN: 978-0-471-28453-6.
- [10] **Service des eaux, sols et assainissement du canton de Vaud**, *Traitements des micropolluants dans les eaux usées. Rapport final sur les essais pilotes à la STEP de Vidy* [en ligne], Janvier 2011, disponible sur : <<http://www.lausanne.ch/DataDir/LinkedDocsObjDir/20133.pdf>> (Consulté le 11.03.11).
- [11] **Conseil fédéral suisse**, RS 814.81, *Ordonnance du 18 mai 2005 sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim)*.
- [12] **OFEV**, *Herbicides, les propriétaires de jardins privés ignorent fréquemment la loi* [en ligne], 22 octobre 2010, disponible sur : <http://www.sanu.ch/files/angebot/pdf/GM_Herbicides_Communique.pdf> (Consulté le 05.07.11).
- [13] **Conseil fédéral suisse**, RS 916.161, *Ordonnance du 12 mai 2010 sur les produits phytosanitaires (OPPh)*.
- [14] **Assemblée fédérale de la Confédération Suisse**, *Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux)*, 24 janvier 1991.
- [15] **Amrith et al.** *Environmental fate of pyrethrins* [en ligne], 2005, disponible sur : <http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/pyrethrin_efate2.pdf> (consulté le 05.07.11)
- [16] **Finlayson et al.** *Chemical Residues in Surface and Ground Waters Following Rotenone Application to California Lakes and Streams*, American fisheries society, 2001, 37-53
- [17] **Cordonier, A.**, formes tératologiques de diatomées benthiques dans le Nant d'Avril, Genève 2005-2006. Rapport d'analyses. Etat de Genève, Département de l'intérieur, de l'agriculture et de l'environnement, Service de l'écologie de l'eau. P 2.

- [18] **CIPEL**, *Rapports scientifiques* [en ligne], disponible sur : <<http://www.cipel.org/>>. (Consulté le 04.02.11)
- [19] **Houda Filali, Farid Hakkou**, *la pharmacocinétique* [en ligne], faculté de médecine et de pharmacie de Casablanca, disponible sur : <<http://fmp-uh2c.ac.ma/fichiers/phar2.pdf>>, consulté le 06.07.11
- [20] **Walter et Al.** *Benzotriazole and tolyltriazole as aquatic contaminants. 1. Input and occurrence in rivers and lakes.* Environ. Sci. Technol., 2006, 40, 7186-7192
- [21] **Sillanpää M.** *Environmental fate of EDTA and DTPA.* Rev. Environ. Contam. Toxicol., 1997, 152:85-111
- [22] **Département fédéral de l'intérieur**, RS 817.021.23, *Ordonnance du 26 juin 1995 sur les substances étrangères et les composants (OSec).*
- [23] **Service de l'écologie de l'eau**, *PCB dans les poissons des cours d'eau genevois 2007-2008*, 2009.
- [24] **OFEV**, *Polychlorobiphényles (PCB) dans les eaux en Suisse, données concernant la contamination des poissons et des eaux par les PCB et dioxines : évaluation de la situation.* 2010
- [25] **EAWAG**, *Ozonung von gereinigtem Abwasser, Schlussbericht Pilotversuch Regensdorf* [en ligne], 16 juin 2009, disponible sur : <<http://www.eawag.ch/medien/bulletin/20090616/schlussbericht.pdf>>, consulté le 06.07.11

7. Annexe

Calcul de l'indice pesticides I_P

Les 78 pesticides organiques recherchés en 2010 figurent dans le tableau 2. Ils sont quantifiés au laboratoire de la protection des eaux du SECOE par chromatographie avec détection par spectrométrie de masse (GC-MS et LC-MS/MS). L'utilisation de détecteur MS donne une bonne garantie sur l'identité des molécules détectées.

Le laboratoire participe régulièrement avec succès à des analyses inter laboratoires sur ces produits et est accrédité selon les normes ISO 17025.

L'attribution des résultats d'une station à l'une des cinq classes d'appréciation est basée sur le calcul d'un indice de pollution par les pesticides I_P développé par le SECOE.

$$I_P = f_1 + f_2$$

$$f_1 = (N_D/N_T) + 2.(N_{50}/N_T) + 5.(N_{100}/N_T) + 10.(N_{500}/N_T) + 50.(N_{1000}/N_T)$$

$$f_2 = (N'_D/N) + 2.(N'_{50}/N) + 5.(N'_{100}/N) + 10.(N'_{500}/N) + 50.(N'_{1000}/N)$$

N_D = Nombre de composés détectés par campagne

N_{50} = Nombre de composés >50 ng/l par campagne

N_{100} = Nombre de composés >100 ng/l par campagne

N_{500} = Nombre de composés >500 ng/l par campagne

N_{1000} = Nombre de composés >1000 ng/l par campagne

N_T = Nombre total de composés recherchés sur l'année

N'_D = Nombre de composés détectés au moins une fois dans l'année

N'_{50} = Nombre de composés >50 ng/l au moins une fois dans l'année

N'_{100} = Nombre de composés >100 ng/l au moins une fois dans l'année

N'_{500} = Nombre de composés >500 ng/l au moins une fois dans l'année

N'_{1000} = Nombre de composés >1000 ng/l au moins une fois dans l'année

N = Nombre de composés recherchés par campagne

L'appréciation de la pollution par les micropolluants organiques est basée sur la grille du tableau 1 ci-dessous.

TABLEAU 1 : GRILLE D'APPRÉCIATION DE LA POLLUTION PAR LES PESTICIDES EN FONCTION DE L'INDICE I_P .

| Appréciation | I_P |
|--------------|---------|
| Très Bon | < 0,5 |
| Bon | 0,5 - 1 |
| Moyen | 1 - 2 |
| Médiocre | 2 - 3 |
| Mauvais | > 3 |

TABLEAU 2 : LISTE DES 78 PESTICIDES ORGANIQUES RECHERCHÉS EN 2010

| Produit phytosanitaire | Application | Produit phytosanitaire | Application |
|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|
| Brompropylat | Acaricide | Isoproturon | Herbicide |
| Endosulfane alpha | Acaricide | Linuron | Herbicide |
| Endosulfane beta | Acaricide | Metamitron | Herbicide |
| Azoxystrobine | Fongicide | Methabenzthiazuron | Herbicide |
| Boscalid | Fongicide | Methoxuron | Herbicide |
| Carbendazim | Fongicide | Metobromuron | Herbicide |
| Cyproconazol | Fongicide | Metolachlor | Herbicide |
| Cyprodinil | Fongicide | Metribuzine | Herbicide |
| Difenoconazol | Fongicide | Monolinuron | Herbicide |
| Dimethomorph | Fongicide | Monuron | Herbicide |
| Epoxiconazol | Fongicide | Napropamide | Herbicide |
| Fenpropimorph | Fongicide | Orbencarb | Herbicide |
| Fludioxonil | Fongicide | Pendimethaline | Herbicide |
| Flusilazol | Fongicide | Propachlor | Herbicide |
| Iprovalicarb | Fongicide | Propazine | Herbicide |
| Kresoxim-Methyl | Fongicide | Propyzamide | Herbicide |
| Metalaxyl | Fongicide | Sebuthylazine | Herbicide |
| Oxadixyl | Fongicide | Simazine | Herbicide |
| Prochloraz | Fongicide | Tebutam | Herbicide |
| Procymidone | Fongicide | Terbumeton | Herbicide |
| Propiconazol | Fongicide | Terbutryn | Herbicide |
| Pyrimethanil | Fongicide | Terbutylazine | Herbicide |
| Spiroxamine | Fongicide | Trifluralin | Herbicide |
| Tebuconazol | Fongicide | Carbaryl | Insecticide |
| Thiabendazole | Fongicide | Carbofuran | Insecticide |
| Triadimefon | Fongicide | Chlorpyrifos | Insecticide |
| Triadimenol | Fongicide | Diazinon | Insecticide |
| Trifloxystrobine | Fongicide | Diflubenzuron | Insecticide |
| Alachlor | Herbicide | Fenoxycarb | Insecticide |
| Atrazine | Herbicide | Imidacloprid | Insecticide |
| Chlorbromuron | Herbicide | Lindane | Insecticide |
| Chlortoluron | Herbicide | Méthoxyfénoside | Insecticide |
| Cyanazine | Herbicide | Pirimicarb | Insecticide |
| Cybutryn | Herbicide | Propoxur | Insecticide |
| Dimefuron | Herbicide | Thiamethoxam | Insecticide |
| Dimethachlor | Herbicide | 2,6-Dichlorobenzamide | Métabolite |
| Diuron | Herbicide | Atrazine-deisopropyl | Métabolite |
| Ethofumesate | Herbicide | Atrazine-desethyl | Métabolite |
| Fenuron | Herbicide | Terbuthylazine-desethyl | Métabolite |