

# Evaluation des rejets polluants des réseaux d'eaux pluviales en temps de pluie

Maîtres de stage : M. BLAKE (ESIGEC)  
M. NAFFRECHOUX (ESIGEC)

Effectué du : 03/04/2006 au 29/09/2006  
Par : ROCA Delphine

---

# Evaluation des rejets polluants des réseaux d'eaux pluviales en temps de pluie

---

Réalisé au **Cisalb**

sous la tutelle de M. JALINOUX, directeur

# Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier particulièrement mon maître de stage, Renaud Jalinoux, directeur du CISALB, qui m'a guidée tout au long de ce stage, pour l'aide et la confiance qu'il m'a apportées.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Cyrille Girel pour son aide et sa disponibilité.

J'aimerais également saluer l'ensemble du personnel du CISALB pour sa disponibilité et sa coopération dans l'accomplissement de mes travaux : Marc Bouttaz, Sébastien Cacherra, Lydie Dubonnet, Séverine Houlette, Géraldine Lapierre et Valérie Sevat. Je n'oublie pas les autres stagiaires : Julie, Aurélien et Stéphanie.

Enfin, je tiens à remercier mes tuteurs enseignants : M. Emmanuel Naffrechoux et M. Gérard Blake.

# Sommaire

<b>1</b>	<b>OBJET DU RAPPORT</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>SYNTHESE ET CONCLUSIONS</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>CONTEXTE ET GENERALITES</b>	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>LE LAC DU BOURGET</b>	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>LE PROJET GRAND LAC</b>	<b>9</b>
<b>3.3</b>	<b>LE CONTRAT DE BASSIN VERSANT DU LAC DU BOURGET</b>	<b>9</b>
<b>3.4</b>	<b>LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (DCE)</b>	<b>10</b>
3.4.1	LES PRINCIPES POSES PAR LA DCE	10
3.4.2	OBJECTIF DE « BON ETAT »	11
3.4.3	SUBSTANCES PRIORITAIRES	11
<b>3.5</b>	<b>LES EAUX PLUVIALES</b>	<b>13</b>
3.5.1	DEFINITION	13
3.5.2	LES ENJEUX	13
3.5.3	POLLUTION DES EAUX PLUVIALES URBAINES	13
<b>4</b>	<b>L'INSTRUMENTATION DES SITES</b>	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b>LES SITES RETENUS POUR LES MESURES</b>	<b>16</b>
4.1.1	LES CRITERES DE CHOIX	16
4.1.2	LES SITES RETENUS	16
<b>4.2</b>	<b>EQUIPEMENT DE MESURES</b>	<b>19</b>
4.2.1	LE PRELEVEUR ET LA SONDE DE NIVEAU	19
4.2.2	LE DEBITMETRE	20
4.2.3	LES MODALITES DE FONCTIONNEMENT	20
4.2.4	DESCRIPTION DES SITES EQUIPES	21
4.2.5	RECOMMANDATIONS	26
<b>5</b>	<b>LES CAMPAGNES DE MESURES 2006</b>	<b>27</b>
<b>5.1</b>	<b>LES PARAMETRES RECHERCHES</b>	<b>27</b>
<b>5.2</b>	<b>LE LABORATOIRE D'ANALYSES</b>	<b>28</b>
<b>5.3</b>	<b>LES EVENEMENTS OBSERVES DURANT LE STAGE</b>	<b>28</b>
5.3.1	LES DONNEES METEOROLOGIQUES	29
5.3.2	PERIODE DE RETOUR D'UN EVENEMENT PLUVIEUX	29
5.3.3	LES RESULTATS D'ANALYSES	31
<b>5.4</b>	<b>INTERPRETATION DES RESULTATS</b>	<b>34</b>
5.4.1	SITE LANDIERS 1 (L1)	34
5.4.2	SITE LANDIERS 2 (L2)	35
5.4.3	ERIER	41
5.4.4	COMPARAISON AVEC LA LITTERATURE ET LES DONNEES DISPONIBLES	46
5.4.5	COMPARAISON AVEC LE BRUIT DE FOND	46
5.4.6	COMPARAISON DES EVENEMENTS PLUVIEUX	47
5.4.7	COMPARAISON ENTRE LES SITES	48
5.4.8	INTERPRETATION EN TERME D'ORIGINE DES POLLUANTS	49
5.4.9	INTERPRETATION EN TERME D'IMPACT SUR LE MILIEU RECEPTEUR	50

<b>6</b>	<b>PROPOSITIONS</b>	<b>51</b>
<hr/>		
<b>6.1</b>	<b>DES SITES A INSTRUMENTER</b>	<b>51</b>
6.1.1	RESEAUX D'EAUX PLUVIALES DU BELLE-EAU ET DE L'ERIER	51
6.1.2	D'AUTRES COURS D'EAU	51
<b>6.2</b>	<b>DES EVENEMENTS A MESURER</b>	<b>53</b>
6.2.1	BRUIT DE FOND EN AMONT DE ZONE D'ACTIVITE	53
6.2.2	LES EAUX DE RUISSELLEMENT DE TOITURES	53
6.2.3	LES SEDIMENTS ET BRYOPHYTES	53
6.2.4	L'AZOTE ET LE PHOSPHORE	54
<b>6.3</b>	<b>DES IMPACTS A EVALUER SUR LE MILIEU RECEPTEUR : LE LAC DU BOURGET</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>ANALYSES COMPLEMENTAIRES : SUBSTRAT SEDIMENTAIRE</b>	<b>55</b>
<hr/>		
<b>7.1</b>	<b>OBJECTIFS DES ANALYSES COMPLEMENTAIRES</b>	<b>55</b>
<b>7.2</b>	<b>METHODE</b>	<b>55</b>
<b>7.3</b>	<b>RESULTATS ET DISCUSSION</b>	<b>56</b>
7.3.1	ERIE	56
7.3.2	BELLE-EAU	56

# Liste des illustrations

PHOTO 1 : PRELEVEUR ISCO 3700 .....	19
PHOTO 2 : DEBITMETRE 2150 .....	20
PHOTO 3 : TRANSFERT D'INFORMATIONS SUR LE SITE L2 .....	20
PHOTO 4 : SYSTEME D'ATTACHE DU PRELEVEUR SUR L2 .....	22
PHOTO 5 : IMPLANTATION SUR LE SITE L2 .....	23
PHOTO 6 : IMPLANTATION DU PRELEVEUR SUR LE SITE E.....	25
PHOTO 7 : IMPLANTATION SUR LE SITE E .....	26
PHOTO 8 : ECHANTILLONNAGE .....	28
PHOTO 9 : SITE D'INSTRUMENTATION C .....	51
TABLEAU 1 : ELEMENTS A PRENDRE EN COMPTE POUR L'ATTEINTE DU « BON ETAT » .....	11
TABLEAU 2 : PART DE LA POLLUTION SUR LES PARTICULES .....	15
TABLEAU 3 : DONNEES METEOROLOGIQUES .....	29
TABLEAU 4 : STATISTIQUE DES HAUTEURS PRECIPITEES .....	29
TABLEAU 5 : INDICE DE QUALITE SELON LE SEQ-EAU .....	31
TABLEAU 6 : CLASSIFICATION DE L'ETAT ECOLOGIQUE.....	32
TABLEAU 7 : SEUILS DE DETECTION.....	33
TABLEAU 8 : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES CONCENTRATIONS MOYENNES PAR EVENEMENT A L'EXUTOIRE DES RESEAUX UNITAIRES .....	46
TABLEAU 9 : LES DIFFERENTS REJETS ET LEURS EFFETS .....	50
TABLEAU 10 : CONCENTRATIONS EN MICROPOLLUANTS SUR LES SEDIMENTS PRELEVES DANS L'ALBANNE.....	52
TABLEAU 11 : CONCENTRATIONS EN MICROPOLLUANTS SUR LES SEDIMENTS PRELEVES DANS LA DEISSE .....	52
TABLEAU 12 : CONCENTRATIONS EN MICROPOLLUANTS SUR LES BRYOPHYTES PRELEVES DANS LE RUISSEAU DES MARAIS (CF. ETUDE TERE0).....	52
TABLEAU 13 : CONCENTRATIONS EN MICROPOLLUANTS SUR LES SEDIMENTS PRELEVES DANS L'ERIER.....	53
FIGURE 1 : GRAPHIQUE OBTENU AVEC FLOWLINK .....	21
FIGURE 2 : CARACTERISATION D'UN EVENEMENT PLUVIEUX.....	30
CARTE 1 : PLAN DE SITUATION ET MODE D'OCCUPATION DES SITES RETENUS 1.....	15
CARTE 2 : LOCALISATION DU SITE L1.....	16

# Liste des Annexes

ANNEXE 1 : ORGANISATION ET COMPETENCES DU CISALB	
ANNEXE 2 : ORGANIGRAMME DU CISALB	
ANNEXE 3 : SUBSTANCES PRIORITAIRES : VALEURS-SEUILS PROVISOIRES FIXEES PAR LA DCE	
ANNEXE 4 : ETUDE TERE0 (RECHERCHE DE CONTAMINATION PAR LES MICROPOLLUANTS METALLIQUES SUR LES AFFLUENTS DU LAC DU BOURGET)	
ANNEXE 5 : PROCEDURE D'INSTALLATION ET DE PROGRAMMATION DE L'ISCO 3700	
ANNEXE 6 : PROCEDURE D'INSTALLATION ET DE PROGRAMMATION DU DEBITMETRE 2150	
ANNEXE 7 : ANALYSES L1	
ANNEXE 8 : ANALYSES L2	
ANNEXE 8BIS : ANALYSES SEDIMENTS L2	
ANNEXE 9 : ANALYSES E	
ANNEXE 9BIS : ANALYSES SEDIMENTS E	
ANNEXE 10 : IMPACTS DES RUTP SUR LE MILIEU NATUREL	
ANNEXE 11 : INVENTAIRES DES TECHNIQUES POSSIBLES POUR REDUIRE LA POLLUTION DES MILIEUX AQUATIQUES PAR LES REJETS D'EAUX PLUVIALES	

# 1 OBJET DU RAPPORT

La nouvelle directive européenne amène les collectivités à se poser la question de la gestion des eaux urbaines.

Cette approche nouvelle concerne notamment les rejets de temps de pluie, qui véhiculent l'essentiel de la pollution urbaine.

Dans les réseaux d'assainissement unitaires, les volumes d'effluents transportés par temps de pluie vers les stations d'épuration sont très importants et ne peuvent être totalement traités.

Des déversements, appelés Rejets Urbains de Temps de Pluie (**RUTP**), ont alors lieu dans le milieu naturel (rivières, lacs, etc.) via les déversoirs d'orage. En plus des rejets du réseau unitaire s'ajoutent ceux des réseaux pluviaux séparatifs.

En milieu fortement urbanisé, les rejets des réseaux séparatifs d'eau pluvial représentent une source de contamination importante pour les eaux de surfaces (matière organique, agents pathogènes, micropolluants organiques et minéraux). Ils peuvent être chargés en de nombreuses substances organiques et inorganiques figurant sur la liste des substances prioritaires de la Directive Cadre Européenne sur l'eau (DCE).

En vue d'appréhender l'état de contamination des cours d'eau du bassin versant du lac du Bourget par les eaux pluviales, le CISALB a décidé d'évaluer « les rejets polluants des réseaux d'eaux pluviales en temps de pluie ».

Le sujet du stage a évolué pour s'intéresser aux « **impacts des rejets d'eaux pluviales sur les cours d'eau urbains** ».

En préambule, le rapport propose une synthèse du contexte de l'étude et fait un point sur les généralités de la DCE.

Ensuite, un descriptif des sites instrumentés et de l'appareillage utilisé est présenté (chap.4).

L'interprétation des analyses prendra en compte les aspects suivants :

- Origines des polluants ;
- Impacts sur le milieu récepteur ;
- Atteinte ou non du « bon état » selon les critères de la DCE ;
- Comparatif entre plusieurs événements pluvieux ;
- Comparatif avec les données disponibles dans la littérature.

Aux vues de ces interprétations, un programme de pérennisation de la station de mesures et de suivi des mesures peut être défini à plusieurs niveaux :

- Dans le temps : quels événements est-il intéressant d'analyser ?
- Dans l'espace : à quels endroits stratégiques le préleveur doit-il être implanté ?

Le rapport conclue ainsi sur des propositions de sites à instrumenter, d'événements à mesurer et d'impacts à évaluer au niveau du milieu récepteur, le lac du Bourget.

## 2 SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

La qualité des eaux des rivières du bassin versant du lac du Bourget est contrastée. La bonne qualité physicochimique masque une qualité biologique très médiocre imputable aux pollutions chroniques et à l'aspect physique de cours d'eau.

Les études antérieures (« Observatoire métaux lourds », « Observatoire pesticides ») ont montrés une contamination des eaux du bassin versant par des micropolluants divers.

Dans le cadre de l'étude, **2 sites** ont été retenus afin de déterminer l'impact des eaux pluviales sur le milieu naturel (**Belle-Eau** – ZI des Landiers, **Erier** – ZI de Bissy). Les substrats **eau** et **sédiments** ont été analysés.

Les paramètres caractéristiques des pollutions urbaines ci-dessous ont été recherchés :

- Les matières en suspension (**MEST**), premier vecteur des pollutions pluviales ;
- La matière organique (**DCO** et **DBO<sub>5</sub>**), en partie responsable de la désoxygénation du milieu récepteur ;
- Des micropolluants caractéristiques des eaux de ruissellement urbaines : les hydrocarbures (**HAP**, caractéristiques des émissions des véhicules) et les **métaux lourds** (cadmium, cuivre, plomb et zinc).

### Résultats « Eau »



**Tous les prélèvements de temps de pluie (et le bruit de fond de l'Erier) sont déclassés par les HAP (hors déclassement MEST).**

Sur 15 HAP analysés, **8 sur le Belle-Eau et 9 sur l'Erié sont déclassants en jaune sur au moins un prélèvement**. Le BbF, le IP, le BghiP auxquels se rajoutent le Flu sur le Belle-Eau **ne respectent pas les limites du bon état chimique** fixé par la DCE.

### Résultats « Sédiments »



**Sur 8 prélèvements de sédiments (4 avant la pluie, 4 après) tous sont déclassés par les HAP et les métaux lourds.**

Le prélèvement le moins contaminé (Belle-Eau RG 31/10/06) est déclassé en jaune par 2 molécules de HAP et 1 métaux lourds.

Ce même site est **le seul à respecter le bon état chimique** défini par la DCE. A l'exception du BkF, **les molécules déclassantes sont les mêmes que pour le substrat eau**.

**La comparaison des résultats obtenus avant et après la pluie fait apparaître une dégradation de la qualité « HAP »** des sédiments (concentration multipliée par 2 à 10). Cette détérioration n'est pas mise en évidence pour les métaux lourds.

Deux molécules ressortent particulièrement, le **phénanthrène** et le **pyrène** dont les concentrations mesurées avant la pluie sont respectivement multipliées par 4 000 et 1 000 après la pluie.

## 3 CONTEXTE ET GENERALITES

### 3.1 Le lac du Bourget

---

Le lac du Bourget constitue le plus grand lac naturel, entièrement français (44,5 km<sup>2</sup> et 3,6 milliards de m<sup>3</sup> d'eau). Il est situé dans les Alpes (Savoie) à une altitude de 231,5 m, orienté selon un axe nord-sud, avec une longueur maximale de 18 km, une largeur maximale de 3,4 km et une profondeur maximale de 145,4 m (profondeur moyenne de 81 m).

Le lac a une grande importance régionale, notamment pour les loisirs et l'alimentation en eau potable (villes d'Aix-les-Bains et de Tresserve).

Le lac reçoit principalement trois rivières, la Leysse (68% des apports) au sud qui traverse la commune de Chambéry, le Sierroz (14% des apports) et le Tillet à l'est qui traverse la commune d'Aix-les-Bains.

Le **bassin versant, très urbanisé** (170 000 habitants), inclut 2 agglomérations principales, Chambéry et Aix-les-Bains dont le développement économique est très marqué. Durant les 30 dernières années, la population a augmenté de 60%.

L'occupation du sol du bassin versant varie spatialement de façon importante, du rural (au nord et en tête de bassin) à l'urbain (agglomérations de Chambéry et Aix les Bains).

### 3.2 Le projet Grand Lac

---

« Faire du Pays du Lac du Bourget, à l'horizon 2015, un espace de vie où l'homme, porteur de développement, sera aussi garant des équilibres naturels » telle est l'ambition du Grand Lac, affichée par les acteurs locaux fédérés par le Conseil Général de la Savoie et désormais soutenu par la Région Rhône-Alpes, l'Etat et l'Union Européenne.

Vaste chantier écologique, formidable pari humain et défi économique ambitieux, le Grand Lac se veut un projet de développement durable.

Dès sa naissance en 1999, le Grand Lac est entré en phase opérationnelle avec des réalisations qui se succèdent sur toutes ses thématiques d'intervention : eau, paysage, valorisation des berges et déplacements, patrimoine et culture, tourisme et loisirs, et développement économique.

### 3.3 Le contrat de bassin versant du lac du Bourget

---

Les collectivités locales ont décidé de s'unir pour conduire simultanément la révision du Schéma de Cohérence Territoriale, les opérations du Grand Lac et ses actions sur l'eau et les milieux à travers le contrat de bassin versant. Ce dernier est porté administrativement par le Comité InterSyndical pour l'Assainissement du Lac du Bourget (**CISALB**, présenté en Annexes 1 et 2) et fédère 60 communes de Savoie et 5 de Haute-Savoie.

Le contrat de bassin versant du lac du Bourget s'articule autour de quatre thématiques :

- Volet A : améliorer la qualité de l'eau, celui-ci vise à l'assainissement des eaux résiduaires urbaines, des eaux industrielles, agricoles et à la dépollution des axes de communication ;
- Volet B<sub>1</sub> : restaurer la biodiversité des écosystèmes aquatiques;

- Volet B<sub>2</sub> : assurer la protection contre les crues;
- Volet C : communiquer, animer et évaluer.

Ces interventions ont pour but :

- d'améliorer la qualité de l'eau ;
- de stopper la régression de la végétation aquatique littorale et des rivières ;
- d'assurer la reproduction autonome et durable de toutes les espèces de poissons ;
- de supprimer et de maîtriser les déchets et les décharges sauvages sur l'ensemble du bassin versant ;
- de mettre en valeur les différents éléments du patrimoine environnemental.

Au sein du volet C, un sous-volet C3 a pour objectif d'évaluer la qualité des eaux et des écosystèmes aquatiques.

Pour ce faire, les observatoires d'opérations, le suivi de la qualité des eaux des rivières et du lac, le suivi des herbiers et des roselières sont indispensables pour vérifier les effets des opérations du contrat. Ces actions sont, de fait, prioritaires.

**L'évaluation des rejets polluants des réseaux d'eaux pluviales en temps de pluie s'inscrit dans cette partie C3.**

### 3.4 La Directive Cadre sur l'Eau (DCE)

---

La prise de conscience de la pollution des eaux pluviales s'est accompagnée d'une évolution du cadre juridique avec l'élaboration de la directive européenne de 1991 relative à l'assainissement des eaux résiduaires urbaines, et, en France, la loi sur l'eau de 1992, qui oblige les gestionnaires de réseaux à prendre en compte les eaux pluviales dans le cadre d'une gestion globale de l'eau.

Mais la politique de l'eau se décide aussi au niveau européen et la récente directive européenne de 2000 (Directive Cadre sur l'Eau-**DCE**) élabore un plan d'action d'ici à 2015 avec pour objectif la protection à long terme de l'environnement aquatique et des ressources en eau.

#### 3.4.1 Les principes posés par la DCE

La Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau est transcrite en droit français par la loi du 21 avril 2004.

Elle a pour objectif de maintenir ou de restaurer la qualité écologique et chimique, d'éviter une détérioration des eaux de surface et des eaux souterraines en Europe.

La DCE prévoit un certain nombre de mesures qui relèvent, entre autres :

- De la fixation d'objectifs de qualité ;
- De la mise en place de programmes de surveillance à l'échelle d'entités hydrographiques définies, en termes d'état chimique et d'état écologique ;
- Du lancement de programmes d'action visant à :
  - supprimer les émissions de « substances dangereuses prioritaires » ;
  - réduire les émissions de « substances prioritaires » en utilisant les meilleures technologies disponibles.

### 3.4.2 Objectif de « bon état »

Le « **bon état** » des eaux est l'objectif principal visé par la DCE en plus du principe de non dégradation et de réduction des pollutions à risque toxique.

En matière de définition et d'évaluation de l'état des eaux, la DCE considère deux notions :

- **L'état chimique**, destiné à vérifier le respect des normes de qualité environnementales qui ne prévoit que deux classes d'état (respect ou non-respect). Les paramètres concernés sont les **substances dangereuses** qui figurent à l'annexe IX et les substances prioritaires figurant à l'annexe X, (cf. : annexe 3) ;
- **L'état écologique** qui, lui, se décline en cinq classes d'état (très bon à mauvais). L'évaluation se fait, principalement, sur la base de **paramètres biologiques et par des paramètres physico-chimiques sous-tendant la biologie**. La nature et les valeurs-seuils de ces paramètres ne sont pas précisément définies par la DCE : chaque Etat-membre a donc la possibilité de proposer des méthodologies et des outils dans la mesure où ils répondent aux exigences de la DCE. Les paramètres physico-chimiques sous-tendant la biologie ne prennent pas en compte les substances qui décrivent l'état chimique. Les autres micropolluants sont pris en compte s'ils sont déversés en quantité significative.

Le tableau ci-après résume les éléments à prendre en considération :

<b>Etat chimique</b>	<b>Etat écologique</b>
- substances prioritaires (33) ; - substances dangereuses (8).	- biologie ; - physico-chimie sous-tendant la biologie ; - autres micropolluants.

Tableau 1 : Eléments à prendre en compte pour l'atteinte du « bon état »

Le bon état d'une eau de surface est atteint lorsque son état écologique et son état chimique sont au moins bons (article 2 §18 de la DCE).

### 3.4.3 Substances prioritaires

Les **substances prioritaires** (cf. annexe 3) doivent être progressivement réduites. Les seuils ne sont pas encore fixés. La liste comprend **33 substances**. Elle concerne principalement les micropolluants organiques utilisés en agriculture (principaux pesticides), mais aussi ceux issus principalement de l'activité industrielle : HAP, nickel.

#### 3.4.3.1 Les pesticides

Les pesticides font partie des polluants bien connus et suivis depuis de nombreuses années.

Sur les 33 substances prioritaires identifiées par la DCE, **11 sont des pesticides** : alachlore, atrazine (interdite d'utilisation depuis 2003), diuron, isoproturon, simazine et trifluraline qui sont des désherbants ; chlorfenvinphos, chlorpyrifos, endosulfan et lindane (interdit d'utilisation depuis 1998) qui sont des insecticides.

Les pesticides utilisés proviennent en grande partie des activités agricoles (zones de monocultures de maïs, zones de grandes cultures associant des céréales à paille et des cultures industrielles et zones de cultures spécialisées comme l'arboriculture et la viticulture).

Le bassin versant du lac du Bourget, par sa nature mixte (urbaine et rurale) est marqué par la diversité des productions agricoles et un nombre important d'utilisateurs non agricoles

(services techniques de collectivités, gestionnaires d'espaces verts et de voiries, jardiniers amateurs).



La présence de pesticides dans l'eau constitue, sur le bassin versant du lac du Bourget, la principale cause de risque de non-atteinte du bon état chimique..

Le CISALB réalise des campagnes d'analyse sur les eaux superficielles du bassin versant du lac du Bourget (rivières et lac). C'est pourquoi ces molécules ne seront pas analysées de nouveau.

#### 3.4.3.2 Les HAP

Les **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques** (HAP) sont des substances dont la structure chimique est constituée de plusieurs noyaux aromatiques ayant en commun plus d'un atome de carbone.

Les HAP sont considérés comme des polluants prioritaires car certains d'entre eux sont supposés cancérigènes.

Les HAP présents dans l'environnement résultent de différents processus dont : la biosynthèse par des organismes vivants, les pertes à partir du transport ou de l'utilisation des carburants fossiles, la pyrolyse des matières organiques à haute température, **la combustion des charbons et pétroles**. Ce dernier processus constitue la principale voie d'introduction des HAP dans l'environnement et résulte majoritairement d'actions anthropiques. La combustion des essences est une source importante d'introduction de HAP dans l'atmosphère, dont notamment le benzo[a]pyrène (BaP) (50 à 100 µg par litre de carburant consommé).

Dans les eaux de ruissellement urbaines, leur présence est principalement liée aux activités de transport ou aux industries.

#### 3.4.3.3 Les métaux lourds (ou métaux traces)

Une « recherche de contamination par les micropolluants métalliques sur les affluents du lac du Bourget » (Téréo, 2005) a été réalisée dans le but de dresser un état initial de ces pollutions.

Pour répondre aux objectifs de l'étude, des prélèvements de bryophytes ou de sédiments ont été réalisés. Les conclusions de cette étude sont présentées en annexe 4.

En synthèse, on retiendra que certains bassins versants représentent des sources de pollution évidentes pour les cours d'eau et leurs confluent (ruisseau des Marais, affluent de la Leysse et ruisseau de la Deisse, affluent du Sierroz).

## 3.5 Les eaux pluviales

---

### 3.5.1 Définition

D'après l'article 25 (définition des eaux pluviales) du règlement d'assainissement de Chambéry métropole, les eaux pluviales sont celles qui **proviennent des précipitations atmosphériques**.

Sont assimilées à ces eaux pluviales celles provenant de l'arrosage et du lavage des voies publiques et privées, des jardins, des cours d'immeubles, des drainages et certaines eaux collectées (eaux de refroidissement, eaux de pompe à chaleur, etc.).

Dans tous les cas, seul **l'excès de ruissellement** pourra être accueilli dans les collecteurs d'eaux pluviales après que soient mises en œuvre sur les parcelles privées, toutes les solutions susceptibles de limiter ou d'étaler les apports pluviaux en tenant compte des contraintes de protection des aquifères exploités.

### 3.5.2 Les enjeux

Une meilleure connaissance des rejets et de leurs impacts sur le fonctionnement des écosystèmes présente un intérêt scientifique et socio-économique certain.

Les enjeux de la gestion des eaux pluviales sont importants pour le développement des collectivités :

- Possibilités d'urbanisations futures ;
- Evolution du système d'assainissement (eaux usées et eaux pluviales) et maîtrise des coûts associés ;
- Limitation des risques d'inondation et d'érosion ;
- Préservation de la qualité des milieux naturels environnants.

La gestion de l'eau ne peut se résumer à de seules questions d'hydraulique, de volume et de débit. **Les eaux pluviales doivent aussi être envisagées sous l'angle de leur qualité.**

### 3.5.3 Pollution des eaux pluviales urbaines

**La pollution se définit comme la dégradation d'un milieu naturel par introduction d'une substance.** Cette notion de dégradation est très importante, puisqu'en l'absence de conséquences négatives pour le milieu, on ne peut pas parler de pollution.

L'identification de la pollution par temps de pluie est plus complexe que celle des eaux usées en raison de:

- L'intermittence des transferts de pollution : les rejets se font de façon discontinue et aléatoire dans le temps, au cours des événements pluvieux ;
- La grande variabilité qualitative des rejets : les concentrations et les charges en polluants peuvent varier entre deux agglomérations, deux averses sur un même site ou au cours d'une même averse ;
- L'origine diverse et diffuse de la pollution : elle provient d'un grand nombre de sources et se propage sur la surface du bassin versant et dans l'atmosphère.

### 3.5.3.1 Origine de la pollution

Les eaux pluviales se chargent en polluants à plusieurs niveaux :

- Dans l'atmosphère : sans l'ensemencement créé par les poussières atmosphériques, les gouttelettes d'eau ne parviendraient pas à fusionner pour atteindre une masse suffisante et arriver jusqu'au sol! Il est donc tout à fait normal que l'eau de pluie soit impure; on estime d'ailleurs que **15 à 25% de la pollution obtenue dans les eaux de ruissellement est directement imputable à la pollution de l'eau de pluie** sauf pour les métaux lourds où elle atteindrait 50 à 75% [Valiron et al.,1992]. Cette pollution provient des rejets industriels, du chauffage, des échappements des moteurs à combustion... Les rejets sont principalement constitués de gaz tels que l'oxyde de carbone, le dioxyde de soufre et l'oxyde d'azote, de poussières diverses ou d'hydrocarbures ;
- Au cours du ruissellement sur les surfaces : l'une des conséquences les plus visibles de l'urbanisation est **l'imperméabilisation des sols**, qui se traduit par une suppression presque complète de l'infiltration de l'eau dans le sol, provoquant par conséquent un ruissellement quasi immédiat après le début de la pluie. L'eau pluviale se charge en différentes substances accumulées durant les périodes de temps sec (métaux lourds, poussières, hydrocarbures...) et plus ou moins nocives à sa qualité, et donc à la qualité des milieux aquatiques qu'elle alimente;
- Lors du transfert dans les systèmes hydrographiques : l'augmentation des débits va **remobiliser des dépôts** qui se sont accumulés sur le fond depuis la dernière crue. Les dépôts dans les réseaux et leur reprise lors de pluies importantes ont un impact conséquent sur la composition des eaux déversées. En effet, il a été mis en évidence [Ellis, 1991] que les dépôts pouvaient occuper 20 à 40% de la capacité de l'égout, ce qui réduit considérablement la capacité de transport tout en provoquant des surverses très chargées. De plus, comme la cohésion des dépôts s'accroît fortement avec le temps, les forces de cisaillement nécessaires pour les remettre en suspension sont de plus en plus élevées. C'est pourquoi des vitesses supérieures à 1 m/s pour les débits de temps sec doivent être atteintes pour éviter des dépôts.

### 3.5.3.2 Nature des polluants

Les polluants des rejets de temps de pluie peuvent être classés en sept groupes par ordre de « visibilité décroissante » :

- Les solides flottants (pollution visuelle) ;
- Les Matières En Suspension Totales (MEST) ;
- Les matières oxydables (DCO, DBO<sub>5</sub>) ;
- Les nutriments (azote, phosphore) ;
- Les micropolluants minéraux;
- Les micropolluants organiques (hydrocarbures, composés aromatiques, PCB, pesticides...);
- Les microorganismes (pollution bactériologique).

**Les eaux pluviales sont alors une source majeure de particules (matières en suspension), de matières organiques et de micropolluants sur les milieux récepteurs.** Les métaux lourds et des hydrocarbures particuliers, tels que les HAP, sont aussi des polluants susceptibles d'avoir un impact écotoxicologique important sur le milieu récepteur.

**La pollution est à plus de 90 % sous forme solide** [Chebbo, 1992]. Cette caractéristique est très importante. Elle conditionne les modes de traitement éventuels car la pollution solide peut être éliminée par aspiration, par filtration et par décantation.

DBO <sub>5</sub>	DCO	Hydrocarbures	Plomb
83 à 92%	83 à 95%	82 à 99%	95 à 99%

Tableau 2 : Part de la pollution sur les particules en % de la pollution totale particulaire et solide d'après [Bahoc A., Mouchel J.M. et al.,1992] (étude menée sur 3 sites)

### 3.5.3.3 *Effets sur le milieu récepteur*

Les effets sont les conséquences directes des apports dus aux rejets.

Les rejets urbains de temps de pluie ont trois types d'effets, en fonction de l'échelle de temps considérée :

- Des effets de choc à court terme : ce sont les effets les plus spectaculaires car ils se traduisent par de brusques et importantes mortalités piscicoles. Ils peuvent être dus à une désoxygénation du milieu ou à un **choc toxique** ;
- Des effets de stress, lorsque le milieu est soumis à des **déversements chroniques** dont l'importance n'est pas suffisante pour créer des effets de choc, mais dont la fréquence conduit à affaiblir le milieu récepteur ;
- Des effets cumulatifs à long terme, caractéristiques des substances polluantes capables de s'accumuler dans le milieu. Ces **effets cumulatifs** peuvent être dus aux matières en suspensions qui sédimentent à l'aval immédiat des rejets. Ces particules étouffent peu à peu la vie benthique. Elles constituent d'autre part un important vecteur de pollution, notamment organique et métallique. Des effets cumulatifs sont souvent cités pour les micropolluants, notamment les métaux lourds, qui s'accumulent dans les sédiments et dans les organismes vivants.

# 4 L'INSTRUMENTATION DES SITES

## 4.1 Les sites retenus pour les mesures

---

### 4.1.1 Les critères de choix

#### 4.1.1.1 Surfaces de zones d'activité

Les surfaces imperméables sont responsables de la décharge brutale de l'eau de pluie. Une surface imperméabilisée (parking, toiture...) restitue 4 à 20 fois plus d'eau par ruissellement qu'une surface naturelle [Chebbo, 1992].

Il est donc intéressant d'instrumenter des zones à **fort pourcentage d'imperméabilisation**.

Les zones d'activité fortement imperméabilisées présentent diverses caractéristiques de part leurs utilisations et sont sources de pollution micropolluante :

- stockage de matières dangereuses ;
- transport de matières dangereuses ;
- transport routier ;
- parkings ;
- toitures.

#### 4.1.1.2 Accessibilité et facilité d'équipement

Pour que la campagne de mesure soit la plus efficace possible, il a fallu définir des zones stratégiques alliant à la fois accessibilité et facilité d'équipement.

En effet, étant donné l'équipement mis en place, qui nécessite l'intervention de deux personnes pour déplacer le matériel, la facilité de mise en œuvre est un critère primordial.

#### 4.1.1.3 Vandalisme

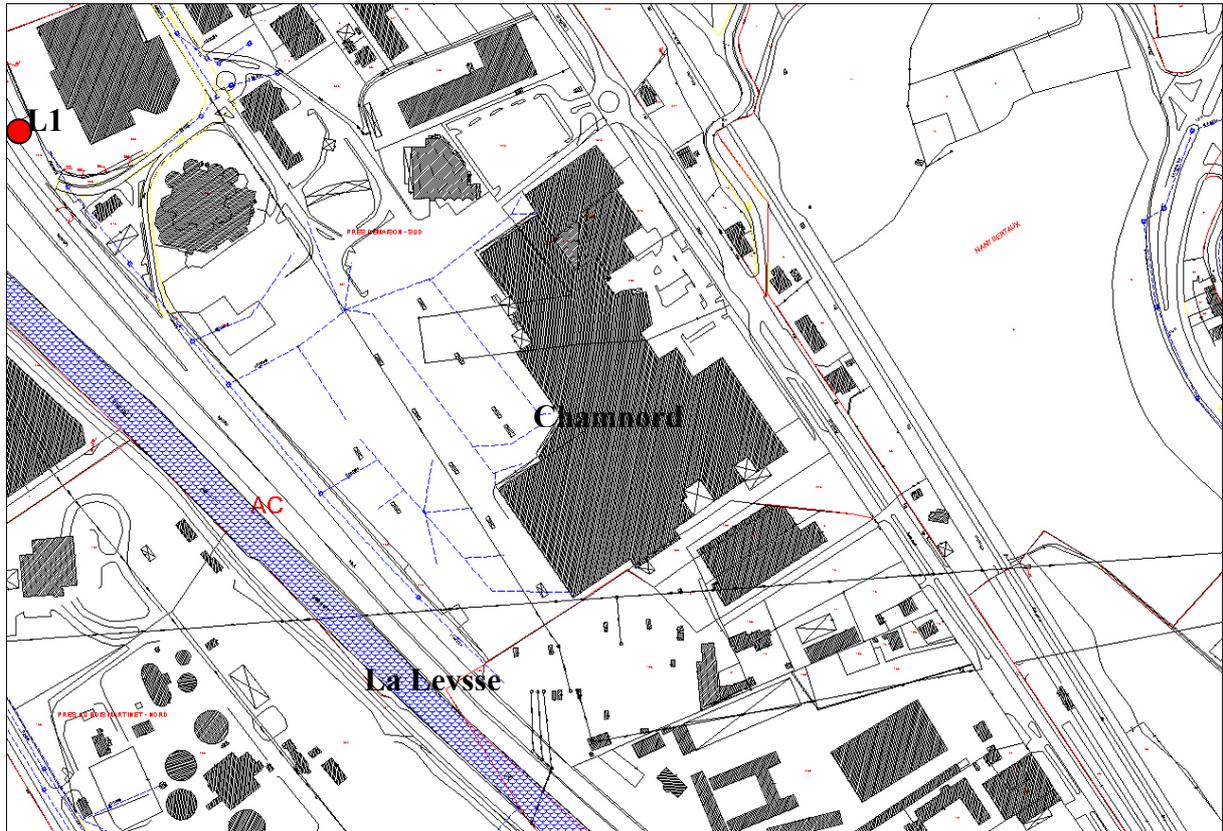
Sur chaque site, un système de protection a été installé (chaînes, cadenas) pour éviter le vol de la station de mesures.

Pour prévenir les détériorations, une pancarte d'information, précisant la fonction du préleveur et la personne à contacter en cas de problème, a été installée.

### 4.1.2 Les sites retenus

#### 4.1.2.1 Plan de situation et mode d'occupation des sites retenus

#### 4.1.2.2 Landiers 1 (L1)



Carte 2 : localisation du site L1

Le site L1, situé sur un réseau d'eaux pluviales dans lequel s'écoule un faible débit de temps sec permet de caractériser la pollution émise par les surfaces imperméabilisées (de type parking) du **centre commercial Chamnord** (99% de la surface drainée couvrant 0,12 km<sup>2</sup>). Le centre commercial Chamnord est situé au bord de la VRU à l'entrée Nord de l'agglomération de Chambéry.

Les eaux pluviales recueillies sur site sont de deux types :

1. Les **eaux de toitures** ;
2. Les **eaux de ruissellement de parking**, potentiellement souillées par la circulation automobiles (hydrocarbures, gomme de pneumatique...).

Ces eaux sont collectées par des regards au niveau du parking et des descentes de toit pour être dirigées vers les trois canalisations principales au nord-est, au nord-ouest et au sud-ouest du bâtiment. Il n'y a pas de problèmes reconnus d'insuffisance de réseau pour la gestion de ces eaux.

Ces canalisations ne sont pas équipées de séparateurs d'hydrocarbures ou de décanteurs.

Il n'y a pas de bassins pour écrêter les pointes de crues des réseaux principaux, dont le milieu récepteur est le ruisseau du Belle Eau, puis le lac du Bourget.

#### 4.1.2.3 Landiers 2 (L2)

Ce site est intéressant car il draine à la fois la **zone commerciale Chamnord** et **tous les parkings de la zone d'activité situés entre la VRU de Chambéry et la voie ferrée**.

Le Belle-Eau a pour affluent le ruisseau du Moulin dont la source est à Chambéry le Vieux. Lors de son parcours, ce ruisseau draine principalement des surfaces imperméabilisées.

La surface drainée de **0,55 km<sup>2</sup>** est composée :

- à **95% de surfaces imperméables** (parkings, routes...);
- à **5% de surfaces perméables** (espaces verts...).

#### 4.1.2.4 Erier (E)

L'Erier prend sa source dans le secteur de la zone industrielle de Bissy. Il récupère les eaux du **ruisseau du Merderet** qui s'écoule depuis les hauteurs de Cognin vers Chambéry en drainant majoritairement des surfaces pavillonnaires.

L'Erier présente un écoulement pérenne de 220 litres par seconde et une hauteur d'eau constante de 25 cm.

La surface drainée de **5 km<sup>2</sup>** est composée :

- à **40% de zones d'activité** ;
- à **60% de surfaces pavillonnaires**.

#### 4.1.2.5 Les usages de l'eau

L'eau peut avoir différents usages :

- Alimentation en eau potable ;
- Loisirs et sports aquatiques ;
- Abreuvement ;
- Irrigation ;
- Aquaculture.

Le Belle-Eau ne fait l'objet d'aucuns de ces usages.

L'Erier sert en partie à l'irrigation des vergers du Tremblay, notamment vers sa confluence avec la Leysse (ruisseau des Marais).

L'amélioration (ou la non-dégradation) de la qualité des eaux de l'Erier et du Belle-Eau constitue un enjeu prioritaire du contrat de bassin versant :

- Ces deux rivières sont fortement dégradées par les rejets provenant des zones d'activités ;
- Le Belle-Eau et l'Erier (ruisseau des Marais) sont des affluents du lac du Bourget ;
- L'Erier joue un rôle majeur dans le soutien d'étiage de la Leysse.

## 4.2 Equipement de mesures

---

Du fait du caractère imprévisible et aléatoire des pluies, l'échantillonnage des eaux pluviales est automatisé et se déclenche en début de pluie sans intervention humaine.

Par temps de pluie, les débits fluctuent rapidement et dans une large gamme. Parmi les différentes techniques de mesure du débit utilisable en réseau d'assainissement, seules les mesures simultanées de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement permettent d'atteindre la précision requise.

Le choix s'est porté sur l'utilisation d'un échantillonneur ISCO 3700 couplé à une sonde de niveau 1640 et d'un débitmètre ISCO 2150.

### 4.2.1 Le préleveur et la sonde de niveau



Photo 1 : Préleveur ISCO 3700

#### **Descriptif**

L'utilisation d'échantillonneurs automatiques permet de capter des échantillons d'eau lors d'épisode de pluie, en fixant un seuil de déclenchement. Dès que le niveau d'eau atteint cette limite, un signal donne l'ordre de prélèvement selon une séquence préalablement programmée. Cette séquence permet de suivre les variations importantes de la qualité des eaux de ruissellement sur une longue durée.

Le volume des échantillons est un facteur important. Dans la plupart des cas, il faut prélever des échantillons relativement grands (de 500 à 1 000 ml).

#### **Utilisation**

Dans le cadre de l'étude, l'échantillonneur était programmé pour se déclencher dès que la sonde de niveau était immergée. Un signal est envoyé à l'échantillonneur qui effectue le programme préalablement enregistré.

Il prélève **900 ml par flacon**, en une seule fois et le pas de temps est changé selon le site et/ou l'événement pluvieux annoncé.

#### 4.2.2 Le débitmètre



Photo 2 : Débitmètre 2150

L'appareil mesure directement la vitesse moyenne du liquide : il mesure toutes les vitesses distribuées sur la hauteur d'eau et en calcule ensuite la moyenne.

Grâce aux données fournies par le débitmètre, il est possible de découper une pluie en trois phases :

- La montée de crue : M ;
- La descente de crue : D ;
- Le ressuyage de crue : R.

L'échantillonneur ISCO 3700 n'est pas asservi au débit. Cependant, l'utilisation du débitmètre est importante car en corrélant ses données avec celles fournies par le préleveur, on peut regrouper les flacons et obtenir un échantillon caractéristique d'une des phases (**M, D ou R**).

#### 4.2.3 Les modalités de fonctionnement

Les modalités de fonctionnement du préleveur et du débitmètre sont présentées en Annexes 5 et 6.

##### *4.2.3.1 Récupération des données à l'aide du logiciel Flowlink*

Pour récupérer les données, il est possible d'intervenir sur le terrain avec un PC portable et de réaliser régulièrement le transfert d'informations car la mémoire n'a qu'un mode de fonctionnement de type continu ; lorsqu'elle est pleine, les informations les plus récentes prennent la place des plus anciennes. Sur site, il est possible de récupérer les données, d'ajuster à nouveau la hauteur si nécessaire, de nettoyer le capteur...



Photo 3 : Transfert d'informations sur le site L2

Le logiciel Flowlink permet d'obtenir des graphiques avec les données débit, hauteur, vitesse en fonction du temps.

Pour établir les échantillons à analyser, c'est la variable hauteur qui est utilisée. En effet, elle permet de définir la (les) montée(s) de crue, la (les) descente(s) de crue et le ressuyage.

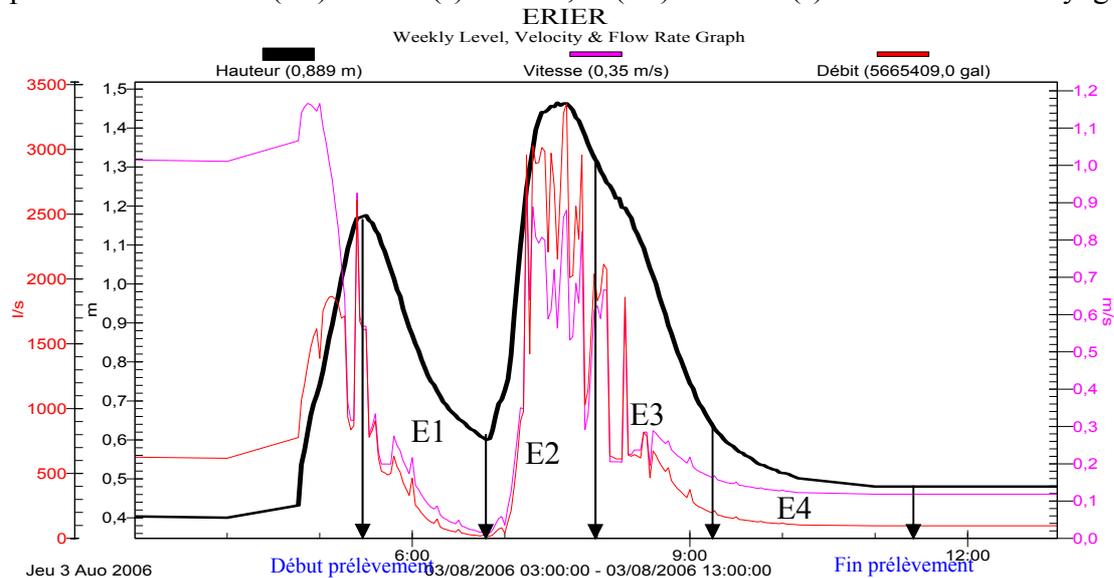


Figure 1 : Graphique obtenu avec Flowlink

L'échantillon E1 caractérise la première descente de crue, E2 la seconde montée de crue, E3 la seconde descente de crue et E4 le ressuyage.

#### 4.2.3.2 La sonde de niveau

Deux configurations de programmation sont possibles :

- **Latch** : la sonde est immergée, elle envoie un signal, l'échantillonneur démarre sa séquence de programmation. La sonde n'intervient plus sur les prélèvements ;
- **Toggle/reset** : le préleveur effectue sa séquence de programmation uniquement lorsque la sonde est immergée. Ainsi, si le niveau d'eau diminue, les prélèvements s'interrompent pour reprendre lorsque le capteur sera à nouveau immergé.

Dans notre cas, la position Latch est requise. En effet, c'est celle qui permet de capter aussi la période de ressuyage de crue.

#### 4.2.4 Description des sites équipés

##### 4.2.4.1 Site Landiers 1 (L1)

L'instrumentation de façon pérenne de ce site est difficile, étant donné que le tuyau de prélèvement plonge directement dans le réseau d'eaux pluviales via un trapon, en plein milieu d'un parking.

Pour récolter les échantillons, il est préférable d'installer l'échantillonneur dans un véhicule et de rester à proximité le temps que le prélèvement se fasse.

#### 4.2.4.2 Site Landiers 2 (L2)

##### **Installation**

Sur ce site, situé en contrebas d'une voie ferrée, il est possible de mettre en place le préleveur durant plusieurs jours.

Pour sécuriser et pérenniser l'installation du préleveur, un socle de béton a été coulé et un système de chaînes et de cadenas a été mis en place pour le protéger contre le vol. Pour la même raison, le débitmètre est enchaîné au préleveur.



Photo 4 : Système d'attache du préleveur sur L2

Les tuyaux du préleveur, du débitmètre et de la sonde de niveaux sont attachés ensemble à l'aide de colliers riselan pour les protéger au maximum en les rendant solidaires. Pour éviter que ces tuyaux ne soient emportés, des arceaux de fer sont plantés dans la terre.

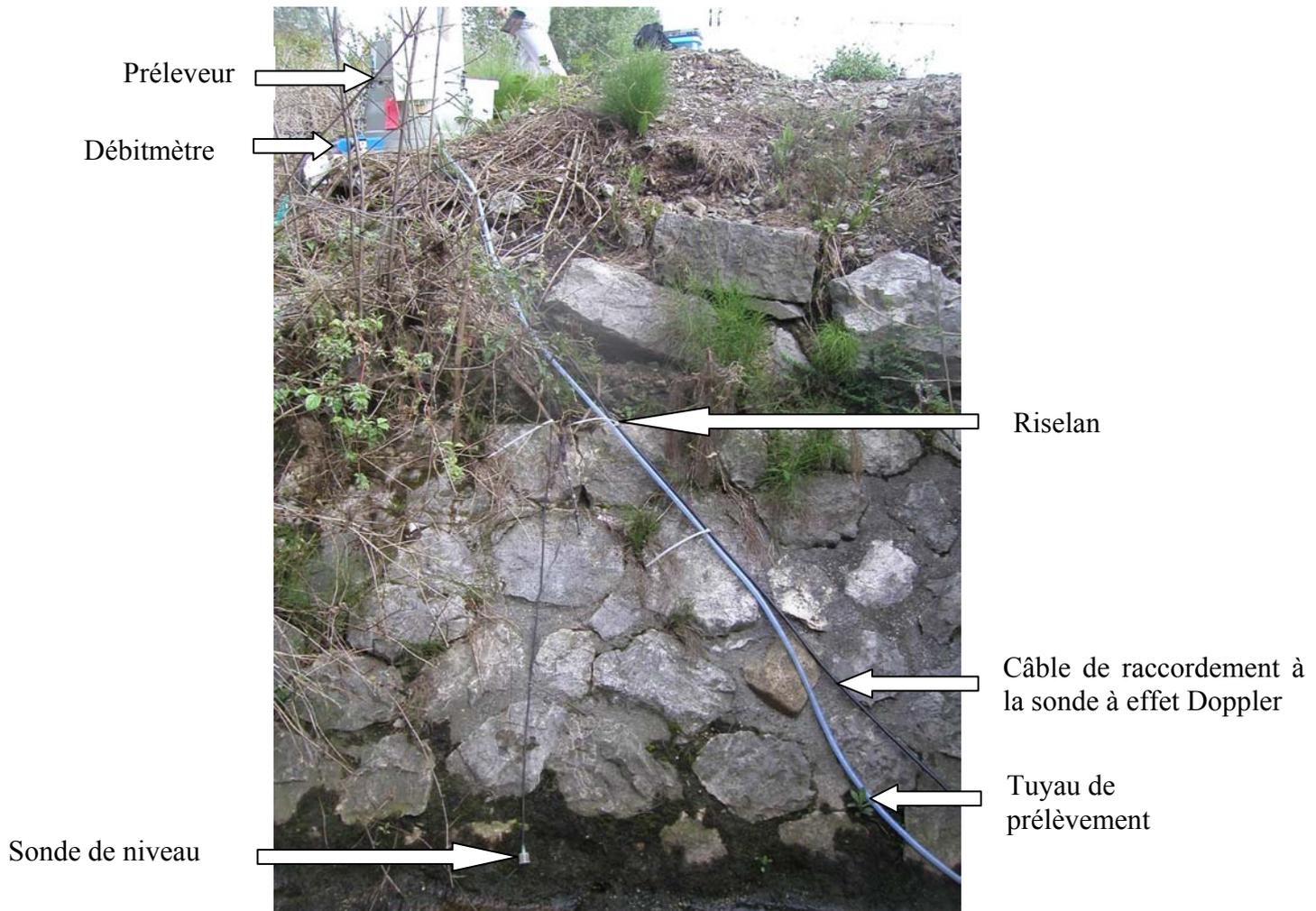


Photo 5 : Implantation sur le site L2

La sonde à **effet Doppler**, fixée sur une plaque de plexiglas (pouvant être enlevée) vissée sur un pavé de béton (pour lester le système), est placée dans le cours d'eau, sous le pont. La hauteur de la plaque doit être paramétrée dans le logiciel du débitmètre.

Il faut veiller à ce que le niveau d'eau permanent du ruisseau immerge la sonde à effet à Doppler. Si ce n'est pas le cas, on peut enlever le pavé.

Le tuyau de prélèvement, lesté et protégé par la crépine, est laissé libre dans le cours d'eau.

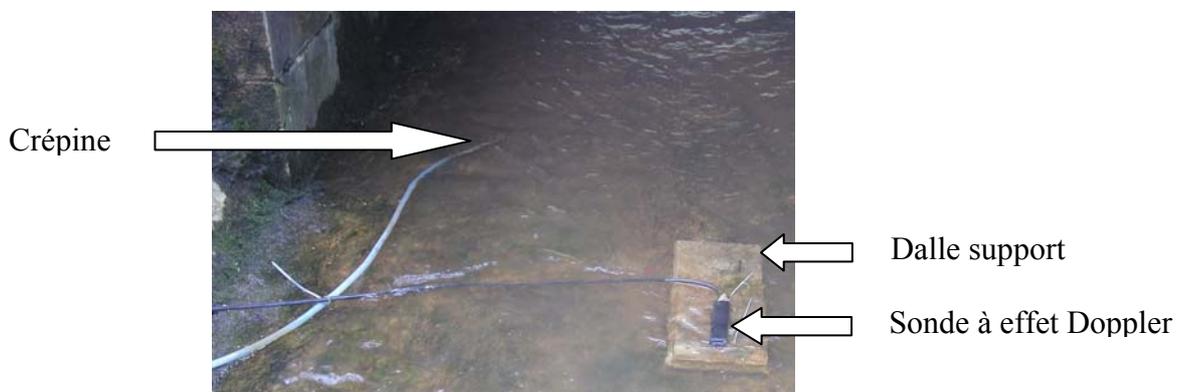


Photo 6 : Implantation de la crépine et de la sonde à effet Doppler

## Problèmes rencontrés lors de l'installation

Plusieurs essais ont été nécessaires pour déterminer l'emplacement le plus fiable de la plaque support et de la sonde de niveau.

En effet, lors d'un épisode pluvieux important, la plaque support a été soulevée du fond du cours d'eau et emportée contre l'arche du pont de la voie ferrée. La crépine (alors fixée elle aussi sur la plaque support) était hors d'eau, ce qui a empêché l'échantillonneur d'effectuer les prélèvements.

Sur un autre événement, la sonde de niveau a été déportée à cause du débit important, elle n'a pas envoyé de signal au préleveur dont la séquence de programme n'a pas pu commencer.

Il a donc fallu s'adapter aux conditions particulièrement défavorables du terrain pour obtenir la configuration d'installation la plus fiable.



Cette installation reste précaire, c'est pourquoi, s'il est décidé de réaliser de nouvelles campagnes de mesures sur ce site, d'autres moyens devront être mis en œuvre.

Un système de fixation de la crépine et de la sonde à effet Doppler au fond du cours d'eau devra être étudié.

## Programmation

- Volume prélevé : 900 ml ;
- Temps entre deux prélèvements : 20 minutes ;
- Asservissement : sonde de niveau.

#### 4.2.4.3 Site Erier (E)

##### **Installation**

Le choix de l'implantation du préleveur n'a pas été aisé car le cours d'eau n'est pas facile d'accès. Le préleveur est finalement installé dans la cour d'un particulier.

Il est placé à environ 1 m au dessus du niveau du cours d'eau (hauteur d'eau constante de 25 cm) car lors d'un orage ou d'une pluie importante, l'eau monte de plus de 60 cm, comme nous l'a précisé le propriétaire des lieux.



Photo 6 : Implantation du préleveur sur le site E

Le préleveur est tout de même attaché à l'aide de chaîne et de cadenas, d'une part pour le stabiliser, et d'autre part pour éviter qu'il ne soit emporté lors d'un événement exceptionnel. La sonde de prélèvement et la sonde à effet Doppler sont fixées sur la plaque support.

##### **Problèmes rencontrés lors de l'installation**

Pour fonctionner correctement, la sonde à effet Doppler doit avoir un champ dégagé en amont. L'Erier est un cours d'eau eutrophisé et les algues sont très développées. C'est pourquoi la plaque support est placée sur un parpaing de béton, ce qui permet de la surélever et ainsi de minimiser les interactions dues à la présence de végétation lors de l'acquisition des données de hauteur-vitesse par la sonde du débitmètre. La hauteur de la plaque et du parpaing doit être paramétrée dans le logiciel du débitmètre.



### Programmation

- Volume prélevé : 900 ml ;
- Temps entre deux prélèvements : 15 minutes ;
- Asservissement : sonde de niveau.

### 4.2.5 Recommandations

➔ Vérifier régulièrement l'installation en période de temps sec et après un événement pluvieux.  
Nettoyer la sonde à effet Doppler.  
Inspecter l'état général des tuyaux de prélèvement.

➔ Autonomie des batteries :

- Préleveur : 3 semaines (temps de charge : 18 heures)
- Débitmètre : 3 mois (vérifier si la diode clignote lorsque l'on effectue le transfert de données).



La sonde de niveau est raccordée au préleveur via un cordon **capillaire**. Il faut veiller à ne **pas le tordre ou le compresser**.

# 5 LES CAMPAGNES DE MESURES 2006

## 5.1 Les paramètres recherchés

---

Le choix du ou des paramètres représentatifs d'une pollution est délicat. Il faut pouvoir détecter ou caractériser une pollution dont la nature peut être très variée (forte charge organique, produits chimiques, métaux, etc.).

Les polluants qui caractérisent les RUTP sont les mêmes que ceux contenus dans les eaux usées, mais leurs concentrations sont très différentes, très importantes pour les métaux lourds par exemple. Après réflexion et recherches bibliographiques, voici la liste des paramètres analysés sur les échantillons récoltés :

- La matière organique : caractérisée par la demande chimique en oxygène (DCO, en mg/l d'O<sub>2</sub> dissous) et la demande biologique en oxygène au bout de 5 jours (DBO<sub>5</sub>, en mg/l d'O<sub>2</sub> dissous);
- Les matières en suspension totales : les MEST sont mesurées en mg/l ;
- Les métaux lourds : Cu (cuivre), Zn (zinc), Cd (cadmium) et Pb (plomb) mesurés en µg/l d'eau brute.
- Les hydrocarbures : mesurés en mg/l d'eau brute ;
- Les HAP : mesurés en µg/l. Les molécules recherchées sont : l'Acénaphthylène, l'Acénaphène, le Fluorène, le Phénanthrène, l'Anthracène, le Fluoranthène, le Pyrène, le Chrysène, le Benzo(a)Anthracène, le Benzo(b)Fluoranthène, le Benzo(k)Fluoranthène, le Benzo(a)Pyrène, l'Indéno(1,2,3-c,d)Pyrène, le Dibenzo(a,h)Anthracène, le Benzo(ghi)Pérylène. En effet ce sont celles qui caractérisent les émissions des véhicules.

## 5.2 Le laboratoire d'analyses

---

L'ensemble des analyses sera effectué par Savoie Labo, centre savoyard d'analyses en environnement et agro-alimentaire.

Le volume nécessaire pour les analyses est d'environ 4 litres :

- 2 litres pour les paramètres physico-chimiques ;
- 1 litre pour les HAP ;
- 500 ml pour les hydrocarbures ;
- 250 ml pour les métaux.

Il est donc nécessaire de grouper au minimum 5 flacons pour constituer un échantillon. Les flacons sont réunis pour être représentatifs d'une phase de la crue (M<sup>1</sup>, D<sup>2</sup> ou R<sup>3</sup>).



Photo 8 : Echantillonnage

L'analyse d'un échantillon est facturée 250 euros HT.

Le délai de réception des résultats est d'environ trois semaines.

## 5.3 Les événements observés durant le stage

---

Dans la littérature, la définition suivante est appliquée pour bassin versant du Marais (Paris) : « un événement pluvieux est une précipitation d'une hauteur totale supérieure à 1 mm, et séparée de l'événement précédent par une durée de temps sec d'au moins 30 minutes. La durée de 30 minutes correspond au temps de concentration du bassin versant du Marais, mais reste inférieure à la durée totale de la décrue (45 à 60 minutes) » [Gromaire-Mertz, 1998].

En pratique, la sonde de niveau est placée à environ 1cm au dessus de la surface du cours d'eau (sites L2 et E) de telle sorte que le préleveur se déclenche dès que le niveau d'eau augmente.

---

<sup>1</sup> M : montée

<sup>2</sup> D : descente

<sup>3</sup> R : ressuyage

### 5.3.1 Les données météorologiques

Les données météorologiques ont 2 sources.

D'une part, ce sont celles enregistrées à la station météorologique de Voglans et fournies mensuellement au CISALB par Météo France. Ces données sont vérifiées et accréditées.

D'autre part, ce sont celles mesurées par un pluviographe implanté dans la zone industrielle de Bissy et récoltées par le SICEC (Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau Chambériens).

Etant donné les sites d'implantation de la station de prélèvement, ce sont les données fournies par le SICEC qui seraient le plus représentatives de l'événement échantillonné.

Date	Site	Période de temps sec précédant la pluie (jour)	Précipitations (mm)	Durée de la pluie (h)	Intensité (mm/h)	Nature
18/05/06	L2	5	8,2	3	3	Pluie continue
21/05/06	L2	1	12,8	8	2	Pluie continue
27/06/06	E	1	20,8	2,4	8,7	Orage
5/07/06*	E	6	7	3,3	2,1	Orage
12/07/06*	E	5	1	0,3	3,3	Orage
3/08/06*	E	20	22,8	3,4	6,7	Pluie continue
19/08/06*	L2	2	6,6	3,3	2	Pluie continue
26/08/06*	L2	7	2,4	1	2,4	Pluie continue
29/08/06*	L2	1	11,4	4	2,9	Pluie continue

\* : asservissement à la sonde de niveau et couplage au débitmètre.

Tableau 3 : Données météorologiques

### 5.3.2 Période de retour d'un événement pluvieux

Le caractère plus ou moins exceptionnel d'un événement pluvieux (hauteur h en millimètres pendant une durée de temps t en minutes) s'apprécie par sa période de retour T. C'est la période pendant laquelle un événement pluvieux ne risque de se reproduire statistiquement qu'une seule fois. Par exemple une intensité de période de retour 10 ans est une intensité dont la probabilité d'être dépassée est de 1/10.

Durée	Hauteur précipitée		
	T=2ans	T=5ans	T=10ans
6 min	7,0 (6 à 7,9)	10,8 (8,9 à 12,8)	13,2 (10,6 à 15,8)
15 min	9,9 (8,8 à 11,1)	14,5 (14,3 à 20,4)	17,4 (14,3 à 20,4)
30 min	14 (12,2 à 15,8)	21 (16,2 à 25,7)	25,6 (18,4 à 32,7)
1 h	17,5 (15,4 à 19,6)	24,8 (20,4 à 29,3)	29,4 (23,4 à 35,4)
2 h	25 (21,6 à 28,3)	33,2 (27 à 39,4)	38,5 (30,4 à 46,7)
3 h	24,8 (23,1 à 26,6)	32,4 (28,4 à 36,4)	37,1 (31,6 à 42,6)
6 h	40,8 (36,1 à 45,6)	48,4 (41,1 à 55,7)	54,1 (44,9 à 63,4)
12 h	52,2 (45,7 à 58,7)	62 (52,3 à 71,7)	69,5 (57,3 à 81,6)
24 h	58,1 (52,2 à 64)	74 (62,3 à 85,6)	84,3 (68,8 à 99,7)
48 h	79,6 (67,6 à 91,5)	96,3 (77,9 à 114,7)	108,9 (85,6 à 132,2)

T : période de retour

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 70%

Tableau 4 : Statistique des hauteurs précipitées entre 1979 et 1995 à la station météorologique de Voglans

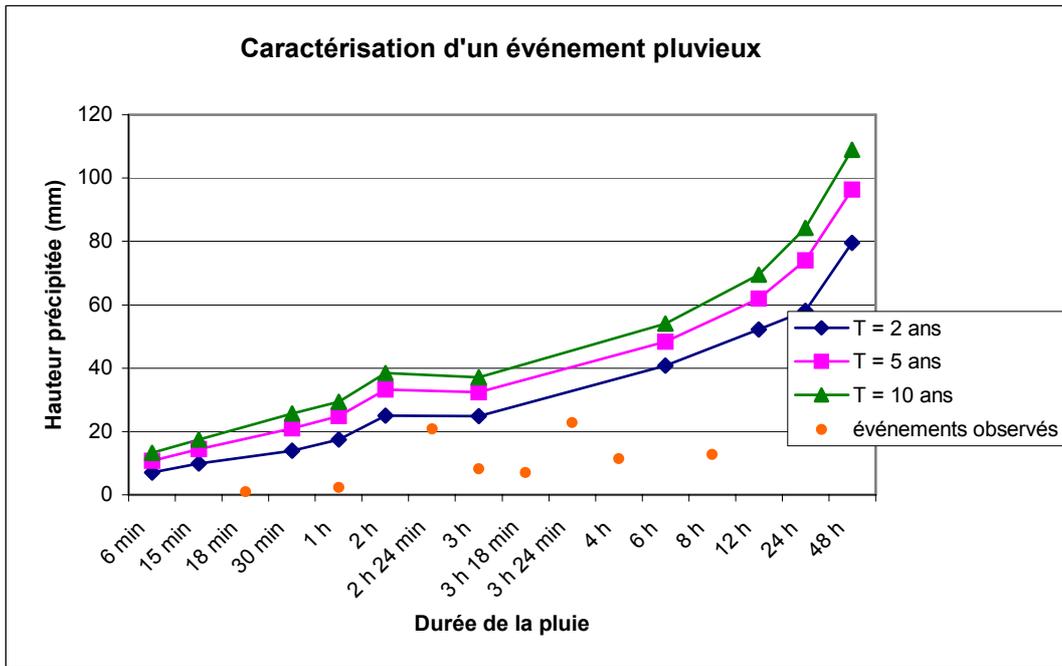


Figure 2 : Caractérisation d'un événement pluvieux

➔ Aucun des événements observés ne présente de caractère exceptionnel puisque tous ont une période de retour inférieure à 2 ans.

### 5.3.3 Les résultats d'analyses

#### 5.3.3.1 Détermination de la qualité de l'eau : utilisation du SEQ-eau

Le principe général de cet outil est d'évaluer une eau selon sa qualité physico-chimique ou selon l'aptitude de l'eau aux usages (ex. production d'eau potable, etc.) et aux fonctions naturelles des milieux aquatiques.

Les concentrations mesurées sont confrontées à des limites de classes notamment établies sur la base de recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et converties en indices de qualité.

Ces indices permettent de juger de la qualité de l'eau pour un paramètre, une **altération** (en retenant l'indice le plus faible obtenu pour l'ensemble des paramètres de l'altération) ou un ensemble d'altérations (en retenant l'indice le plus faible obtenu pour l'ensemble des altérations considérées).

Classe	Indice de qualité pour l'altération	Définition de la classe de qualité
Bleu	80 à 100	Eau de très bonne qualité
Vert	60 à 79	Eau de bonne qualité
Jaune	40 à 59	Eau de qualité moyenne
Orange	20 à 39	Eau de qualité médiocre
Rouge	0 à 19	Eau de mauvaise qualité

Tableau 5 : Indice de qualité selon le SEQ-eau

Pour déterminer l'état écologique des échantillons récoltés, les logiciels SEQ-eau 1 et SEQ-eau 2 sont utilisés. La différence majeure entre ces deux versions est que le SEQ2 prend en compte plus de paramètres micropolluants que le SEQ1.

Des résultats différents sont observés lorsque l'on utilise l'un ou l'autre des logiciels. En général, le SEQ2 conclue à une qualité de l'eau moins bonne que celle obtenue avec le SEQ1.

Ce sont les résultats fournis par le **SEQ-eau 2** qui seront exploités.

### 5.3.3.2 Classification de l'état écologique

D'après la DCE, pour les catégories d'eau de surface, la classification de l'état écologique de la masse d'eau est représentée par la plus basse des valeurs des résultats des contrôles biologiques et physico-chimiques pour les éléments de qualité pertinents.

La classification de l'état écologique pour chaque masse d'eau est illustrée à l'aide d'un **code de couleur**.

Dans le tableau ci-dessous, les classes de concentrations pour chaque élément analysé et pour chaque classe de qualité sont présentées.

Paramètres	Unité	Valeur-seuil eau fixée par la DCE	Classification de la qualité physico-chimique				
			Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
❖ Physico-chimiques							
MEST	mg/l		2	25	38	50	
DCO	mg/l d'O <sub>2</sub>		20	30	40	80	
DBO <sub>5</sub>	mg/l d'O <sub>2</sub>		3	6	10	25	
❖ Micropolluants minéraux							
<i>Cd</i>	mg/l	0,005	<b>0,009</b>	<b>0,09</b>	<b>0,85</b>	<b>3</b>	
<i>Cu</i>	mg/l		0,27	2,7	27	40	
<i>Pb</i>	mg/l	Bdf + 0,0004	1	10	30	50	
<i>Zn</i>	mg/l		1,4	14	140	330	
❖ HAP							
Acénaphthylène	µg/l		0,04	0,4	99		
Acénaphène	µg/l		0,07	0,7	160		
Fluorène	µg/l		0,03	0,3	77		
Phénanthrène	µg/l		0,011	0,11	27		
Anthracène	µg/l		0,009	0,09	21		
<i>Fluoranthène</i>	µg/l	0,09	0,0024	0,024	<b>6</b>		
Pyrène	µg/l		0,0024	0,024	6		
Chrysène	µg/l		0,0006	0,006	1,5		
Benzo(a)Anthracène	µg/l		0,0005	0,005	1,2		
<i>Benzo(b)Fluoranthène</i>	µg/l	0,05	0,0001	0,001	<b>0,3</b>		
<i>Benzo(k)Fluoranthène</i>	µg/l	0,03	0,0003	0,003	<b>0,8</b>		
<i>Benzo(a)Pyrène</i>	µg/l	0,05	0,00003	0,0003	<b>0,08</b>		
<i>Indéno(1,2,3,c-d)Pyrène</i>	µg/l	0,016	0,00016	0,0016	<b>0,4</b>		
Dibenzo(ah)Anthracène	µg/l		0,000006	0,00006	0,014		
<i>Benzo(ghi)Pérylène</i>	µg/l	0,016	0,0003	0,003	<b>0,6</b>		

Remarque : l'indice hydrocarbures ne figure pas dans ce tableau car il ne rentre pas en compte dans la détermination de la qualité de l'eau.

Bdf : bruit de fond.

*Substances prioritaires pour l'atteinte du « bon état » chimique des cours d'eau et plans d'eau.*

**Valeurs supérieures au seuil provisoire fixé par la DCE → non-respect du « bon état » chimique.**

Tableau 6 : Classification de l'état écologique

### 5.3.3.3 Valeurs seuils du laboratoire

Les seuils de détection de chaque élément sont présentés dans le tableau suivant.

Paramètres	Unité	Seuil	Méthode
❖ Physico-chimiques			
MEST	mg/l	2	NF EN 872 : pesée après filtration sur filtre en fibre de verre de marque Sartorius
DCO	mg/l d'O <sub>2</sub>	20	NFT 90-101 : traitement + titrage
DBO <sub>5</sub>	mg/l d'O <sub>2</sub>	1	NF EN 1899-2 : oxymétrie
❖ Micropolluants minéraux			
Cd	mg/l	0,04	NF EN ISO 11885 : spectrométrie d'émission atomique avec plasma couplé par induction
Cu	mg/l	0,02	
Pb	mg/l	0,02	
Zn	mg/l	0,02	
❖ HAP			
Acénaphthylène	µg/l	0,005	Méthode interne car paramètre non cité dans la norme
Acénaphène	µg/l	0,005	NF EN ISO 17993 : couplage HPLC / Spectrofluorimétrie (→ dosage de 15 HAP dont le Naphtalène qui apparaît « en plus » dans certaines analyses)
Fluorène	µg/l	0,005	
Phénanthrène	µg/l	0,005	
Anthracène	µg/l	0,005	
Fluoranthène	µg/l	0,005	
Pyrène	µg/l	0,005	
Chrysène	µg/l	0,005	
Benzo(a)Anthracène	µg/l	0,005	
Benzo(b)Fluoranthène	µg/l	0,005	
Benzo(k)Fluoranthène	µg/l	0,005	
Benzo(a)Pyrène	µg/l	0,005	
Indéno(1,2,3,c-d)Pyrène	µg/l	0,005	
Dibenzo(ah)Anthracène	µg/l	0,005	
Benzo(ghi)Pérylène	µg/l	0,005	

Remarque : l'indice hydrocarbures ne figure pas dans ce tableau car il ne rentre pas en compte dans la détermination de la qualité de l'eau.

Le Naphtalène est le plus « léger » des HAP.

**Valeur supérieure au seuil provisoire fixé par la DCE → non-respect du « bon état » chimique.**

Tableau 7 : Seuils de détection

➔ **7 HAP** ont des seuils de détection dans le jaune et **1 métaux lourds** est supérieur à la valeur-seuil eau fixée par la DCE. Quelque soit la qualité « réelle » de l'eau, elle sera **au minimum classée moyenne (jaune)**.

Les seuils de Savoie Labo sur une eau brute sont très inférieurs à ceux sur eau minéralisée.

Une analyse sur eau brute implique de filtrer l'eau et ainsi d'en retirer un maximum de MEST. Dans ce cas, la pollution adsorbée n'est pas prise en compte.

Les analyses de Savoie Labo sont effectuées sur une **eau minéralisée**. La minéralisation est une étape préalable indispensable si la concentration en MES est supérieure à 100 mg/l. Par défaut, Savoie Labo effectue cette étape sur chaque échantillon. La minéralisation a pour objectif de prendre en compte les pollutions adsorbées et pour conséquence majeure d'augmenter les seuils de détection des paramètres.

D'après la DCE (cf annexe 3), le support d'analyses le plus pertinent pour les HAP est le sédiment. Cela prouve une nouvelle fois que la majorité de la pollution est adsorbée sur les MEST.

Les analyses sur une eau minéralisée sont donc justifiées.

Les seuils fixés par le SEQ-eau sont déterminés pour des concentrations sur eau brute.

Les concentrations prises en compte pour déterminer la qualité de l'eau ne sont donc pas cohérentes avec les classes définies par le SEQ puisque d'une part elles concernent l'eau minéralisée et d'autre part l'eau brute.

Cependant, pour avoir une idée de la qualité de l'eau, il est indispensable d'utiliser la qualité SEQ-eau 2 sur eau brute.

De part ces constats, il est difficile de conclure quant à la qualité « réelle » des échantillons selon le SEQ-eau.

Pour se rapprocher au plus près de la réalité, des simulations ont été effectuées en enlevant de l'analyse des paramètres tels que les MES, la DCO, la DBO<sub>5</sub>, dont les teneurs sont toujours élevées durant un épisode pluvieux (cf. tableaux de résultats d'analyses sur les différents sites).

## 5.4 Interprétation des résultats

---

Le débitmètre et la sonde de niveau ont été installés à partir du 5 juillet 2006. C'est pourquoi les bruits de fond et les événements pluvieux du 18 mai et du 21 mai sur L2, et du 27 juin sur E ne disposent pas de graph présentant les variations de hauteur du cours d'eau.

### 5.4.1 Site Landiers 1 (L1)

Aucun échantillonnage de temps de pluie n'a pu être réalisé. Les seules données dont nous disposons sont celles du bruit de fond.

Le tableau présentant les résultats d'analyses du bruit de fond du site L1 est présenté en annexe 6.

Le bruit de fond a été échantillonné le 2 mai 2006 par un prélèvement ponctuel. La période de temps sec précédant est de 5 jours.

On notera la présence de :

- Pyrène (classe verte) : c'est le seul HAP dont la concentration est supérieure au seuil de détection ;
- Zn (classe bleue) : non déclassant ;
- Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 8 sont vert ou bleu, 1 vert et 7 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection.

**Le déclassement en classe jaune constaté est lié à 6 molécules de HAP, dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection classés jaune.**

**Il n'y a donc pas de conclusion possible quant à la contamination.**

## 5.4.2 Site Landiers 2 (L2)

Le tableau présentant les résultats d'analyses des échantillons du site L2 est présenté en annexe 7.

### 5.4.2.1 Bruit de fond

Le bruit de fond a été échantillonné le 2 mai 2006 par un prélèvement ponctuel. La période de temps sec précédant est de 5 jours.

Les macropolluants sont classés bleu ou vert.

On notera la présence de :

- Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE ;
- Fluoranthène (classe verte) ;
- Benzo(b)fluoranthène (classe jaune) dont la valeur est supérieure à la valeur seuil fixée par la DCE ;
- Benzo(a)pyrène (classe jaune);
- Indéno(1,2,3,c-d)pyrène (classe jaune).

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 2 sont vert ou bleu, 1 vert, 4 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection et 3 jaune (dérivés du fluoranthène et du pyrène, témoins d'une pollution véhiculaire rémanante).

**La qualité de l'eau est moyenne (jaune). Le déclassement est du à 7 HAP dont 3 seulement ont des concentrations mesurables.**

### 5.4.2.2 Pluies

5 événements pluvieux ont été échantillonnés. 12 analyses ont été réalisées.

**18/05/2006**

*Caractéristique de la pluie*

Pluie normale

3 mm/h

Temps sec précédent : 5 jours

2 prélèvements : montée et descente de crue

La détermination des 2 échantillons a été réalisée de manière « visuelle » car le débitmètre n'était pas installé. Le premier caractérise la montée de crue et le second la descente de crue.

*La montée de crue*

**Fortes concentrations en macropolluants. Les altérations dues aux matières oxydables et aux MES sont déclassantes.**

Présence de Cu et de Zn, classe bleu.

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 1 est vert ou bleu, 2 jaune mais inférieurs aux seuils de détection et 7 jaune (fluoranthène et pyrène, dérivés du fluoranthène et du pyrène, témoins d'une pollution véhiculaire rémanante).

**La qualité de l'eau est moyenne (jaune). Le déclassement est du à 8 HAP dont seulement 1 est inférieur au seuil de détection.**

*La descente de crue*

Concentrations élevées en macropolluants mais en baisse par rapport à la montée de crue.

Présence de Cu et de Zn (classe bleu) dont les concentrations ont diminué.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 3 sont vert ou bleu, 6 jaune mais inférieurs aux seuils de détection et 1 jaune (dérivés du fluoranthène).

**Le déclassement est du à 6 HAP tous inférieurs aux seuils de détection. On ne peut donc conclure quant à la qualité « micropolluants » de l'eau.**

**21/05/2006**

*Caractéristiques de la pluie*

Pluie normale

2 mm/h

Temps sec précédent : 1 jour

1 échantillon

Concentrations « normales » en macropolluants (classe verte).

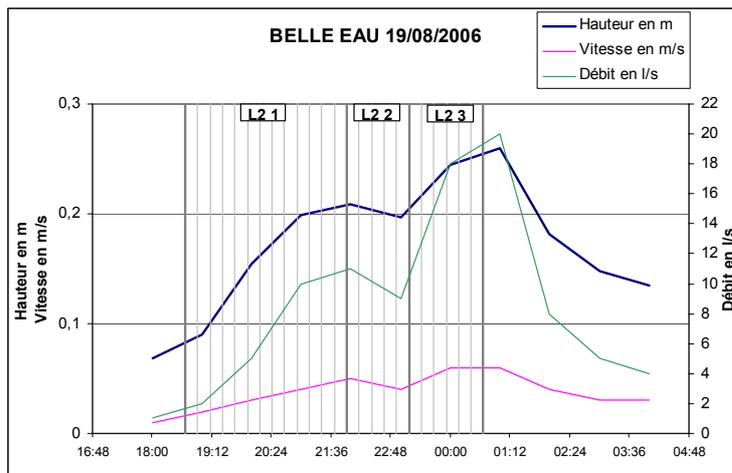
Présence de Cu et de Zn, classe bleu.

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 2 sont vert ou bleu, 1 vert, 6 jaune mais inférieurs aux seuils de détection et 1 jaune (dérivé du fluoranthène).

**Le déclassement est lié à 6 HAP dont 1 seul est mesurable. On ne peut donc conclure quant à la qualité « micropolluants » de l'eau.**

19/08/2006



Pluie normale

2 mm/h

Temps sec précédent : 2 jours

3 échantillons : première montée de crue, descente de crue, deuxième montée de crue

Remarque : la DBO<sub>5</sub> n'a pas pu être analysée suite à une erreur de manipulation au laboratoire.

#### *La première montée de crue*

Les concentrations en macropolluants appartiennent à la classe verte.

Présence de Cu (classe verte) et de Zn (classe bleu).

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 3 sont vert ou bleu, 7 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection.

**Tous les HAP sont inférieurs aux seuils de détection.**

**Le déclassement est du à 7 HAP tous inférieurs aux seuils de détection. On ne peut conclure quant à la qualité « micropolluants » de l'eau.**

#### *La descente de crue*

Concentration plus élevée en DCO.

Présence de Cu et de Zn (classe bleu) dont les concentrations ont diminué.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 2 sont vert ou bleu, 1 vert, 6 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection et 1 jaune (benzo(ghi)pérylène).

2 molécules ont des concentrations supérieures à celles de la montée de crue. Cependant, ces concentrations restent très proches des seuils de détection. Cela est probablement dû aux incertitudes sur les résultats.

**Le déclassement est du à 7 HAP, dont 6 inférieurs aux seuils de détection. On ne peut donc conclure quant à la qualité « micropolluants » de l'eau.**

#### *La deuxième montée de crue*

Elle correspond à une période pluie de forte intensité.

Les concentrations en macropolluants appartiennent à la classe verte.

Présence de Zn (classe bleu) dont la concentration a diminué tout au long de l'épisode pluvieux.

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

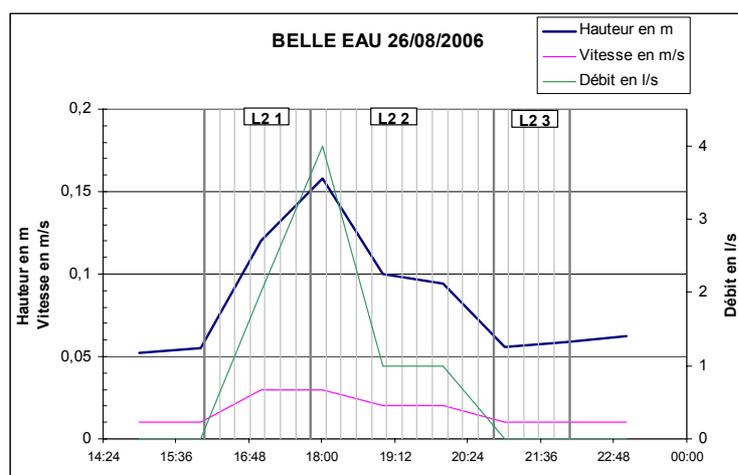
Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 1 est vert ou bleu, 3 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection, 6 jaune.

6 HAP ont des concentrations supérieures lors de cette période.

**La concentration en pérylène est supérieure au seuil fixé par la DCE. Il y a risque de non-atteinte du « bon état » chimique.**

**La qualité de l'eau est moyenne (jaune). Le déclassement est du à 9 HAP, dont 3 inférieurs aux seuils de détection.**

26/08/2006



Pluie normale

2,4 mm/h

Temps sec précédent : 7 jours

3 échantillons : montée de crue, descente de crue et ressuyage de crue

#### *La montée de crue*

Les concentrations en macropolluants sont déclassantes (classe jaune).

Présence de Cu, Pb et Zn (classe bleu).

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 4 appartiennent à la classe bleue, 2 vert (dont le phénanthrène), 1 est vert ou bleu, 4 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection, 4 jaune.

**La concentration en pérylène est supérieure au seuil fixé par la DCE. Il y a risque de non-atteinte du « bon état » chimique.**

**La qualité de l'eau est moyenne (jaune). Le déclassement est du à 8 HAP, dont 4 sont inférieurs aux seuils de détection.**

#### *La descente de crue*

Concentrations plus élevées en macropolluants (classe orange).

Présence de Cu et de Zn (classe bleu) dont les concentrations ont diminuées.

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 2 sont vert ou bleu, 1 vert, 3 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection et 4.

5 molécules ont des concentrations supérieures à celles de la montée de crue.

**La qualité de l'eau est moyenne (jaune). Le déclassement est du à 7 HAP, dont 6 inférieurs aux seuils de détection.**

#### *Le ressuyage de crue*

Les concentrations en macropolluants appartiennent à la classe verte ou bleue.

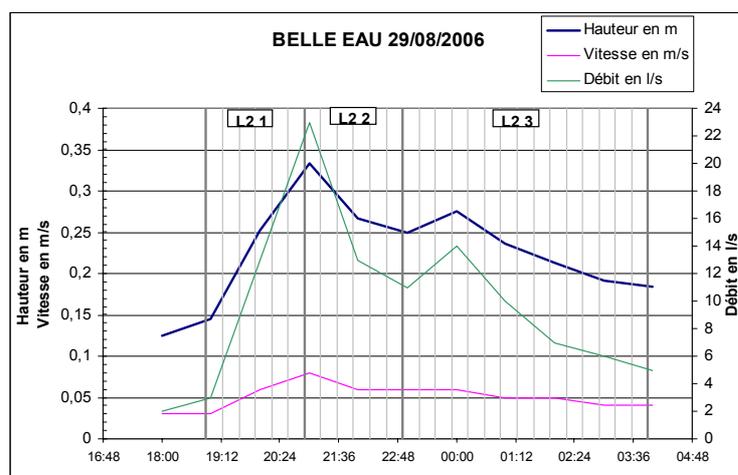
Présence de Zn (classe bleu) dont la concentration a diminué tout au long de l'épisode pluvieux.

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 4 appartiennent à la classe bleue, 2 sont vert ou bleu, 2 vert, 7 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection.

**La qualité de l'eau est moyenne (jaune). Le déclassement est lié à 6 HAP, tous inférieurs aux seuils de détection.**

29/08/2006



Pluie normale

2,9 mm/h

Temps sec précédent : 1 jour

3 échantillons : première montée de crue, première descente de crue, et deuxièmes montée et descente de crue.

#### *La première montée de crue*

Les concentrations en MES et DCO sont déclassantes (classe jaune). La DBO<sub>5</sub> n'est pas déclassante (verte).

Présence de Cu et Zn (classe bleu).

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 4 appartiennent à la classe bleue, 1 vert (le phénanthrène), 4 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection, 6 jaune.

**La qualité de l'eau est moyenne (jaune). Le déclassement est du à 9 HAP, dont 3 sont inférieurs aux seuils de détection.**

#### *La première descente de crue*

Concentrations plus faibles en macropolluants (classe verte ou bleue).

Présence de Cu et de Zn (classe bleu) dont les concentrations ont diminuées.

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 4 appartiennent à la classe bleue, 2 vert (dont le phénanthrène), 4 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection, 5 jaune.

3 molécules ont des concentrations supérieures à celles de la montée de crue.

**La qualité de l'eau est moyenne (jaune). Le déclassement est du à 9 HAP, dont 3 inférieurs aux seuils de détection.**

#### *Deuxièmes montée et descente de crue*

Les concentrations en macropolluants appartiennent à la classe verte ou bleue.

Présence de Cu (classe bleu).

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 4 appartiennent à la classe bleue, 3 vert, 4 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection, 4 jaune.

**La qualité de l'eau est moyenne (jaune). Le déclassement est du à 7 HAP, dont 3 sont inférieurs aux seuils de détection.**

- 
- La qualité de l'eau est toujours moyenne (jaune) quelque soit l'événement pluvieux.
  - Le plomb présente une fois une concentration supérieure au seuil fixé par la DCE.
  - A 9 reprises, les concentrations en HAP sont supérieures aux seuils fixés par la DCE (2 fois par le benzo(b)fluoranthène, 1 fois par le fluoranthène, 2 fois par l'indéno(1,2,3, c-d)pyrène et 4 fois par le benzo(ghi)pérylène).

**Il y donc une forte pollution liée aux HAP.**

### 5.4.3 Erier

Le tableau présentant les résultats d'analyses des échantillons sur le site E est présenté en annexe 8.

#### 5.4.3.1 Bruit de fond

Le bruit de fond a été échantillonné le 2 mai 2006 par un prélèvement ponctuel. La période de temps sec précédant est de 5 jours.

Les macropolluants sont classés bleu ou vert.

On notera la présence de Cd (classe verte), non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue (le phénanthrène est supérieur aux limites de détection), 2 sont vert ou bleu, 1 vert, 4 jaune mais avec des concentrations inférieures aux seuils de détection et 3 jaune (dérivés du fluoranthène et du pyrène, témoins d'une pollution véhiculaire rémanente).

**Le déclassement est du à 7 HAP, tous inférieurs aux seuils de détection. On ne peut donc conclure quant à la qualité « micropolluants » de l'eau.**

#### 5.4.3.2 Pluies

4 événements pluvieux ont été échantillonnés. 9 analyses ont été réalisées.

**27/06/2006**

*Caractéristiques de la pluie*

Orage

8,7 mm/h

Temps sec précédent : 1 jour

1 échantillon

Fortes concentrations en macropolluants. Les altérations dues aux matières oxydables et aux MES sont déclassantes (rouge ou orange).

Présence de Cu, Pb et de Zn, classe bleu.

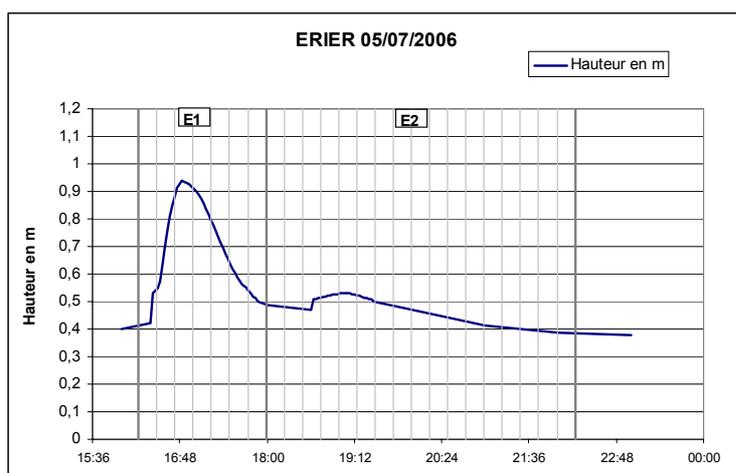
Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 1 est vert ou bleu, 2 jaune mais inférieurs aux seuils de détection et 7 jaune (fluoranthène et pyrène, dérivés du fluoranthène et du pyrène, témoins d'une pollution véhiculaire rémanente).

**Les concentrations en Pb et indéno(1,2,3, c-d)pyrène sont supérieures aux seuils fixés par la DCE → risque de non-atteinte du bon état chimique.**

**La qualité de l'eau est moyenne (jaune). Le déclassement est du à 7 HAP dont seulement 2 sont inférieurs aux seuils de détection.**

05/07/2006



Orage  
2,1 mm/h  
Temps sec précédent : 6 jours  
2 échantillons : montée-descente  
de crue et ressuyage

### *Montée-descente de crue*

Les MES sont déclassantes (rouges).

Les matières oxydables sont classées orange.

Présence de Cu, Pb et Zn (classe bleu).

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 2 sont vert ou bleu, 3 jaune mais avec des concentrations inférieures aux seuils de détection et 5 sont jaune.

**Les concentrations en Pb, benzo(b)fluoranthène, indéno(1,2,3, c-d)pyrène et benzo(ghi)pérylène sont supérieures aux seuils fixés par la DCE → risque de non-atteinte du bon état chimique.**

**Le déclassement (jaune) est dû à 8 HAP dont 3 sont inférieurs aux seuils de détection.**

### *Le ressuyage*

MEST et DBO<sub>5</sub> sont déclassantes (jaune).

Présence de Cu et de Zn (classe bleu) dont les concentrations ont diminuées.

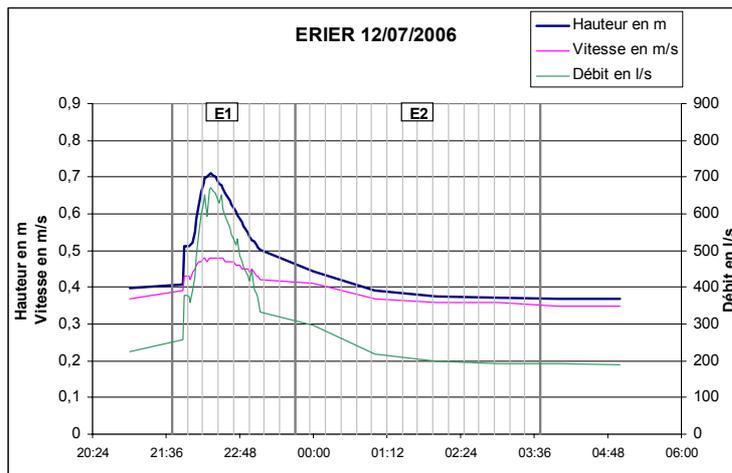
Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 2 sont vert ou bleu, 1 vert, 5 jaune au pire et 2 jaune.

Toutes les concentrations ont diminuées par rapport à la montée-descente de crue.

**Le déclassement est dû à 7 HAP, dont 5 inférieurs aux seuils de détection. On ne peut donc conclure quant à la qualité « micropolluants » de l'eau.**

12/07/2006



Orage  
3,3 mm/h  
Temps sec précédent : 5 jours  
2 échantillons : montée-descente  
de crue et ressuyage de crue

### *Montée-descente de crue*

Les MES sont déclassantes (rouges).

Les matières oxydables sont classées orange.

Présence de Cu, Pb et Zn (classe bleu).

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 2 sont vert ou bleu, 1 vert, 2 jaune mais avec des concentrations inférieures aux seuils de détection et 5 sont jaune.

**Le déclassement (jaune) est lié à 7 HAP dont 2 sont inférieurs aux seuils de détection.**

### *Le ressuyage*

Les matières oxydables sont déclassantes (jaune).

Présence de Cu et de Zn (classe bleu).

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

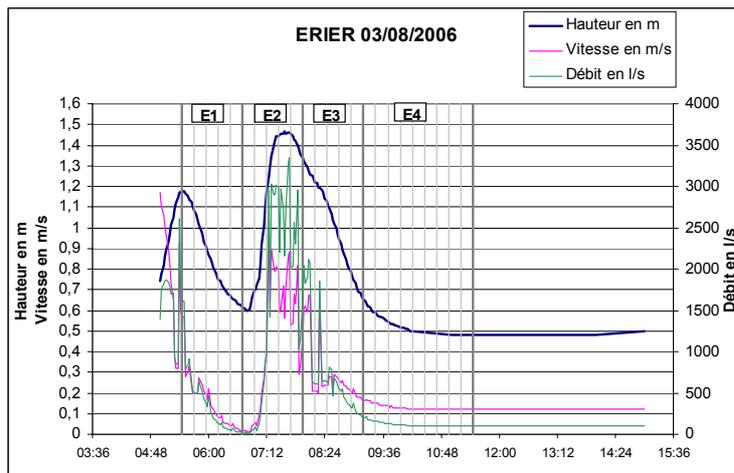
Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 3 sont vert ou bleu, 7 jaunes mais avec des concentrations inférieures aux seuils de détection.

Toutes les concentrations ont diminuées par rapport à la montée-descente de crue.

**La concentration en Zn a augmenté au cours de l'événement pluvieux.**

**Le déclassement est du à 6 HAP, tous inférieurs aux seuils de détection. On ne peut donc conclure quant à la qualité « micropolluants » de l'eau.**

03/08/2006



Pluie normale

6,7 mm/h

Temps sec précédent : 20 jours

4 échantillons : première descente de crue, deuxième montée de crue, deuxième descente de crue et ressuyage.

#### *La première descente de crue*

Les concentrations en MES et DCO sont déclassantes (classe orange).

Présence de Cu, Pb et Zn (classe bleu).

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 4 appartiennent à la classe bleue, 2 vert ou bleu, 4 jaune mais dont les concentrations sont inférieures aux seuils de détection, 5 jaune.

**Les concentrations en Pb et benzo(ghi)pérylène sont supérieures aux seuils fixés par la DCE → risque de non-atteinte du bon état chimique.**

**La qualité de l'eau est moyenne (jaune). Le déclassement est lié à 8 HAP, dont 4 sont inférieurs aux seuils de détection.**

#### *La deuxième montée de crue*

Les MEST sont déclassantes (rouge).

Présence de Cu et de Zn (classe bleu) dont les concentrations ont diminuées.

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 4 appartiennent à la classe bleue, 2 vert ou bleu, 4 jaune mais avec des concentrations inférieures aux seuils de détection, 5 jaune.

**La concentration en benzo(ghi)pérylène est supérieure au seuil fixé par la DCE → risque de non-atteinte du bon état chimique.**

**Le déclassement est du à 6 HAP, dont 4 inférieurs aux seuils de détection. On ne peut donc conclure quant à la qualité de l'eau.**

#### *Deuxième descente de crue*

Les MEST sont déclassantes (orange).

Les concentrations en matières organiques oxydables appartiennent à la classe verte.

Présence de Cu et Zn (classe bleu).

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 2 vert ou bleu, 6 jaune mais avec des concentrations inférieures aux seuils de détection, 2 jaune.

**Le déclassement est du à 7 HAP, dont 5 sont inférieurs aux seuils de détection. On ne peut donc conclure quant à la qualité de l'eau.**

### *Le ressuyage*

Les macropolluants ne sont pas déclassants (vert).

Présence de Cu et de Zn (classe bleu) dont les concentrations sont identiques à celles de la descente de crue.

Cd (classe verte) : non déclassant mais supérieur au seuil fixé par la DCE.

Pour les HAP, sur 15 molécules analysées, 5 appartiennent à la classe bleue, 2 sont vert ou bleu, 1 vert, 7 jaunes mais avec des concentrations inférieures aux seuils de détection.

**Le déclassement est lié à 6 HAP, tous inférieurs aux seuils de détection. On ne peut donc conclure quant à la qualité « micropolluants » de l'eau.**

- 
- La qualité de l'eau est **toujours moyenne (jaune)** quelque soit l'événement pluvieux.
  - Par 2 fois, le plomb présente des concentrations supérieures au seuil fixé par la DCE.
  - A 6 reprises, les concentrations en HAP sont supérieurs aux seuils fixés par la DCE (1 fois par le benzo(b)fluoranthène, 2 fois par l'indéno(1,2,3, c-d)pyrène et 3 fois par le benzo(ghi)pérylène).

**Il y donc une forte pollution due aux HAP.**



**5 HAP** (acénaphtylène, acénaphtène, fluorène, anthracène, dibenzo (ah)anthracène) ont toujours des concentrations **inférieures aux seuils** de détection, quelque soit le site et l'événement pluvieux. On peut donc les enlever des analyses à faire dans le futur.

#### 5.4.4 Comparaison avec la littérature et les données disponibles

Les ordres de grandeur des concentrations en MEST, matières oxydables, métaux et hydrocarbures citées dans la littérature pour les réseaux unitaires sont rappelés en tableau 7.

Références	MEST (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Cd (µg/l)	Cu (µg/l)	Pb (µg/l)	Zn (µg/l)
[Hogland et al. ; 84], [Philippe et al. ; 87], [Geiger ; 86], [Saget ; 94]	152 à 670	114 à 570	48 à 270	7 à 43	180 à 380	100 à 510	350 à 2000
Collecteur des Coteaux [Philippe et al. ; 87]	118 à 508	126 à 581	36 à 113	1.2 à 20	-	90 à 390	2270 à 12600
Ruissellement de voirie [Mouyon ; 2001]	-	-	-	0 à 18	13 à 175	19 à 535	64 à 1300
Nos données	17 à 260	29 à 111	3,8 à 36	20 à 40	20 à 640	20 à 70	100 à 360

Tableau 8 : données bibliographiques sur les concentrations moyennes par événement à l'exutoire des réseaux unitaires

Les valeurs de MES, DCO et DBO<sub>5</sub> obtenues sur les différents sites sont cohérentes avec les valeurs moyennes trouvées dans la littérature.

Concernant les métaux lourds, l'ordre de grandeur est respecté avec cependant des valeurs pour les sites étudiés inférieures à celles présentées dans le tableau 8.

#### 5.4.5 Comparaison avec le bruit de fond

Le bruit de fond se caractérise par une période de temps sec suffisante pour atteindre un régime établi.

Pour chaque site, des prélèvements spécifiques du bruit de fond ont été effectués.

Ainsi, des interprétations concernant les différences de concentrations entre le bruit de fond et un événement pluvieux sont possibles.

Les 3 sites étudiés présentent une qualité de l'eau moyenne (« jaune ») liée aux concentrations en HAP.

Cette interprétation est délicate puisque pour L1 et E, les paramètres déclassants sont inférieurs aux seuils de détection, qui se classent « jaune ».

Pour L2, 3 HAP ont des concentrations supérieures aux seuils de détection ; le benzo(b)fluoranthène est même supérieur au seuil fixé par la DCE.

 **Pour les 3 sites, ce sont les HAP qui confèrent à l'eau une qualité moyenne (jaune).**

##### 5.4.5.1 Site Landiers 2 (L2)

Les concentrations élevées des paramètres macropolluants (MEST, DCO et DBO<sub>5</sub>) sont responsables de la mauvaise qualité du Belle-Eau (MEST → rouge).

En ôtant ces paramètres « classiques » d'un événement pluvieux, la pollution du cours d'eau est due aux HAP.

L'interprétation quant à la pollution par ces polluants reste délicate. Les seuils de détection étant trop élevés, ils confèrent à l'eau une qualité au minimum « moyenne » (HAP → jaune). Il est important de constater que **les métaux lourds ne sont pas responsables** de la mauvaise qualité du cours d'eau puisque que leurs concentrations confèrent à l'eau une qualité SEQ-eau « très bonne » à « bonne ».

Pourtant, le seuil de détection du Cd, supérieur à la valeur-seuil eau fixée par la DCE, le classe parmi les paramètres responsables de la non-atteinte du bon état. Ce seuil de 0,04 mg/l est celui pour une analyse sur une eau minéralisée. Il passe à 0,0005 mg/l pour une analyse sur eau brute, valeur 10 fois inférieure à la valeur-seuil eau fixée par la DCE.

#### 5.4.5.2 Site Erier (E)

Les analyses sur l'Erier ont commencé après celles effectuées sur le Belle-Eau. Aux vues des résultats d'analyses précédentes, il a été demandé à Savoie Labo **d'abaisser au maximum ses seuils de détection**. Chose qui a été faite dès la première campagne de mesure sur l'Erier (27 juin 2006).

Pour les HAP, tous les seuils ont été divisés par 10 (passant à 0,005 µg/l).

Malgré cet abaissement, **ce sont toujours les HAP qui sont responsables de la qualité moyenne de l'eau** (cf. événement T2 du 12 juillet par SEQ-eau 2).

L'échantillon T1 de l'événement pluvieux du 5 juillet est intéressant car c'est celui qui présente les concentrations en polluants les plus élevées, avec 5 valeurs supérieures aux valeurs-seuils eau fixées par la DCE.

Ces teneurs élevées ont principalement 2 origines :

- La période de temps sec précédent la pluie : durant 6 jours, les polluants se sont accumulés sur les surfaces imperméabilisées et dans le réseau d'eaux pluviales ;
- La pluviométrie et la nature de la pluie : 20 mm d'eau sont tombés lors d'un orage ce qui a eu pour effet de lessivés une grande partie des surfaces imperméabilisées et de remobiliser les polluants accumulés dans le réseau.

### 5.4.6 Comparaison des événements pluvieux

#### 5.4.6.1 L2

Les événements comparables sont ceux du 19 et du 29 août car la période de temps sec précédant est proche (respectivement 2 et 1 jours), les intensités sont du même ordre de grandeur (2 et 2,9 mm/h) et de même nature (pluie continue).

Nous allons comparer les montée et descente de ces 2 événements.

Les MEST et la DCO sont déclassants pour le 29 août (jaune).

Les métaux lourds ont des concentrations plus élevées pour l'épisode du 19 août :

- Cu : 0,64/0,02 pour la montée ;
- Zn : 0,36/0,22 pour la montée.

Les concentrations en phénanthrène et fluoranthène sont supérieures au seuil de détection et classées vert pour la pluie du 29 août.

Les concentrations en pyrène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, et benzo(a)pyrène sont supérieures au seuil de détection et classées jaune pour la pluie du 29 août.

#### 5.4.6.2 Site Erier (E)

Les événements du 5 et du 12 juillet sont comparables puisque qu'ils présentent la même période de temps sec précédant (respectivement 6 et 5 jours), des intensités du même ordre de grandeur (2,1 mm/h et 3,3 mm/h) et sont de même nature (orage).

De plus, les échantillons représentent les mêmes temps forts de la pluie ; d'une part montée-descente (M-D) et d'autre part ressuyage (R).

Les qualités globales de l'eau SEQ2 sont les mêmes : mauvaises (MEST → rouge) ou moyenne (HAP → jaune).

Cependant, on note des différences significatives de concentrations pour :

- Les MES : 120/56 pour M-D et 34/9,2 pour R ;
- Le benzo(b)fluoranthène : 0,05/0,016 pour M-D ;
- L'indéno(1,2,3,c-d)pyrène : 0,035/0,007 pour M-D ;
- Le benzo(ghi)pérylène : 0,061/0,005 pour M-D.

Les valeurs des 3 HAP pour l'événement du 5 juillet sont supérieures à la valeur-seuil eau fixée par la DCE, ce qui a pour conséquence la **non-atteinte du bon état**.

#### 5.4.7 Comparaison entre les sites

##### 5.4.7.1 Site Landiers 2 (L2) et site Erier (E)

Il est intéressant de comparer entre eux les sites L2 et E car leurs surfaces drainées sont différentes. En effet, L2 est caractéristique des rejets par temps de pluie de grandes surfaces imperméabilisées (type parking) alors que E détermine la pollution provenant aussi bien de surfaces imperméabilisées et de surfaces pavillonnaires.

Cependant, il est difficile de comparer deux sites entre eux car les événements échantillonnés sont différents. En effet, ne disposant que d'un seul préleveur, il est impossible de mesurer le même événement sur deux sites différents.

La période de temps sec précédent, l'intensité et la nature des précipitations sont différentes, la pollution véhiculée aussi.

On notera simplement que **pour tous les événements pluvieux observés, la qualité globale de l'eau selon le SEQ2 est moyenne (HAP → jaune)**.

##### 5.4.7.2 Site Erier (E) et station de la Leysse

Le Cisalb dispose d'une station de mesure pour le suivi de la qualité de l'eau de la Leysse. Elle est implantée au Bourget du Lac, sur le site de Savoie Technolac.

Pour l'événement du 3 août, des échantillons d'eau de la Leysse ont été analysés. Une comparaison avec ceux récoltés sur l'Erier sont donc possibles (Annexe 8).

Les valeurs des MEST ne sont pas comparables car sur E, il manque M<sub>1</sub>, la première montée de crue, la plus chargée en MES au cours de l'événement pluvieux.

Hormis les MEST, **aucune différence significative** n'est à souligner entre les 2 points de mesure.

La Leysse ayant un débit plus important que l'Erier, la quantité de polluants dans la Leysse est donc plus grande.

## 5.4.8 Interprétation en terme d'origine des polluants

### 5.4.8.1 MEST, DCO et DBO<sub>5</sub>

Les MEST proviennent soit des **dépôts atmosphériques de temps sec**, soit du **lessivage des surfaces** (effets de sol, particules corrodées entraînées par les pluies...).

La matière organique (DCO et DBO<sub>5</sub>) provient des **eaux usées et des déchets** divers que l'on trouve sur la voirie et qui, après un stade de dégradation peu avancé, sont lessivés par la pluie et entraînés par les eaux pluviales.



60 à 90 % des MEST, DCO et DBO<sub>5</sub> introduits dans le réseau par les eaux de ruissellement proviendraient de la voirie [Gromaire Mertz, 2001].

### 5.4.8.2 Les micropolluants

La source majeure de métaux lourds en zone urbaine, hors industrie métallurgique, est constituée par **les toitures corrodées lessivées** par l'eau météorique (65 à 80 % de la masse de Cadmium, Plomb, Zinc et Cuivre).



65 à 80 % de la masse de Cadmium, Plomb, Zinc et Cuivre sont issus du lessivage des toitures corrodées [Mottier, 1994].

La contribution relative des différents types d'eaux de ruissellement varie fortement d'une zone urbaine à une autre en fonction des matériaux traditionnellement utilisés dans le bâtiment pour la couverture des toits [Mottier, 1994] [LHRSP, 1994].

D'autres sources sont la **corrosion des canalisations du réseau unitaire** (Cu) et l'utilisation de véhicules à moteur (nb : jusqu'il y a 10 ans, l'utilisation d'essences plombées était une source importante de Pb).

Un certain nombre de substances présentes dans les rejets industriels peuvent, même à dose infinitésimale, être dangereuses pour le milieu aquatique et pour l'homme en raison de leur **toxicité**, de leur **persistance** ou de leur **bioaccumulation**.

Les secteurs d'activité dans lesquels des polluants toxiques sont susceptibles d'être présents sont très divers, mais concernent essentiellement la mécanique et la traitement de surface, la chimie et la parachimie.

### 5.4.8.3 Les hydrocarbures



Les hydrocarbures présents dans les RUTP sont à 90% d'origine pétrolière.

Les hydrocarbures proviennent très majoritairement du **lessivage d'essence, d'huile ou de produits de combustion** déposés sur les surfaces des villes.

La pollution aux hydrocarbures liée aux transports à différentes origines : les accidents (entraînant des déversements de carburants et matières diverses) et les fuites d'huiles (inévitables sur des véhicules d'un certain âge).

### 5.4.8.4 Les HAP

L'eau de ruissellement provenant de **routes asphaltées, d'aires de stationnement** caractéristiques des surfaces imperméabilisées drainées par les cours d'eau étudiés, est la source majeure d'apport de HAP.

L'essence, lors de sa combustion, produit des HAP réputés fortement cancérigènes.

Les HAP proviennent également des déversements engendrés par diverses activités humaines : **déversements et/ou fuites** de produits renfermant des HAP (ex : les hydrocarbures).

Ces rejets directs dans le réseau d'eaux pluviales ou via les décharges sauvages sont qualifiés d'actes illicites.

#### 5.4.9 Interprétation en terme d'impact sur le milieu récepteur

##### 5.4.9.1 Importance de la pollution des rejets de temps de pluie

La masse de MEST contenue dans les eaux de ruissellement rejetées au milieu naturel par un orage violent est **100 fois plus** importante que celle contenue dans les eaux usées produites en une journée par la même agglomération [Gromaire-Mertz, 1998].

La masse de métaux lourds contenus dans les eaux de ruissellement rejetées en un an au milieu naturel lors des périodes de pluie est environ **25 fois plus** importante que celle contenue dans les eaux usées produites dans le même temps par la même agglomération [Gromaire-Mertz, 1998].

##### 5.4.9.2 Impacts sur le milieu récepteur

Les impacts constituent la réponse de l'écosystème aux rejets.

Pour ce qui concerne la qualité, les eaux pluviales sont caractérisées par les paramètres dont l'impact est variable.

Rejets	Effets	Caractérisation
Matières organiques	Désoxygénation, mortalité piscicole, odeurs...	DCO et DBO <sub>5</sub>
Solides	Colmatage des fonds, dépôts de boue, turbidité...	MEST
Toxiques	Mortalité, effets à long terme.	HAP, métaux lourds
Nutriments	Eutrophisation, consommation d'oxygène.	DCO et DBO <sub>5</sub>
Flottants	Visuel	MEST

Tableau 9 : Les différents rejets et leurs effets

Dans le cas où le milieu récepteur est une petite rivière (Belle-Eau et Erier), les rejets urbains peuvent être suffisamment importants pour affecter son régime hydraulique, ce qui se traduit par une augmentation de la fréquence des crues, la remise en suspension de sédiments, l'érosion des berges, la modification du lit ...

La présence de grandes quantités de matières organiques dans les RUTP entraîne le développement de bactéries, qui vont à leur tour rapidement consommer l'oxygène dissous. Ce phénomène occasionne une mortalité plus ou moins importante de la faune aquatique par **asphyxie**.

Les impacts dus aux micropolluants présentent plusieurs particularités. La plupart de ces produits sont **stockés** dans les sédiments et sont soumis à des **relargages lents** (introduction dans la chaîne alimentaire). La rémanence de ces produits est très grande et leur domaine spatial d'influence est important.

Enfin, les nutriments (notamment le phosphore) sont responsables de l'**hyper-eutrophisation** du milieu récepteur.

Une présentation détaillée des impacts de chaque polluant analysé est présentée en annexe 10.

# 6 PROPOSITIONS

## 6.1 Des sites à instrumenter

---

### 6.1.1 Réseaux d'eaux pluviales du Belle-Eau et de l'Erier

Pour affiner l'origine de la pollution des eaux pluviales en temps de pluie, il serait intéressant de sectoriser la surface drainée par le Belle-Eau et l'Erier. En effet, comme nous l'avons vu précédemment (chapitre 4.1.2 les sites retenus et « plan de situation et mode d'occupation des sites retenus »), les sites L2 et E drainent respectivement 0,55 km<sup>2</sup> et 5 km<sup>2</sup>.

L'implantation du préleveur sur des **émissaires d'eaux pluviales** permettrait de connaître la part de pollution engendrée par de plus petits secteurs (zone pavillonnaire et zone industrielle pour l'Erier par exemple).

### 6.1.2 D'autres cours d'eau

Pour répondre à cette problématique, l'étude Téréo a été utilisée. Les codes des stations indiquées font référence aux cartes de cette étude.

#### 6.1.2.1 *La Curtine(C)*

Ce site n'a pas été instrumenté durant le stage. Cependant, l'implantation de la station de mesure est définie.

Le ruisseau de Curtine prend sa source sur les hauteurs de la Motte-Servolex au niveau de la source des Fées et draine majoritairement des surfaces pavillonnaires (cf. : Plan de situation et mode d'occupation des sites retenus).

La surface drainée de 0,6 km<sup>2</sup> est composée :

- à 40% de surfaces pavillonnaires;
- à 60% d'entreprises.



Photo 9 : Site d'instrumentation C

### 6.1.2.2 L'Albanne

Station	Code	Support	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Chavaliers tireurs	1	Bryophytes	< 0,3	14,0	22,0	130,0
Boige	2	Bryophytes	< 0,3	6,5	5,0	105,0
Amont Leysse	7	Bryophytes	< 0,2	11,5	10,5	107,3

Tableau 10 : Concentrations en micropolluants sur les sédiments prélevés dans l'Albanne (cf. étude Téréo)

On ne note pas de pollution particulière.

**L'Albanne** présente les mêmes caractéristiques que l'Erier puisqu'elle traverse une zone industrielle, la **ZI de l'Albanne**. Il peut être intéressant d'équiper ce cours d'eau car dans la partie amont de son bassin versant, les surfaces drainées sont de type vignoble.

### 6.1.2.3 La Deisse

Station	Code	Support	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Amont ZI de Grésy sur Aix	19	Sédiments	< 0,8	4,4	17,5	21,9
Amont confluence Sierroz	20	Sédiments	1,13	32,7	47,2	112,5

Tableau 11 : Concentrations en micropolluants sur les sédiments prélevés dans la Deisse (cf. étude Téréo)

Il apparaît clairement que la **ZI de Grésy sur Aix** génère des micropolluants métalliques puisque les concentrations des 4 métaux retenus augmentent sur les sédiments de la **Deisse** lorsque celle-ci a traversé la zone industrielle.

Effectuer des prélèvements d'échantillons d'eau en temps de pluie sur ce cours d'eau serait donc intéressant pour connaître les concentrations des autres éléments polluants (MES, HAP, hydrocarbures...).

### 6.1.2.4 Le ruisseau des Marais

Station	Code	Support	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Montarlet	29	Bryophytes	11,5	43,5	46,5	1274,4

Tableau 12 : Concentrations en micropolluants sur les bryophytes prélevés dans le ruisseau des Marais (cf. étude Téréo)

Une contamination évidente par les micropolluants métalliques est présente sur le ruisseau des Marais, même si le point de prélèvement se situe à 3 kms en aval de la ZI de l'Erier.

Le **ruisseau des Marais**, qui représente la continuité de l'Erier, est certainement une source de contamination pour la Leysse dont la confluence est proche (même si cela n'a pas été démontré pour les analyses du 3 août).

Instrumenter ce site est donc important pour connaître les **concentrations des autres polluants**.

## 6.2 Des événements à mesurer

---

### 6.2.1 Bruit de fond en amont de zone d'activité

Les bruits de fond réalisés ont eu lieu directement au niveau des points d'implantation du préleveur. Cela a permis d'effectuer des comparaisons entre la pollution résiduelle et celle apportée en temps de pluie.

Cependant, les cours d'eau du Belle-Eau et de l'Erier drainent des zones étendues.

Pour isoler l'impact des zones d'activité, il serait intéressant d'effectuer des prélèvements juste en amont de ces zones. Cela constituerait un nouveau bruit de fond et l'on connaîtrait précisément les émissions polluantes des zones d'activité.

### 6.2.2 Les eaux de ruissellement de toitures

Les eaux de ruissellement de toiture sont généralement assez peu chargées en particules et en matière organique.

Elles constituent, en revanche, une source considérable d'**hydrocarbures** et surtout de **métaux** via la corrosion des parties métalliques des toits. L'usage de zinc, de plomb ou de cuivre pour la couverture des toitures apparaît comme hautement préjudiciable pour la qualité des eaux de ruissellement [Gromaire-Mertz, 1998].

Ainsi, il serait intéressant d'instrumenter des sites présentant une surface de toitures importante et dont les matériaux utilisés permettraient d'affirmer le caractère polluant des eaux de ruissellement de toitures.

Sur les sites déjà instrumentés et étudiés, un échantillonnage des eaux de ruissellement de toiture pourrait être envisagé pour connaître la part de pollution de cette source.

### 6.2.3 Les sédiments et bryophytes

Comme nous l'avons vu (chapitre 5.4.6.2 Impacts sur le milieu récepteur), les micropolluants sont stockés sur les sédiments.

Des prélèvements de sédiments ont été effectués au niveau de l'Erier en 2004, dans le cadre de l'étude Téréo.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Station	Code	Support	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
ZI Erier Amont Nant Bruyant	15	Sédiments	1,4	39,1	94,2	225,2

Tableau 13 : Concentrations en micropolluants sur les sédiments prélevés dans l'Erier (cf. étude Téréo)

Les micropolluants sur sédiments présentent une concentration **déclassante** alors que leurs concentrations dans les eaux confèrent à l'eau une qualité « très bonne » (bleu) à « bonne » (vert).

Aux vues de ces résultats, il est préférable d'évaluer la pollution par les micropolluants en effectuant des prélèvements de sédiments ou bryophytes plutôt que de les analyser sur l'eau.

#### 6.2.4 L'azote et le phosphore

D'après l'étude de [Gromaire-Mertz, 1998] sur le bassin versant du Marais (Paris), il apparaît que les masses d'**azote** et de **phosphore** contenues dans les eaux de ruissellement rejetées au milieu naturel par un orage violent sont **10 fois plus** importantes que celle contenue dans les eaux usées produites en une journée par la même agglomération.

L'agriculture et la chimie industrielle apportent les plus grosses contributions en azote via les déversoirs d'orage.

Le phosphore, lui, a pour principales origines l'agriculture et les rejets domestiques.

L'excès d'azote et de phosphore est responsable du développement rapide d'algues qui entraîne une dégradation des milieux aquatiques

D'après ces informations, il serait intéressant de mesurer les concentrations d'azote et de phosphore dans les eaux pluviales.

### 6.3 Des impacts à évaluer sur le milieu récepteur : le lac du Bourget

---

Les prélèvements et analyses effectués au cours du stage ont eu lieu sur des cours d'eau.

Une eau de rivière est homogène (le brassage du courant assure l'homogénéité), elle bénéficie d'une réoxygénation permanente, elle accueille une biocénose (ensemble du monde vivant) et elle n'a pas de mémoire : les traces d'une pollution disparaissent assez vite (à l'exception des sédiments et des végétaux).

Comme vu au chapitre 4, le Belle-Eau et l'Erier n'ont pas d'usages spécifiques. Le suivi de la pollution avait un rôle indicateur sur la pollution véhiculée par les eaux pluviales. Aucune mesure ne serait prise dans le but de leur donner un usage ou une fonction particulière. Cependant, ces deux cours d'eau ont pour exutoire final le lac du Bourget.

L'eau du lac doit satisfaire plusieurs usages :

- Eau potable ;
- Pêche professionnelle et amateur ;
- Navigation de plaisance : avec environ 2 500 places d'amarrage ;
- Natation : plus de 450 000 personnes se rendent sur les plages ;
- Sports nautiques : aviron, voile, ski nautique, planche à voile, plongée.

Un lac est par définition une eau stagnante. Le lac de Bourget n'est pas homogène et se présente par couches thermiques superposées avec une surface chaude et un fond froid, le fond se comble en permanence par des dépôts divers, le végétal est abondant, et toute pollution reste. Le lac est donc particulièrement vulnérable aux pollutions occasionnelles ou régulières.

C'est pourquoi, pour apprécier au mieux l'impact des pollutions d'eaux pluviales en temps de pluie, il faudrait effectuer des prélèvements directement au niveau des parties avales des affluents du lac du Bourget. **Les stations de mesure de la Leysse et du Sierroz** déjà utilisées par le CISALB peuvent être mises à contribution.

Lors de la collecte d'échantillons, il faudra effectuer les mêmes analyses que celles spécifiques aux eaux pluviales.

# 7 ANALYSES COMPLEMENTAIRES : SUBSTRAT SEDIMENTAIRE

## 7.1 Objectifs des analyses complémentaires

---

Les analyses réalisées dans l'eau mettent en évidence une contamination par les HAP des milieux récepteurs étudiés.

Les caractéristiques des molécules recherchées (Koc) ainsi que les résultats observés ont orienté les prélèvements complémentaires vers le substrat sédimentaire.

## 7.2 Méthode

---

Les prélèvements de sédiments ont eu lieu sur les deux sites précédemment étudiés : Erié (zone industrielle de Bissy) et Belle-Eau (zone industrielle des Landiers).

Deux campagnes de prélèvements ont été menées : le 31 octobre 2006 et le 5 décembre 2006. Sur chaque site deux échantillons de sédiments ont été réalisés soit 8 au total.

La première campagne s'est déroulée dans des conditions hydrologiques stabilisées (plusieurs jours après la dernière pluie significative) et la deuxième après une forte pluie.

Les mêmes molécules que celles recherchées dans les eaux + naphatlène et coronène ont été analysées dans les sédiments. La liste est rappelée ci-dessous :

- Métaux lourds :
  - Cadmium (Cd)
  - Plomb (Pb)
  - Cuivre (Cu)
  - Zinc (Zn)
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :
  - Naphtalène (N)
  - Fluorène (Flu)
  - Anthracène (An)
  - Pyrène (Pyr)
  - Chrysène (Chr)
  - Benzo(a)pyrène (BaP)
  - Benzo(ghi)pérylène (BghiP)
  - Coronène (Cor)
  - Acénaphtène (Ace)
  - Phénanthrène (Phe)
  - Fluoranthène (Fla)
  - Benzo(a)anthracène (BaA)
  - Benzo(b)fluoranthène (BbF)
  - Dibenzo(a,h)anthracène (DBahA)
  - Indéno(1,2,3-cd)pyrène (IP)
  - Acénaphtylène (Acy)

## 7.3 Résultats et discussion

Les résultats sont présentés en annexe 8bis pour le Belle-Eau et 9bis pour l'Erier.

### 7.3.1 Erié

Tous les prélèvements réalisés sont déclassés soit par les métaux lourds soit par les HAP. Le tableau suivant présente les molécules déclassantes par prélèvement :

	Avant la pluie		Après la pluie	
	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Prélèvement 1	Prélèvement 2
HAP (/16 molécules)	7	6	11	13
Métaux lourds (/4 molécules)	3	0	2	0

Les molécules se situent dans la classe jaune du SEQ à l'exception du phénanthrène qui déclassé les prélèvements « après la pluie » dans le orange.

Aucun prélèvement ne respecte le bon état chimique défini par la Directive Cadre sur l'Eau :

- Le BkF ne respecte pas la limite fixée par la DCE pour les 4 prélèvements.
- Le BbF, le BghiP et le IP ne respectent pas les limites pour 2 échantillons.

Ces molécules étaient déjà déclassantes lors des analyses d'eau effectuées sur le même site.

La comparaison des résultats obtenus avant et après la pluie fait apparaître une forte dégradation de la qualité « HAP » des sédiments. Cette détérioration n'est pas mise en évidence pour les métaux lourds.

En moyenne la concentration de 12 molécules de HAP est multipliée par 2 à 10 entre avant et après la pluie. Ce constat est appuyé par les sommes (HAP 2 et HAP 14) prises en compte dans le SEQ.

Deux molécules ressortent particulièrement, le phénanthrène et le pyrène dont les concentrations sont respectivement multipliées par 4 000 et 1 000.

### 7.3.2 Belle-Eau

Tous les prélèvements réalisés sont déclassés soit par les métaux lourds soit par les HAP. Le tableau suivant présente les molécules déclassantes par prélèvement :

	Avant la pluie		Après la pluie	
	Prélèvement Rive Gauche	Prélèvement Rive Droite	Prélèvement Rive Gauche	Prélèvement Rive Droite
HAP (/16 molécules)	2	10	5	6
Métaux lourds (/4 molécules)	1	1	3	1

Les molécules se situent dans la classe jaune du SEQ à l'exception du phénanthrène qui décline les prélèvements « après la pluie » dans le orange.

Le BbF et le BkF déclassement deux échantillons vis-à-vis du bon état chimique défini par la Directive Cadre sur l'Eau.

Parmi ces deux molécules, seul le BbF déclassait les analyses d'eau effectuées sur le même site.

Contrairement à l'Erié, la dégradation avant après la pluie est beaucoup moins marquée, elle ne peut être mise en évidence que pour les métaux lourds en rive gauche et pour le phénanthrène, le pyrène, le DBahA et le coronène.

Le phénanthrène et le pyrène ressortent également leurs concentrations respectives sont multipliées par 4 000 et 1 000.

Une forte variabilité entre rive gauche et rive droite ressort des analyses. Les sédiments sont plus nettement dégradés en rive droite avant la pluie. Cette hétérogénéité spatiale est beaucoup moins forte après la pluie.

# Glossaire

**Bryophytes** : végétaux, le plus souvent terrestre, sans racines, ni vaisseaux mais généralement pourvus de feuilles, tel que les mousses.

**DBO<sub>5</sub>** : Demande Biologique en Oxygène à cinq jours ; les matières organiques dissoutes et particulaires présentes dans les eaux sont susceptibles d'être oxydés et biodégradés sous l'action de micro organismes comme les bactéries. La DBO<sub>5</sub> est un indicateur du potentiel de consommation d'oxygène de la matière organique sur cinq jours.

**DCO** : la Demande Chimique en Oxygène est la quantité d'oxygène demandée par l'oxydation chimique totale de la matière organique. Le rapport DBO<sub>5</sub> / DCO est un bon indicateur de la biodégradabilité des échantillons.

**Eutrophisation** : Originellement, l'eutrophisation d'un milieu aquatique, tel que cours d'eau ou mares, désigne simplement son caractère eutrophe (du grec eu : « bien, vrai » et trophein : « nourrir »), c'est-à-dire riche en éléments nutritifs, sans caractère négatif. À partir des années 1970, le terme a été employé pour définir l'étouffement lent (du à un apport en excès de substances nutritives (nitrates et phosphates) dans un milieu aquatique pouvant entraîner la prolifération des végétaux aquatiques (fleur d'eau). Ces végétaux aquatiques sont de gros consommateurs d'oxygène et ils asphyxient les autres formes de vie aquatique) des grands lacs comme le lac d'Annecy, le lac du Bourget ou le lac Léman.

**MEST** (Matières En Suspension Totales) : ensemble des particules en suspension dans l'eau (minérales, organiques et colloïdales) pouvant être retenues par filtration ou centrifugation.

**RUTP** : Les Rejets Urbains par Temps de Pluie représentent l'ensemble des rejets se produisant par temps de pluie à l'interface du système d'assainissement d'une agglomération et du milieu récepteur » ([Chebbo et al. ; 95]), c'est à dire : les rejets à l'exutoire des collecteurs strictement pluviaux, les surverses des collecteurs unitaires, les rejets au cours de la pluie des stations d'épuration.

**SEQ** : Système d'Evaluation de la Qualité.

## Références bibliographiques

Beranger Y., Jaffrezic N., Namour P., « Métrologie de terrain et qualité des données », fiche technique n°7, Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine, 2006.

Bertrand-Krajewski J.-L., « Incertitudes de mesure des débits et prise en compte dans le calage des modèles », fiche technique n°2, Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine, 2006.

Bonnaud E., « Pollution de ruissellement des eaux urbaines », rapport de validation du module "Plateforme Environnement", Ecole Nationale Supérieure de Lyon, 2005.

Chaput C., Chevalier L., Idier D., « Pluies d'orage : facteurs d'aggravation de la pollution du littoral Malouin », travail de groupe, Ecole Nationale Supérieure d'Electrotechnique, d'Electronique, d'Informatique, d'Hydraulique et Télécommunications.

Adresse URL :

< <http://www.enseeiht.fr/hmf/travaux/CD9598/travaux/optsee/bei/nome51/n51p0.htm> >

Chocat B. « Mieux gérer les eaux pluviales : les techniques alternatives d'assainissement » Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, laboratoire Méthodes, 1994.

Adresse URL : < [http://www.graie.org/graie/graiedoc/doc\\_telech/PlaqTA.pdf](http://www.graie.org/graie/graiedoc/doc_telech/PlaqTA.pdf) >

Datry T., thèse école doctorale de l'Université Claude Bernard Lyon 1 "Evolution Ecosystèmes Microbiologie Modélisation" [en ligne], 2003 [consulté le 8 août 2006],

Adresse URL :

< <http://umr5558-mq1.univ-lyon1.fr/moinwiki/e2m2theses/moin.cgi/DatryThibault> >

Doix T., rapport d'étude « Recherche de contamination par les micropolluants métalliques sur les affluents du lac du Bourget », TERE0, février 2005.

D'Elboeuf C., Viau J.-Y., Aires N., Herman A., Bonneau P., Nobecourt A., Pebay P., « Caractérisation des rejets par temps de pluie sur les petites et moyennes surfaces imperméabilisées », conférence Novatech " Techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie", 2004.

Adresse URL : < <http://www.aesn-etudes.com/fiches/pluv/03pluv06.htm> >

Girel C., « Actes illicites affectant le milieu naturel », études préliminaires – contrat de bassin versant du lac du Bourget, CISALB, 2001.

Gromaire-Mertz M.-C., « La pollution des eaux pluviales urbaines en réseau unitaire : caractéristiques et origines », thèse de doctorat, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 502 p. + annexes, 1998.

Mouyon P., « Origines et caractéristiques de la pollution des eaux pluviales urbaines. Bilan de l'assainissement pluvial et perspectives », mémoire D.E.S.S. "Qualité et Gestion de l'Eau ", Faculté des Sciences – D.E.P., 73p., 2001.

Adresse URL : < <http://www.u-picardie.fr/beauchamp/duce/mouyon/mouyon.htm> >

Neuckens O., Service Environnement de Cavalaire, « la pollution par les eaux de pluie, une pollution à prendre au sérieux » [en ligne], février 2000 [consulté le 15 mai 2006],  
Adresse URL : < [http://env\\_cav.club.fr/hypocamp2.htm](http://env_cav.club.fr/hypocamp2.htm) >

Winiarski T., Jung S., Dorioz J.M., Tassin B., « Impact de l'évolution de l'urbanisation sur les milieux aquatiques :étude à partir de l'analyse des sédiments lacustres », projet de recherche, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2006, [consulté le 25 août 2006],  
Adresse URL :  
<[http://www.thonon.inra.fr/autourbourget/pdf/29\\_Jung\\_urbanisation.pdf#search=%22impact%20eaux%20pluviales%20lac%22](http://www.thonon.inra.fr/autourbourget/pdf/29_Jung_urbanisation.pdf#search=%22impact%20eaux%20pluviales%20lac%22) >

Programme de recherche, « Connaissance de l'impact des flux rejetés », [consulté le 8 avril 2006],  
Adresse URL : < [http://www.graie.org/othu/progr\\_3.htm](http://www.graie.org/othu/progr_3.htm) >

"Elaboration d'un schéma directeur pour Acqualatina, Matériel et Méthodes", [en ligne], [consulté le 16 août 2006]  
Adresse URL : < <http://biblioteca.upc.es/PFC/arxiu/migrats/53812-7.pdf> >

"La pollution de l'eau d'origine industrielle en Alsace", [en ligne], [consulté le 18 août 2006],  
Adresse URL : < [www.drire.gouv.fr/alsace/environnement/bilan00/CHAPITRE.PDF](http://www.drire.gouv.fr/alsace/environnement/bilan00/CHAPITRE.PDF) >

"Gestion de la ressource en eau et du patrimoine aquatique", [en ligne], [consulté le 8 avril 2006],  
Adresse URL : < [http://www.graie.org/othu/presto\\_7.htm](http://www.graie.org/othu/presto_7.htm) >

"Laboratoires Qualité des Eaux", CREEN, [en ligne], [consulté le 29 août 2006],  
Adresse URL :  
< [http://www.fi.usj.edu.lb/esib/rech/webSiteCreen/c\\_Laboratoires\\_qualite.htm](http://www.fi.usj.edu.lb/esib/rech/webSiteCreen/c_Laboratoires_qualite.htm) >

"Le grand lac", [en ligne], [consulté le 13 juillet 2006],  
Adresse URL : < <http://www.le-grand-lac.com/> >

"Le lac du Bourget", [en ligne], [consulté le 13 juillet 2006],  
Adresse URL : < <http://www.sportnat.com/LAPOUNEUR/courses/nivolet/lac.htm> >

"Les techniques alternatives, actrices de la dépollution des eaux pluviales",  
Adresse URL :  
<[http://www.grandtoulouse.org/admin/upload/document/109-Les\\_TA\\_actrices\\_depollution.pdf](http://www.grandtoulouse.org/admin/upload/document/109-Les_TA_actrices_depollution.pdf)>

"Systèmes d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-EAU)", MEDD & Agence de l'eau, grilles d'évaluation version 2, mars 2003.

"Traitement des eaux pluviales", direction régionale de l'environnement Poitou-Charentes, [en ligne], [consulté le 30 mai 2006]  
Adresse URL :  
< [www.observatoire-environnement.org/diren/components/com\\_repository/](http://www.observatoire-environnement.org/diren/components/com_repository/) >

---

Evaluation des rejets polluants  
des réseaux d'eaux pluviales  
en temps de pluie

-----

**ANNEXES**

---

# Annexe 1

---

Organisation et compétences du CISALB

# Organisation et compétences du CISALB

L'organigramme du CISALB est présenté en Annexe 2.

C'est un syndicat mixte dont le comité syndical est composé de 5 délégués titulaires et 5 suppléants élus, issus de chacun des deux syndicats membres (Chambéry Métropole et la CCLB – Communauté de Commune du Lac du Bourget), soit 10 titulaires et 10 suppléants.

Le CISALB est la structure de coordination du contrat de bassin versant du lac du Bourget 2002-2009, dont les 250 actions et leurs prolongements constituent le volet "Eau et milieux naturels " du projet Grand lac.

Il pilote administrativement l'ensemble des missions inscrites dans le contrat de bassin versant du lac du Bourget, qui visent à rétablir l'équilibre écologique de la qualité des eaux de l'ensemble de ce territoire.

Le CISALB assure :

- Le suivi et le pilotage du contrat ainsi que la coordination entre tous les partenaires ;
- La mise en œuvre administrative et technique du contrat et en particulier :
  - Le secrétariat technique et administratif du comité de bassin versant et des comités de pilotage ;
  - L'élaboration et le suivi des tableaux de bords des opérations du contrat ;
  - La présentation de la programmation annuelle des opérations de l'ensemble des volets A, B et C ;
- L'animation et la concertation entre les partenaires afin d'atteindre les objectifs ;
- L'appui aux maîtres d'ouvrage pour engager leurs opérations (montages financiers, plans de financement, etc.) dans les délais fixés.

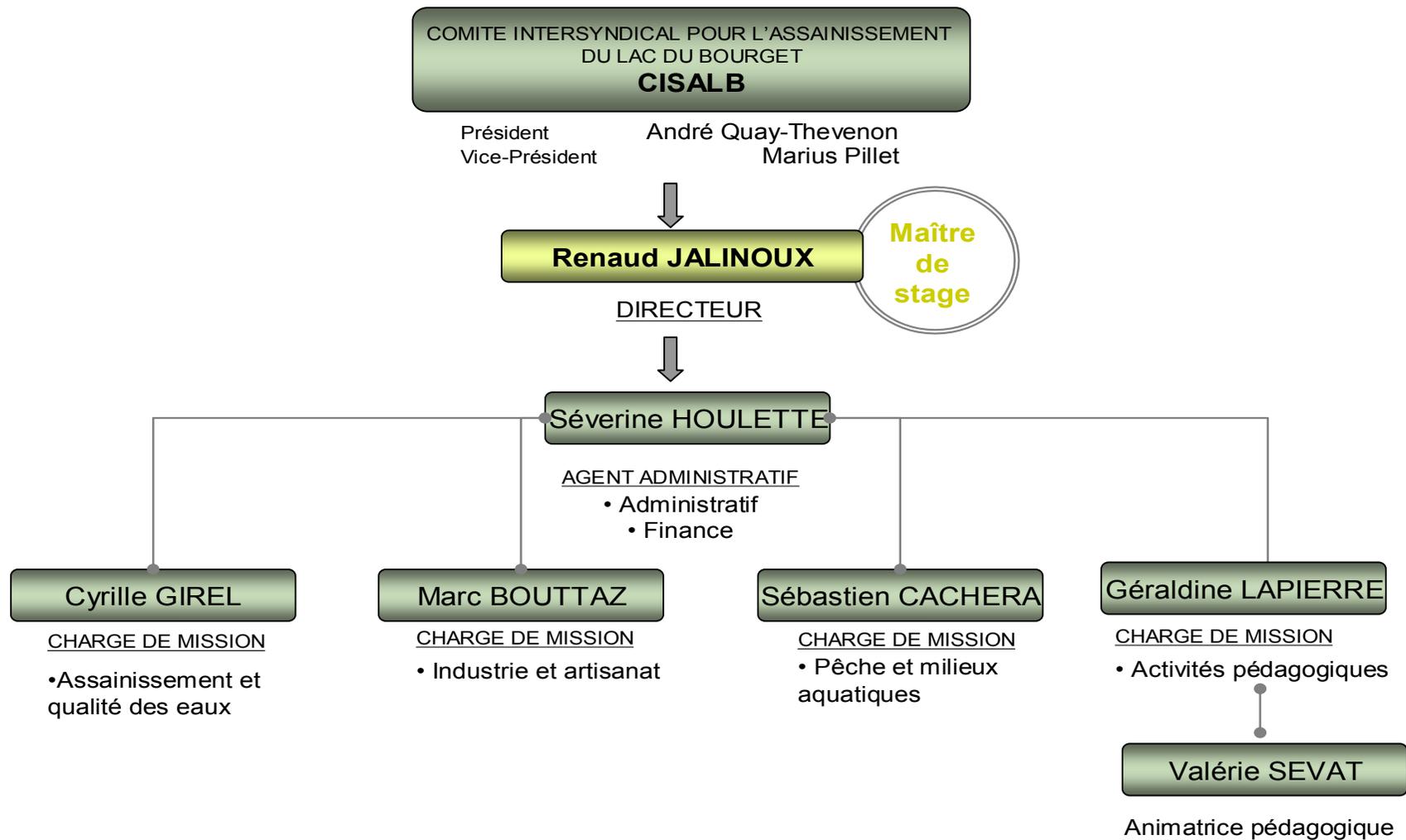
Le CISALB possède les domaines de compétences suivants :

1. Le suivi de l'ancienne décharge du Viviers-du-Lac ;
2. Suivi des études, de la réalisation, de la gestion, du financement des réseaux généraux et équipements d'assainissements réalisés en commun ;
3. La surveillance de la qualité des eaux du Lac du Bourget ;
4. Les travaux annexes de dépollution du Lac du Bourget ;
5. La pédagogie.

## Annexe 2

---

Organigramme du CISALB



**Organigramme du Comité Intersyndical pour l'Assainissement du Lac du Bourget**

## Annexe 3

---

Substances prioritaires, valeurs-seuils  
provisoires fixées par la DCE

**Evaluation de l'état chimique des eaux (cours d'eau et plans d'eau)**  
**Substances prioritaires : valeurs-seuils provisoires**  
(si valeurs supérieures : non-respect du bon état chimique)  
**Les 33 substances de l'annexe X et les 8 substances de l'annexe IX de la DCE.**

	Substance	N° CAS	Code SANDRE	Origine du seuil	Valeur-seuil Eau (µg/l) *	Koc	Valeur-seuil sur sédiments (µg/kg) **
1	ALACHLORE	15972-60-8	1101	NP	<b>0,3</b>		/
2 et I-3	ANTHRACENE	120-12-7	1458	A	<b>0,1</b>	15800	<b>34</b>
3	ATRAZINE	1912-24-9	1107	NP	<b>0,6</b>		/
4 et I-7	BENZENE	71-43-2	1114	A	<b>1,7</b>		/
5	PENTABROMODIPHÉNYLÉTHÉR	32534-81-9	1921	NP	<b>0,0005</b>	556801	<b>6</b>
	OCTA-BROMODIPHÉNYLÉTHÉR	32536-52-0				1363040	/
	DECA-BROMODIPHÉNYLÉTHÉR	1163-19-5				1590000	/
6 et I-12	CADMIUM	7440-43-9	1388	A	<b>5</b>		<b>Bruit de fond</b>
7	C10-13 CHLOROALCANES	85535-84-8	1955	NP	<b>0,4</b>	199526	<b>1750</b>
8	CHLORFENVINPHOS	470-90-6	1464	NP	<b>0,06</b>	479	<b>0,7</b>
9	CHLORPYRIFOS	2921-88-2	1083	NP	<b>0,03</b>	5012	<b>3</b>
10 et I-59	1,2 DICHLOROETHANE	107-06-2	1161	A	<b>10</b>		/
11	DICHLOROMETHANE	75-09-2	1168	NP	<b>20</b>		/
12	DI (2-ETHYLHEXYL)PHTHALATE (DEHP)	117-81-7	1461	NP	<b>1,3</b>	165000	<b>4720</b>
13	DIURON	330-54-1	1177	NP	<b>0,2</b>		/
14	ENDOSULFAN	115-29-7	1743	NP	<b>0,005</b>	6770	<b>0,7</b>
15	FLUORANTHENE	206-44-0	1191	NP	<b>0,09</b>	41700	<b>83</b>
16 et I-83	HEXACHLOROENZENE	118-74-1	1199	A	<b>0,03</b>	130000	<b>85</b>
17 et I-84	HEXACHLOROBUTADIENE	87-68-3	1652	A	<b>0,1</b>	32360	<b>71</b>
18 et I-85	HEXACHLOROCYCLOHEXANE alpha, beta, delta (chaque isomère)	608-73-1	1200/ 1201/ 1202	A	<b>0,1</b>	3800	<b>8</b>
	LINDANE	58-89-9	1203	A	<b>0,1</b>	5460	<b>12</b>
19	ISOPROTURON	34123-59-6	1208	NP	<b>0,3</b>		/
20	PLOMB	7439-92-1	1382	NP	<b>Bruit de fond + 0,4</b>		<b>Bruit de fond</b>
21 et I-92	MERCURE	7439-97-6	1387	A	<b>1</b>		<b>Bruit de fond</b>
22 et I-96	NAPHTALENE	91-20-3	1517	NP	<b>2,4</b>	871	<b>48</b>
23	NICKEL	7440-02-0	1386		<b>Bruit de fond + 1,7</b>		<b>Bruit de fond</b>
24	NONYLPHENOL 4-para-nonylphénol	25154-52-3	1957	NP	<b>0,3</b>	5360	<b>35</b>
		104-40-5	1959		<b>0,3</b>	5360	<b>35</b>
25	OCTYLPHENOL para-ter-octylphénol	1806-26-4	1920	NP	<b>0,06</b>	18400	<b>24</b>
		140-66-9	1959		<b>0,06</b>	18400	<b>24</b>
26	PENTACHLOROENZENE	608-93-5	1888	NP	<b>0,003</b>	40000	<b>3</b>
27 et I-102	PENTACHLOROPHENOL	87-86-5	1235	A	<b>2</b>	3800	<b>170</b>
28 et I-99	<b>HAP</b> BENZO (a)PYRENE BENZO (b)FLUORANTHENE BENZO (g, h, i)PERYLENE BENZO (k)FLUORANTHENE INDENO (1,2,3-cd)PYRENE	50-32-8	1115	A	<b>0,05</b>	6920000	<b>7600</b>
		205-99-2	1116	A	<b>0,05</b>	156000	<b>170</b>
		191-24-2	1118	NP	<b>0,016</b>	406000	<b>140</b>
		207-08-9	1117	NP	<b>0,03</b>	22000	<b>14</b>
		193-39-5	1204	NP	<b>0,016</b>	1600000	<b>560</b>
29	SIMAZINE	122-34-9	1263	NP	<b>0,7</b>		/
30	TRIBUTYLETAIN tributylétain-cation	688-73-3 36643-28-4	1820	NP	<b>0,0001</b>	3750	<b>0,01</b>
31 et I-117	TRICHLOROENZENE	12002-48-1	1630	A	<b>0,4</b>	1400	<b>13</b>
31 et I-118	1,2,4-TRICHLOROENZENE	120-82-1	1283	A	<b>0,4</b>	1430	<b>13</b>
32 et I-23	TRICHLOROMETHANE (chloroforme)	67-66-3	1135	A	<b>12</b>		/
33	TRIFLURALINE	1582-09-8	1289	NP	<b>0,03</b>	8500	<b>6</b>
I-1	ALDRINE	309-00-2	1103	A	<b>0,01</b>	48500	<b>10</b>
I-13	TETRACHLORURE DE CARBONE	56-23-5	1276	A	<b>12</b>		/
I-46	TOTAL DDT PARA-PARA DDT	50-29-3	1144	A	<b>25</b>	152000	<b>83600</b>
					<b>10</b>	152000	<b>33400</b>
I-71	DIELDRINE	60-57-1	1173	A	<b>0,01</b>	14125	<b>3</b>
I-77	ENDRINE	72-20-8	1181	A	<b>0,005</b>	11420	<b>1</b>
I-111	PERCHLOROETHYLENE (tétrachloroéthylène)	127-18-4	1272	A	<b>10</b>		/
I-121	TRICHLOROÉTHYLÈNE	79-01-6	1977	A	<b>10</b>		/
I-130	ISODRINE	465-73-6	1207	A	<b>0,005</b>	105682	<b>11</b>

/: absence de valeur. \*: concentration totale dans les eaux. \*\*: La valeur seuil dans les sédiments est calculée à partir de la valeur seuil dans l'eau selon :  $[V_{Ssed}] = [V_{Seau}] \times (0,696 + 0,022 \text{ Koc})$  : les chiffres ont été arrondis. Koc : coefficient de partage avec le carbone organique du sol En grisé : support le plus pertinent pour certaines molécules. A : valeurs de l'arrêté du 20 avril 2005. NP : valeurs du « non paper » de juin 2004 élaboré par la Commission européenne I-xxx : substances de la liste I de la directive 76/464/CE. N° CAS : Chemical Abstract Services.

# Annexe 4

---

Etude Téréo

# Recherche de contamination par les micropolluants métalliques sur les affluents du lac du Bourget

## Objectif de l'étude

Cette étude a été réalisée dans le but de dresser un état initial des pollutions métalliques sur les affluents du lac du Bourget. Au total, trente cinq stations ont été retenues, en aval de points connus ou supposés de rejets.

## Support d'analyse

Pour répondre aux objectifs de l'étude, des prélèvements de bryophytes autochtones ou le cas échéant de sédiments, ont été réalisés.

Les bryophytes accumulent les micropolluants métalliques à la surface de leur paroi cellulaire par biosorption (des groupements chimiques chargés négativement sont présents à la surface des feuilles et donc capables de fixer les cations métalliques). Les liaisons électrostatiques qui se forment sont non sélectives et réversibles. L'accumulation d'un cation est fonction à la fois de sa concentration dans le milieu et de son affinité spécifique pour les sites d'échange.

Le plomb et le cadmium sont accumulés de manière préférentielle.

La biosorption est un phénomène très rapide. Le plateau d'équilibre est atteint après quelques heures, voire quelques jours d'exposition. En revanche, lorsque le flux polluant cesse, le phénomène d'élimination des métaux dans les bryophytes est beaucoup plus lent.

Les sédiments sont considérés comme support ultime des micropolluants métalliques. Dans le milieu aquatique, les métaux ont tendance à s'associer aux matières en suspension qui décantent progressivement vers le fond. La forte capacité de sorption des micropolluants fait des sédiments un support abondamment utilisé en surveillance de l'environnement aquatique.

## Conclusions et perspectives

La Leysse, l'Abanne et le Tillet sont les seuls points de mesures à ne pas présenter de contamination notable par les micropolluants métalliques, pour les stations étudiées. Cela représente huit stations sur trente-cinq au total, soit plus des trois quarts de stations contaminées.

Quatre stations apparaissent particulièrement contaminées par les micropolluants métalliques, à savoir le Tillet aval, l'Hyères aval mais surtout la Deisse en amont de sa confluence et le ruisseau des Marais, qui obtiennent les plus mauvais indices de qualité globale.

Les ZI de l'Erier et de Grésy sur Aix doivent faire l'objet d'une attention toute particulière dans le retraitement des déchets industriels au vu de la contamination qu'elles engendrent. Les autres ZI étudiées doivent également faire l'objet de mesures de raccordement.

# Annexe 5

---

Procédure d'installation et de programmation  
de l'ISCO 3700

# Procédure d'installation et de programmation de l'ISCO 3700



## Procédure d'installation

- Préparation de l'embase : elle contient 24 flacons en PE de 1000 ml.
- Installation du tuyau de prélèvement : le tuyau du prélèvement est le tuyau reliant l'entrée de la pompe à la source de liquide. Le tuyau de prélèvement en vinyle est relié au segment de pompage par un petit raccord en inox. Fixer la crépine en inox à l'autre extrémité. Dans la canalisation, la crépine doit être installée « face » au courant pour limiter au maximum la formation de coude de la part du tuyau lorsque le débit augmente. Il faut éviter de tordre le tuyau de prélèvement: car d'une part, il risquerait d'y avoir des résidus de liquide et d'autre part, l'usure du tuyau serait prématurée. Le tuyau, entre l'échantillonneur et la zone de prélèvement, doit toujours être en pente descendante pour permettre une bonne évacuation du tuyau d'adduction et réduire le risque de contamination.
- Alimentation électrique : l'échantillonneur 3700 peut être alimenté par un transfo raccordé au secteur 220 volts, par une batterie au plomb (ou Ni/Cd), ou par une batterie 12 V externe (par exemple une batterie automobile).
- Raccordement à un débitmètre : pour collecter des échantillons proportionnellement au débit, enficher le câble de raccordement sur le débitmètre ISCO et au connecteur débitométrique situé à l'arrière de la tête électronique du 3700.
- Installation de l'appareil avant utilisation : il faut que l'échantillonneur soit installé à plat.
- Amorcer le programme en appuyant sur la touche « départ prélèvement ».
- Récolte des échantillons : lors de la récupération des échantillons, veiller à ce que l'échantillonneur reste de niveau pour éviter de renverser le liquide collecté. Capsuler le(s) flacon(s) plein(s) avant le transport. S'il n'est pas prévu de ramener l'échantillonneur au laboratoire, préparer une nouvelle embase avec des flacons vides, et faire redémarrer l'échantillonneur. On peut faire redémarrer l'échantillonneur en appuyant à nouveau sur « départ prélèvement ». Reprogrammer au préalable l'heure de démarrage, le cas échéant.

Le volume des échantillons est un facteur important. Dans la plupart des cas, il faut prélever des échantillons relativement grands (de 500 à 1 000 ml). Ainsi, le volume prélevé dans chaque bouteille sera de 900ml. Le nombre de bouteille à prélever par site sera programmé ultérieurement. Les bouteilles devront être envoyées dans un laboratoire afin d'analyser les paramètres retenus.

Afin que les prélèvements se fassent dans de bonnes conditions, il faudra aménager un système permettant à l'appareil de prendre de bonnes mesures.

### **Programmation**

Le processus de programmation de l'échantillonneur est automatique. Les messages affichés sur le cadran à cristaux liquides aident l'utilisateur à suivre les séquences de programme en ordre logique en indiquant la valeur ou l'option voulue.

L'échantillonneur rejettera toute configuration inadmissible. Ces configurations peuvent être modifiées à tout moment. Si on éteint l'échantillonneur ou que l'alimentation en courant est coupée, les configurations sont stockées en mémoire grâce à une batterie au lithium.

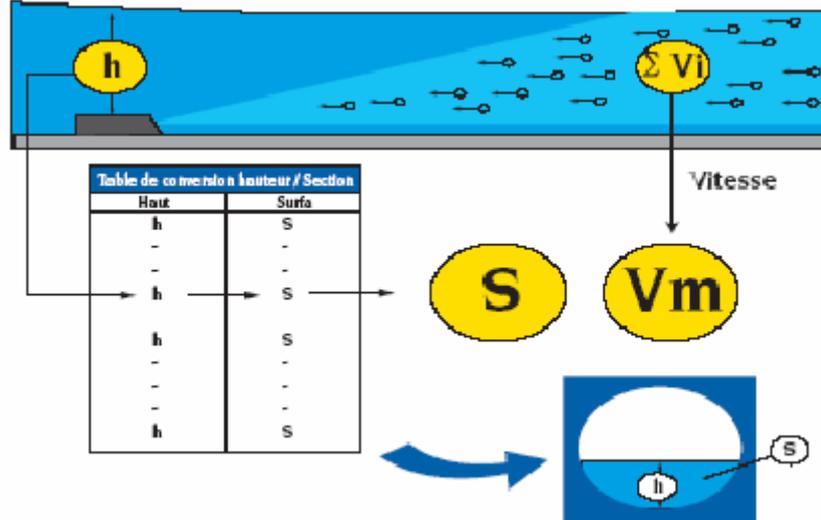
## Annexe 6

---

Procédure d'installation et de programmation  
du débitmètre 2150

# Procédure d'installation et de programmation du débitmètre 2150

## Principe de fonctionnement



Une onde ultrasonore de fréquence constante est émise dans le fluide par l'élément émetteur. Les solides ou bulles présents dans le fluide réfléchissent le son, le renvoyant à l'élément récepteur avec un glissement de fréquence.

La variation de fréquence est proportionnelle à la vitesse moyenne du fluide.

Pour fonctionner correctement, la présence de gaz ou de solides en suspension dans l'écoulement est indispensable.

Le diamètre de la canalisation doit être important pour que l'onde puisse se propager de manière optimale.

La précision attendue est de l'ordre de 5 à 10% de l'étendue de mesure.

## Installation du capteur

De façon générale, les capteurs hauteur /vitesse doivent être positionnés au fond de la conduite dans une portion où l'écoulement est laminaire, loin des pompes et des arrivées latérales ou canaux Venturi.

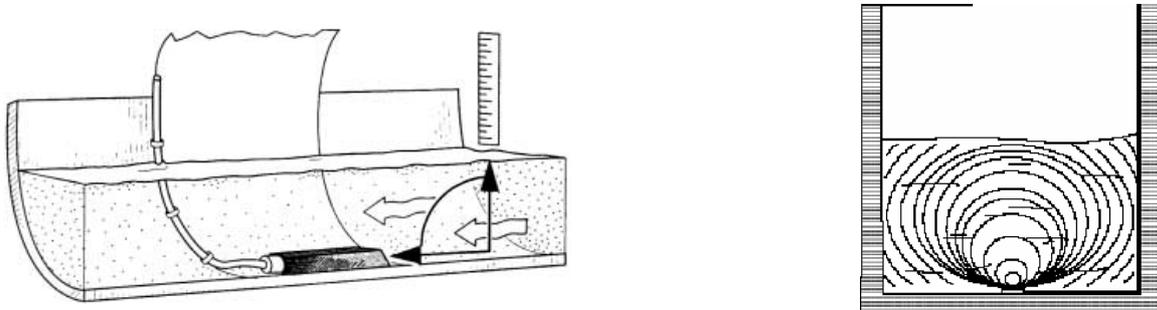


Figure : positionnement de la sonde dans une canalisation, en fond de radier

Comme le montre le dessin ci-dessus, la cellule de mesure est positionnée face au courant. Dans le cas d'effluent chargé en matières en suspension, les particules peuvent endommager la sonde à ultrasons ; c'est pourquoi celle-ci doit être placée dans le même sens que le

courant. Dans ce cas, il faut indiquer ce changement de position lors de la programmation du débitmètre.

La prise de mesure de débit s'effectue lorsque le capteur est totalement immergé et les mesures deviennent représentatives quand le niveau d'eau au dessus de la sonde est supérieur à 2-3 cm.

**Précautions d'utilisation :**

- Vérifier l'environnement et les conditions d'écoulement de l'effluent 2 à 3 mètres devant le capteur car le tir du Doppler s'effectue selon un angle solide de  $15^\circ$  perpendiculaire au nez du même capteur ;
- Utiliser les plaques supports, clips et arceaux de montage pour fixer solidement le capteur dans les conduits.

# Annexe 7

---

Analyses sur le site L1

# Analyses sur le site L1

## Bruit de fond

Paramètres	Unité	Valeur-seuil eau fixée par la DCE	Bruit de fond
❖ Physico-chimiques			
MEST	mg/l		3
DCO	mg/l d'O <sub>2</sub>		< 20
DBO <sub>5</sub>	mg/l d'O <sub>2</sub>		1,5
❖ Micropolluants minéraux			
<i>Cd</i>	mg/l	0,005	< 0,02
Cu	mg/l		< 0,02
<i>Pb</i>	mg/l	Bdf + 0,0004	< 0,02
Zn	mg/l		0,16
❖ Hydrocarbures			
Indice Hydrocarbures	mg/l		0,06
❖ HAP			
Acénaphthylène	µg/l		< 0,005
Acénaphthène	µg/l		< 0,005
Fluorène	µg/l		< 0,005
Phénanthrène	µg/l		< 0,005
Anthracène	µg/l		< 0,005
<i>Fluoranthène</i>	µg/l	0,09	< 0,005
Pyrène	µg/l		0,013
Chrysène	µg/l		< 0,005
Benzo(a)Anthracène	µg/l		< 0,005
<i>Benzo(b)Fluoranthène</i>	µg/l	0,05	< 0,005
<i>Benzo(k)Fluoranthène</i>	µg/l	0,03	< 0,005
<i>Benzo(a)Pyrène</i>	µg/l	0,05	< 0,005
<i>Indéno(1,2,3,c-d)Pyrène</i>	µg/l	0,016	< 0,005
Dibenzo(ah)Anthracène	µg/l		< 0,005
<i>Benzo(ghi)Pérylène</i>	µg/l	0,016	< 0,005

Bdf : bruit de fond

Substances prioritaires pour l'atteinte du « bon état » chimique des cours d'eau et plans d'eau

Valeurs supérieures au seuil provisoire fixé par la DCE → non-respect du « bon état » chimique

HAP déclassants

SEQ Eau	Facteur limitant	HAP (53)
	Qualité globale de l'eau	

# Annexe 8

---

Analyses sur le site L2

# Résultats d'analyse sur L2

				18/05 (T1)	18/05 (T2)	21/05	19/08 (T1)	19/08 (T2)	19/08 (T3)	26/08 (T1)	26/08 (T2)	26/08 (T3)	29/08 (T1)	29/08 (T2)	29/08 (T3)
Caractéristiques de l'événement pluvieux							M	D	M	M	D	R	M <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	M-D <sub>2</sub>
Paramètres	Unité	Valeur-seuil eau fixée par la DCE	Bruit de fond												
❖ Physico-chimiques															
MEST	mg/l		7,4	210	81	16	17	6,4	15	37	43	4,8	38	22	13
DCO	mg/l d'O <sub>2</sub>		< 20	111	45	28	29	38	29	37	53	< 20	38	27	22
DBO <sub>5</sub>	mg/l d'O <sub>2</sub>		< 1	36	12	4,8				8	16	2,2	3,8	2,2	1,5
❖ Micropolluants minéraux															
Cd	mg/l	0,005	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cu	mg/l		< 0,02	0,06	0,04	< 0,02	0,64	0,02	< 0,02	0,10	0,03	< 0,02	0,02	0,02	0,02
Pb	mg/l	Bdf + 0,0004	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,07	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Zn	mg/l		< 0,1	0,36	0,2	0,1	0,36	0,22	0,16	0,22	0,14	0,04	0,22	0,16	< 0,02
❖ Hydrocarbures															
Indice Hydrocarbures	mg/l		0,16	1,2	0,69	0,22	0,16	0,09	0,28	0,84	1,97	0,15	0,41	0,55	0,3
❖ HAP															
Acénaphthylène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Acénaphène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Fluorène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Phénanthrène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,072	< 0,005	0,061	0,055	0,049	0,048
Anthracène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Fluoranthène	µg/l	0,09	0,017	0,093	< 0,005	0,018	< 0,005	< 0,005	0,029	0,015	0,033	< 0,005	0,057	0,055	0,012
Pyrène	µg/l		< 0,005	0,14	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	0,026	0,049	< 0,005	0,009	0,046	0,038	0,015
Chrysène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,053	0,038	0,02
Benzo(a)Anthracène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo(b)Fluoranthène	µg/l	0,05	0,09	0,065	0,007	0,018	< 0,005	< 0,005	0,016	0,016	0,032	< 0,005	0,027	0,029	0,011
Benzo(k)Fluoranthène	µg/l	0,03	< 0,005	0,026	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	0,012	< 0,005	0,01	0,013	0,005
Benzo(a)Pyrène	µg/l	0,05	0,012	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,033	0,036	0,018
Indéno(1,2,3,c-d)Pyrène	µg/l	0,016	0,006	0,036	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,011	0,026	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Dibenzo(ah)Anthracène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo(ghi)Pérylène	µg/l	0,016	< 0,005	0,06	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,0053	0,026	0,032	0,037	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Bdf : bruit de fond.

Substances prioritaires pour l'atteinte du « bon état » chimique des cours d'eau et plans d'eau.

Valeurs supérieures au seuil provisoire fixé par la DCE → non-respect du « bon état » chimique

HAP déclassants

M : montée de crue

D : descente de crue

R : ressuyage de crue

SEQ Eau 2	Paramètre déclassant	HAP (53)	MES (0)	MES (3)	HAP (53)	HAP (53)	HAP (53)	HAP (53)	MES (42)	MES (32)	HAP (53)	MES (40)	HAP (51)	HAP (53)
	Qualité globale de l'eau													
	Paramètre déclassant 2		HAP (53)	HAP (53)					HAP (53)	HAP (53)		HAP (52)		
	Qualité globale de l'eau													

Paramètre déclassant 2 : en enlevant les MES, la DCO et la DBO<sub>5</sub> (qui sont les paramètres déclassants classiques d'un événement pluvieux).

# Annexe 8bis

---

Analyses de sédiments sur le site L2

HAP	Limite de quantification (ng/ml) HPLC/det. fluo.	HAP	Belle-Eau RD		HAP	Belle-Eau RD	
			31-oct-06	05-déc-06		31-oct-06	05-déc-06
			moyenne	moyenne			
			ng HAP / g sed. brut	ng HAP / g sed. sec			
N	0,1	N	2	6	N	10	13
Ace	0,1	Ace	4	13	Ace	19	24
Flu	0,1	Flu	6	16	Flu	23	29
Phe	0,1	Phe	54	155	Phe	16926	21104
An	0,1	An	9	26	An	16	19
Fla	0,1	Fla	151	437	Fla	44	55
Pyr	0,1	Pyr	304	881	Pyr	4003	4991
BaA	0,1	BaA	67	193	BaA	12	15
Chr	0,1	Chr	100	288	Chr	31	38
BbF	0,3	BbF	63	183	BbF	34	43
BkF	0,1	BkF	24	71	BkF	13	16
BaP*	0,1	BaP*	47	135	BaP*	17	22
DBahA*	0,1	DBahA*	NQ	NQ	DBahA*	89	111
BghiP	0,5	BghiP	20	58	BghiP	29	36
IP	0,1	IP	97	280	IP	15	18
Cor	128	Cor	14	39	Cor	856	1067
Acy	32	Acy	ND	ND	Acy	ND	ND
<b>Somme 2*</b>			<b>47</b>	<b>135</b>	<b>TOTAL</b>	<b>106</b>	<b>132</b>
<b>Somme 14</b>			<b>900</b>	<b>2606</b>	<b>TOTAL</b>	<b>21174</b>	<b>26402</b>

		masse échantillon analysé		masse échantillon analysé	
NQ	Non Quantifiable	essai 1	22,57 g	essai 1	2,55 g
ND	Non Détectable	essai 2	1,52 g	essai 2	2,52 g
% MS		% MS	83,6	% MS	74,6
Cd	mg/kg	Cd	0,3	Cd	0,2
Cu	mg/kg	Cu	25,4	Cu	25,3
Pb	mg/kg	Pb	34,1	Pb	24,7
Zn	mg/kg	Zn	159	Zn	146,7

HAP	Limite de quantification (ng/ml) HPLC/det. fluo.	HAP	Belle-Eau RG		HAP	Belle-Eau RG	
			31-oct-06			05-déc-06	
			moyenne				
			ng HAP / g sed. brut	ng HAP / g sed. sec			
			moyenne				
N	0,1	N	1	1	N	11	14
Ace	0,1	Ace	0,3	0,4	Ace	10	13
Flu	0,1	Flu	1	1	Flu	4	5
Phe	0,1	Phe	22	26	Phe	10500	13963
An	0,1	An	3	3	An	8	10
Fla	0,1	Fla	12	14	Fla	8	10
Pyr	0,1	Pyr	421	493	Pyr	3011	4004
BaA	0,1	BaA	6	7	BaA	15	20
Chr	0,1	Chr	6	7	Chr	11	15
BbF	0,3	BbF	5	6	BbF	8	10
BkF	0,1	BkF	2	3	BkF	5	6
BaP*	0,1	BaP*	4	5	BaP*	5	6
DBahA*	0,1	DBahA*	4	5	DBahA*	61	82
BghiP	0,5	BghiP	5	6	BghiP	11	15
IP	0,1	IP	21	24	IP	7	9
Cor	128	Cor	432	506	Cor	1835	2440
Acy	32	Acy	ND	ND	Acy	ND	ND

<b>Somme 2*</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>TOTAL</b>	<b>66</b>	<b>88</b>
<b>Somme 14</b>	<b>505</b>	<b>591</b>	<b>TOTAL</b>	<b>13608</b>	<b>18095</b>

		masse échantillon analysé		masse échantillon analysé	
NQ	Non Quantifiable	essai 1	25,15 g	essai 1	2,16 g
ND	Non Détectable	essai 2	2,52 g	essai 2	2,54 g

% MS		% MS		% MS	
Cd	mg/kg	Cd	83,2	Cd	65,3
Cu	mg/kg	Cu	0,3	Cu	0,4
Pb	mg/kg	Pb	23,7	Pb	50,7
Zn	mg/kg	Pb	34,5	Pb	48
		Zn	168	Zn	239,9

# Annexe 9

---

Analyses sur le site E

# Résultats d'analyse sur E

				27/06	05/07 (T1)	05/07 (T2)	12/07 (T1)	12/07 (T2)	03/08 (T1)	03/08 (T2)	03/08 (T3)	03/08 (T4)	03/08 (LEYSSE)
Caractéristiques de l'événement pluvieux					M-D	R	M-D	R	D <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	
Paramètres	Unité	Valeur-seuil eau fixée par la DCE	Bruit de fond										Comparatif
❖ Physico-chimiques													
MEST	mg/l		< 2	260	120	34	56	9,2	45	63	43	19	220
DCO	mg/l d'O <sub>2</sub>		29	94	74	25	77	33	44	44	< 20	< 20	Pas d'analyse pour ces paramètres
DBO <sub>5</sub>	mg/l d'O <sub>2</sub>		< 1	12	21	7	13	7	7	6	4,6	3,1	
❖ Micropolluants minéraux													
Cd	mg/l	0,005	< 0,02	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cu	mg/l		< 0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02
Pb	mg/l	Bdf + 0,0004	< 0,02	0,07	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Zn	mg/l		< 0,1	0,2	0,24	0,22	0,26	0,12	0,15	0,30	0,12	0,12	0,12
❖ Hydrocarbures													
Indice Hydrocarbures	mg/l		0,07	0,8	0,57	0,17	0,5	0,1	1,2	1,3	0,7	0,23	0,13
❖ HAP													
Acénaphthylène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Acénaphène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Fluorène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Phénanthrène	µg/l		0,012	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,11	0,11	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Anthracène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Fluoranthène	µg/l	0,09	< 0,005	0,055	0,07	0,014	0,018	< 0,005	0,036	0,045	0,025	0,011	0,012
Pyrène	µg/l		< 0,005	0,079	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chrysène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo(a)Anthracène	µg/l		< 0,005	0,012	0,021	< 0,005	0,008	< 0,005	0,008	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo(b)Fluoranthène	µg/l	0,05	< 0,005	0,033	0,05	0,008	0,016	< 0,005	< 0,005	0,023	0,011	< 0,005	< 0,005
Benzo(k)Fluoranthène	µg/l	0,03	< 0,005	0,011	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo(a)Pyrène	µg/l	0,05	< 0,005	0,038	< 0,005	< 0,005	0,027	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Indéno(1,2,3,c-d)Pyrène	µg/l	0,016	< 0,005	0,035	0,035	0,007	0,012	< 0,005	0,013	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Dibenzo(ah)Anthracène	µg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo(ghi)Pérylène	µg/l	0,016	< 0,005	< 0,005	0,061	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	0,029	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Bdf : bruit de fond.

Substances prioritaires pour l'atteinte du « bon état » chimique des cours d'eau et plans d'eau.

Valeurs supérieures au seuil provisoire fixé par la DCE → non-respect du « bon état » chimique

HAP déclassants

M : montée de crue

D : descente de crue

R : ressuyage de crue

SEQ Eau 2	Paramètre déclassant	HAP (53)	MEST (0)	MEST (1)	MEST (73)	MEST (12)	HAP (53)	MEST (6)				
	Qualité globale de l'eau											
	Paramètre déclassant 2		HAP (51)	HAP (53)	HAP (53)	HAP (53)						HAP (53)
	Qualité globale de l'eau											

Paramètre déclassant 2 : en enlevant les MES, la DCO et la DBO<sub>5</sub> (qui sont les paramètres déclassants classiques d'un événement pluvieux).

## Annexe 9bis

---

Analyses de sédiments sur le site E

HAP	Limite de quantification (ng/ml) HPLC/det. fluo.	HAP	Erier 1 moyenne		31-oct-06 moyenne		HAP	Erier 3 moyenne		05-déc-06 moyenne	
			ng HAP / g sed. brut	ng HAP / g sed. sec	ng HAP / g sed. brut	ng HAP / g sed. sec		ng HAP / g sed. brut	ng HAP / g sed. sec		
N	0,1	N	2	4	N	10	13	N	10	13	
Ace	0,1	Ace	4	6	Ace	25	31	Ace	25	31	
Flu	0,1	Flu	7	12	Flu	53	68	Flu	53	68	
Phe	0,1	Phe	33	57	Phe	6429	8201	Phe	6429	8201	
An	0,1	An	14	23	An	72	92	An	72	92	
Fla	0,1	Fla	66	111	Fla	102	130	Fla	102	130	
Pyr	0,1	Pyr	79	134	Pyr	4082	5207	Pyr	4082	5207	
BaA	0,1	BaA	41	69	BaA	30	38	BaA	30	38	
Chr	0,1	Chr	41	69	Chr	78	100	Chr	78	100	
BbF	0,3	BbF	22	37	BbF	83	106	BbF	83	106	
BkF	0,1	BkF	14	24	BkF	30	38	BkF	30	38	
BaP*	0,1	BaP*	20	35	BaP*	53	67	BaP*	53	67	
DBahA*	0,1	DBahA*	64	109	DBahA*	320	408	DBahA*	320	408	
BghiP	0,5	BghiP	65	110	BghiP	80	103	BghiP	80	103	
IP	0,1	IP	18	30	IP	39	50	IP	39	50	
Cor	128	Cor	127	216	Cor	2232	2847	Cor	2232	2847	
Acy	32	Acy	ND	ND	Acy	ND	ND	Acy	ND	ND	
<b>Somme 2*</b>			<b>85</b>	<b>143</b>	<b>TOTAL</b>	<b>373</b>	<b>475</b>	<b>TOTAL</b>	<b>373</b>	<b>475</b>	
<b>Somme 14</b>			<b>405</b>	<b>687</b>	<b>TOTAL</b>	<b>11115</b>	<b>14177</b>	<b>TOTAL</b>	<b>11115</b>	<b>14177</b>	

		masse échantillon analysé		masse échantillon analysé	
NQ	Non Quantifiable	essai 1	19,39 g	essai 1	2,23 g
ND	Non Détectable	essai 2	2,20 g	essai 2	2,37 g
% MS		% MS	70	% MS	66
Cd	mg/kg	Cd	1,1	Cd	0,7
Cu	mg/kg	Cu	40	Cu	29
Pb	mg/kg	Pb	63,7	Pb	40
Zn	mg/kg	Zn	205	Zn	126,6

HAP	Limite de quantification (ng/ml) HPLC/det. fluo.	HAP	Erier 2 moyenne		31-oct-06 moyenne		HAP	Erier 4 moyenne		05 dec 2006 moyenne	
			ng HAP / g sed. brut	ng HAP / g sed. sec	ng HAP / g sed. brut	ng HAP / g sed. sec		ng HAP / g sed. brut	ng HAP / g sed. sec		
N	0,1	N	2	3	N	7	13				
Ace	0,1	Ace	3	6	Ace	5	9				
Flu	0,1	Flu	45	95	Flu	11	21				
Phe	0,1	Phe	2	4	Phe	8964	16756				
An	0,1	An	55	116	An	31	59				
Fla	0,1	Fla	574	1206	Fla	478	894				
Pyr	0,1	Pyr	19	39	Pyr	1599	2988				
BaA	0,1	BaA	30	63	BaA	178	332				
Chr	0,1	Chr	14	30	Chr	126	235				
BbF	0,3	BbF	8	17	BbF	109	203				
BkF	0,1	BkF	12	25	BkF	48	90				
BaP*	0,1	BaP*	5	10	BaP*	126	236				
DBahA*	0,1	DBahA*	12	26	DBahA*	54	101				
BghiP	0,5	BghiP	11	22	BghiP	130	243				
IP	0,1	IP	643	1350	IP	101	189				
Cor	128	Cor	103	217	Cor	387	724				
Acy	32	Acy	ND	ND	Acy	ND	ND				
<b>Somme 2*</b>			<b>17</b>	<b>36</b>	<b>TOTAL</b>	<b>180</b>	<b>337</b>				
<b>Somme 14</b>			<b>1417</b>	<b>2978</b>	<b>TOTAL</b>	<b>11787</b>	<b>22032</b>				

		masse échantillon analysé		masse échantillon analysé	
NQ	Non Quantifiable	essai 1	21,35 g	essai 1	2,68 g
ND	Non Détectable	essai 2	2,78 g	essai 2	2,39 g
% MS		% MS	78	% MS	83,4
Cd	mg/kg	Cd	0,7	Cd	0,3
Cu	mg/kg	Cu	20,9	Cu	15
Pb	mg/kg	Pb	35	Pb	19,7
Zn	mg/kg	Zn	94	Zn	43,3

## Annexe 10

---

Impacts des RUTP sur le milieu récepteur

# Impacts des RUTP sur le milieu naturel

- Les MEST

L'importance des MEST dans l'eau augmente la turbidité du milieu et de ce fait, réduit la luminosité. Cela abaisse la productivité du milieu récepteur du fait, en particulier, de la chute de l'oxygène dissous, due à une réduction des phénomènes de photosynthèse.

Lorsque la concentration en MEST atteint la valeur moyenne de 200 mg/l, il y a risque de colmatage des fonds des cours d'eau, asphyxie des organismes et diminution de l'autoépuration.

De plus, nombre de polluants sont « fixés » sur les MES. Dans le temps, on assiste donc à un relargage lent de polluants.

- La DBO<sub>5</sub>

Ce paramètre est un indicateur de la quantité de matière organique présente dans l'eau dégradée par les microorganismes (biodégradable). C'est la quantité d'oxygène dissous consommée en 5 jours à 20°C par les microorganismes présents dans l'eau, pour dégrader par voie biologique la matière organique.

Plus la pollution va être importante en matière organique et plus la quantité d'oxygène dissous consommé pour les dégrader sera grande. Ceci peut entraîner une telle baisse du taux d'oxygène présent dans l'eau qu'elle peut provoquer le dépérissement, voire la mort, de la faune et de la flore aquatique (notamment des poissons).

De plus, un fort taux de nutriments (matière organique) va entraîner une eutrophisation du milieu et une prolifération d'algues (bloom algal) et de végétaux, provoquant la dégradation du milieu suivant différents modes biologiques (désoxygénation, mort de poissons, nuisances olfactives,...).

- La DCO

C'est un indicateur de la quantité totale de matière organique présente dans l'eau. Il s'agit de la quantité d'oxygène dissous consommé par voie chimique pour oxyder l'ensemble des matières oxydables présentes dans un effluent. C'est-à-dire, la matière organique biodégradable (DBO<sub>5</sub>) ainsi que les sels minéraux oxydables peu biodégradables et donc non assimilables directement par les microorganismes. Cette donnée est représentative de la pollution organique et chimique.

- Les hydrocarbures

Ces polluants (essence, pétrole, mazout, huiles,...) résultent de l'activité humaine. Ils sont connus pour être de redoutables polluants, nocifs pour le milieu naturel et ses écosystèmes.

- Les HAP

La dégradation des HAP dans l'environnement est lente et les sédiments sont d'importants "réservoirs" où ces composés chimiques ont tendance à se concentrer.

Les HAP sont toxiques pour les organismes aquatiques et cancérigènes pour les mammifères, dont l'être humain.

Dans les milieux d'eau douce, les concentrations en HAP sont rarement assez élevées pour tuer sur le coup des organismes aquatiques. Habituellement, les changements physiques et biochimiques sont le résultat d'expositions prolongées à des concentrations relativement

faibles. Les sédiments à forte teneur en HAP ont causé des tumeurs et des lésions hépatiques chez les poissons plats (vivant sur le fond où près de celui-ci), et ils pourraient également être à l'origine d'une tuméfaction du foie et de problèmes de reproduction. Cependant, certains poissons augmentent leur production d'enzymes qui décomposent les HAP, ce qui a comme effet d'atténuer les effets toxiques de ces composés. [

- Les micropolluants métalliques

#### Le cadmium

Sa présence dans le milieu aquatique a un impact sur les organismes, mais sa toxicité diffère selon l'espèce et la concentration. Globalement, la toxicité aiguë du cadmium est de l'ordre de 0,1 mg/l pour les poissons. Cet élément peut en effet perturber l'équilibre ionique altérant la perméabilité des membranes cellulaires. Chez les macro-invertébrés (crustacés notamment), on assiste à une altération des processus physiologiques (respiration, activité enzymatique). Ce toxique s'accumule dans les chaînes alimentaires préjudiciables dans l'équilibre des relations trophiques.

#### Le cuivre

Le cuivre est très toxique pour les champignons ou encore les végétaux aquatiques dont il diminue l'activité photosynthétique. C'est d'ailleurs pourquoi des composés à base de cuivre sont largement utilisés comme agent de préservation du bois et comme fongicide. Chez les poissons, le cuivre provoque une altération des branchies et un retard dans la ponte.

#### Le plomb

Le plomb ne reste généralement pas très longtemps en solution dans les eaux du milieu naturel car, il est insoluble sous forme de carbonate et d'hydroxyde ou très peu soluble sous forme de sulfates. Les micro-organismes responsables des phénomènes de dégradation aérobie des matières organiques sont sensibles au plomb dès 0,1 mg/l. La toxicité vis-à-vis des poissons est variable selon la minéralisation des eaux (toxicité maximale dans les eaux peu calcaires) et l'espèce étudiée. Le plomb est un élément toxique cumulatif dans les chaînes alimentaires entraînant entre autre des troubles neurologiques.

#### Le zinc

Le zinc métal n'est pas toxique, mais les sels solubles le sont. Vis-à-vis des poissons et des autres organismes aquatiques, les sels solubles de zinc présentent une toxicité variable selon la dureté de l'eau (plus une eau est dure, plus le zinc est soluble). Ainsi, pour une espèce donnée, la concentration létale est de 0,3 mg/l dans une eau contenant 1 mg/l de calcium alors qu'elle est supérieure à 2 mg/l sur 96 heures pour la même espèce dans une eau contenant 50 mg/l de calcium. L'effet toxique n'est en général pas immédiat et un poisson soumis à une pollution accidentelle par le zinc peut ne mourir que quelques jours après. En agissant sur les protozoaires et les bactéries, on a pu constater que des concentrations inférieures à 1mg/l de zinc avaient un effet stimulant sur la nitrification, tandis que des concentrations de l'ordre de 10 mg/l avaient pour effet d'inhiber ce même processus.

Pour tous les métaux lourds, il y a toxicité et accumulation dans la chaîne alimentaire.

# Annexe 11

---

Inventaire des techniques possibles pour  
réduire la pollution des milieux aquatiques par  
les rejets d'eaux pluviales

# Inventaire des techniques possibles pour réduire la pollution des milieux aquatiques par les rejets d'eaux pluviales

Les eaux de ruissellement sont caractérisées par une proportion relativement importante de pollution sous forme dissoute, des vitesses de sédimentation assez faibles et l'absence de phénomène de " premier flot ", ce qui rend assez délicat la mise en place de solutions de traitement.

## LES ACTIONS PREVENTIVES

Il s'agit :

↳ d'une part des mesures qui permettent de **réduire la pollution à la source** :

- les modifications des pratiques locales de nettoyage des rues ;
- les modifications des pratiques de stockage et ramassage des ordures ;
- le contrôle de l'utilisation des herbicides et autres produits phytosanitaires ;
- la promotion des transports en commun ;
- ...

↳ d'autre part, des techniques **compensatoires à l'imperméabilisation** qui, par le stockage d'un grand volume d'eau au regard de la surface imperméabilisée, permettent, par décantation essentiellement ainsi que par absorption et filtration, de réduire la concentration de la pollution au point de rejet et peuvent éviter, de ce fait, la mise en place d'ouvrages spécifiques de dépollution.

## LES ACTIONS CURATIVES

Les substances polluantes sont pour la plupart " accrochées " aux particules en suspension et pourront faire l'objet d'un fort abattement simplement par décantation.

Si la **décantation** constitue une solution efficace, sa mise en œuvre est difficile car les volumes d'eau à traiter sont considérables.

Pour estimer les volumes de stockage nécessaires à la décantation, il est indispensable de faire référence aux trois types d'effets sur le milieu :

- ❖ effets cumulatifs (il faut limiter la masse annuelle) ;
- ❖ effets de choc (il faut limiter la masse sur les gros événements) ;
- ❖ effets de stress (il faut limiter la fréquence des déversements).

La décantation lamellaire simple, si elle n'est pas adaptée au traitement d'effluents peu pollués, n'en reste pas moins un procédé intéressant pour réduire la pollution d'origine pluviale, lorsqu'elle atteint un niveau significatif.

Les autres actions curatives sur lesquelles nous ne reviendrons pas ici consistent à utiliser :

- ❖ le réseau, (stockage en collecteur) à condition qu'il s'y prête sur le plan topographique et qu'il dispose de déversoirs d'orage ;
- ❖ pour les réseaux unitaires les stations d'épuration, sous réserve d'un dimensionnement adapté du système épuratoire global (bassin d'orage + station) pouvant aller jusqu'à 5 fois le débit moyen de temps sec.

## **SOLUTIONS COMPENSATOIRES**

### **Les toits stockants**

---

Cette technique est utilisée pour ralentir le plus tôt possible le ruissellement, grâce à un stockage temporaire de quelques centimètres d'eau de pluie sur les toits le plus souvent plats, mais éventuellement en pente de 0,1 à 5 %.

Le principe consiste à retenir, grâce à un parapet en pourtour de toiture, une certaine hauteur d'eau, puis à la relâcher à faible débit.

Sur toits plats, le dispositif d'évacuation est constitué d'une ogive centrale avec filtre, raccordée au tuyau d'évacuation et d'un anneau extérieur, percé de rangées de trous dont le nombre et la répartition conditionnent le débit de décharge ; sur toits en pente, le stockage est également possible, en utilisant des caissons cloisonnant la surface.

Stockage temporaire et vidanges sont assurés par un ou plusieurs organes de régulation ; Ils peuvent être améliorés par la présence d'une protection d'étanchéité en gravillon généralement d'une épaisseur de 5 cm pour une porosité d'environ 30 %, ou par la présence de terre végétale dans le cas des toits jardins.

Les avantages spécifiques à cette technique concernent principalement :

- ❖ l'intégration de façon esthétique à tous types d'habitats ;
- ❖ un procédé de stockage immédiat et temporaire à la parcelle ;
- ❖ pas d'emprise foncière ;
- ❖ sa mise en œuvre ne demande pas de technicité particulière par rapport aux toitures traditionnelles, mais sa réalisation doit être soignée ;
- ❖ la diversité de traitements : en herbe, avec un matériau (bois)...

Cette technique n'entraîne généralement pas de surcoût par rapport à une toiture traditionnelle mais elle nécessite une réalisation très soignée, compte tenu des problèmes d'étanchéité et un entretien régulier. En effet, la surcharge due au stockage de l'eau n'est pas supérieure à celle qui doit être prise en compte au titre de la « surcharge neige ».

### **Les chaussées à structure réservoir**

---

Une chaussée à structure réservoir supporte, comme toute chaussée, la circulation ou le stationnement de véhicules ; elle est aussi un réservoir pour les eaux de ruissellement : la rétention d'eau se fait à l'intérieur du corps de la chaussée, dans les vides des matériaux.

L'eau est collectée, soit localement par un système d'avaloirs et de drains qui la conduisent dans le corps de chaussée, soit par infiltration répartie à travers un revêtement drainant en surface, enrobé drainant ou pavé poreux.

L'évacuation peut se faire vers :

- ❖ un exutoire prédéfini ;
- ❖ un réseau d'eau pluviale ;
- ❖ l'infiltration, sachant que cette solution ne peut pas être seule.

Les avantages spécifiques à cette solution concernent principalement :

- ❖ l'insertion très facile en milieu urbain sans consommation d'espace ;
- ❖ la diminution du bruit de roulement si le revêtement de surface est un enrobé drainant ;
- ❖ l'amélioration de l'adhérence ;
- ❖ le piégeage de la pollution ;
- ❖ l'alimentation de la nappe.

Les inconvénients sont éventuellement liés au risque de pollution de la nappe (pollution accidentelle) et au colmatage lorsque l'on utilise des enrobés drainants, sans autre solution de réception-injection.

## Les puits

---

Les puits sont des dispositifs qui permettent le transit du ruissellement vers un horizon perméable du sol pour assurer un débit de rejet compatible avec les surfaces drainées, après stockage et prétraitement éventuels. Dans la majorité des cas, les puits d'infiltration sont remplis d'un matériau très poreux qui assure la tenue des parois. Ce matériau est entouré d'un géotextile qui évite la migration des éléments les plus fins tant verticalement qu'horizontalement.

Les puits sont souvent associés à des techniques de stockage de type chaussée-réservoir, tranchée drainante, fossé ou même bassin de retenue, dont ils assurent alors le débit de fuite.

Les avantages spécifiques à cette technique concernent principalement :

- ❖ sa simplicité de conception et son coût peu élevé ;
- ❖ sa large utilisation, de la simple parcelle aux espaces collectifs ;
- ❖ son entretien relativement faible ;
- ❖ il convient à tous types d'usages, sauf usages industriels ;
- ❖ il complète les autres techniques ;
- ❖ son intégration dans le tissu urbain et la possibilité de réutiliser la surface en parking ou en aire de jeu par exemple ;
- ❖ elle est bien adaptée aux terrains plats où l'assainissement est difficile à mettre en œuvre.

Cette technique comporte 2 inconvénients majeurs :

- ❖ le risque de pollution de la nappe ;
- ❖ le colmatage.

## Les noues

---

Une noue est un fossé large et peu profond, avec un profil présentant des rives en pente douce. Sa fonction essentielle est de stocker un épisode de pluie (décennal par exemple), mais

elle peut servir aussi à écouler un épisode plus rare (centennal par exemple). Le stockage et l'écoulement de l'eau se font à l'air libre, à l'intérieur de la noue. L'eau est collectée, soit par l'intermédiaire de canalisations dans le cas, par exemple, de récupération des eaux de toiture et de chaussée, soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes. L'eau est évacuée vers un exutoire - réseau, puits ou bassin de rétention - ou par infiltration dans le sol et évaporation. Ces différents modes d'évacuation se combinent selon leur propre capacité. En général, lorsque le rejet à l'exutoire est limité, l'infiltration est nécessaire, à condition qu'elle soit possible.

Parmi les principaux avantages liés à l'utilisation de cette technique, on peut citer :

- ❖ l'utilisation en un seul système des fonctions de drainage des terrains, de rétention, de régulation, d'écrêtement qui limitent les débits de pointe à l'aval ;
- ❖ la création d'un paysage végétal et d'espaces verts pour une bonne intégration dans le site ;
- ❖ sa réalisation par phases, selon les besoins de stockage ;
- ❖ son coût peu élevé.

Cette technique comporte deux inconvénients majeurs :

- ❖ la nécessité d'entretenir régulièrement les noues ;
- ❖ les nuisances dues à la stagnation éventuelle de l'eau si le débit de fuite est très faible.

## Les bassins secs et en eau

L'eau est collectée par un ouvrage d'arrivée, stockée dans le bassin, puis évacuée à débit régulé soit par un ouvrage vers un exutoire de surface (bassins de retenue), soit par infiltration dans le sol (bassins d'infiltration).

Parmi les bassins de retenue, on distingue les bassins en eau, qui conservent une lame d'eau en permanence, et les bassins secs qui sont vides la majeure partie du temps et dont la durée d'utilisation est très courte, de l'ordre de quelques heures seulement.

Les bassins sont situés soit en domaine public, où on leur attribue un autre usage valorisant les espaces utilisés, soit en lotissement, ou encore chez le particulier.

Parmi les principaux avantages liés à l'utilisation de cette technique, on peut citer :

- ❖ une bonne intégration dans le site : les bassins en eau sont des lieux de promenades et d'activités aquatiques ; les bassins secs peuvent être paysagés, aménagés en espaces verts inondables ;
- ❖ une mise en œuvre facile et bien maîtrisée.

Les principaux inconvénients sont :

- ❖ le risque lié à la sécurité des riverains pour les bassins en eau ;
- ❖ les éventuelles nuisances dues à la stagnation de l'eau ;
- ❖ la consommation d'espace ;
- ❖ la pollution de la nappe pour les bassins d'infiltration.

## Les tranchées d'infiltration

---

La tranchée est une excavation de profondeur et de largeur faibles, servant à retenir les eaux. Elle peut revêtir en surface divers matériaux tels qu'un enrobé drainant, une dalle de béton, des galets ou de la pelouse, selon son usage superficiel : parkings de centres commerciaux, trottoirs le long de la voirie, pistes cyclables ou jardins.

L'eau est collectée soit localement par un système classique d'avaloirs et de drains qui conduisent l'eau dans le corps de la tranchée, soit par infiltration répartie à travers un revêtement drainant en surface : enrobé drainant, pavé poreux, galets ou par des orifices entre bordures ou autres systèmes d'injection, après ruissellement sur les surfaces adjacentes.

L'évacuation se fait de façon classique vers un exutoire prédéfini : un réseau d'assainissement pluvial en général ou par infiltration dans le sol support.

Selon leur capacité, ces deux modes d'évacuation peuvent se combiner.

Parmi les principaux avantages liés à l'utilisation de cette technique, on peut citer :

- ❖ l'insertion facile en milieu urbain avec faible consommation de l'espace ;
- ❖ une bonne intégration au paysage, grâce aux diverses formes et revêtements de surface ;
- ❖ une mise en œuvre facile et bien maîtrisée.

Le principal inconvénient est lié strictement, comme pour toutes les techniques d'infiltration, au risque de pollution de la nappe suite à une pollution accidentelle.