



PROPOSITION D'UNE
AUTOSURVEILLANCE AVEC UNE
APPROCHE IMMISSIVE DU RESEAU
D'ASSAINISSEMENT GENEVOIS.
APPLICATION AU CAS DE LA SEYMAZ

-PROJET DE MASTER-

Effectué par :

Ivo GUILHERME

Superviseur EPFL:

ANDREW BARRY

LUCA ROSSI



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Superviseur interne SIG:

CHRISTOPHE GERBER



Date de rendu : 4 Juillet 2014

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je souhaite exprimer ma reconnaissance à:

Luca Rossi, Ingénieur en environnement et assistant scientifique à l'EPFL, pour ses précieux conseils tout au long de ce projet. Ses nombreuses connaissances, sa vision pragmatique et sa sympathie ont permis un excellent encadrement de ce travail.

Je tiens également à remercier sincèrement toutes les personnes des SIG, du SECOE et du SPDE qui m'ont aidé à la bonne élaboration de ce travail. Plus précisément, je pense à :

Christophe Gerber, Ingénieur SIG chargé d'exploitation du réseau primaire, pour son aide bienveillante, son accueil chaleureux dans son bureau et sa confiance,

Olivier Aki Kleiner, Ingénieur SIG responsable de l'entretien du réseau, pour m'avoir proposé ce travail et pour l'avoir rendu possible malgré des délais très courts,

Gaëtan Seguin, Ingénieur et chef de projet au SPDE, pour avoir toujours répondu aimablement à mes très nombreuses questions concernant la modélisation du bassin versant de la Seymaz,

Frédéric Bachmann, Michel Enggist et Wladimir Manzi pour leur disponibilité, leur soutien et leurs conseils notamment lors de réunions,

Frédéric, Josef, Nuno, Rossella et Sophie qui m'ont accueilli chaleureusement,

Mais aussi Arielle Cordonnier, Fabrice Roth, Axel Wahl, Eric Werlen pour m'avoir reçu et répondu à mes questions.

Finalement je remercie avec émotions toutes les personnes qui m'ont soutenu, poussé et encouragé tout au long de ces études parfois éprouvantes. Je pense particulièrement à ma famille, mes amis et celle qui m'a accompagné pendant la majeure partie de mes études.

La photo de la page de titre a été prise le 22 mai 2014. Il s'agit du point de rejet du déversoir CBs13, situé sur la commune de Chêne-Bourgeries.

RESUME

Dans le cadre de la volonté d'améliorer la qualité des cours d'eau dans le canton de Genève, ce travail a pour but de donner une méthodologie pour une autosurveillance des réseaux d'assainissement. Cette méthode utilise une approche de type immission et s'applique particulièrement aux déversoirs d'orage. La méthodologie se veut scientifique et basée sur des outils concrets tels que la directive STORM et le système modulaire gradué.

De nos jours, les connaissances et la technique permettent de réduire l'impact d'un déversoir sur un milieu récepteur. La difficulté réside dans la détection des points problématiques du réseau et tel est l'objectif de cette méthode. Celle-ci s'effectue en deux temps. En premier lieu grâce à des critères de STORM de type émission et des informations provenant de modélisations et d'études existantes (par exemple : PGEE-PREE, études sur la qualité des rivières du SECOE) il est possible de filtrer une grosse partie des déversoirs problématiques. Dans un deuxième temps, un suivi régulier de tous les ouvrages permettra de déceler le reste des DO problématique.

Ce travail contient également une présentation des législations cantonale, suisse, européenne et française. Une discussion de ces différentes législations est également effectuée. Finalement ce travail présente le cas d'une autosurveillance du bassin versant de la Seymaz avec l'étude du déversoir CBs13. Celui-ci rentre dans les critères des déversoirs problématiques selon STORM et les études précédentes, mais la modélisation et les analyses succinctes tendent à montrer que ce déversoir n'a pas de gros impact sur le cours d'eau.

ABSTRACT

In the context of improving Geneva's rivers and streams, this project presents a methodology for the self-monitoring of mixed sewerage systems. This method uses an immission approach and can be applied particularly well to stormwater overflows. It is based on scientific tools such as the STORM guideline and the Modular Stepwise Procedure.

Nowadays, knowledge and technology allows alleviation of a stormwater overflow's impact on the receiving environment. The challenge lies in how to detect problematic points within the network. This issue is dealt with in two stages. Firstly, it is possible to filter out a large proportion of the problematic spillways through implementation of emission type STORM criteria as well as model results and existing studies (such as local general water management studies, and surveys of river quality by SECOE). Secondly, regular monitoring of all water structures will allow to detect the remaining problematic combined sewer overflows.

This project also presents and discusses Swiss, European and French legislations. Finally, a case study of the Seymaz catchment serves as an example of self-monitoring. Specifically, it was found that although spillway CBs13 is deemed problematic by STORM criteria as well as previous studies, modeling and brief analysis showed that the impact of the spillway on the receiving river was low.

TABLE DES MATIERES

1	Partie 1 : Introduction et généralité.....	1
1.1	Contexte du travail	1
1.2	Qu'est ce que l'autosurveillance ?.....	2
1.3	Aspects législatifs.....	3
1.3.1	Législation européenne	4
1.3.2	Législation française.....	7
1.3.3	Législation suisse.....	10
1.3.4	Discussions des législations.....	13
1.4	Quel impact subit le milieu récepteur.....	15
1.4.1	Impacts qualitatifs du réseau d'eaux usées ou mélangées	16
1.4.2	Impacts qualitatifs des autres types de rejets.....	17
1.4.3	Impacts quantitatifs.....	17
2	Partie 2 : Méthodologie d'autosurveillance proposée	18
2.1	Méthodologie générale.....	19
2.1.1	Outils nécessaires.....	20
2.2	Entrée en matière	27
2.2.1	Classification des DO dépassant les valeurs de rejets STORM.....	27
2.2.2	Suspicion de pollution du milieu récepteur	29
2.2.3	Vérification des données	30
2.3	Contrôle simplifié d'impact	31
2.3.1	Le fonctionnement du DO est-il normal ?	31
2.3.2	Entretien nécessaire.....	32
2.3.3	Est-ce que les études préalables ont déjà montré un impact potentiel ?	32
2.3.4	Relevé des paramètres Aspect général	32
2.3.5	Résultats et nécessité d'une étude détaillée	36
2.4	Etude détaillée	37
2.4.1	Modélisation du DO	38
2.4.2	Est-ce que le DO étudié est la cause de la pollution.....	38
2.4.3	Modélisation des autres sources de rejets (autre DO, rejets pluviaux, agriculture).....	38
2.4.4	Analyse dans le milieu récepteur.....	38
2.4.5	Amélioration du réseau, modification du DO	39
2.5	Suivi régulier	40
2.6	Extension aux autres types de rejets	41
2.6.1	Les rejets du réseau d'eau pluviale.....	41
2.6.2	Les rejets agricoles.....	41
2.6.3	Les rejets accidentels.....	41
3	Partie 3 : Cas pratique	42
3.1	Présentation du bassins versant de la Seymaz	42
3.2	Les modèles informatiques disponibles.....	43
3.3	CBs13 : Derservoir d'orage étudié.....	44
3.3.1	Détermination des déversoirs d'orage nécessitant l'autosurveillance	44
3.3.2	Modélisation	45
3.4	La campagne de mesure.....	47
3.4.1	Résultat du cas d'étude	47
4	Conclusion et perspectives	49
5	Bibliographie.....	51

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX:

Figure 2: Schéma méthodologique générale.....	19
Figure 3: Schématisation d'un bassin versant d'un réseau d'assainissement par Rebeka II	21
Figure 5: Exemple de l'incertitudes des paramètres (Fankhauser GEP Data Consulting).....	24
Figure 6: Résultats de Rebeka II sous forme probabiliste (Rossi, 2013)	25
Figure 7: Analyse de sensibilité avec Rebeka II (Rossi, 2013)	26
Figure 8: Schéma méthodologique pour l'entrée en matière	27
Figure 9: Schéma méthodologique pour le contrôle simplifié d'impact	31
Figure 10: Exemple de matrice d'évaluation cours d'eau inspirée de STORM	34
Figure 11: Schéma méthodologique de l'étude détaillée.....	37
Figure 12: Bassin versant de la Seymaz (source internet : www.sitg.ch)	42
Figure 14: Concentration en métaux lourds dans les sédiments en amont et aval du CBs13.	48
Figure 15: comparaison entre les mesures les plus élevées (AV 25) et les valeurs TEC/PEC ..	48
Figure 16: Schéma méthodologique général (sans couleur)	58
Figure 17: Entrée en matière (sans couleur)	58
Figure 18: Contrôle simplifié d'impact (sans couleur)	59
Figure 19: Etude détaillée (sans couleur)	59
Figure 20: Emplacement des exutoires CBg3 et CBg7	64
Figure 21: emplacement de l'exutoire CBs13.....	65
Figure 22: Schématisation du scénario 1 dans Rebeka, utilisation des données simulée dans la Seymaz directement dans Rebeka (Entrée MR en rouge dans la figure).....	66
Figure 23: Résultats sous forme de masse de MES, sous forme probabiliste	67
Figure 24: Résultats des immissions pour le compartiment sédimentaire, pour les trois critères défini dans STORM.	68
Figure 25: Schématisation du scénario 2 dans Rebeka, utilisation des données simules dans la Seymaz et au niveau du déversoir d'orage directement dans Rebeka	69
Figure 26: Résultats sous forme de masse de MES, sous forme probabiliste	70
Figure 27: Résultats des immissions pour le compartiment sédimentaire	71

Figure 28: Analyse de sensibilité pour (1) la concentration en MES dans les eaux pluviales, (2) la pente du cours d'eau au niveau du rejet, (3) Le coefficient de rugosité du milieu récepteur	72
Figure 29: Rapport entre les résultats qualitatifs	78
Tableau 1: Impacts modélisés par Rebeka II et leur exigences respectives (VSA, 2007; Fankhauser GEP Data Consulting).....	20
Tableau 2: Exigences minimales STORM pour les DOs (VSA, 2007)	28
Tableau 3: Classification des types de milieu récepteur de la directive STORM (VSA, 2007).....	29
Tableau 4: Exemples de solutions techniques proposées par STORM (VSA, 2007)	40
Tableau 5: Valeurs de rejet tolérés par année dans la seymaz	44
Tableau 6: données du SPDE comparée au données simulées avec les résultats déterministes des 2 scénarios de Rebeka II.....	45
Tableau 7: Informations données par une approche TRIAD (Chapman, 1990).....	60
Tableau 8: Répartition des surfaces en systèmes unitaire et séparatif (G3 Eaux, 2008)	61
Tableau 9: Déversoirs qui dépassent les valeurs de rejets STORM	63
Tableau 10: Résultats des analyses quantitatives	75
Tableau 11: les valeurs seuil TEC/PEC pour AV 25 qui est l'échantillon le plus contaminé :...	75
Tableau 12: Résultats qualitatifs des relevés de métaux lourds	76
Tableau 13: Résultats de l'aspect général en aval du CBs13	79

LISTE DES ABREVIATIONS:

DCE	Directive cadre sur l'eau (législation européenne)
DGEau :	Direction générale de l'eau
DO :	Déversoir d'orage
EH :	Equivalent habitant
EPFL	École polytechnique fédérale de Lausanne
LaLPE	Loi d'application de la loi fédérale sur la protection de l'environnement
LEaux :	Loi suisse sur la protection des eaux
MES :	Matière en suspension
OEaux :	Ordonnance suisse sur la protection des eaux
OFEV	Office fédéral de l'environnement
PEC	Probable Effect Concentration, risque de toxicité probable
Q347	Débit minimal assuré 347 jours par an
TEC	Threshold Effect Concentration, risque de toxicité peu probable
SECOE :	Service de l'écologie de l'eau
SIG :	Services industriels genevois
SMG	Système modulaire gradué
SPAGE	Schéma de protection, d'aménagement et de gestion des eaux
STEP :	Station de traitement des eaux
VSA	Association suisse des professionnels de la protection des eaux

1 PARTIE 1 : INTRODUCTION ET GENERALITE

1.1 CONTEXTE DU TRAVAIL

L'État de Genève, par le biais de la Direction générale de l'eau (DGEau), est actuellement en discussion avec les services industriels genevois (SIG) pour instaurer une autosurveillance des réseaux d'assainissement¹. Le souhait des autorités est une meilleure connaissance des rejets du réseau appartenant à SIG. Ceux-ci gèrent la majorité du réseau primaire genevois. En simplifiant, à Genève le réseau primaire représente le réseau de transport alors que le réseau secondaire est celui de la collecte des eaux usées. Ainsi, le réseau secondaire est raccordé au réseau primaire qui est lui connecté à la station de traitement. Précisons également que le réseau secondaire est propriété des communes tandis que le reste du réseau primaire n'appartenant pas à SIG revient à la ville de Genève.

Proposé par le responsable des réseaux de SIG, ce travail de master souhaite offrir une méthodologie scientifique d'autosurveillance qui puisse être appliquée à tous les réseaux du canton. La volonté d'englober l'ensemble du réseau genevois s'explique par une raison simple. L'autosurveillance est un principe qui aide à moyen-long terme à mieux connaître les rejets des réseaux dans les milieux naturels récepteurs. Ainsi, par une meilleure connaissance des rejets problématiques ceux-ci pourront être modifiés pour limiter leur impact. Il est alors souhaitable que l'ensemble du réseau soit « autosurveillé » afin de ne pas se limiter qu'au réseau primaire appartenant au SIG. De fait, les réseaux primaires et secondaires produisent des rejets par leurs déversoirs d'orage (DO)².

Ce travail n'a été possible qu'avec une étroite collaboration avec certains services de l'État. La figure 1 ci-contre montre les différents services de la direction générale de l'eau. Ce tableau est extrait de l'organigramme du département de l'environnement, des transports et de l'agriculture (DETA). L'organigramme complet est disponible dans l'annexe 1.

Les services de la planification de l'eau (SPDE) et de l'écologie de l'eau (SECOE) sont très étroitement liés à ce travail. En effet, ils sont régulièrement en contact avec les SIG et ils ont une position d'autorité compétente pour des domaines tels que les plans d'évacuation des eaux et respectivement dans le suivi de qualité des cours d'eau.

En définitive, ce travail devra aider aux discussions futures entre les différents acteurs (SIG, SECOE, SPDE, DGEau) pour l'instauration d'une autosurveillance efficace et cohérente.

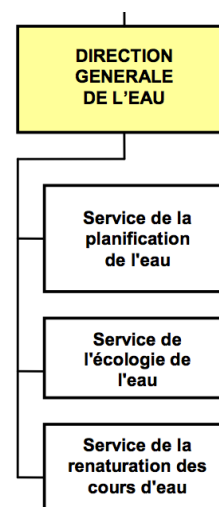


FIGURE 1: SERVICES DE LA DGEAU

¹ L'autosurveillance est définie au chapitre suivant.

² Rappelons brièvement que le déversoir d'orage est un ouvrage placé le long d'un réseau d'assainissement. Celui-ci a pour but de dévier l'excès d'eau en provenance de l'amont du réseau afin d'éviter une surcharge du réseau aval. Sans ces ouvrages, les inondations en région urbaine seraient beaucoup plus fréquentes. L'eau déviée est envoyée généralement sans traitement dans un milieu récepteur, soit un cours d'eau soit une étendue d'eau. Ces déversements peuvent impacter ce milieu naturel en fonction de paramètres hydrologique, physico-chimiques ou encore écotoxicologiques.

1.2 QU'EST CE QUE L'AUTOSURVEILLANCE ?

Dans le cadre de la gestion des réseaux, l'autosurveillance est l'action de surveiller ses propres installations. Il est synonyme d'autocontrôle.

L'autosurveillance est un principe de la législation européenne consécutif à la directive 91/271/CEE du Conseil, du 21 mai 1991, relative au traitement des eaux urbaines résiduaires. Cette directive énonce la nécessité de surveiller les rejets du réseau d'assainissement, cela comprend les rejets des stations de traitement et d'épuration des eaux (STEP), les boues d'épuration et les rejets des déversoirs d'orage (DO). La surveillance doit être effectuée par les autorités compétentes ou les organes appropriés. Dans la pratique cela c'est traduit par une surveillance par l'exploitant et par un service de protection des eaux. Le contrôle de ses propres installations par l'exploitant est ainsi appelé « autosurveillance ».

L'objectif de l'autosurveillance est une meilleure maîtrise et connaissance des rejets des effluents et des déchets pour toute la chaîne de l'assainissement. En connaissant mieux les rejets, il est possible de mieux définir leurs impacts et donc d'apporter des améliorations lorsque cela est nécessaire. L'autocontrôle s'inscrit dans la protection des milieux naturels récepteurs de rejets du réseau d'assainissement.

Notons que lors de sa parution européenne en 1991 et encore de nos jours, l'autosurveillance « européenne » doit s'appliquer à des pays qui ont une réalité et des objectifs en terme d'assainissement tout autres que la Suisse d'aujourd'hui. Pour ces raisons, il est nécessaire d'adapter la méthodologie proposée pour que celle-ci offre de nouvelles avancées au niveau helvétique.

En Suisse, l'autosurveillance est déjà effective au niveau des stations d'épurations des eaux d'une importante capacité. Par exemple, la STEP d'Aire de Genève subit depuis juillet 2001 un autocontrôle sur ces différents rejets. En revanche, l'autosurveillance n'est pas clairement définie pour les réseaux d'assainissement. De fait, ce terme n'apparaît nulle part dans la législation suisse et cantonale, mais son contenu est en grande partie repris sous différentes lois qui sont détaillées au chapitre 1.3.3.

Des informations législatives supplémentaires sont disponibles dans le chapitre suivant.

1.3 ASPECTS LEGISLATIFS

L'origine de l'autosurveillance étant européenne, cette législation sera la première à être abordée. Viendra ensuite une présentation de la législation française puisqu'elle se base sur les lois européennes. Ce chapitre se termine avec la législation suisse et cantonale en vigueur à Genève et un chapitre concernant les différences entre ces législations.

Avant de débiter la présentation des aspects législatifs, il est important d'apporter l'information suivante : Dans le cadre de la protection des eaux et de l'assainissement, il y a deux types d'approches législatives possibles. D'abord il y a l'approche « **émission** ». Celle-ci se préoccupe des rejets du réseau, ainsi les objectifs sont définis par l'efficacité du réseau. C'est typiquement le cas d'une loi limitant le nombre ou le volume de déversement d'un déversoir d'orage. Ce système est le plus fréquent dans les législations notamment pour des questions de faisabilité. Modéliser un réseau et estimer le volume et la fréquence de ses pertes est quelque chose qui se fait bien de nos jours.

L'autre approche est appelée par opposition de type « **immission** ». Il s'agit de se préoccuper du milieu récepteur pour définir les charges polluantes qu'il peut supporter. En définitive, il faut estimer la capacité du milieu récepteur à accepter de la pollution sans que celui-ci ne s'en trouve fortement impacté. Cette approche est aussi délicate qu'intéressante. Il paraît évident que l'approche immission est bien plus pertinente que l'approche émission. En effet, un même déversement à un impact complètement variable suivant son point de rejet. A qualité d'eau égale, un fleuve aura une résistance à une charge de pollutions bien plus élevée qu'un petit ruisseau. Toujours pour un même rejet, et cette fois-ci, pour deux cours d'eau avec le même débit, celui qui a une meilleure santé aura une résilience et une autoépuration supérieurs à une rivière canalisée et déjà polluée. Il conviendra de dire qu'il est particulièrement délicat de définir où se situe la limite d'acceptation de pollution du milieu récepteur. De fait, les milieux récepteurs sont des biotopes extrêmement variés de l'échelle nationale à l'échelle métrique. Il est fréquent que deux berges opposées possèdent des espèces différentes avec leurs propres résistances au stress lié à la pollution. Cette approche est préconisée par la législation suisse au travers, notamment, de la directive STORM.

1.3.1 LEGISLATION EUROPEENNE

Trois directives européennes en vigueur sont à mentionner pour le sujet de la surveillance des réseaux. Il s'agit de :

1. La directive 96/61/CE relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution,
2. La directive 91/271/CEE relative au traitement des eaux urbaines résiduaires,
3. La directive cadre sur l'eau 2000/60/CE

1.3.1.1 DIRECTIVE 96/61/CE RELATIVE A LA PREVENTION ET A LA REDUCTION INTEGREE DE LA POLLUTION

Cette directive a une portée générale sur la prévention de la pollution. Elle agit donc indirectement sur les exploitants des réseaux d'assainissement et leurs impacts potentiels sur un milieu récepteur. Pour ce sujet, il convient de retenir les points suivants :

- Les autorités compétentes s'assurent que l'installation sera exploitée de manière à ce que des mesures de prévention appropriées soient prises contre les pollutions et qu'aucune pollution importante ne soit causée,
- Une demande d'exploitation faite à l'autorité compétente doit comporter (1) la nature et les quantités des émissions prévisibles de l'installation dans chaque milieu ainsi qu'une identification des effets significatifs des émissions sur l'environnement, (2) la technologie prévue à prévenir ou réduire les émissions, (3) les mesures prévues pour la surveillance des émissions dans l'environnement,
- L'exploitant doit communiquer toutes modifications apportées aux installations et l'autorité peut actualiser l'autorisation ou les conditions de celle-ci,
- Les autorités compétentes doivent périodiquement réexaminer et, si nécessaire, actualiser les conditions d'autorisation,
- Le réexamen se fait lorsque (1) la pollution causée par l'installation est telle qu'il faut réviser les valeurs limites d'émissions, (2) des changements substantiels dans les meilleurs techniques disponibles permettent une réduction significative des émissions sans imposer des coûts excessifs.

1.3.1.2 DIRECTIVE EUROPEENNE 91/271/CEE

Cette directive de 1991 porte sur l'obligation des états membres de se munir d'un système de collecte et de traitement des eaux usées. Elle mentionne notamment la date de mise en place de la collecte et du traitement pour au plus tard en 2000 ou 2005 dépendamment de la taille de l'agglomération. Cette directive contient un autre principe innovateur pour l'époque. Il s'agit d'intégrer dans la législation la sensibilité du milieu récepteur. Cette sensibilité est définie par une liste de critères disponible dans l'annexe 2 de ce document. Ainsi, lorsqu'un rejet provenant d'une STEP se fait dans un milieu sensible, le rejet est soumis à des exigences plus restrictives. Toutefois ces exigences sont moins claires pour les rejets du réseau d'assainissement.

En effet, cette directive rappelle que le réseau d'assainissement doit traiter toutes les eaux usées à l'exception des « précipitations exceptionnellement fortes ». Ainsi, concernant les déversoirs d'orage, c'est aux États membres de prendre les mesures adéquates pour le dimensionnement. Trois propositions sont faites pour la méthodologie à adopter pour limiter la pollution résultant des déversements. Il y a la possibilité de se fonder sur :

- Le taux de dilution,
- La capacité du réseau par rapport au débit par temps sec,
- Un nombre acceptable de surcharges par année.

Ces possibilités sont clairement basées sur une approche émission. Cependant, il est également mentionné que le réseau de collecte doit également répondre à certains critères dont « *la limitation de la pollution des eaux réceptives résultant des surcharges dues aux pluies d'orage* ». Il convient de mentionner que la directive 91/271/CEE n'a pas d'objectif précis concernant la limitation de la pollution par les rejets des DOs contrairement aux rejets de STEP.

1.3.1.3 DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU 2000/60/CE

Les objectifs de qualité milieu naturel se trouvent dans la directive cadre sur l'eau (DCE) aussi appelée directive 2000/60/CE. Cette directive vise entre autres à prévenir toutes dégradations supplémentaires et à renforcer la protection des eaux. Elle touche les eaux en général soit : les eaux intérieures de surface³, les eaux de transitions⁴, les eaux côtières ou les eaux souterraines.

Cette directive, légèrement modifiée par la directive 2008/105/CE et 2009/31/CE, établit comme objectif pour 2015 le « *Bon état écologique* » pour l'ensemble des eaux. Selon cette directive, le bon état écologique des eaux de surface dépend principalement de la qualité biologique. En effet, les autres éléments que sont la qualité hydromorphologique et physico-chimique sont considérés en « bon état » lorsque les valeurs de ceux-ci permettent à la biologie d'atteindre le bon état biologique. La bonne qualité biologique est définie principalement par de légères modifications dans la composition et l'abondance des taxa pour certains organismes précis (les phytoplanctons, les acrophytes et phytobenthos, la faune benthique invertébrée, l'ichtyofaune). Chacun de ces indicateurs a également des spécificités pour qu'il soit qualifié de bon état.

En plus du bon état écologique, la directive cadre sur l'eau a demandé à chaque état membre de produire pour 2004:

- a) Une analyse des caractéristiques de chaque bassin versant,
- b) Une étude sur l'incidence de l'activité humaine sur les eaux,
- c) Un recensement de toutes les masses d'eaux utilisées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine d'un débit supérieur à 10m³/s,
- d) Un registre des zones sensibles,
- e) Veiller à contrôler tous les rejets dans les eaux de surface,
- f) La tenue d'un rapport de synthèse,
- g) Une analyse économique avec les volumes, prix et coûts associés aux services liés à l'utilisation de l'eau ainsi qu'une estimation des investissements.

Ces analyses ont dû être renouvelées en 2013 puis tous les six ans.

Pour le point e) qui concerne les déversoirs d'orage, l'article 10 de la directive en question demande la mise en place :

- De contrôle d'émissions fondé sur les meilleures techniques disponibles, ou

³ Les cours d'eau et les étendues d'eau.

⁴ Les masses d'eaux à proximité des embouchures

- De valeurs limites d'émissions pertinentes, ou
- En cas d'incidences diffuses, des contrôles, y compris, le cas échéant, de meilleures pratiques environnementales.

Concernant le point f), le rapport de synthèse doit contenir les principaux points des articles 5 et 8 de la directive cadre sur l'eau. A savoir : une analyse des caractéristiques du bassin versant, l'étude sur l'incidence de l'activité humaine, une analyse économique de l'utilisation de l'eau et respectivement le programme de surveillance du volume ou débit des eaux de surface ainsi que le rapport de leur état et potentiel écologique.

1.3.1.4 APPLICATION DES DIRECTIVES EUROPEENNE SUR L'EAU

Mentionnons que dans un rapport de 2007, la commission des communautés européenne fait état d'une mise en œuvre déficiente de ces différentes directives. Il y a notamment :

- Une transposition juridique insuffisante dans les législations nationales de la DCE,
- Une intégration insuffisante des autres législations dans le domaine des eaux résiduaires,
- Un nombre insuffisant de zones sensibles désignées,
- L'absence fréquente de mise en place d'un système national d'évaluation du « bon état écologique »,
- De gros retard dans la mise en place de l'analyse économique.

(Commission des communautés européennes, 2007)

1.3.2 LEGISLATION FRANÇAISE

Les textes législatifs français importants pour la protection des milieux naturels vis-à-vis des réseaux d'assainissement sont chronologiquement:

- La loi du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre la pollution,
- La loi sur l'eau du 3 janvier 1992,
- La loi en vigueur sur l'eau et les milieux naturels du 30 décembre 2006,
- L'arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport des eaux usées des agglomération d'assainissement ainsi qu' à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brut de pollution organique supérieur à 1,2 kg/j de DBO₅.

Chacune de ces lois a complété ou/et révisé la précédente. Les plus récentes ont également transposé des certaines directives européennes expliquées au chapitre précédent.

1.3.2.1 LOI DU 16 DECEMBRE 1964

L'une des premières grandes lois françaises à lutter contre la pollution de l'eau est celle du 16 décembre 1964. Cette loi a pour but de concilier les exigences en terme d'eau potable, d'agriculture, d'industrie, mais également de la vie biologique du milieu récepteur. Celle-ci a divisé le territoire en 6 bassins versant qui est chacun régit par une agence de l'eau⁵. Ces agences ont pour but notamment de percevoir une redevance correspondant aux pollutions émises. A l'inverse, elles soutiennent financièrement les initiatives visant à une diminution des rejets de pollutions.

Cette loi dispose donc déjà du principe de « pollueur-payeur ». Ce principe sera précisé dans la loi Barnier de 1995 avec les principes de prévention, de précaution et de participation. La définition du « pollueur-payeur » est, quant à elle, faite dans l'article L110-1 du code de l'environnement.

1.3.2.2 LOI SUR L'EAU DU 3 JANVIER 1992

Cette loi complète et abroge certains articles de la loi présentée au chapitre précédent. La loi française sur l'eau de 1992 transpose la directive européenne de 1991 et renforce les aspects de respect des milieux naturels. Des impératifs de qualités et de quantités sont définis pour les ressources en eau.

A cette loi, s'est ajouté l'arrêté « prescription techniques » du 22 décembre 1994 relative aux ouvrages de collecte et de traitement. Celui-ci établit notamment que les stations d'épuration, déversoirs et autres ouvrages du réseau d'assainissement doivent être conçus, réalisés, exploités et entretenus en tenant compte du milieu récepteur.

1.3.2.3 LOI SUR L'EAU ET LES MILIEUX AQUATIQUES DU 30 DECEMBRE 2006

La loi en vigueur sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 a réformé la législation française. Elle devrait permettre de respecter les objectifs de « bon état » des eaux d'ici 2015 fixés par la directive cadre sur l'eau européenne d'octobre 2000. Certaines mesures concrètes de protection des cours d'eau découlent de cette loi comme l'obligations

⁵ Les agences de l'eau sont les autorités compétentes en France. Elles sont l'équivalent du service de l'écologie de l'eau pour le canton de Genève.

de la continuité écologique ou alors les peines encourues en cas de destructions de frayères.

1.3.2.4 ARRETE DU 22 JUIN 2007

L'objectif de l'arrêté du 22 juin 2007 propose une meilleure connaissance et maîtrise des rejets des effluents et des déchets de toute la chaîne de l'assainissement pour une meilleure protection des milieux récepteurs. Ainsi, le réseau d'assainissement doit être dimensionné, conçu, réalisé, réhabilité et exploité de façon à tenir compte des effets cumulés sur les milieux récepteurs.

L'exploitant doit se soumettre notamment à trois obligations :

- 1) Installer des appareils de mesures fiables,
- 2) Réaliser des opérations prévues par la réglementation,
- 3) Tenir et mettre à disposition un dispositif documentaire de la situation.

Ces trois points ont pour but de :

- Permettre à l'exploitant de vérifier en continu l'adéquation entre les résultats et les objectifs fixés,
- Permettre à la police des eaux et les agences de l'eau⁶ de limiter les contrôles directs,
- Disposer de données fiables concernant les systèmes d'assainissement.

La première obligation fait notamment référence à l'article 18 du présent arrêté. Celui-ci stipule que l'exploitant qui gère un système de collecte des eaux usées produisant par temps sec plus de 120 kg/j de DBO₅⁷ doit faire l'objet d'une surveillance particulière. Cette surveillance est caractérisée par une estimation des périodes de déversements et des débits rejetés. Si le bassin versant d'un réseau de collecte produit par temps sec plus de 600 kg DBO₅/jour⁸, la surveillance est accrue. D'une part, il faut que les débits sortant des déversoirs d'orages soient surveillés en continu et, d'autre part, que la charge polluante en MES et DCO soit estimée en cas de déversement.

Au lieu de surveiller les déversoirs d'orage dans lesquelles transitent des charges supérieures à 120 kg DBO₅, le préfet peut remplacer cette mesure par la surveillance des déversoirs représentant plus de 70% des rejets du système de collecte. Ledit préfet a également la possibilité de demander une estimation de la charge polluante en MES et DCO pour les déversoir transportant entre 120 kg/j et 600 kg/j de DBO₅ suivant les exigences du milieu récepteur.

La deuxième obligation concernant les opérations prévues par la réglementation est assez floue. Il est toutefois possible de lui accrocher l'obligation pour l'exploitant d'avertir l'autorité compétente au moins un mois avant les travaux planifiables. L'exploitant doit également fournir une estimation des débits de leurs charges associées à l'autorité pour les opérations sur un réseau avec une charge de plus de 12kg DBO₅/j susceptibles d'avoir un impact sur le milieu récepteur. L'autorité peut prescrire des mesures ayant pour but de

⁶ Le rôle de ces organismes français est opéré à Genève par le Service de l'écologie de l'eau (SECOE)

⁷ La production de DBO₅ en France est estimée à 60 gr/jour/hab. 120kg représente donc un bassin versant de 2000 personnes.

⁸ L'équivalent d'un bassin versant de 10'000 personnes.

diminuer l'impact sur les eaux réceptrices jusqu'à 15 jours ouvrables après la réception des informations.

La troisième obligation indique la tenue d'un manuel d'autosurveillance. Fait par l'exploitant, celui-ci doit décrire de façon précise:

- Son organisation interne,
- Ses méthodes d'exploitations, de contrôle et d'analyse,
- Le réseau,
- La localisation des points de mesures et de prélèvements,
- La méthode en cas de non-conformité (dépassements des valeurs-limites de rejets, circonstances exceptionnelles...),
- La liste et la définition des points de paramétrages des installations en vue de la transmission des données,
- La liste des points de contrôle des équipements soumis à une inspection périodique de prévention de pannes,
- Les organismes extérieurs à qui sont confiés tout ou partie de la surveillance,
- La qualification des personnes associées à ce dispositif.

Le manuel doit également contenir les normes auxquelles les équipements et les procédés utilisés doivent répondre. La mise à jour de ce document est aussi fréquente que possible.

Finalement, en France la répartition des compétences doit se faire de la façon suivante :

- Collectivité⁹ : installation et la vérification de la fiabilité d'équipement de contrôle, production et transmission des données d'autosurveillance,
- Agence de l'eau : contrôle et validation des données d'autosurveillance, contrôle de deuxième niveau de la fiabilité des équipements de contrôle,
- Service de la police de l'eau : exploitation des données d'autosurveillance et jugement de la conformité des rejets.

⁹ Le terme collectivité fait référence aux collectivités territoriales. Dans ce cas, la collectivité équivaldrait à la commune en Suisse. Dans ce texte, il est également rappelé que la collectivité peut transférer tout ou partie de la responsabilité pour des raisons techniques notamment.

1.3.3 LEGISLATION SUISSE

En Suisse, la législation sur l'eau et l'assainissement est principalement développée par :

- La LEaux, la loi fédérale sur l'eau,
- Les lois cantonales, soient :
 - LEaux-GE : la loi cantonale genevoise sur l'eau (très proche de la loi fédérale),
 - REaux-GE : le règlement d'exécution de la loi sur l'eau,
 - LaLPE : la loi d'application de la loi fédérale sur la protection de l'environnement,
- La OEaux : l'ordonnance fédérale sur l'eau.

En complément, des outils sont proposés pour aider à l'application des lois. Pour l'assainissement, ces outils sont :

- La directive STORM faite par le VSA,¹⁰
- Certaines brochures du système modulaire gradué de l'OFEV¹¹

1.3.3.1 LEAUX

La loi cantonale LEaux-GE qui est en vigueur à Genève ressemble beaucoup à la LEaux. C'est pourquoi la LEaux ne sera pas détaillée pour éviter les répétitions avec la description de la LEaux-GE ci-dessous. Il est toutefois possible de mentionner l'article 1 de la présente loi qui contraint la confédération et les cantons à veiller à protéger les eaux contre toute atteinte nuisible.

1.3.3.2 LEAUX-GE

Comme il a été mentionné, la loi genevoise sur l'eau reprend en de très nombreux points la loi fédérale. Voici les principaux articles concernant la protection des milieux naturels vis-à-vis des réseaux d'assainissements :

- 1) Art. 6, **Protection des eaux** : Interdiction de porter atteinte aux eaux publiques notamment par des rejets polluants.
- 2) Art. 8, **Principes de prévention et de causalité** : Possibilité d'obligation par le département¹² de l'exécution de mesures pour prévenir ou remédier aux impacts portés aux eaux. A noter que le principe de précaution et de prévention est détaillé dans le chapitre ci-dessous concernant la LaLPE.
- 3) Art. 10, **Fonctions écologiques des cours d'eau et des rives** : Protection des cours d'eau et de leurs rives pour préserver et rétablir notamment leurs fonctions hydrauliques, biologiques et sociales.
- 4) Art. 13, **Planification** : Établissement de schémas de protection, d'aménagement et de gestion des eaux (SPAGE) des bassins versants hydrologiques contenant notamment les objectifs de qualité et de quantités d'eau.

¹⁰ Il s'agit de l'association suisse des professionnels de la protection des eaux

¹¹ OFEV : Office fédérale de l'environnement

¹² Ici « le département » fait référence au département de l'environnement, des transports et de l'agriculture.

- 5) Art. 16, **Qualité des eaux** : Etablissement des exigences par le droit fédéral et les objectifs particuliers sont formulés dans le schéma de protection, d'aménagement et de gestion des eaux (SPAGE).
- 6) Art. 17, **Quantité des eaux** : Préservation ou reconstitution du fonctionnement naturel du régime hydrologique autant que possible.
- 7) Art. 18, **Surveillance et exécution** : Respect des objectifs vérifiés par le canton.
- 8) Art. 21, **Protection de la nature** : Exécution des travaux de manière à favoriser et protéger les fonctions écologiques des cours d'eau et des rives.
- 9) Art. 53, **Notion de système d'assainissement** : Optimisations des performances d'assainissement pour garantir des rejets qualitatifs et quantitatifs conformes aux objectifs à atteindre pour les milieux récepteurs.
- 10) Art. 54, **Objectifs des systèmes d'assainissement** : Nécessité des systèmes d'assainissement de protéger la population et le milieu naturel contre les risques sanitaires liés aux eaux polluées et d'une diminution des rejets anthropogènes dans le milieu naturel.
- 11) Art. 55, **Plan régionaux d'évacuation des eaux (PREE)**
- 12) Art. 56, **Plan généraux d'évacuation des eaux (PGEE)**

Les plans d'évacuation des eaux PREE et PGEE sont tirés de l'ordonnance sur l'eau décrite au chapitre 1.3.3.5. Ces plans seront présentés dans cette section du présent rapport.

1.3.3.3 REAUX-GE

Ce règlement d'exécution de la loi sur les eaux mentionne l'obligation d'avoir une autorisation de l'autorité compétente pour pouvoir notamment déverser des eaux dans les eaux superficielles.

Pour obtenir cette autorisation l'exploitant du réseau doit présenter au département de l'environnement une requête comprenant :

- Un exposé des motifs,
- Un plan de situation,
- Un plan cadastral,
- Un plan de détail de l'ouvrage,
- Un profil en long,
- Un concept de fonctionnement et d'exploitation de l'ouvrage de déversement.

1.3.3.4 LOI D'APPLICATION DE LA LOI FEDERALE SUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (LALPE)

Cette loi établit notamment les grands principes de l'action des cantons dans le domaine de la protection de l'environnement. Ces cinq principes sont :

- 1) La limitation des atteintes à l'environnement à titre préventif,
- 2) La priorisation des actions se fait à la source des atteintes à l'environnement,
- 3) L'évaluation des atteintes tient compte de l'accumulation de celles-ci,
- 4) Le principe de causalité : Celui qui est à l'origine d'une mesure prescrite par l'application de la loi en supporte les frais,
- 5) La favorisation de l'enseignement et de la recherche sur la protection de l'environnement.

1.3.3.5 OEAUX AVEC PGEE-PREE

Cette ordonnance vient compléter la loi fédérale et les lois cantonales sur l'eau dans leur but de protéger les eaux superficielles et souterraines. Celle-ci doit donc être exécutée par les cantons comme l'indique son Art.45. Elle régit deux domaines fondamentaux que sont : la planification de l'évacuation et les objectifs fixés pour les eaux.

La planification se fait à deux échelles. Le PREE, **plan régional d'évacuation des eaux**, se fait par bassin versant hydrologique en faisant abstraction des communes. Il nécessite une collaboration notamment entre communes et l'exploitant du réseau primaire pour harmoniser les mesures de protections des eaux dans la région considérée. Dans le PREE figure :

- Le concept d'assainissement et de gestion des eaux à évacuer et en fonction des objectifs quantitatifs et qualitatifs à atteindre pour les milieux récepteurs,
- Les bassins versant des systèmes d'assainissement,
- L'emplacement des stations centrales d'épuration et les normes de rejets pour ces dernières,
- Les ouvrages du réseau primaire,
- Toutes autres mesures de protection des eaux qui nécessitent une coordination régionale
- Les priorités d'action au niveau régional

Le PGEE, **plan général d'évacuation des eaux**, est lui propre à chaque commune. Celui-ci détermine notamment :

- Les ouvrages du réseau secondaire,
- Les éléments nécessaires à la gestion technique et financière du réseau secondaire,
- Les zones dans lesquelles les eaux non polluées doivent être déversées dans les eaux superficielles.

Concernant le **déversement des eaux polluées dans les eaux superficielles**, la OEaux définit que l'autorité les autorise si les exigences de qualité des eaux réceptrices, décrites ci-dessous, sont respectées. L'autorité peut renforcer ou compléter les exigences si la qualité insuffisante des eaux est due en grande partie au déversement des eaux polluées.

Les **objectifs écologiques des eaux superficielles**, donnés dans l'annexe 1 et 2 de l'ordonnance, sont régis par trois facteurs. Le premier requiert que les communautés animales, végétales et des micro-organismes soient d'aspect naturel et qu'elles se régulent elle-même. Le second est le régime hydrologique et l'aspect morphologique qui doivent présenter des caractéristiques proches de l'état naturel. Le dernier facteur est d'ordre qualitatif et celui-ci doit également être proche de l'état naturel. La liste complète des objectifs écologiques pour les eaux superficielles est disponible dans l'annexe 3 de ce document.

1.3.3.6 STORM

La directive STORM sert de base théorique et méthodologique pour l'utilisation d'une approche de type immission dans le domaine de l'assainissement. Cette directive a été développée par l'Eawag lors d'un travail de 3 ans lors d'un mandat de l'OFEV et du VSA. Cette directive est utilisée comme outil de référence pour la méthodologie. Sa description détaillée et son applicabilité sont décrites au chapitre 2.1.2 « Outils utilisés ».

1.3.4 DISCUSSIONS DES LEGISLATIONS

La législation européenne est ambitieuse avec la volonté d'atteindre un bon état écologique pour 2015. Toutefois, **l'objectif de 2015 ne semble pas faisable** pour une grande partie de l'union européenne pour les raisons avancées au chapitre 1.3.1.4.

Le principe d'autosurveillance tel qu'il est voulu pour la communauté européenne va sans nul doute aider considérablement à l'amélioration des milieux naturels récepteurs et à la gestion des réseaux d'assainissement. Même si certains articles vont dans le sens d'une approche de type immission, **la législation européenne continue à se baser sur une approche émission**. De fait, ce sont toujours les valeurs de rejet qui sont déterminantes et non la réponse du cours d'eau à ces rejets.

Une des mesures les plus concrètes de l'autosurveillance est **l'estimation des charges des rejets et des mesures en continu** des déversoirs d'orage pour les bassins versant de 10'000 personnes et plus. Le cas idéal serait évidemment de pouvoir connaître tous les déversements et leurs impacts sur le cours d'eau, mais le lien entre le cours d'eau et les déversements n'est pas encore évident suivant les cas de déversements. **On peut s'interroger sur l'interprétation des énormes quantités de données** qui vont résulter des mesures en continu et ce d'autant plus que ces mesures sont faites dans une approche émission. Les mesures en continu semblent pour l'instant ne bien convenir qu'aux réseaux qui peuvent être gérés à distance. Par exemple, les cas d'un déversoir dans lequel on peut faire varier la lame déversante ou alors la vidange d'un bassin de rétention peuvent justifier de tels moyens.

L'appareil législatif européen et français semble très vertical, dans le sens où les lois sont votées avec une faible consultation des personnes touchées par la loi. Lors d'une conférence organisée par le GRAIE à Lyon sur l'autosurveillance, des experts et des exploitants étaient réunis pour discuter notamment de l'application de ce principe qui date de 1992 dans la législation française. Bien des exploitants semblaient dubitatifs avec les mesures à mettre en place pour une autosurveillance cohérente et raisonnable financièrement.

La directive STORM semble être un bon exemple **d'un appareil législatif suisse plus horizontale**. De faite, un travail de trois ans a permis de produire une méthodologie scientifique pour l'application d'une approche immission et trois ans de plus ont permis de créer cette directive STORM de façon à ce qu'elle soit applicable facilement. Cette démarche de consultation des milieux concernés par des nouvelles lois permet une application plus rapide une fois la loi votées. Par contre, les lois mettent plus de temps à être votée puisqu'elles peuvent faire l'objet de très longues discussions.

D'une manière générale, la Suisse paraît en avance sur l'Europe en matière de protection de la pollution du milieu récepteur par le réseau d'assainissement. **Même si l'autosurveillance en Suisse n'existe pas en soit, la majorité de ses fondements sont déjà présents dans la législation.**

L'autosurveillance a deux points qui devraient être appliqué à la législation suisse. Le premier a déjà été décrit plus haut puisqu'il s'agit de **l'estimation des charges et des mesures des rejets pour les réseaux**. Cette règle, telle qu'elle est appliquée, est intéressante mais uniquement dans une approche émission. Rappelons que sans la prise en compte du milieu récepteur, ce genre de mesure n'est que peu utile. Actuellement, les SIG

savent de façon grossière ce qui est déversé, mais l'impact sur la rivière est relativement méconnu. Ce travail a justement pour but de trouver l'équivalence à cette mesure dans une approche immission. Le second point est **une centralisation plus grande des informations par l'exploitant**. Le manuel d'autosurveillance est prévu pour regrouper toutes les informations concernant le réseau. En Suisse, les informations se trouvent principalement dans les PGEE et PREE. Dans une approche immissive, il serait également intéressant d'ajouter au contenu des PGEE et PREE (1) les objectifs de qualité du milieu récepteur ainsi que (2) l'historique des analyses mesurant l'impact du milieu naturel par les différents ouvrages du réseau.

1.4 QUEL IMPACT SUBIT LE MILIEU RECEPTEUR

Grâce à des mesures tels que le traitement des eaux et la renaturation, la qualité des cours d'eau et des lacs a énormément progressé depuis des dizaines d'années en Suisse. Toutefois bien des tronçons ne jouissent pas encore d'une qualité suffisante. Les rejets provenant du réseau d'assainissement en sont une des principales causes. Comme l'évoque l'étude de la qualité des rivières genevoise sur la Seymaz et ses affluents en 2007: « Les principales altérations de la qualité physico-chimique [...] proviennent essentiellement de dysfonctionnements des réseaux d'assainissement des eaux domestiques et des pratiques agricoles. » (SECOE, 2008)

Les rejets subis par le milieu récepteur peuvent être classés selon leur provenance :

- Du réseau d'eaux usées ou mélangées,
- Du réseau de collecte de l'eau de ruissellement urbaine,
- Du drainage agricole,
- De déversements accidentels.

Rappelons que **pour éviter le débordement des canalisations ou de la STEP, le réseau unitaire d'assainissement possède des déversoirs d'orage (DO)**. Ceux-ci ont pour fonction de dévier les eaux excédentaires directement, et majoritairement sans traitement, dans un milieu récepteur naturel. Ce milieu est généralement le cours d'eau ou l'étendue d'eau la plus proche du réseau du DO.

Il est important de savoir que par temps de pluie, il est courant d'avoir 100 volumes d'eau de ruissellement pour 1 volume d'eau usée produite. Ainsi, pour des questions évidentes de coûts et de dimensionnement, **le réseau de collecte unitaire ne peut pas être conçu pour transporter toute l'eau de pluie**. Outre les canalisations, la station de traitement des eaux (STEP) et surtout sa partie biologique ne peuvent être dimensionnés pour traiter l'intégralité de ces eaux.

Dans le réseau d'assainissement en séparatif, la théorie voudrait que le réseau d'eaux usées ne transporte que des eaux usées. Ainsi, la présence de DO ne devrait pas être nécessaire. Par contre, la pratique montre que les mauvais branchements et les infiltrations gonflent le volume transporté par ce réseau. A cela s'ajoute que la mise en séparatif d'un réseau unitaire ne se fait pas instantanément. Ainsi, il peut arriver que des parties de réseau unitaire se déversent dans un réseau séparatif (l'inverse est plus fréquent : séparatif déversé dans unitaire). Ceci a pour conséquence de surcharger ledit réseau séparatif principalement par temps de pluie. C'est pourquoi des déversoirs d'orage peuvent également être placés dans ce genre de réseau.

Le réseau d'assainissement n'est évidemment pas le seul à impacter le milieu récepteur. Comme l'approche choisie souhaite partir des objectifs de qualité du cours d'eau pour définir qu'elles sont les rejets acceptables, il est essentiel de vérifier l'impact des autres sources de pollutions. En effet, la logique voudrait que les efforts soient concentrés là où les sources de pollution sont le plus élevées.

Le présent travail se concentre sur l'impact qualitatif du réseau d'assainissement et plus précisément le réseau de collecte des eaux usées. Dès lors, **les impacts des rejets d'eaux usées ou mélangées seront davantage détaillés que les rejets d'eau de ruissellement et les rejets agricoles. Les rejets accidentels ne sont pas traités dans ce travail.** De plus, la lutte

contre les impacts quantitatifs sont relativement bien maîtrisés, c'est pourquoi l'accent sera mis sur les impacts qualitatifs.

1.4.1 IMPACTS QUALITATIFS DU RESEAU D'EAUX USEES OU MELANGEES

Pour pouvoir différencier l'impact des rejets d'eaux usées des autres sources de pollution, il est important de connaître ses spécificités. La première chose à savoir est que l'eau usée est un mélange :

- Des rejets domestiques (toilettes, machine à laver le linge, la vaisselle,...),
- Si présent dans le bassin versant, des rejets industriels¹³,
- D'eau claire¹⁴.

Chacune de ses sources charge l'eau usée en composants particuliers. **Les composants caractéristiques aux rejets domestiques** sont :

- Des composés physiques (papier toilette, couches, coton-tige, préservatifs, ...)
- Une forte charge organique ;
- Des bactéries (E. Coli, entérocoques, ...)
- Des nutriments présents dans les détergents (azote et phosphore)
- Des matières en suspension (MES)
- Des micropolluant (médicament, caféine, etc.)

Lors de déversements, **ces charges polluantes provoquent plusieurs impacts sur le milieu naturel récepteur** (Rossi, 2013; Theler, 2004; VSA, 2007). Il y a :

- La pollution visuelle provoqué par les composés physiques ;
- Un changement des paramètres physico-chimiques. Au delà de l'apport direct de certains éléments, la décomposition de la matière organique lors du transport de celle-ci dans les canalisations provoque des variations de qualité de l'eau. Des variations importantes peuvent se situer au niveau du pH et de la demande en oxygène chimique et biologique. La variation du pH peut provoquer des réactions qui créent des sous-produits toxiques tels que l'azote ammoniacal sous sa forme NH₃. A cela s'ajoute également une fréquente variation de la température.
- Une pollution microbiologique qui est particulièrement problématique si le milieu récepteur est également utilisé pour la production d'eau de consommation ou pour une zone de baignade.
- Un apport de nutriment tel que du phosphore présent dans les détergents peut provoquer une eutrophisation (ou désoxygénation) problématique pour la santé du milieu récepteur. L'eutrophisation est caractérisée par un apport de nutriment qui provoque une explosion de la production de biomasse. Celle-ci consomme tout l'oxygène dissous dans l'eau pour se développer jusqu'à ce que le milieu devienne anaérobique et hostile aux espèces indigènes présentes avant l'apport de nutriments.

¹³ Les normes de rejets des eaux polluées des industries dans le réseau de collecte des eaux usées sont définies dans l'OEaux.

¹⁴ Par eau claire on entend les eaux qui ne sont pas d'origine pluviale ni accidentelle qui sont transportées dans les collecteurs d'eaux usées. Il s'agit notamment des fuites du réseau d'eau potable et non potable transportée dans le réseau d'assainissement, l'eau des fontaines, l'eau de lavage de la voirie et les infiltrations dues à des collecteurs endommagés.

- Une accumulation de matière en suspension (MES) a pour effet d'augmenter la turbidité de l'eau, mais surtout augmente les risques de colmatage du fond du lit. Les MES une fois déposées sont considérées comme des sédiments. Ces sédiments peuvent être fortement chargés en métaux lourds ou en HAP¹⁵ de part les caractéristiques des MES d'adsorber ces éléments. Cela a pour conséquence une pollution diffuse et persistante. Finalement, il y a également la matière organique prisonnière de ces sédiments qui se décompose et qui consomme l'oxygène également présent dans ces sédiments créant ainsi des zones anaérobiques.
- Une écotoxicité propre aux (micro) polluants.

1.4.2 IMPACTS QUALITATIFS DES AUTRES TYPES DE REJETS

Les impacts des rejets du réseau d'eau de ruissellement se caractérisent principalement par (Rossi, 2013; VSA, 2007):

- Des problèmes liés à la charge en MES ;
- L'accumulation dans les sédiments de métaux lourds ou substances difficilement biodégradables. En ruisselant sur les surfaces imperméables, l'eau de pluie les « nettoie » des différentes substances. Celles-ci proviennent notamment des poussières émises par les pots d'échappement, de l'usure des toits, de l'usure des pneus et des dépôts atmosphériques ;
- Des variations de température ;

Les rejets agricoles peuvent être chargés en engrais avec de fortes teneurs en nitrate et phosphate. Ces rejets sont souvent chargés en pesticides et autres insecticides. Il est également possible de retrouver des traces de métaux lourds suivant le type de culture. Par exemple, le cuivre peut être utilisé comme fongicides dans la viticulture ou en agriculture biologique. (OFEV, 2010)

La composition des rejets industriels varie énormément en fonction du type d'industrie. Dans le cas d'une usine, les rejets peuvent posséder des quantités importantes de MES, de métaux lourds ou des micropolluants. En revanche, dans le cas d'une industrie touristique, la composition sera proche de l'eau domestique.

1.4.3 IMPACTS QUANTITATIFS

Les impacts quantitatifs sont liés à un important débit d'eau rejeté par le réseau d'assainissement dans un milieu récepteur. Ce milieu peut alors **souffrir d'un écart à son régime d'écoulement qui se caractérise notamment par de l'érosion** (VSA, 2007). En plus de l'atteinte au niveau écomorphologique du cours d'eau, les fortes variations de débit portent des atteintes graves à la faune et la flore de celui-ci. Les deux principales causes de problèmes quantitatifs sont, dans l'ordre, les éclusées et les rejets du réseau d'assainissement (OFEV, 2011). Pour plus d'informations, il est conseillé de consulter la brochure du système modulaire gradué « Hydrologie – régime d'écoulement, Niveau R (Région) » qui est une référence dans le domaine.

¹⁵ HAP : Hydrocarbure aromatique polycyclique

2 PARTIE 2 : METHODOLOGIE D'AUTOSURVEILLANCE PROPOSEE

Comme il a été expliqué dans le chapitre introductif, dans le cas des réseaux d'assainissement, **l'autosurveillance s'applique aux et par les propriétaires¹⁶ de ces réseaux**. A Genève, cela concerne principalement les SIG, mais aussi la Ville de Genève et les communes genevoises.

L'autosurveillance s'inscrit dans la protection du milieu récepteur. En effet, les meilleures connaissances des rejets et des impacts de ceux-ci sont destinées à trouver les points problématiques. Ces points pourront faire l'objet de modification afin de réduire leurs impacts à un seuil acceptable.

Toutefois, **la réduction de l'impact des rejets des réseaux d'assainissement est déjà d'actualité à Genève**. Les différents acteurs de l'eau que sont les SIG et la DGEaux (particulièrement le SECOE et le SPDE) travaillent déjà dans ce sens. On peut citer:

- La planification des travaux du réseau d'assainissement dans des périodes favorables pour les milieux récepteurs ainsi que l'entretien et la connaissance du réseau par les SIG;
- Les études de qualités des milieux récepteurs et l'impact des réseaux d'assainissement ainsi que la tenue d'un inventaire des déversoirs d'orage par le SECOE;
- La tenue et l'application des conclusions des plans régionaux et généraux par le SPDE;

Ainsi beaucoup d'éléments de l'autosurveillance sont déjà présents dans le cas genevois. Toutefois les données issues de ces différents services ne sont pas suffisamment exploitées et mises en relations. **Le but de se travail est de créer une méthodologie qui permette de regrouper ce qui est déjà existant avec une structure plus claire.**

Dans une approche immissive, l'autosurveillance par propriétaire du réseau doit se faire avec collaboration étroite du SECOE et du SPDE. En effet, ces services ont des connaissances essentielles notamment sur les impacts des rejets. Ainsi, même si l'autosurveillance doit par le terme « auto » s'appliquer qu'au propriétaire du réseau, elle est difficile à concevoir sans la participation de ces deux services.

La méthodologie est schématisée par des figures dans les chapitres ci-dessous. Un code de couleur est utilisé pour montrer visuellement quel service est concerné par les actions de chaque case. Ces couleurs ont été appliquées sur la base d'une connaissance lacunaire des différents services. Elles sont donc subjectives, non-définitives et sujettes à beaucoup de discussions. L'action et les coûts engendrés ne sont donc pas forcément supportés par l'organisme visé. **En définitive, les couleurs des schémas définissent quel service est le plus à même par l'accessibilité des données nécessaires, ses compétences et ses connaissances à effectuer l'action visée.** Si les propriétaires sont les seuls à être en charge de l'autosurveillance, des investissements très importants (hommes et matériels) sont à prévoir par ceux-ci. Il sera également extrêmement délicat de ne pas faire un travail partiellement redondant avec ce qui est déjà fait par la DGEaux.

¹⁶ Cette tâche peut être déléguée à l'exploitant.

Les schémas qui suivent sont disponibles sans code de couleur dans l'annexe 5.

2.1 METHODOLOGIE GENERALE

Comme cette méthodologie est développée pour une approche immission, celle-ci doit être compatible avec tous types de rejets pouvant impacter le milieu récepteur. Les chapitres suivants sont destinés à traiter des rejets des déversoirs d'orage. Certaines propositions sont faites plus bas pour adapter cette méthode au réseau d'eau pluviale.

A noter que la numérotation des étapes renvoie au numéro de chapitre à lequel l'étape est détaillée. La méthodologie générale se présente de la façon suivante :

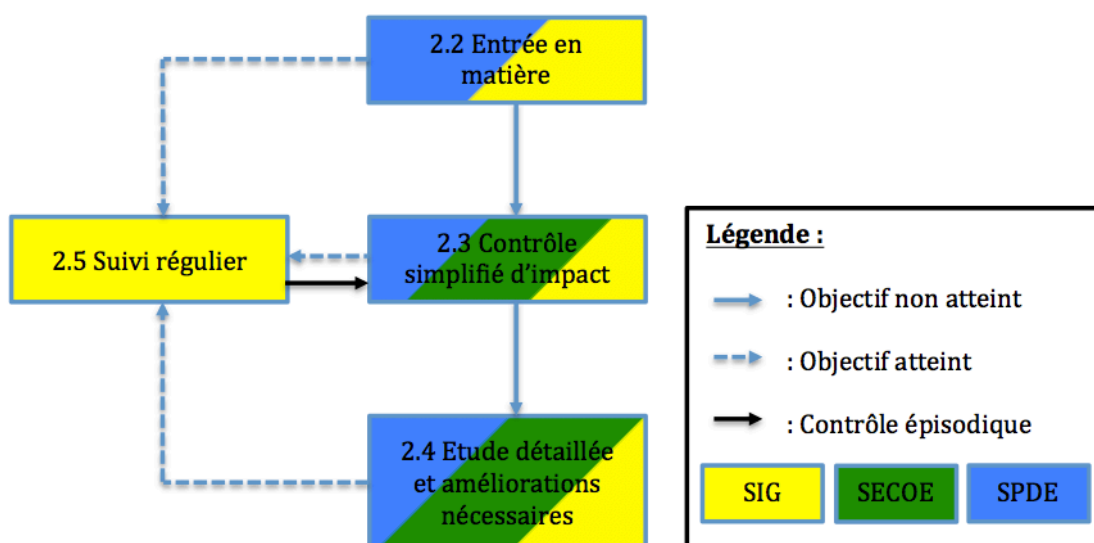


FIGURE 2: SCHEMA METHODOLOGIQUE GENERALE

Chaque case est détaillée plus bas, mais brièvement :

- **L'entrée en matière** permet de prioriser les déversoirs d'orage à visiter sur la base de critères de type émission ou d'une suspicion de pollution;
- **Le contrôle simplifié d'impact** sert à constater si les rejets ont un impact significatif sur le milieu récepteur sur la base de la consultation de rapport et d'analyse in-situ. Les résultats de ce contrôle sont relevés sur une matrice d'évaluation ;
- **L'étude détaillée et améliorations nécessaires** est l'étape qui analyse et solutionne les rejets trop polluants ;
- **Le suivi régulier** consiste en la maintenance des infrastructures, mais aussi en un renvoi à un contrôle simplifié de façon épisodique.

Cette méthodologie souhaite contrôler tous les ouvrages en deux temps :

1. Dans un premier temps, priorité aux ouvrages dits sensibles parce que retenus par l'entrée en matière ;
2. Dans un deuxième temps, un contrôle épisodique généralisé à tous les DO pour vérifier que leurs impacts ne s'aggravent pas avec le temps (flèche noire dans la figure 2). Ce contrôle épisodique peut se faire à la même fréquence que l'*Etude de la qualité des rivières genevoise* du SECOE. Cette fréquence est d'une fois tous les six ans.

2.1.1 OUTILS NECESSAIRES

Avant de détailler les différents aspects de la méthodologie, il convient de présenter les outils nécessaires à cette autosurveillance.

2.1.1.1 DIRECTIVE STORM

La directive STORM sur les rejets pluviaux urbains dans les eaux de surface est souvent utilisée comme référence dans cette méthodologie. En effet, cette directive est pionnière dans l'approche immission et elle est très orientée sur l'application de cette approche.

Concrètement, STORM est utilisé dans :

- L'entrée en matière pour l'utilisation de ses valeurs de rejets tolérées par année pour les DOs ;
- Le contrôle simplifié d'impact pour l'utilisation d'une matrice d'évaluation¹⁷ ;
- L'étude détaillée avec l'utilisation du programme *Rebeka II*.

Ces différents aspects sont présentés dans les chapitres suivants.

2.1.1.2 REBEKA II

Rebeka II est un programme de modélisation conçu pour déterminer l'impact des réseaux d'assainissement sur le milieu récepteur dans une approche immissive (Fankhauser GEP Data Consulting). Les résultats de cette modélisation permettent de mettre en lumière les impacts listés dans la première colonne du tableau 1 ci-dessous.

TABLEAU 1: IMPACTS MODELISES PAR REBEKA II ET LEUR EXIGENCES RESPECTIVES (VSA, 2007; FANKHAUSER GEP DATA CONSULTING)

Impact	Seuil	Exigences
Stress hydraulique	Contrainte de cisaillement critique	0.5 – 10 événements par année
Toxicité du NH ₃	Concentration critique en NH ₃ pour une durée t déterminée ($c_{crit} = 0.025 \text{ mg/l} + 1.5 \text{ mg/l} \cdot \text{min/t}$)	0.2 – 1 événement par année
Turbidité liée aux MES	Concentration critique pour une certaine durée t	Dépend des conditions locales
Colmatage du lit du cours d'eau (physique)	Accumulation de MES supérieure à : 625 g/m^2	< 20 % du temps
Accumulation de substance difficilement dégradables (métaux lourds, HAP)	Accumulation de MES supérieure à : 25 g/m^2	< 5% du temps
Déficit d'oxygène	Accumulation de MES supérieure à : <ul style="list-style-type: none">• 5 g/m^2 pour le réseau unitaire (DO)• 16 g/m^2 pour le réseau séparatif	< 10% du temps (0% de octobre à mars pour les eaux de frayères)

¹⁷ Initialement la matrice d'évaluation ressemble beaucoup à celle de STORM, mais avec l'expérience et le recul, cette matrice pourra subir quelques modifications.

Le seuil et les exigences fixées pour chaque impact sont tirés de la directive STORM.

La schématisation d'un bassin versant de RebeKa II est disponible dans la figure 3 ci-dessous. Cette schématisation fait apparaître :

- Un bassin versant naturel (BVN). Celui-ci représente le milieu récepteur ;
- Un bassin versant du système séparatif ;
- Un bassin versant du système unitaire.

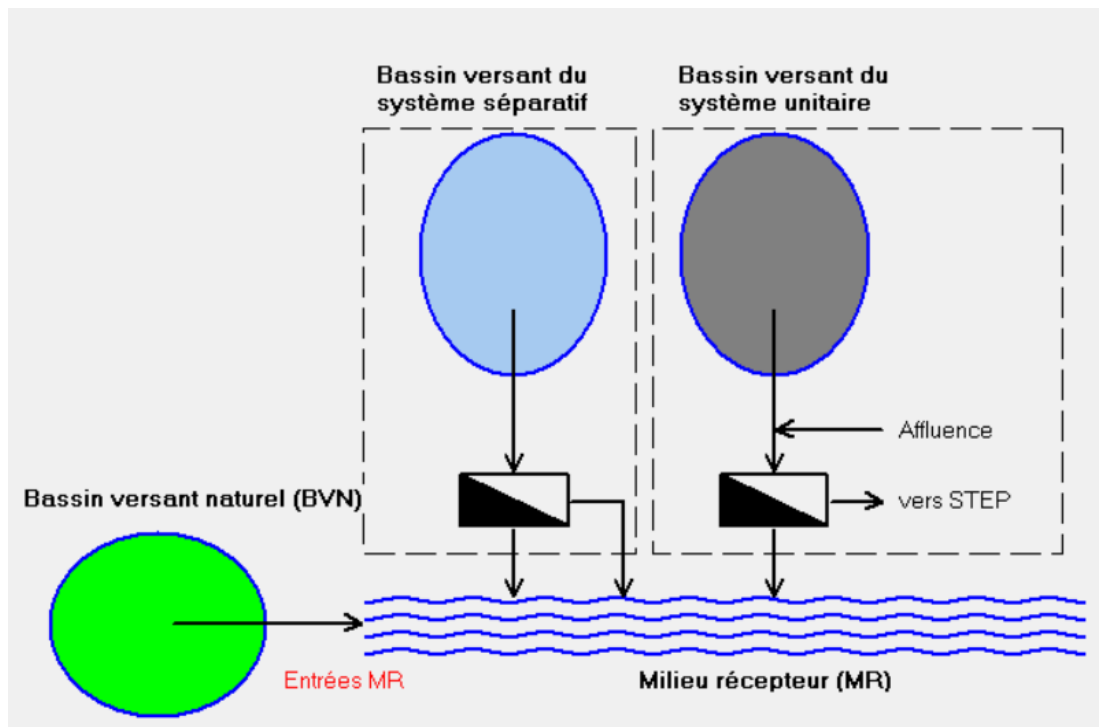


FIGURE 3: SCHEMATISATION D'UN BASSIN VERSANT D'UN RESEAU D'ASSANISSEMENT PAR REBEKA II

INSERTION DES DONNEES

Pour utiliser ce programme, il y a trois différentes méthodes pour insérer les données. La **première méthode** consiste à utiliser des données sous forme de séries issues de modèles déjà existants. Ainsi, il faut :

- Pour le bassin versant :
 - Une série de 10 ans de données de pluie si possible mesurées, récentes et avec un capteur situé le plus proche possible du déversoir étudié (les informations qui suivent doivent être modélisée à partir de cette même série de pluie)
- Dans le cas de la présence d'un réseau séparatif :
 - Le volume d'eau déversée
 - La charge de MES déversée
- Dans le cas de la présence d'un réseau unitaire
 - Le volume déversé par le déversoir d'orage

- La charge en MES déversée
- La charge en ammonium déversée
- Pour le milieu récepteur :
 - Le débit de la rivière à proximité du point de rejet

A Genève, suivant les bassins versants, certaines de ces séries de données sont disponibles auprès du SPDE.

La deuxième méthode ne se base sur aucun modèle existant. Pour compenser, il faut posséder une série de paramètres pour que le programme puisse modéliser les résultats. Un exemple de valeurs est disponible dans l'annexe 4. Cette annexe montre les paramètres utilisés pour le cas pratique étudié dans ce rapport (cf. Chapitre 3.3.2) La plupart de ces informations peuvent être trouvées en consultant le PREE, le PGEE, le rapport de qualité des rivières du SECOE et le très bon site www.sitg.ch.

La troisième méthode est un mélange des deux premières. Par exemple, il est tout à fait possible d'utiliser des séries modélisées pour les séries de pluie alors que le reste du programme utilisera les informations décrites dans la deuxième méthode.

RESULTATS DETERMINISTES

Le programme peut donner des résultats déterministes sur la base des données qui ont été insérées (cf. Figure 4¹⁸). Cette approche est intéressante dans le cas où les données utilisées sont extrêmement fiables. C'est particulièrement le cas lorsque ce sont des données mesurées avec une grande précision. Toutefois, à cause de l'incertitude importante pour ce genre de données, on préférera une approche stochastique pour présenter les résultats.

¹⁸ Les images sont tirées du site internet dédié à Rebeka et celui-ci ne propose que des images de la version anglaise. Une version française du programme est disponible.

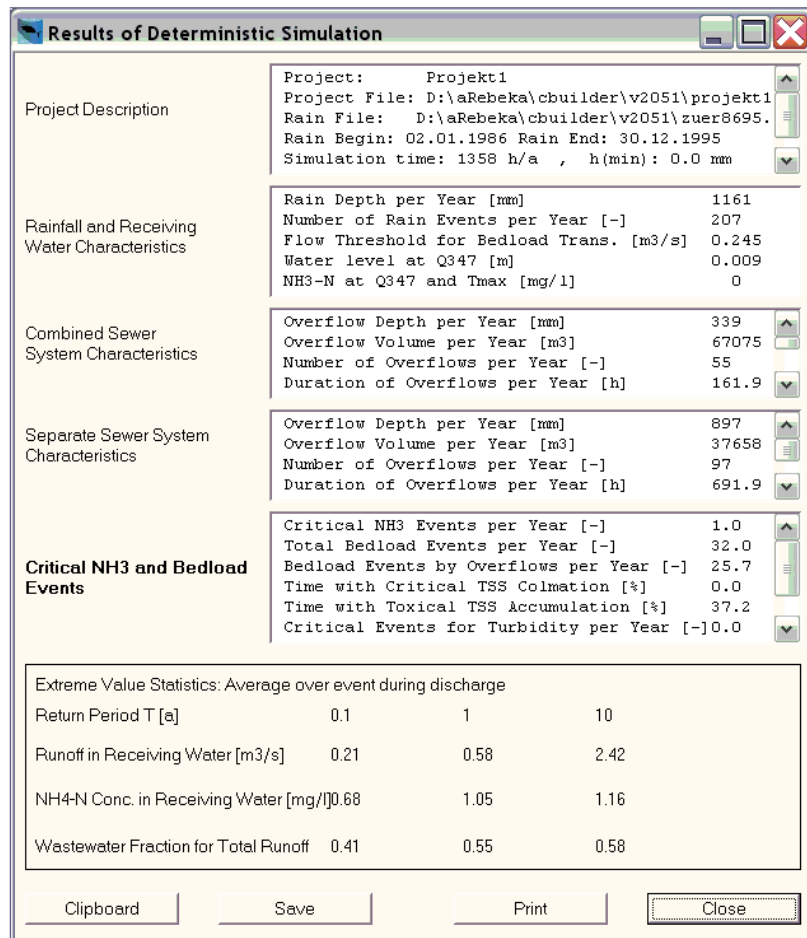


FIGURE 4: EXEMPLE DE RESULTATS DETERMINISTES PAR REBEKA II (FANKHAUSER GEP DATA CONSULTING)

VARIABILITES DES PARAMETRES

Les paramètres utilisés ne sont pas absolus. Il est donc important d'intégrer la notion d'incertitude dans ces paramètres. Cette étape se fait de la façon suivante (figure 5) :

System	Stochastic Simulation	Rain Data	Information	Critical Events	TSS Loads	TSS Immission
Number of Runs:	200					
Parameter Variation:						Show Distribution
Parameter	Average	Lower Limit	Upper Limit	relative	Distribution	
Combined Sewer System (CSS)						
Contributing Area [ha]	19.8	0.9	1.1	<input checked="" type="checkbox"/>	Uniform	
Initial Loss [mm]	2	0.9	1.1	<input checked="" type="checkbox"/>	Uniform	
Reservoir Time Constant [min]	20	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Constant	
Inhabitants [PE]	3400	0.9	1.1	<input checked="" type="checkbox"/>	Uniform	
Dry Weather Flow [l/(PE*d)]	250	0.9	1.1	<input checked="" type="checkbox"/>	Uniform	
Outflow to WWTP [l/s]	72	0.9	1.1	<input checked="" type="checkbox"/>	Uniform	
Inflow Q [l/s]	0	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Constant	
CSO Tank Volume [m3]	120	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Constant	
NH4-N in Rainwater [mg/l]	0	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Constant	
pH in Wastewater [-]	8	7	9	<input type="checkbox"/>	Uniform	
NH4-N Load [g/(PE*d)]	10	0.9	1.1	<input checked="" type="checkbox"/>	Uniform	
Alkalinity in Wastew. [mmol/l]	3	2	6	<input type="checkbox"/>	Uniform	
NH4-N Conc. in Inflow [mg/l]	0	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Constant	
TSS Conc. in Wastewater [mg/l]	200	150	250	<input type="checkbox"/>	Uniform	
TSS Conc. in const. Inflow [mg/l]	0	0	0	<input type="checkbox"/>	Constant	
First Flush Coefficient h [-]	0.926	0.59	1.33	<input type="checkbox"/>	Uniform	

FIGURE 5: EXEMPLE DE L'INCERTITUDES DES PARAMETRES (FANKHAUSER GEP DATA CONSULTING)

Comme on peut le voir sur la figure ci-dessus (figure 5), tous les paramètres ont une variabilité représentée par une limite supérieure et inférieure. A noter que cette limite peut être insérée de manière relative ou non. De cette façon, la variable « Contributing Area » est comprise entre 0.9 et 1.1 fois sa valeur moyenne : 19.8 ha. Un exemple de variabilité stricte est le paramètre « pH in Wastewater » qui varie entre la valeur 7 et 9 pour une moyenne de 8.

RESULTATS PROBABILISTES-STOCHASTIQUES

Dans la partie supérieure gauche de la figure 5 ci-dessus, il y a le nombre de simulations (« number of Runs ») souhaitées. Dans le cas présent, il y en a 200. Cela veut dire que le programme va faire 200 simulations avec une variation aléatoire des paramètres dans la limite de leurs incertitudes. Les résultats sont ensuite fournis sous forme graphique. Un exemple de graphique est la figure 6. **En définitive, Rebeka II calcul des distributions de fréquence du nombre d'événements critiques en fonction de :**

- **La toxicité ammoniacale ;**
- **L'érosion du lit;**
- **La turbidité ;**
- **La charge en MES (risque de colmatage du fond du lit, de déficit d'oxygène et d'accumulation de substances difficilement dégradable);**

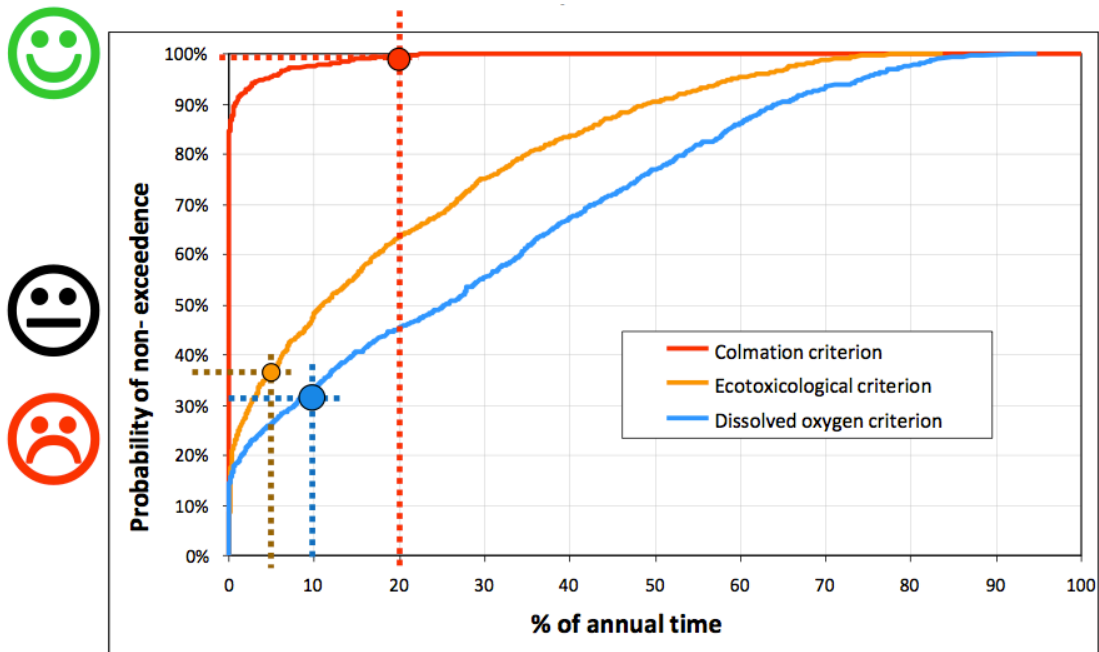


FIGURE 6: RESULTATS DE REBEKA II SOUS FORME PROBABILISTE (ROSSI, 2013)

Les lignes verticales en pointillé représentent une valeur limite à ne pas dépasser présentée dans le tableau 1. En prenant le critère écotoxicologique, on constate que la valeur limite est un dépassement de 5% du temps (axe horizontale). Cette limite a une probabilité de n'être pas dépassée seulement sur seulement 37% des simulations effectuées. Pour le cas relatif à la figure 6, le critère écotoxicologique et de l'oxygène dissous sont problématiques. En revanche le critère de colmatation n'est pas dépassé à plus de 99% et ne pose donc pas de problème.

Les résultats sont considérés :

- **Bons**, les chances de pollution sont minces : si la probabilité de non dépassement est supérieure à 60%;
- **Moyens**, les chances de pollutions sont à considérer : si la probabilité de non dépassement est comprise entre 40% et 60%;
- **Insatisfaisants**, il y a de fortes chances de pollution : si la probabilité de non dépassement est inférieure à 40%.

ANALYSE DE SENSIBILITE

Le dernier point important est que RebeKa II peut faire une analyse de sensibilité. Cette étape permet de faire apparaître les paramètres qui ont un grand impact sur le résultat final. Dans l'exemple de la figure 7, on distingue que le paramètre de la taille des grains joue un rôle déterminant dans le calcul.

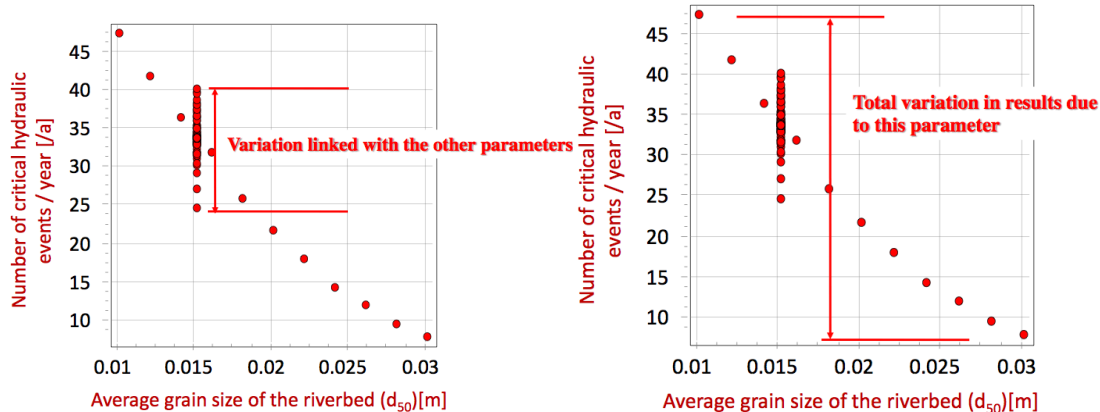


FIGURE 7: ANALYSE DE SENSIBILITE AVEC REBEKA II (ROSSI, 2013)

Les paramètres qui ressortent doivent donc faire l'objet d'une attention particulière.

2.1.1.3 SYSTEME MODULAIRE GRADUE

L'OFEV a publié en 1998 le système modulaire gradué pour évaluer les eaux superficielles dans les domaines hydrodynamique et morphologique, biologique ainsi que les effets chimiques et toxiques.

Les modules utilisés dans ce travail sont :

- Aspect général ;
- Analyses physico-chimiques, nutriment ;
- Diatomées et macrozoobenthos ;
- Hydrologie – régime d'écoulement. Niveau R.

2.1.1.4 GESTION EN TEMPS REEL ET PREVISIONNELLE

La gestion en temps réel et prévisionnelle est un outil très puissant pour la gestion des réseaux d'assainissement. Ses caractéristiques principales sont :

- Une modélisation en continu des hauteurs d'eau, des débits transportés et déversés dans les réseaux mais aussi dans les cours d'eau ;
- Une prévision de quelques jours des déversements basée sur les estimations de pluie future ;
- Un système d'alerte pour prévenir les déversements sur des critères flexibles ;
- Des données disponibles sur une page web ;
- Une consultation en tout temps de l'historique des déversements.

Cet outil, proposé par la firme e-dric, paraît particulièrement bien adapté à la problématique genevoise. Par exemple, la consultation via une page web permet à tous les services concernés par l'assainissement d'avoir la même base de données disponible en tout temps. Ainsi, **lorsque le système averti qu'un DO risque d'être mis à contribution, les campagnes de mesures pourront être adaptées et produire des résultats bien plus précis.** En effet, l'observation du DO en action permet de calibrer la loi de déversement qui est un facteur très important d'incertitudes. A l'inverse de la capacité prévisionnelle, après un épisode de pollution remarquée dans un cours d'eau, la consultation de l'historique peut apporter des éléments d'explications.

2.2 ENTREE EN MATIERE

Tous les déversoirs n'ont pas un impact problématique¹⁹ pour l'environnement. Pour le comprendre, plusieurs cas sont à distinguer. D'abord, il y a certains déversoirs qui ne sont jamais utilisés. Plusieurs explications sont possibles. La raison principale est le passage du bassin versant du DO en réseau séparatif qui provoque un surdimensionnement des ouvrages. Ces ouvrages sont en général scellés lorsqu'ils sont déclarés comme inutiles. A l'opposé du DO sans impacts, il y a le cas d'un ouvrage qui surverse régulièrement et en grande quantité des eaux très chargées en pollution dans un milieu récepteur fragile. Entre ces deux exemples extrêmes se situe toute la mosaïque des DO dont la durée de déversement, le volume, le débit déversé et la charge varient énormément. A cela, s'ajoute la variation de la capacité de résilience du milieu récepteur de ces rejets.

Sur la base des connaissances acquises dans les PGEE-PREE ainsi que des études de qualité des milieux récepteurs, il est possible de sélectionner des critères pour étudier en premier lieu les DO les plus problématiques. Même si tous les déversoirs d'orage et leur milieu récepteur doivent être analysés, la méthodologie souhaite se concentrer en premier lieu sur les cas les plus sensibles. La figure 3 ci-dessous montre que cette sensibilité est définies par :

- 2.2.1. Des valeurs excessives de rejets ;
- 2.2.2. Des alertes de pollution.

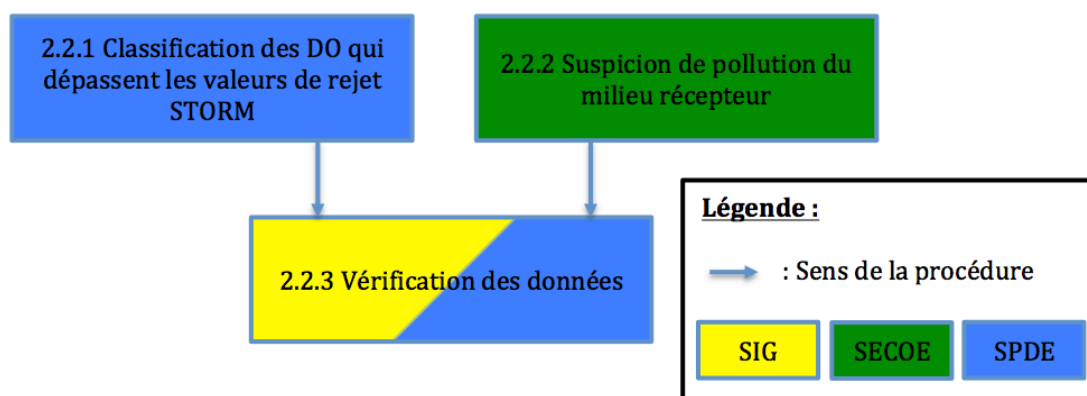


FIGURE 8: SCHEMA METHODOLOGIQUE POUR L'ENTREE EN MATIERE

Les détails de ces actions sont présentés dans les chapitres correspondant à la numérotation des cases.

2.2.1 CLASSIFICATION DES DO DEPASSANT LES VALEURS DE REJETS STORM

La directive STORM propose trois indicateurs dans le cadre de ses exigences minimales pour les DO. Ces exigences minimales doivent s'appliquer pour les DO qui ne présentent pas d'impact majeur sur le milieu récepteur. Ce travail utilise ces indicateurs pour filtrer le DO à étudier en priorité. Les données à comparer avec ces valeurs limites se trouvent dans les PGEE. A Genève, la majorité des PGEE contiennent une modélisation des déversements des DO du bassin versant concerné. Les indicateurs STORM sont les suivants :

¹⁹ Au sens où le stress apporté à la rivière par le déversoir est supportable. En d'autre terme, l'intensité des événements polluants couplé à leur durée n'atteint pas durablement le milieu récepteur.

- La durée [h/année], décrit, en moyenne annuelle, le temps durant lequel le DO a déversé ;
- Le volume spécifique [$m^3/ha_{réduit}$], correspond au quotient du volume déversé annuellement et de la surface réduite effective (soit la surface imperméable raccordée au DO) ;
- Le nombre de déversement [1/année], caractérise le nombre de fois que l'ouvrage déverse sans tenir compte ni de la durée ni du volume déversé.

Les indicateurs du tableau 2 ci-dessous sont directement tirés de la directive STORM.

TABLEAU 2: EXIGENCES MINIMALES STORM POUR LES DOS (VSA, 2007)

Type d'eau de surface	Valeurs de rejet tolérées par années (valeurs indicatives)		
	Durée [h/année]	Volume spécifique [m^3/ha_{red}]	Nombre [n/année]
Région de source ¹	<1	< 200	<5
Petit ruisseau du Plateau	<4	< 500	<15
Petit ruisseau des Préalpes	<4	< 500	<15
Gros ruisseau du Plateau	<5	< 700	<20
Gros ruisseau des Préalpes	<5	< 700	<20
Gros cours d'eau	<9	< 800	<30
Très gros cours d'eau	<12	< 1000	<35
Petit lac ²	– ³	–	– ³
Grand lac ²	– ³	–	– ³
Rétention	– ³	–	– ³

¹ Les prescriptions telles que les règlements pour les zones de protection et les prescriptions légales font autorité. Les déversements sont à éviter.

² Les valeurs ne peuvent pas encore être déterminées; les paramètres chimiques comme par exemple le phosphore seront considérés.

³ Les valeurs sont à fixer individuellement.

Comme les valeurs de rejets tolérés dépendent du cours d'eau, le tableau 3 ci-dessous définit les différentes classes possibles.

TABEAU 3: CLASSIFICATION DES TYPES DE MILIEU RECEPTEUR DE LA DIRECTIVE STORM (VSA, 2007)

Type d'eau de surface	Q ₃₄₇ [m ³ /s]	Largeur moy. du lit mouillé [m]	Vitesse moy. [m/s]
Région de source	–	–	–
Petit ruisseau du Plateau	<0,1	<1	<0,5
Petit ruisseau des Préalpes	<0,1	<1	>0,5
Gros ruisseau du Plateau	0,1–1,0	1–5	<0,5
Gros ruisseau des Préalpes	0,1–1,0	1–5	>0,5
Gros cours d'eau	>1,0	>5	>0,5
Très gros cours d'eau	>50	>30	<1,0
Petit lac	–	–	<<0,5
Grand lac	–	–	<<0,5
Rétention	–	–	–

Si un déversoir dépasse l'une ou plusieurs de ces valeurs tolérées de rejets, celui-ci passe à la prochaine étape de la méthodologie. Si celui-ci atteint les objectifs (il ne dépasse aucune de ces valeurs), ce déversoir n'est pas considéré comme prioritaire. Ainsi, il est envoyé dans la case « suivi régulier ».

2.2.2 SUSPICION DE POLLUTION DU MILIEU RECEPTEUR

Le chapitre précédent montre qu'un déversoir doit être surveillé en priorité si ses déversements dépassent certaines valeurs. La suspicion de pollution du milieu récepteur est également une raison pour contrôler en priorité un déversoir d'orage. Cette suspicion de pollution se fait par l'observation et l'analyse du milieu récepteur. Elle peut provenir :

- D'une étude sur la qualité des eaux de surfaces (monitoring et étude de la qualité des rivières par le SECOE, PREE, ...)
- D'une alerte de la police de l'eau ;

Lorsque le réseau d'assainissement est la cause de la pollution, les déversoirs d'orage situés dans la zone polluée sont sélectionnés. Ceux-ci sont alors soumis au point suivant de la méthodologie.

2.2.3 VERIFICATION DES DONNEES

Cette étape souhaite qu'une vérification soit faite au niveau des DO sélectionnés par les étapes précédentes. En effet, il est possible que certains travaux aient pu être effectués ou planifiés depuis la création des données provenant des PGEE par exemple. Dès lors, il est important de s'informer quant aux modifications possibles que le DO a subi ou s'il est prévu qu'il en subisse prochainement. Si des changements sont constatés ou attendus, il convient de recommencer l'entrée en matière avec les données à jour.

Lorsque les données sont considérées conformes à la réalité et que le déversoir entre toujours dans les catégories des chapitres précédents, le DO subit alors un contrôle d'impact simplifié. Il s'agit de l'étape suivante de la méthodologie qui est définie ci-dessous.

2.3 CONTROLE SIMPLIFIE D'IMPACT

Le but du contrôle simplifié d'impact est d'effectuer quelques actions simples, peu coûteuses et rapides pour constater qualitativement si le milieu récepteur subit un impact. En d'autres mots, cette étape doit constater s'il y a une dégradation du milieu naturel par le DO.

La méthodologie est la suivante :

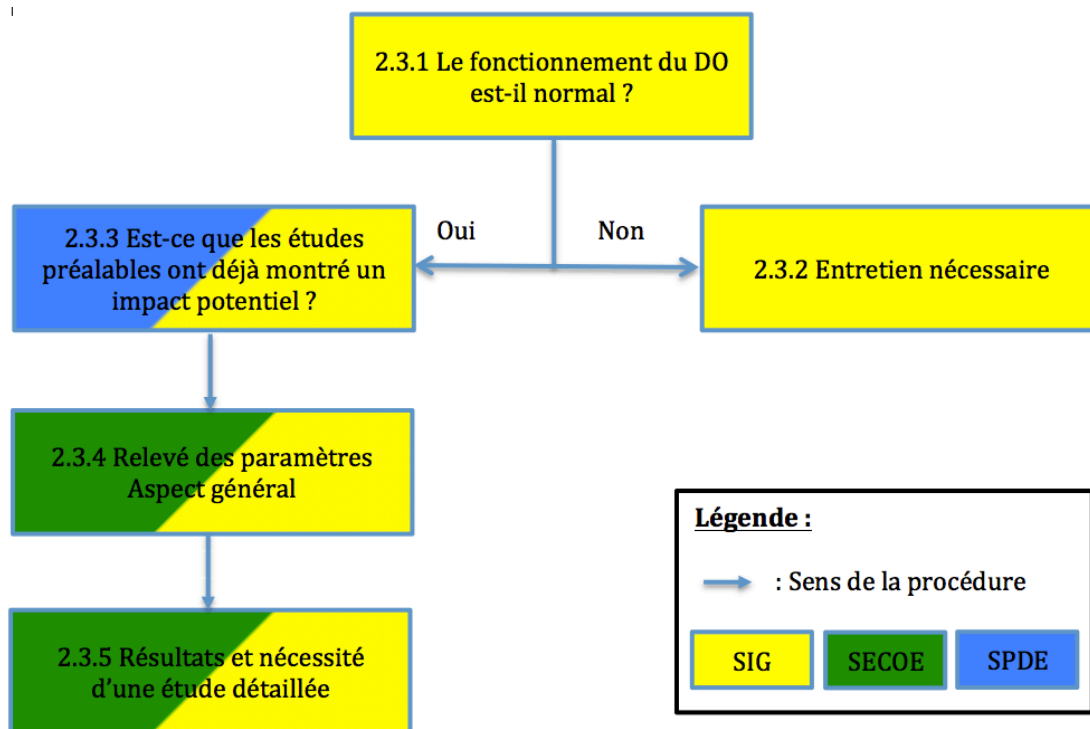


FIGURE 9: SCHEMA METHODOLOGIQUE POUR LE CONTROLE SIMPLIFIE D'IMPACT

2.3.1 LE FONCTIONNEMENT DU DO EST-IL NORMAL ?

La première étape du contrôle simplifié d'impact consiste à vérifier si le DO fonctionne normalement. En effet, ça ne sert à rien de faire des analyses poussées sur le cours d'eau si le fonctionnement du DO est altéré.

Une visite sur le terrain doit vérifier si le DO est :

- Endommagé;
- Dérangé dans son bon fonctionnement (par exemple par une accumulation de déchets).

Si c'est le cas, un entretien de l'ouvrage est nécessaire.

Dans le cas contraire, cela veut dire que l'ouvrage fonctionne normalement. L'ouvrage est alors envoyé à l'étape suivante sur une consultation des études préalables.

2.3.2 ENTRETIEN NECESSAIRE

L'entretien nécessaire consiste à rendre au déversoir un fonctionnement normal. Si un déversoir correspond à cette étape, cela veut dire qu'il est endommagé ou dérangé dans son fonctionnement. Cette étape doit permettre au DO de retrouver sa loi de déversement à sa conception. Le DO ne subit pas de modification intrinsèque. Il connaît simplement une « remise à neuf ».

Si le DO fait partie des ouvrages prioritaires décelés par *l'Entrée en matière*, une fois *l'Entretien nécessaire* effectué, le DO se soumettra à nouveau aux critères de *l'Entrée en matière*.

En revanche, si le DO est en train de subir un contrôle épisodique, une fois *l'Entretien nécessaire* effectué, le DO se soumettra à nouveau à *Le fonctionnement du DO est-il normal ?*

2.3.3 EST-CE QUE LES ETUDES PREALABLES ONT DEJA MONTRE UN IMPACT POTENTIEL ?

Cette étape est une consultation de l'historique du déversoir et de la qualité de la rivière au lieu des rejets. Les documents à consulter sont :

- **Les matrices d'évaluation précédentes**, permettent de voir l'historique du déversoir;
- **L'étude de la qualité des rivières genevoise** fait par le SECOE, défini des tronçons avec des impacts du réseau d'assainissement;
- **Le PREE et les cartes du PREE sur la qualité des eaux**, défini également des tronçons avec des impacts du réseau d'assainissement. Attention de bien vérifier si les données utilisées sont encore à jour.

Cette tâche doit être effectuée par la personne qui ira faire les relevés « aspect général ». **La décision de faire une étude détaillée va être prise sur la base de la consultation des documents cités ci-dessus et des relevés expliqués au chapitre suivant.** Ainsi dans le cas d'un impact conséquent de l'assainissement relevé dans l'étude de qualité des rivières, les DO devront être surveillés en priorité (cf. Chapitre 2.2.2 Suspicion du milieu récepteur).

2.3.4 RELEVÉ DES PARAMETRES ASPECT GENERAL

Pour cette étape deux outils sont essentiels. Il s'agit de la matrice d'évaluation inspirée de la directive STORM (figure 10) et le module « Aspect général » du système modulaire gradué (SMG). La matrice d'évaluation est décrite plus bas.

A cette étape de la méthodologie, il est nécessaire d'aller dans le milieu récepteur pour faire les relevés du SMG en amont et en aval du DO. Les relevés concernent :

- Les boues ;
- La turbidité ;
- La coloration ;
- Les mousses ;
- L'odeur (de l'eau et des sédiments);

- Le sulfure de fer ;
- Le colmatage ;
- Les déchets ;
- La végétation ;

Les organismes hétérotrophes ne sont pas relevés à cause du niveau de formation requis pour les différencier. De plus, cette étape se doit d'être rapide (au total 10-20min par tronçons/DO) et ce n'est pas le cas du relevé des organismes hétérotrophes qui nécessite une confirmation par microscope. De même, il n'est pas nécessaire de prendre des échantillons à analyser en laboratoire pour le sulfure de fer.

Le relevé sur les organismes hétérotrophes est remplacé par une analyse de l'odeur des sédiments. Ce relevé des sédiments est très facile. Il suffit de sentir une poignée de sédiments en faisant attention à la présence d'objets coupant (il arrive que des seringues soient transportées par des eaux déversées). Si l'odeur très désagréable et caractéristique de l'eau usée (semblable à de l'œuf pourri) est remarquée, cela relève un impact potentiel du réseau d'assainissement. Cette odeur provient de matière organique en décomposition anaérobie qui donne cette odeur aux sédiments. L'anaérobiose est due aux sédiments qui empêchent un apport d'oxygène.

Les relevés à l'aval sont faits à une distance telle que le mélange soit homogène entre l'eau de surface et les eaux déversées. Cette distance est d'environ 10m du point de rejet mais elle est propre à chaque section du cours d'eau.

Les résultats sont ensuite introduits dans la matrice d'évaluation avec le code de couleur proposé par le module. La matrice d'évaluation est remplie à chaque nouvelle période de mesure. Elle permettra de garder une trace des relevés effectués. L'étape suivante consiste à analyser les résultats et à faire une étude plus détaillée si nécessaire.

Le code de couleur du système modulaire gradué est le suivant :

- Bleu, classe 1, Les exigences de l'OEaux²⁰ sont respectées ;
- Vert, classe 2, les exigences de l'OEaux sont critiques ;
- Rouge, classe 3, les exigences de l'OEaux ne sont pas respectées.

Il faut encore préciser que toutes les classes (bleue, verte et rouge) respectent l'OEaux si et seulement si la cause des résultats observés est naturelle.

²⁰ Il s'agit plus précisément des exigences énoncées dans l'annexe 2 de l'OEaux.

FIGURE 10: EXEMPLE DE MATRICE D'EVALUATION COURS D'EAU INSPIREE DE STORM

Projet		Date de l'examen / base		Matrice d'évaluation Cours d'eau
Milieu récepteur		Section / site		

Hydrologie	Estimation (E)	Calcul (C)						
Surface BV (km ²)	Longueur de la section (km)	Largeur du cours d'eau (m)	Profondeur d'eau moy. (m)	Débit estimé (l/s)	Q ₃₄₇ (étiage) (l/s)	Altitude max.	Altitude min.	Pente moyenne (%)
Remarques								

Ecomorphologie	Classification moyenne			Variabilité en largeur (moy.)	Végétation riveraine	Déficit principal
Section considérée	meilleure		pire			
Section en amont						
Remarques						

Aspect général		Hygiène		Physique		Chimie				Matières en suspension				Biologie			
Matières grossières	Autres éléments	Baignade, jeux	Eau potable	Impacts hydrauliques	Température	NH ₃	Oxygène	Substances nutritives	Autres substances, p.ex. micropolluants	Colmatage	Turbidité	Sédiment toxique	Fond en anaérobiose	Diatomée	Couverture végétale	Invertébrés aquatiques	Poissons
Remarques																	

Légende	Paramètre déterminant	oui	non	Problèmes avec	Situation en temps de pluie	fort	moyen	faible	aucun	Situation par temps sec	fort	moyen	faible	aucun

Indications pour les déversements des eaux usées (installations)

Nombre de DOs sur le tronçon		Noms des ouvrages concerné	
Remarques			

Indications pour les déversements des eaux usées (installations) et synthèses des relevés « Aspect général »

Nom du DO		Volume déversé (m ³ /an)			Fréquence (nombre/an)		Durée (h/an)	
Boues		Turbidité		Coloration		Mousse		Odeur de l'eau
Sulfure de fer		Colmatage		Déchets		Végétation		Odeur des sédiments
Remarques								

Nom du DO		Volume déversé (m ³ /an)			Fréquence (nombre/an)		Durée (h/an)	
Boues		Turbidité		Coloration		Mousse		Odeur de l'eau
Sulfure de fer		Colmatage		Déchets		Végétation		Odeur des sédiments
Remarques								

Nom du DO		Volume déversé (m ³ /an)			Fréquence (nombre/an)		Durée (h/an)	
Boues		Turbidité		Coloration		Mousse		Odeur de l'eau
Sulfure de fer		Colmatage		Déchets		Végétation		Odeur des sédiments
Remarques								

Nom du DO		Volume déversé (m ³ /an)			Fréquence (nombre/an)		Durée (h/an)	
Boues		Turbidité		Coloration		Mousse		Odeur de l'eau
Sulfure de fer		Colmatage		Déchets		Végétation		Odeur des sédiments
Remarques								

Nom du DO		Volume déversé (m ³ /an)			Fréquence (nombre/an)		Durée (h/an)	
Boues		Turbidité		Coloration		Mousse		Odeur de l'eau
Sulfure de fer		Colmatage		Déchets		Végétation		Odeur des sédiments
Remarques								

Nom du DO		Volume déversé (m ³ /an)			Fréquence (nombre/an)		Durée (h/an)	
Boues		Turbidité		Coloration		Mousse		Odeur de l'eau
Sulfure de fer		Colmatage		Déchets		Végétation		Odeur des sédiments
Remarques								

Légende Classe 1 Classe 2 Classe 3

2.3.5 RESULTATS ET NECESSITE D'UNE ETUDE DETAILLEE

Sur la base des résultats trouvés lors des étapes précédentes (consultation des études préalable et relevés aspect général) il faut prendre la décision de procéder à une étude détaillée ou de ne soumettre le DO qu'à un suivi régulier.

L'article 47 de l'OEaux indique que si les eaux ne respectent pas les exigences fixées dans l'annexe 2, il faut procéder à des analyses supplémentaires. De toutes les combinaisons de résultats possibles, seule trois ont des conclusions évidentes :

- Les études préalables pointent une pollution provenant des eaux usées allant à l'encontre des objectifs de qualité²¹ → une étude détaillée est nécessaire ;
- Au moins un des relevé est de classe 3 → une étude détaillée est nécessaire ;
- Tous les résultats sont de classe 1 et les études préalables pointent aucune pollution du réseaux d'eau usée → une étude détaillée n'est pas nécessaire ;

Entre ces trois possibilités, ce situe une énorme variabilité de possibilités avec plus ou moins de situations critiques (classe 2). Le choix de poursuivre avec une analyse détaillée se fait au cas par cas et en fonction des objectifs de qualité définis dans le SPAGE. La consultation d'un expert est recommandée.

²¹ Ces objectifs de qualité se trouvent dans le SPAGE défini par l'art. 13 de la loi cantonale sur les eaux (cf. chapitre 1.3.3 sur la légalisation suisse)

2.4 ETUDE DETAILLEE

L'étude détaillée a pour but de:

- Définir si l'ouvrage sélectionné est réellement celui qui cause la pollution remarquée par une modélisation
- Mesurer et identifier précisément le type de pollution
- Trouver des solutions adéquates

Cette étape est itérative, c'est à dire qu'une fois que des modifications ont été choisies, une modélisation est effectuée en tenant compte des modifications choisies. Cette nouvelle modélisation doit évidemment respecter les objectifs fixés par le SPAGE. Si ce n'est pas le cas, d'autres modifications sont faites et modélisées à leur tour. Cette boucle s'arrête seulement une fois que les résultats sont satisfaisants.

Le schéma méthodologique pour l'étude détaillée et le suivant :

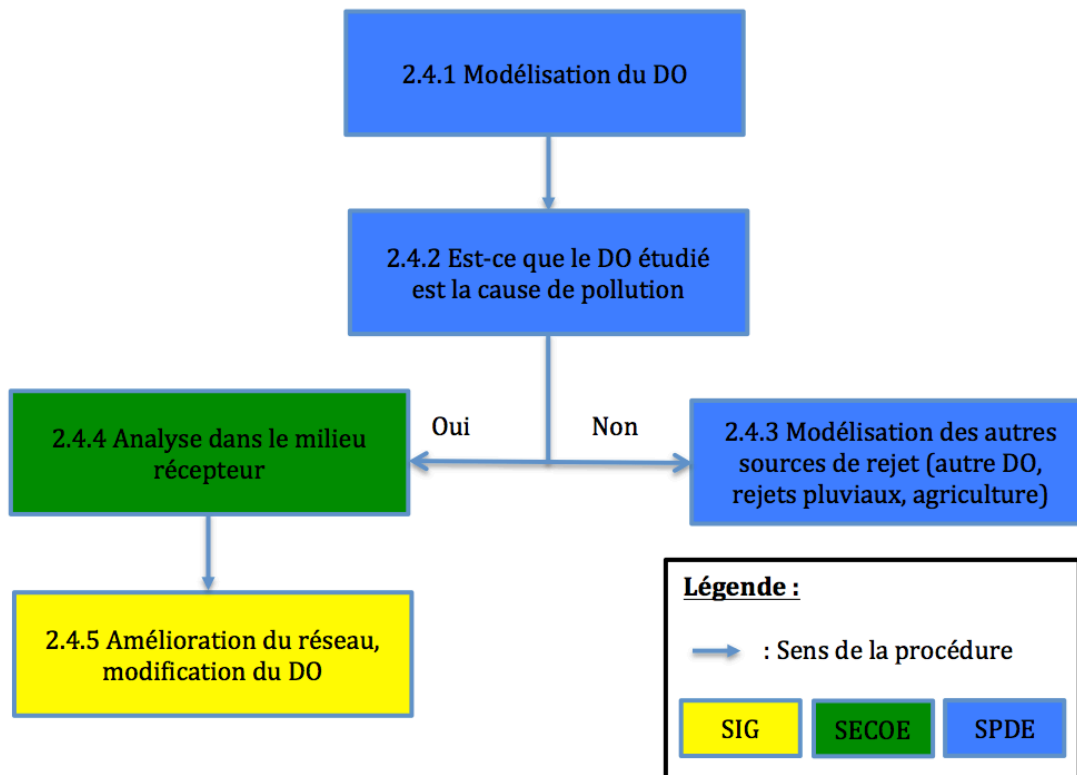


FIGURE 11: SCHEMA METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE DETAILLEE

2.4.1 MODELISATION DU DO

La première partie de l'étude détaillée consiste à modéliser l'ouvrage incriminé de pollution avec *Rebeka II* (cf. chapitre 2.1.1 sur les outils nécessaires pour cette méthodologie).

Il faut faire attention aux incertitudes qui peuvent être très grandes pour ce genre de modélisation. Il faut faire particulièrement attention aux paramètres qui ressortent de l'analyse de sensibilité.

Pour limiter les incertitudes, il faut vérifier que:

- Les informations utilisées soient à jour ;
- La précision des séries de données provenant d'autres programmes ;

Pour limiter les incertitudes, il est préférable de caler le modèle sur des séries de mesures.

2.4.2 EST-CE QUE LE DO ETUDIE EST LA CAUSE DE LA POLLUTION

Sur la base des résultats de la modélisation, il faut déterminer si le DO étudié peut effectivement être une source de pollution problématique. Cette information sera ensuite comparée aux résultats des analyses in-situ.

1. La probabilité de non dépassement est inférieure à 40% → résultats insuffisants, il y a de forts risques qu'une pollution provienne de ce DO ;
2. La probabilité de non dépassement est comprise entre 40 et 60 → résultats moyens, la pollution observée peut provenir de ce DO ou d'une autre source (il peut s'agir d'un effet cumulé de petites sources)
3. La probabilité de non dépassement est supérieure à 60% → résultats bons, la pollution ne provient, a priori, pas de ce rejet.

L'impact le plus problématique pour le DO modélisé par *Rebeka II* est ensuite écrit dans la case « remarque » de la matrice d'évaluation. Cette information sera très utile lorsqu'il faudra trouver si la pollution est une somme de petits impacts.

2.4.3 MODELISATION DES AUTRES SOURCES DE REJETS (AUTRE DO, REJETS PLUVIAUX, AGRICULTURE)

Il se peut que le contrôle simplifié d'impact ait remarqué un impact, mais qu'il ne soit (en majeure partie) pas lié au déversoir initialement incriminé. L'impact peut provenir d'une autre source ou alors provenir d'un effet cumulé des impacts de différents rejets (VSA, 2007; Rossi, 2013).

Pour analyser un autre déversoir d'orage, il est recommandé de recommencer la présente méthodologie. Pour analyser un rejet du réseau d'eau claire, cette méthodologie doit être légèrement adaptée, voir chapitre 2.6 *Extension aux autres types de rejets*. Les rejets agricoles et accidentels ne sont pas traités dans ce travail.

2.4.4 ANALYSE DANS LE MILIEU RECEPTEUR

Plusieurs analyses sont faites pour définir avec un maximum de précision l'impact de la source de pollution. Il s'agit d'analyses :

- **Physico-chimiques** comme présentées dans le module *Analyses physico-chimiques, nutriments* du SMG (OFEV, 2010).
- **De matières en suspension;**
- **Biologiques** comme présentées dans le module *Diatomées* et *Macrozoobenthos* du SMG (OFEV, 2007; OFEV, 2010). Si ces analyses sont trop coûteuses, il faut privilégier la mesure des diatomées qui sont des indicateurs plus robustes que les benthos (Cordonnier, 2014).
- **Hydrologiques** comme présentées dans le module *Hydrologie – régime d’écoulement* du SMG (OFEV, 2011).
- **Sédimentaires avec une approche TRIAD** comme présentées dans le rapport *Surveillance de la qualité des sédiments en Suisse* (ECOTOX, 2012). Ce rapport se base sur une approche TRIAD (Chapman, 1990) et sur des valeur seuil TEC/PEC pour le critère écotoxicologique (MacDonald, Ingersoll, & Berger, 2000). L’OFEV va prochainement publier un module sédimentaire avec une approche TRIAD adaptée à la Suisse. Les analyses sédimentaires se baseront sur ce module du SMG une fois qu’il sera disponible.

Le tableau 6 disponible dans l’annexe 6 montre les conclusions possibles grâce à une approche TRIAD pour l’analyse des sédiments.

2.4.5 AMELIORATION DU RESEAU, MODIFICATION DU DO

Si les analyses sur le terrain confirment une pollution du milieu récepteur, il faut effectuer des actions pour la diminuer. Le tableau 5 est une liste des actions possibles en fonction des problèmes constatés. Cette liste est tirée de la directive STORM.

TABLEAU 4: EXEMPLES DE SOLUTIONS TECHNIQUES PROPOSEES PAR STORM (VSA, 2007)

Lieu de la manifestation	Problème et effets potentiels	Origines possibles	Exemples de mesures possibles		
			Bassin versant	Système d'assainissement	bassin versant/ milieu naturel
Zone urbaine, canalisation	Déversements fréquents et de longue durée des eaux usées mixtes	Eaux claires parasites et peu d'eaux usées polluées dans le système unitaire, mauvaise fonction du déversoir d'orage	Dérivation éparsée des eaux pluviales, infiltration	Empêchement des rejets d'eaux parasites, réglage de l'étranglement	
Cours d'eau	Atteinte esthétique: dérangement du confort de l'homme	Apport de matières grossières (papier hygiénique, etc.), odeur, colorants	Rétention des eaux polluées	Dégrilleur ou tamis	
	Colmatage du fond: phénomène anoxique dans le lit du cours d'eau et dans espaces interstitiels	Matières solides dans les eaux usées, apport de polluants particuliers facilement biodégradables	Réduction des dépôts dans la canalisation	Évitement, traitement (p.ex. sédimentation, séparateur hydrocyclone), optimisation de l'exploitation	
	L'hygiène: infection d'individus	Apport de bactéries, agents pathogènes		Déplacement du déversement, traitement	Avertissement, interdiction temporaire de baignade
	Impact hydraulique: entraînement ou mortalité d'organismes	Charriage de fond et vitesses d'écoulement élevées engendrées par les déversements	Perméabilisation des surfaces, utilisation des eaux pluviales, rétention, infiltration	Déplacement du déversement, rétention, gestion du débit	Adaptation du profil, amélioration du substrat (espaces de refuge)
	Problèmes aigus (toxicité, ammoniac, oxygène): dégradation ou disparition d'organismes	Apport de substances toxiques, débit anormalement faible, valeur de pH élevée et température élevée dans les cours d'eau	Rétention des eaux polluées	Déplacement des déversements, rétention, gestion du débit, traitement	Ombrage constitué d'arbres et d'autres plantes, amélioration du régime hydrologique
	Toxicité chronique: atteinte aux organismes	Apport de métaux lourds, pesticides, substances hormonales actives, etc.	Mesures appliquées à la source	Traitement (p.ex. sols filtrants, traitement physico-chimique, station d'épuration)	
	Eutrophisation des cours d'eau: atteinte aux organismes	Apport de substances nutritives	Mesures appliquées à la source	Rétention, gestion du débit	Ombrage constitué d'arbres et d'autres plantes

Le tableau ci-dessus présente des actions possibles sur le bassin versant, même si c'est rare, il est également possible de travailler sur le déversoir lui-même. Pour autant que le réseau à l'aval le permette, un changement de la loi de déversement du DO peut être effectuée. Ainsi, le DO sera mis en action plus rarement, mais il faut faire attention à ne pas surcharger le réseau d'assainissement à l'aval. La création d'un bassin de rétention est la dernière solution envisagée à cause de son coût très élevé.

2.5 SUIVI REGULIER

Actuellement, le suivi régulier fait par les SIG consiste à constater l'état du déversoirs puis le nettoyer et l'entretenir si nécessaire. Leur expérience a permis de classer les déversoirs en 3 classes. Il y a d'abord ceux qu'il faut inspecter régulièrement, soit six fois par an, ensuite ceux qui sont vérifiés une fois par an et finalement ceux qui ne sont jamais vérifiés puisqu'ils ne sont jamais actifs.

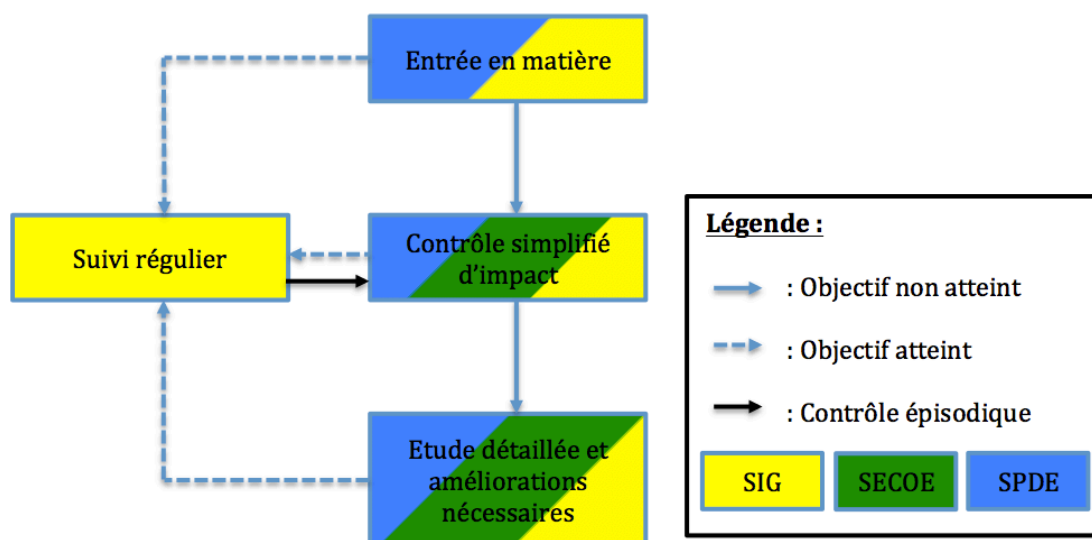
Afin que tous les déversoirs soient inspectés, ce suivi régulier devra comporter une étape supplémentaire. Ainsi, après avoir vérifié dans un premier temps les déversoirs retenus par l'*Entrée en matière*, il s'agit d'effectuer une surveillance sur les exutoires des autres DOs. Le suivi régulier renvoie ainsi à un *Contrôle simplifié d'impact*. La fréquence du contrôle simplifié sur ces DO peut être la même que l'*Étude de la qualité des rivières genevoises* fait par le SECOE, soit une fois tout les 6 ans. L'idéale serait d'effectuer ces contrôles la même année que l'étude et en collaboration avec le SECOE. Si cela s'avère impossible, il serait judicieux d'effectuer le contrôle des DOs, l'année suivant de la parution de l'étude afin de jouir de données récentes.

2.6 EXTENSION AUX AUTRES TYPES DE REJETS

Les autres types de rejets peuvent provenir du réseau d'eau pluviale, de l'agriculture ou alors de déversements accidentels.

2.6.1 LES REJETS DU RESEAU D'EAU PLUVIALE

La même méthodologie peut être utilisée:



Certains critères devront être modifiés. Par exemple, pour l'entrée en matière, la directive STORM prévoit une limite de déversement dépendante du débit d'étiage du milieu récepteur. Les paramètres de cette étape peuvent être les suivants:

- Un débit déversé supérieur ou égale à $10 \cdot Q_{347}$
- Un problème signalé dans des études sur la qualité de la rivière

Le contrôle simplifié d'impact serait sensiblement identique avec des relevés « aspect général » plus axés sur les MES et les métaux lourds.

L'étude détaillée est sensiblement identique.

2.6.2 LES REJETS AGRICOLES

La méthodologie présentée dans ce travail est basée sur la directive STORM. Celle-ci n'aborde pas la problématique des rejets agricoles.

2.6.3 LES REJETS ACCIDENTELS

La méthodologie présentée dans ce travail est faite pour être utilisée dans des conditions normales. Cela exclu donc les rejets accidentels.

3 PARTIE 3 : CAS PRATIQUE

3.1 PRESENTATION DU BASSINS VERSANT DE LA SEYMAZ

Le bassin versant (BV) de la Seymaz a été choisi pour être le cas pratique de ce travail. Ce BV versant possède les avantages suivants :

- Il est particulièrement bien connu pour avoir fait l'objet de plusieurs études ;
- Le BV d'assainissement est « fermé », c'est à dire que la quasi intégralité du réseau d'eau usée se jette dans une seule station de traitement ;
- Il est assez représentatif de ce qui peut se trouver l'ensemble du canton avec une zone rurale en amont et une zone plus urbaine en aval.

Comme il a été mentionné ci-dessus, celui-ci est bien connu puisqu'il a déjà fait l'objet de plusieurs études, notamment :

- Evaluation des impacts des rejets d'eau pluviales et d'eaux mélangées sur les cours d'eau – Application au bassin versant de la Seymaz;
- Modélisation des impacts quantitatifs des rejets urbains dans un cours d'eau – Application au bassin versant de la Seymaz;
- Etude de la qualité des rivières genevoises – La Seymaz et ses affluents.
- Le PREE Seymaz. G3 Eaux a été mandaté en 2005 pour le faire.

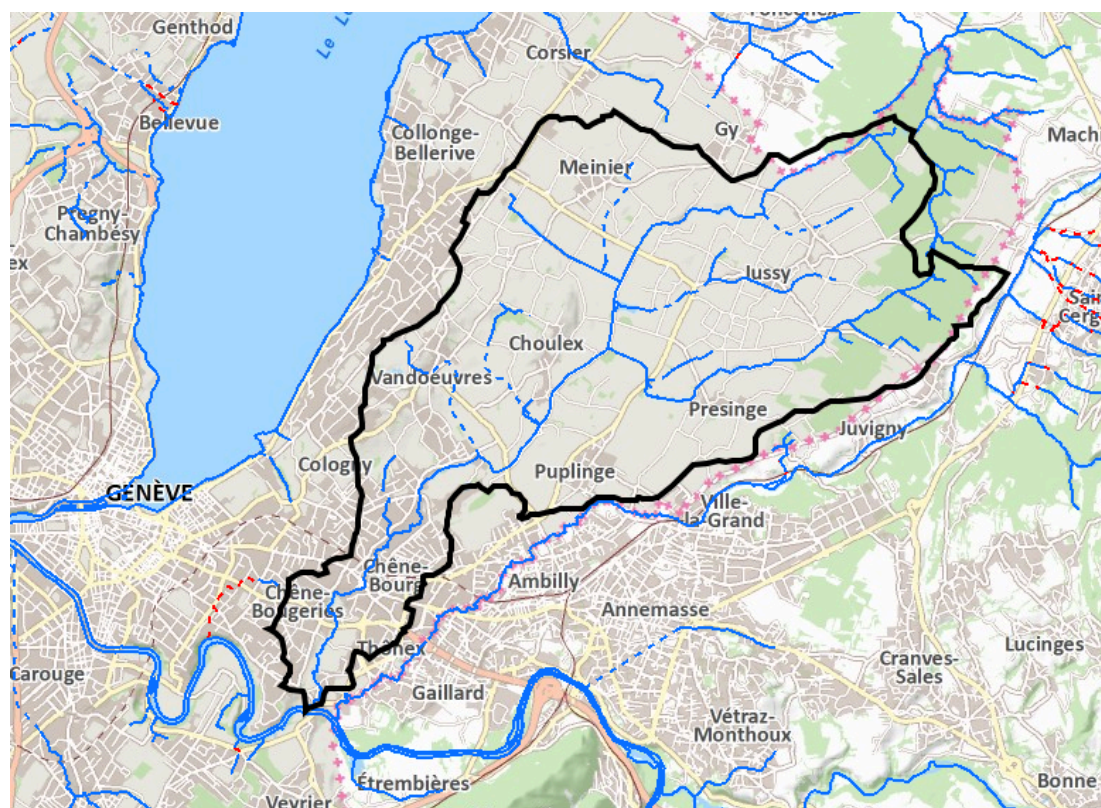


FIGURE 12: BASSIN VERSANT DE LA SEYMAZ (SOURCE INTERNET : WWW.SITG.CH)

Le BV de la Seymaz en quelques chiffres (G3 Eaux, 2008):

- 54'596 équivalent-habitants (EH) ;
- En moyenne 85% du réseau est en séparatif, cette valeur tombe à 65% dans la partie urbaine du BV (cf. Annexe 7) ;
- Superficie totale de 1399 ha ;

Les objectifs de qualité pour la Seymaz énoncés dans le SPAGE est disponible dans l'annexe 7.

3.2 LES MODELES INFORMATIQUES DISPONIBLES

Plusieurs logiciel sont ou ont été utilisé par le SPDE pour modéliser le bassin versant de la Seymaz.

Le premier logiciel à avoir été utilisé est **Mouse**. Il s'agit d'un logiciel dédié à la modélisation hydrologique et il a été utilisé dans le cas du bassin versant de la Seymaz. Ce programme possède une interface graphique dédiée à l'hydrologie, mais ça lui confère une certaine rigidité. Toutefois, Mouse permet de simuler des événements ponctuels avec une très grande quantité de détails. Ces détails rendent ce logiciel puissant mais aussi très lourd et lent. De plus, il n'est pas possible de faire plusieurs couches avec ce programme. Il est donc impossible de séparer les rejets d'eaux pluviales des rejets d'eau usées par exemple.

Pour sa capacité à faire des modélisations continues et avec différentes couches, **Labview** a ensuite été préféré à Mouse. Ce logiciel est principalement une plateforme de calcul avec, dans ce cas, des équations hydrologiques spécifiques. L'avantage d'utiliser une plateforme de calcul est que le modèle est très souple et il est très facile de rajouter des indicateurs. En définitive, Labview offre davantage de possibilité que Mouse.

Finalement **SWMM**, qui est également un logiciel dédié à l'hydrologie, a été utilisé pour simuler des événements continus. Ces séries de données sont ensuite injectées dans Labview. L'avantage de cette approche est qu'elle optimise les logiciels. En effet, le logiciel SWMM qui est dédié à l'hydrologie et il est utilisé pour générer des données avec plus de facilité et de robustesses que Labview. Ces données sont ensuite utilisées dans le programme plus souple qu'est Labview.

3.3 CBS13 : DERVERSOIR D'ORAGE ETUDIE

Pour des raisons de temps et de coûts (les analyses diatomées faite par un bureau indépendant se chiffrent à plus d'un millier de francs), le déversoir étudié n'a pas été suivi par une étude très détaillée. Les analyses in-situ se sont limitées à des mesures de métaux lourds dans les sédiments. La modélisation avec Rebeka II a pu être faite en entier, mais il aurait fallu plus de temps pour des résultats plus précis.

3.3.1 DETERMINATION DES DEVERSOIRS D'ORAGE NECESSITANT L'AUTOSURVEILLANCE

La choix du déversoir à étudier c'est fait de la façon suivante :

1. La première étape a été de définir à quel type de cours d'eau appartient la Seymaz. Avec un Q_{347} à son embouchure de $0.031 \text{ m}^3/\text{s}$, ce cours d'eau fait partie des petits ruisseaux du plateau d'après la classification STORM.
2. Cela veut dire que les déversoirs qui possèdent des points de rejets qui se jettent dans la Seymaz ne peuvent pas excéder les valeurs suivantes :

TABLEAU 5: VALEURS DE REJET TOLERES PAR ANNEE DANS LA SEYMAZ

Type d'eau de surface	Valeurs de rejet tolérées par années (valeurs indicatives)		
	Durée [h/année]	Volume spécifique [$\text{m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$]	Nombre [n/année]
Petit ruisseau du Plateau	<4	< 500	<15

3. Il a fallu chercher dans les PGEE des communes concernées les ouvrages qui dépassaient ces valeurs de rejets. Ça a donné le tableau disponible dans l'annexe 8.
4. Quatre DO ont été sélectionnés parce qu'ils déversaient dans la Seymaz (certains font partie du PREE Seymaz sans déverser dans la Seymaz, notamment la partie de Veyrier) et parce que leurs données étaient encore à jour. Il s'agit du CBg3, CBg7, Cbs8 et Cbs13. Tous les quatre DO déversent dans des tronçons de rivière que le PREE indique comme subissant une forte influence de l'assainissement.
5. Sur la base d'un contrôle d'impact simplifié (voir annexe 12), une plus forte présence de sulfure de fer a été remarquée pour le Cbs13. Un autre critère déterminant a été la facilité de lier son impact potentiel à ses rejets (cf. photos et images disponibles dans l'annexe 8). D'une part, le CBg3 et le CBg7 sont des DO en série. Ainsi, leur impact ne peut être différencier qu'une fois la modélisation en place et si possible bien calée. La contrainte de temps était trop forte pour faire ces étapes dans l'ordre. D'autre part, le Cbs8 avec son point de rejet pratiquement en face de l'exutoire des déversoirs en série CBg3 et CBg7. A nouveau, une modélisation préalable aurait permis de définir quel DO serait le plus susceptible de provoquer tel impact. En revanche, l'exutoire du Cbs13 était à une certaine distance des autres exutoires de DO de façon à ce qu'il était bien plus aisé d'incriminer ce DO en cas de pollution.

3.3.2 MODELISATION

Deux scénarios ont été simulés avec Rebeka II :

1. En tenant compte des données de débit de la Seymaz fournies par le SPDE et de données « standard » (cf. Annexe 4) pour le bassin versant unitaire et séparatif. Dans ce cas de figure, une surface imperméable de 2.4 ha pour le bassin unitaire a été considérée.
2. En tenant compte à la fois des débits simulés dans la Seymaz et des débits/concentrations simulés par le SPDE pour le déversoir d'orage. Ainsi ce scénario sert à comparer les résultats obtenus par le SPDE avec Labview et les résultats de Rebeka sachant qu'ils ont la même base de donnée.

Les résultats globaux de cette modélisation montre que le CBs13 n'a pas l'air d'avoir un impact élevé sur le milieu récepteur. En effet, la probabilité de non-dépassement est supérieur à 60% pour les trois paramètres colmatage, toxicité et limite pour la consommation d'oxygène (cf. figures 24 et 27 dans l'annexe 9). Les résultats détaillés sont disponibles dans l'annexe 9.

TABLEAU 6: DONNEES DU SPDE COMPAREE AU DONNEES SIMULEES AVEC LES RESULTATS DETERMINISTES DES 2 SCENARIOS DE REBEKA II

	Durée déversement heures/an	Volume m3	Nombre n/an	MES kg/an	Ammonium kg/an
Données SPDE	60	1426	45	262	20
Scénario 1	22	2244	35	318	1
Scénario 2	52	1416	32	261	20

On peut voir sur l'ensemble des résultats que les trois scénarios ont des ordres de grandeur cohérents entre eux. La seule zone d'ombre est les valeurs de l'ammonium. C'est le seul paramètre pour lequel la variabilité est trop grande. En plus, la valeur de 20 kg/an, peut conduire à un risque de toxicité ammoniacale. A noter qu'il est tout à fait logique que les données SPDE et le scénario 2 donnent un résultat équivalent puisqu'ils sont issus exactement des mêmes données. Il faudrait étudier ce point critique plus en détail.

Sur la base de ces quelques données, il est difficile de dire quel modèle est le plus précis. Pour augmenter la précision, il faudrait commencer par s'assurer du fonctionnement du DO. Pour cela, il faudrait faire des campagnes de mesures de quelques mois avec des systèmes de mesures hauteur-pression par exemple. La deuxième étape serait une comparaison avec une campagne de mesures détaillée dans le milieu récepteur pour pouvoir croiser les résultats.

Finalement, il faut préciser que les séries de pluies utilisées dans Rebeka II ont été simulées par le SPDE. Pour ces modèles, le SPDE avait décidé de créer des séries de 20 ans de pluies synthétiques. Il faut dire également que Rebeka utilise des séries de pluie de 10 ans, ainsi la série de pluie de 20 ans a simplement été coupée en deux. Cette façon de faire n'est pas rigoureuse parce qu'une moitié continue d'une série de donnée simulée de 20 ans ne correspond pas nécessairement à une modélisation d'une pluie de 10 ans. Ainsi, au delà

d'avoir des équations hydrologiques différentes, les données de bases sont également différentes. Ces deux points amènent forcément à une variation dans les résultats suivant quelle modélisation est faite. L'idéal aurait été d'avoir les 10 dernières années de pluies mesurées et que ces données soient utilisées également par le SPDE pour pouvoir bien comparer les deux modèles.

3.4 LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesure s'est limitée à des analyses quantitatives et qualitatives de métaux lourds dans les sédiments. Des analyses quantitatives ont été effectuées sur les métaux suivants : Crome, cuivre, nickel, plomb et zinc.

Le prélèvement des sédiments c'est fait : avant et après une pluie ainsi qu'en amont et en aval. Une pluie intense a fait déverser le CBS13 le 23 mai 2014. Les noms des mesures représente leur localisation par rapport au DO et leur date de prélèvements, soit :

- AM 22 : Amont du DO le 22 mai 2014
- AV 22 : Aval du DO le 22 mai 2014
- AM 25 : Amont du DO le 25 mai 2014
- AV 25 : Aval du DO le 25 mai 2014

Le but de ces 4 échantillons, est de voir si on trouve un impact du déversoir en faisant une différence amont-aval mais aussi avant et après déversement. Les analyses après la pluie ont été faites 2 jours après le déversement de façon à ce que les sédiments fins aient le temps de se déposer.

Comme la campagne se limitait à un deux échantillonnages (avant et après la pluie), les prélèvements devait être représentatif de la situation à l'amont ou l'aval. C'est pourquoi des sédiments du fond du lit à l'aval et des berges à l'aval ont été mélangé en un seul échantillon avant d'être analysés.

La marche à suivre des analyses en laboratoire, les tableaux des résultats quantitatifs et qualitatifs sont disponibles dans l'annexe 10 et 11.

3.4.1 RESULTAT DU CAS D'ETUDE

Les résultats des analyses présentés sur la figure 14 montrent une certaine logique.

1. Les concentrations amont sont tout le temps inférieurs aux résultats aval.
2. Les concentrations avant la pluie sont toujours inférieures aux résultats après la pluie et le déversement.

La figure 15 montre uniquement les résultats de l'échantillon AV 25 avec les valeurs seuil TEC et PEC pour chaque métal. Ce relevé est celui qui a eu les plus hautes concentrations pour tous les métaux. Le tableau montre que seul le cuivre dépasse la valeur TEC. Ce cuivre peut provenir du DO, mais aussi de l'exploitation de vigne qui se trouve bien en amont. En effet, le cuivre est utilisé comme fongicide dans la viticulture. Toujours est-il que cette concentration peut provoquer un stress écotoxicologique à certaines espèces présentes dans ce milieu récepteur. Des analyses plus précises devraient être faite dans ce sens. En définitive, aucune modification du DO ou du bassin versant du DO n'est à prévoir en priorité.

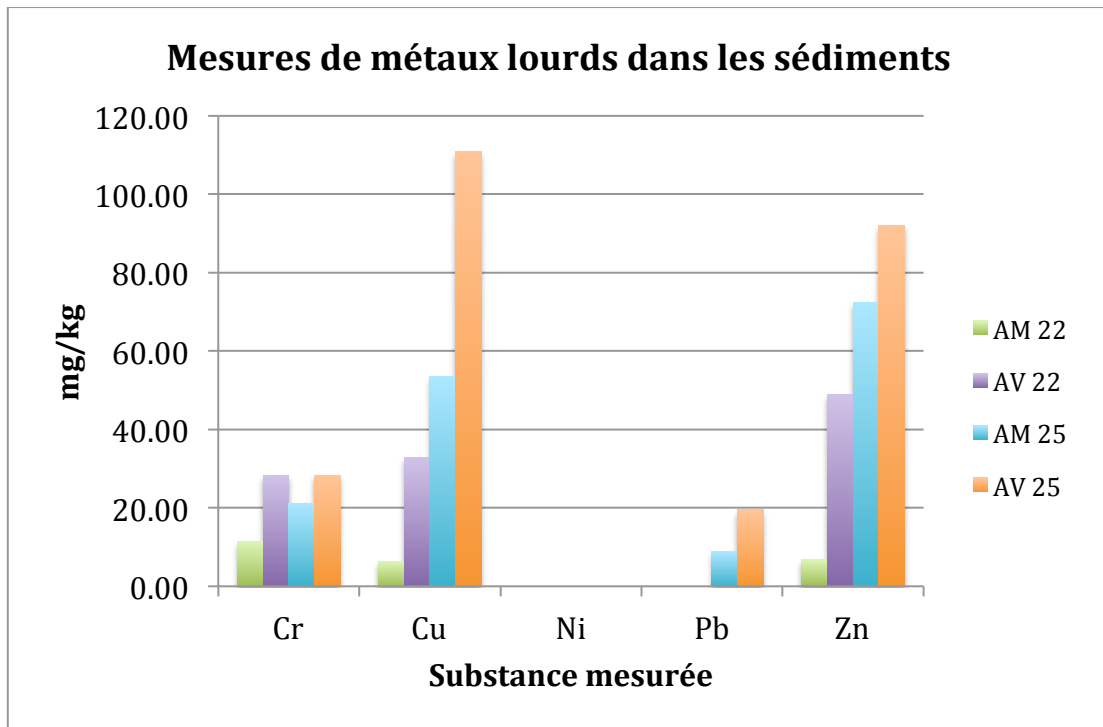


FIGURE 13: CONCENTRATION EN METAUX LOURDS DANS LES SEDIMENTS EN AMONT ET AVAL DU CBS13

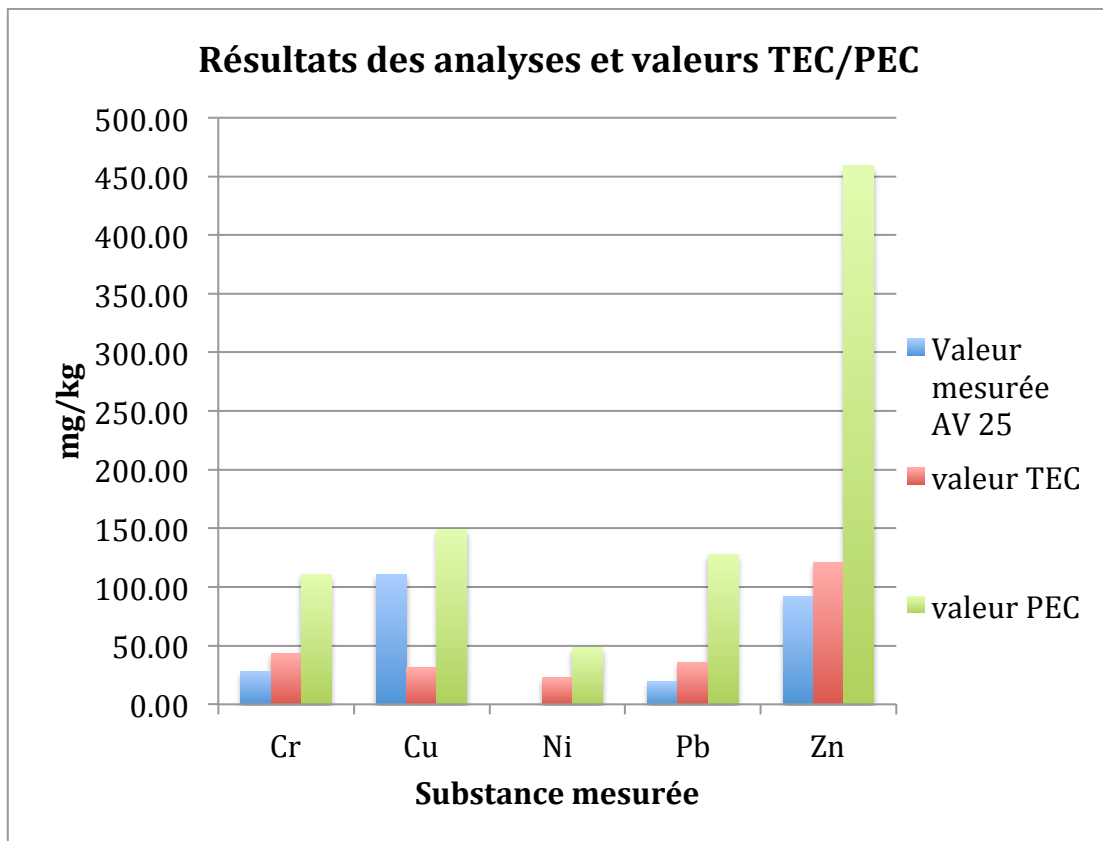


FIGURE 14: COMPARAISON ENTRE LES MESURES LES PLUS ELEVEES (AV 25) ET LES VALEURS TEC/PEC

4 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

D'une façon globale, cette méthodologie d'autosurveillance semble très audacieuse et délicate à manœuvrer. Elle nécessite des connaissances dans des domaines tels que : la gestion d'un réseau d'assainissement, la modélisation d'une loi de déversement et l'interprétation de pollutions liés à une dégradation de diatomées pour ne citer que ces trois exemples. Pour effectuer toutes ces étapes pour une autosurveillance, les SIG vont devoir investir de façon conséquente en personnel très qualifié et en matériel de pointe sur le court et moyen terme.

Ce lourd investissement serait dommage quand on sait que toutes ces connaissances et une bonne partie du matériel nécessaire sont déjà présents à Genève mais ils appartiennent au SECOE ou SPDE. Par exemple, pour plusieurs étapes de l'autosurveillance, les SIG auraient besoin que de mettre à jour des données des PGEE-PREE. Pour cette tâche, il serait judicieux que les SIG soient guidés et aidés par le SPDE. Un autre exemple est la consultation nécessaire des études de qualité de rivières faite par le SECOE. Dès lors, il serait intéressant que le découpage en tronçons de la rivière soit d'avantage pensé en fonction du réseau d'assainissement.

Si on dépasse le cadre des problèmes administratifs, on se rend compte qu'une forte collaboration entre les SIG, le SECOE et le SPDE serait l'idéal. Même si cela pourrait poser un problème pour le caractère de surveillant de l'autorité si elle participe activement à l'autosurveillance, il me semble important que la collaboration soit totale.

Si on devait appliquer cette méthode rapidement à l'ensemble du canton, la première mesure à prendre serait de regrouper toutes les informations nécessaires. Ce regroupement d'informations peut se faire sur la base du manuel d'autosurveillance proposé dans la législation française.

Pour rappel, celui-ci est fait par l'exploitant du réseau et doit décrire de façon précise:

- Son organisation interne ;
- Ses méthodes d'exploitations, de contrôle et d'analyse ;
- Le réseau ;
- La localisation des points de mesures et de prélèvements ;
- La méthode en cas de non-conformité (dépassements des valeurs-limites de rejets, circonstances exceptionnelles...);
- La liste et la définition des points de paramétrages des installations en vue de la transmission des données ;
- La liste des points de contrôle des équipements soumis à une inspection périodique de prévention de pannes ;
- Les organismes extérieurs à qui sont confiés tout ou partie de la surveillance,
- La qualification des personnes associées à ce dispositif.

Cette liste pourrait être étoffée en tout cas de certains éléments tels que :

- Un rappel des principaux articles législatifs et des recommandations concernant l'autosurveillance. Celui-ci devrait être proche du chapitre 1.3.3 de ce travail ;
- Des cartes avec les connaissances cumulées des analyses du SECOE et des PREE-PGEE (pour autant que ces données soient encore à jour) pour mettre en évidence

les zones où l'assainissement semble impacter le milieu récepteur. Le PREE Seymaz possède une telle carte, mais elle a un gros défaut : Elle ne fait pas la différence entre les rejets d'eau mélangées et les rejets d'eau pluviale ;

- Chaque tronçon de la carte mentionné ci-dessus devrait être pensé à montrer au mieux les impacts du réseau d'assainissement ;
- Un document regroupant tous la référence de tous les DO par tronçon.

La suite serait de trouver un compromis entre les SIG et le SECOE pour créer des équipes qui se spécialisent à faire des contrôles d'impacts simplifiés avec le module « Aspect général ». Une adaptation du formulaire de relevé et de la matrice d'évaluation pourra être envisagé avec le recul. Cette étape doit également permettre d'établir une première collaboration étroite entre ces différents services. Cette collaboration devrait être renouvelée dans le cadre des analyses dans le milieu récepteur avec, pourquoi pas, l'utilisation de matériels du SECOE.

Finalement le dernier point essentiel concerne la modélisation. Personnellement je trouve Rebecca très pratique pour deux raisons principales :

1. L'interface est bonne, ce qui rend le programme relativement facile à prendre en main
2. Il peut utiliser des séries de données provenant d'autre logiciels.

Un des points essentiels pour la modélisation est de limiter les incertitudes. Pour cette raison, je privilégierais :

- Des données mesurées plutôt que des données simulées,
- L'utilisation d'un outil de gestion en temps réel et prévisionnel.

Un des grand avantage de l'outil développé par e-dric est qu'il soit prévisionnel. Ceci permettrait de faire des mesures de débits sur les déversements des DO pour vérifier que ceux-ci fonctionnent vraiment comme on le pense (ce qui est très rare). Ainsi de nombreuses incertitudes pourraient être levées. Un autre point important est la facilité qu'il apporte. Déjà c'est du travail en moins à effectuer. De l'aveu d'un collaborateur du SPDE, pour terminer de modéliser tous les bassins versant de Genève, il faudrait un employé à plein temps pendant environ 3 mois. Sans compter que les anciens modèles ne sont plus tout à fait à jour. Evidemment cela va dépendre du prix demandé par e-dric. Mais des données robustes tant pour les pluies que pour la réponse de la rivière est un avantage à ne pas négliger !

Finalement, à l'image de l'excellent site : www.sitg.ch (qui mériterait d'ailleurs d'être complétés en tout cas concernant les paramètres de l'assainissement), l'outil de gestion en temps réel serait disponible pour tout les collaborateurs sur une plateforme web. Cette disponibilité de données identiques à tous les services sera très probablement une base pour renforcer la collaboration.

Pour terminer il faudra rester attentif aux nouvelles problématiques qui pourraient surgir tel que l'impact des micropolluants par les rejets du réseau d'assainissement.

5 BIBLIOGRAPHIE

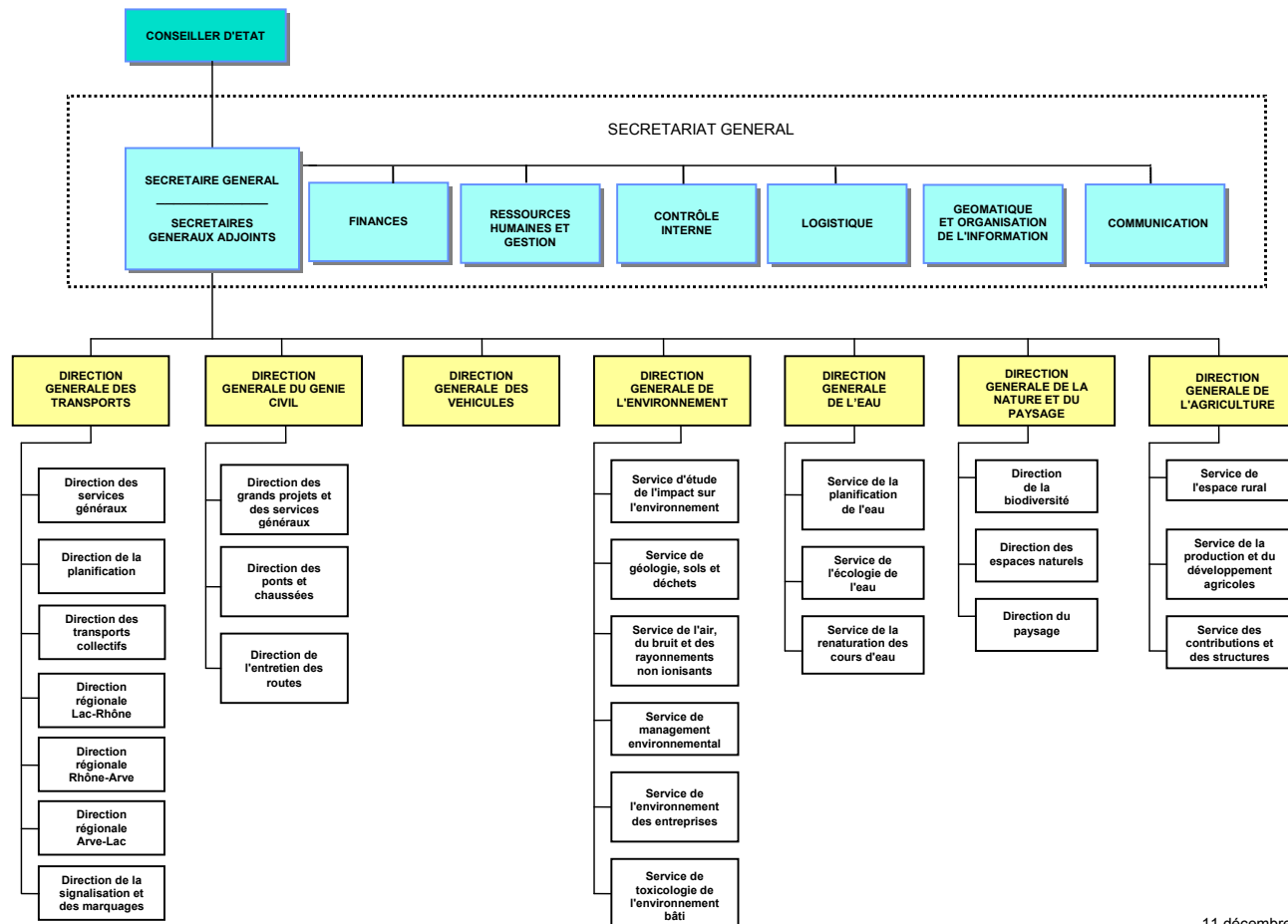
- VSA. (2007). *Rejets pluviaux urbains dans les eaux de surface (STORM)*. Zurich: VSA.
- Chapman, P. (1990). The sediment quality TRIAD approach to determining pollution-induced degradation. *The Science of the Total Environment*, 815-825.
- Commission des communautés européennes. (2007). *Première étape de la mise en oeuvre de la directive-cadre sur l'eau 2000/60/CE*. Bruxelles: Commission des communautés européennes.
- Cordonnier, A. (2014, 04 11). Indicateurs pertinants pour une autosurveillance. (I. Guilherme, Intervieweur) Genève.
- ECOTOX. (2012). *Surveillance de la qualité des sédiments en Suisse*. Lausanne: Eawag.
- Direction de l'eau et de la Biodiversité. (2009). *Commentaire technique de l'arrêté du 22 juin 2007 en ce qui concerne l'assainissement collectif*. Direction Générale de l'Aménagement, du logement et de la Nature. Paris: Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire.
- Fankhauser GEP Data Consulting. (s.d.). *Rebeka - Introduction*. Consulté le 06 15, 2014, sur Rebeka - A stochastic software tool to assess impacts of urban drainage on receiving waters during wet weather: http://www.rebeka.ch/en/rebeka_en.html
- G3 Eaux. (2008). *PREE Seymaz - Rapport d'état du bassin versant et du bassin versant hors localité*. Genève: Direction générale de l'eau.
- MacDonald, D., Ingersoll, C., & Berger, T. (2000). Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Science & Technology*, 20-31.
- OFEV. (2007). *Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau - Diatomées Niveau R*. Berne: Office fédéral de l'environnement.
- OFEV. (2010). *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau - Analyses physico-chimiques, nutriments*. Berne: Office fédérale de l'environnement.
- OFEV. (2011). *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau - Hydrologie - Régime d'écoulement niveau R (Région)*. Berne: OFEV.
- OFEV. (2010). *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau - Macrozoobenthos - niveau R*. Berne: Office fédérale de l'environnement.
- SECOE. (2008). *La Seymaz et ses affluents - Etat 2007 et évolution depuis 1981*. Service de l'écologie de l'eau, Direction générale de l'eau. Genève: Département du territoire.
- Rossi, L. (2013). *Urban Hydrology*. Lausanne: EPFL.
- Theler, D. (2004). *Evaluation des impacts des rejets d'eaux pluviales et d'eaux mélangées sur les cours d'eau*. Lausanne: EPFL.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Organigramme du DETA	53
Annexe 2 : Directive 91/271/CEE du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires	54
Annexe 3 : Objectifs écologiques pour les eaux.....	55
Annexe 4 : Données utilisées pour <i>Rebeka II</i> pour le cas pratique	56
Annexe 5 : Schémas méthodologique sans code de couleur.....	58
Annexe 6 : Conclusions possibles d'une approche TRIAD	60
Annexe 7 : Informations supplémentaires concernant le Bassin versant de la Seymaz	61
Annexe 8 : Informations supplémentaires concernant le choix du CBs13.	63
Annexe 9 : Résultats de <i>Rebeka II</i>	66
Annexe 10 : Extraction totale des éléments majeurs et des traces dans les sols	73
Annexe 11 : Résultats des analyses de métaux lourds	75
Annexe 12 : Aspect général CBs13	79

ANNEXE 1 : ORGANIGRAMME DU DETA

DEPARTEMENT DE L'ENVIRONNEMENT, DES TRANSPORTS ET DE L'AGRICULTURE (DETA)



11 décembre 2013

ANNEXE 2 : DIRECTIVE 91/271/CEE DU 21 MAI 1991 RELATIVE AU TRAITEMENT DES EAUX URBAINES RESIDUAIRES

ANNEXE II CRITÈRES D'IDENTIFICATION DES ZONES SENSIBLES ET MOINS SENSIBLES

A. Zones sensibles Une masse d'eau doit être identifiée comme zone sensible si elle appartient à l'un des groupes ci-après: a) Lacs naturels d'eau douce, autres masses d'eau douce, estuaires et eaux côtières, dont il est établi qu'ils sont eutrophes ou pourraient devenir eutrophes à brève échéance si des mesures de protection ne sont pas prises. Il pourrait être tenu compte des aspects ci-après lors de l'examen des éléments nutritifs à réduire par un traitement complémentaire: i) lacs et cours d'eau débouchant dans des lacs/bassins de retenue/baies fermées où il est établi que l'échange d'eau est faible, ce qui peut engendrer un phénomène d'accumulation. Il convient de prévoir une élimination du phosphore dans ces zones, à moins qu'il ne puisse être démontré que cette élimination sera sans effet sur le niveau d'eutrophisation. Il peut également être envisagé d'éliminer l'azote en cas de rejets provenant de grandes agglomérations; ii) estuaires, baies et autres eaux côtières où il est établi que l'échange d'eau est faible, ou qui reçoivent de grandes quantités d'éléments nutritifs. Les rejets provenant des petites agglomérations sont généralement de peu d'importance dans ces zones, mais, en ce qui concerne les grandes agglomérations, l'élimination du phosphore et/ou de l'azote doit être prévue, à moins qu'il ne soit démontré que cette élimination sera sans effet sur le niveau d'eutrophisation. b) Eaux douces de surface destinées au captage d'eau potable et qui pourraient contenir une concentration de nitrates supérieure à celle prévue par les dispositions pertinentes de la directive 75/440/CEE du Conseil, du 16 juin 1975, concernant la qualité requise des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire dans les États membres (1), si des mesures ne sont pas prises.

c) Zones pour lesquelles un traitement complémentaire au traitement prévu à l'article 4 de la présente directive est nécessaire pour satisfaire aux directives du Conseil.

B. Zones moins sensibles Une masse ou une zone d'eau marine peut être identifiée comme une zone moins sensible si le rejet d'eaux usées n'altère pas l'environnement en raison de la morphologie, de l'hydrologie ou des conditions hydrauliques spécifiques de la zone en question. Lors de l'identification des zones moins sensibles, les États membres tiennent compte du fait que la charge déversée risque d'être transférée vers des zones adjacentes où elle pourrait altérer l'environnement. Les États membres reconnaissent la présence de zones sensibles en dehors de leur juridiction nationale. Il est tenu compte des éléments suivants lors de l'identification des zones moins sensibles: baies ouvertes, estuaires et autres eaux côtières avec un bon échange d'eau et sans risque d'eutrophisation ou de déperdition d'oxygène ou dont on considère qu'il est peu probable qu'ils deviennent eutrophes ou subissent une déperdition d'oxygène à la suite du déversement d'eaux urbaines résiduaires.

ANNEXE 3 : OBJECTIFS ECOLOGIQUES POUR LES EAUX

Tiré de l'ordonnance sur la protection des eaux

Eaux superficielles

1 Les communautés animales, végétales et de micro-organismes (biocénoses) des eaux superficielles et de l'environnement qu'elles influencent doivent:

- a. être d'aspect naturel et typiques de la station, et pouvoir se reproduire et se réguler d'elles-mêmes;
- b. présenter une composition et une diversité d'espèces spécifiques à chaque type d'eau peu ou non polluée.

2 Le régime hydrologique (débits de charriage, régime des niveaux et des débits) et la morphologie doivent présenter des caractéristiques proches de l'état naturel. Ils doivent en particulier garantir sans restriction l'autoépuration par des processus naturels, les échanges naturels entre l'eau et le lit ainsi que les interactions avec l'environnement.

3 La qualité de l'eau doit être telle que:

- a. le régime de température présente des caractéristiques proches de l'état naturel;
- b. l'eau, les matières en suspension et les sédiments ne contiennent pas de substances de synthèse persistantes;
- c. d'autres substances pouvant polluer les eaux et y aboutir par suite de activité humaine:
 - ne s'accumulent pas dans les végétaux, les animaux, les micro-organismes, les matières en suspension ou les sédiments;
 - n'aient pas d'effet néfaste sur les biocénoses ni sur l'utilisation des eaux;
 - ne provoquent pas de production de biomasse plus enlevée que celle produite naturellement;
 - n'entravent pas les processus biologiques qui permettent aux végétaux et aux animaux de couvrir leurs besoins physiologiques fondamentaux, tels que les processus du métabolisme, la reproduction et le sens olfactif de l'orientation;
 - aient des concentrations qui se situent dans la fourchette des concentrations naturelles lorsqu'elles sont déjà présentes dans les eaux à l'état naturel;
 - n'aient que des concentrations pratiquement nulles lorsqu'elles ne sont pas présentes dans les eaux à l'état naturel.

ANNEXE 4 : DONNEES UTILISEES POUR REBEKA II POUR LE CAS PRATIQUE

Données pour REBEKA II utilisé dans le cas pratique du CBs13			
Cathé- gorie	Nom du paramètre [unité]	Valeur	Commentaires
Bassin versant	La surface du bassin versant [ha]		
	Les pertes initiales (évapotranspiration, etc.) [mm]		Ces données peuvent être remplacée par une série de pluie déjà simulée
	Le temps de concentration [min]		
	<u>Ou</u> des données de 10 ans de pluie en amont du DO	Fichiers séparés	Les paramètres précédents sont remplacés par celui-ci. Les valeurs sont données dans un autre document. Pluie en mm/h (filtrer les valeurs avec 10^-x) et débit du cours d'eau en m3/s.
Réseau séparatif	La surface du bassin versant [ha]	0.363	Il y a une partie en séparatif difficilement identifiable qui se connecte en aval du DO (ø 500 --> ø 700)
	Les pertes [mm]	1	Valeur dans par défaut, Voir tableau PGEE
	Le temps de concentration [min]	5	Résultats de modélisation ou formule dans STORM. Pas utilisé dans la modélisation <i>Labview</i> . Dans les 5min et impossible à voir à cause des pas de temps de 10min --> considérée comme immédiate dans labview
	Volume du bassin de rétention (s'il y en a un) [m3]	0	Aucun
	Débit de sortie du DO vers le réseau, valeur seuil [l/s]	40	L'arrivée d'eau de ruissellement se fait après le DO. D'après cahier DO, entre 20 et 50.
	Le coefficient b de « first flush » [-]		Valeur dans par défaut
	Le facteur de efficacité [-]		Valeur dans par défaut
	La concentration de matière en suspension dans l'eau de pluie [mg/l]		Valeur dans par défaut. SPDE utilise une formule de lessivage du sol.
Réseau unitaire	La surface du bassin versant [ha]	3.52	10.05 ha, avec une imperméabilisation moyenne de 0.35, pour le SPDE 2.4 ha-réd
	Les pertes [mm]	1	Valeur estimable
	Les équivalents-habitants raccordés [EH]	540	somme des 6 BV: 92+6+51+43+343+5
	Le volume par temps sec [l/(EH*jour)]	240	Ce champ n'est pas rempli dans sitg.ch. 180 L/(j*hab) + ECP (sans informations précises ils utilisent 240)
	Le débit de sortie du DO vers le réseau, valeur seuil [l/s]	40	Valeur à laquelle le DO commence à déverser ou alors le débit maximal dépendant du diamètre et de la pente aval?

	Le volume du bassin de rétention (s'il y en a un) [m3]	0	Aucun
	L'ammonium (NH4-N) dans l'eau de pluie [mg/l]		Valeur dans par défaut
	Le pH dans l'eau usée [-]		Valeur dans par défaut
	La charge d'ammonium [g/(EH*jour)]	4 à 7	Valeur dans par défaut
	L'alcalinité de l'eau usée [mmol/l]		Valeur dans par défaut
	La concentration en MES dans l'eau usée [mg/l]	0.15 à 0.33	Valeur dans par défaut. 36 à 80 gr MES/(hab*jour), pour 240 l/(EH*jour)
	Le coefficient b de « first flush » [-]		Valeur dans par défaut
	La fraction de sédiment [-]		Valeur dans par défaut
	Le facteur d'efficacité du DO [-]		Valeur dans par défaut
Milieu récepteur	Le débit Q347 [m3/s]	0.031	
	La pente [-]	0.0035	La différence d'altitude est de 0.55m sur un tronçon de 156m face au DO. Mesuré via www. sitg.ch
	La largeur [m]	3.2	
	La pente des berges x :1 (H :V) [-]	2.2 : 1	Une berge a une pente d'environ 0.85, l'autre à 0.2
	Le coefficient de Strickler [m(1/3)/s]	30	pour le cours d'eau. 40 pour les surfaces imperméables
	La taille moyenne des grains [m]	0.05	Beaucoup de pierre de 0.12 m qui augmente la taille moyenne des "cailloux". Le sable n'a pas été compté
	La concentration en NH4-N [mg/l]	0.026	Valeur de 2007, 0.024 à la station amont et 0.028 à la station aval
	Le pH [-]	8.2	Valeur de 2007 à la station amont (De Haller) et aval (aval Chêne-Bourg)
	L'alcalinité [mmol/l]		Valeur dans par défaut
	La température minimale (Février) [°C]	6.5	Valeur 2007, attention c'était une année spécialement chaude, 11.2° en moyenne au lieu de 9.8°
	La température maximale (Août) [°C]	19	Valeur 2007, attention c'était une année spécialement chaude, 11.2° en moyenne au lieu de 9.8°
	La vitesse de sédimentations des MES [cm/s]		Valeur dans par défaut
	Le coefficient d'érosion [g/m2/s]		Valeur dans par défaut
	Le taux de dégradation des matières organiques [1/d]		Valeur dans par défaut
	La force de frottement [N/m2]		Valeur dans par défaut
	gO2/gMES provenant du réseau unitaire [-]		Valeur dans par défaut
	gO2/gMES provenant du réseau séparatif [-]		Valeur dans par défaut

ANNEXE 5 : SCHEMAS METHODOLOGIQUE SANS CODE DE COULEUR

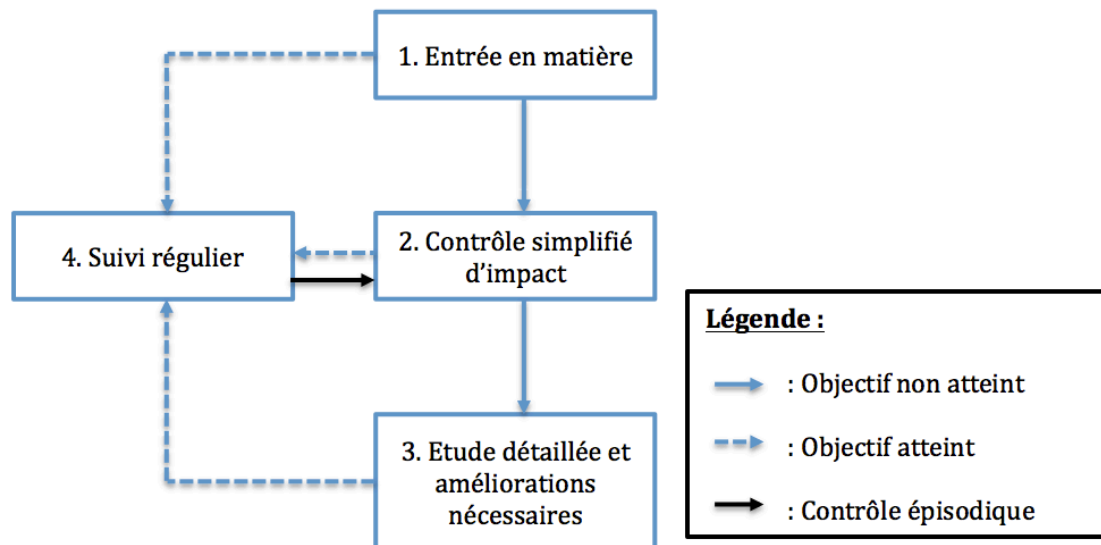


FIGURE 15: SCHEMA METHODOLOGIQUE GENERAL (SANS COULEUR)

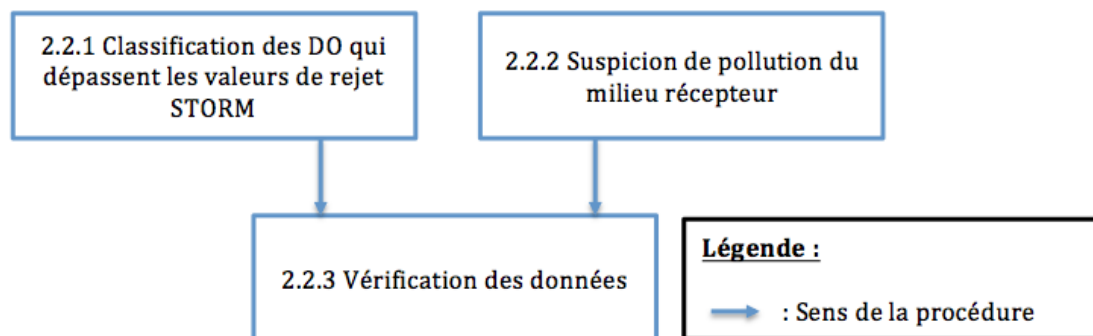


FIGURE 16: ENTREE EN MATIERE (SANS COULEUR)

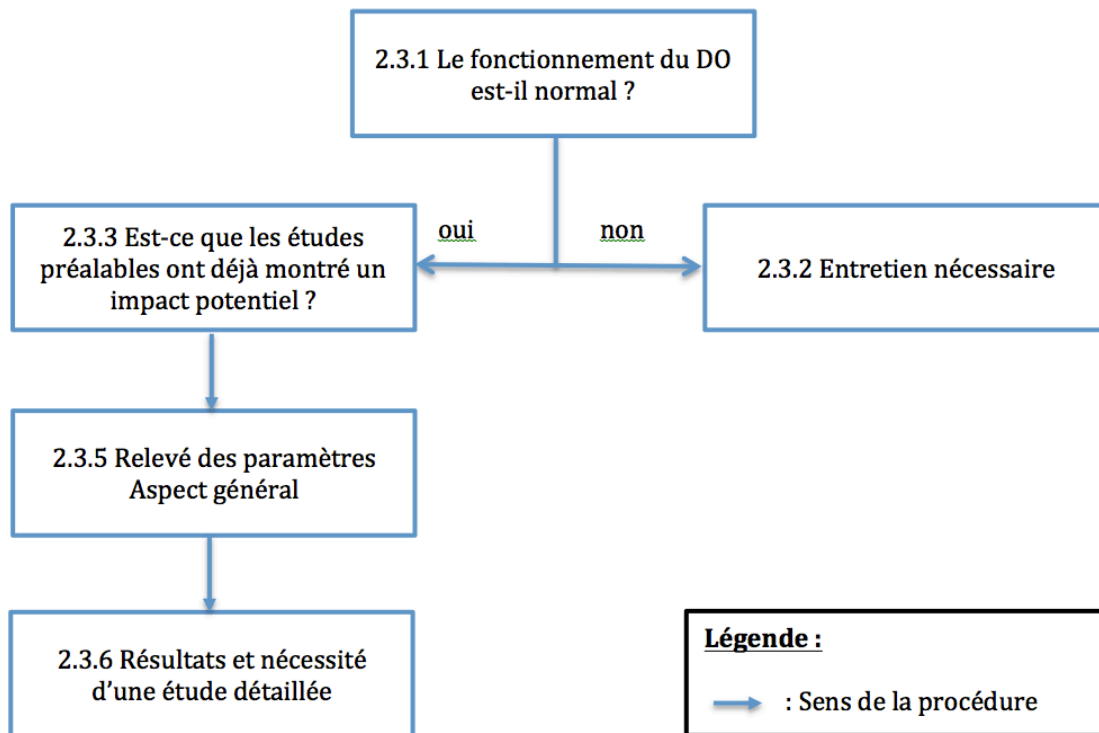


FIGURE 17: CONTROLE SIMPLIFIE D'IMPACT (SANS COULEUR)

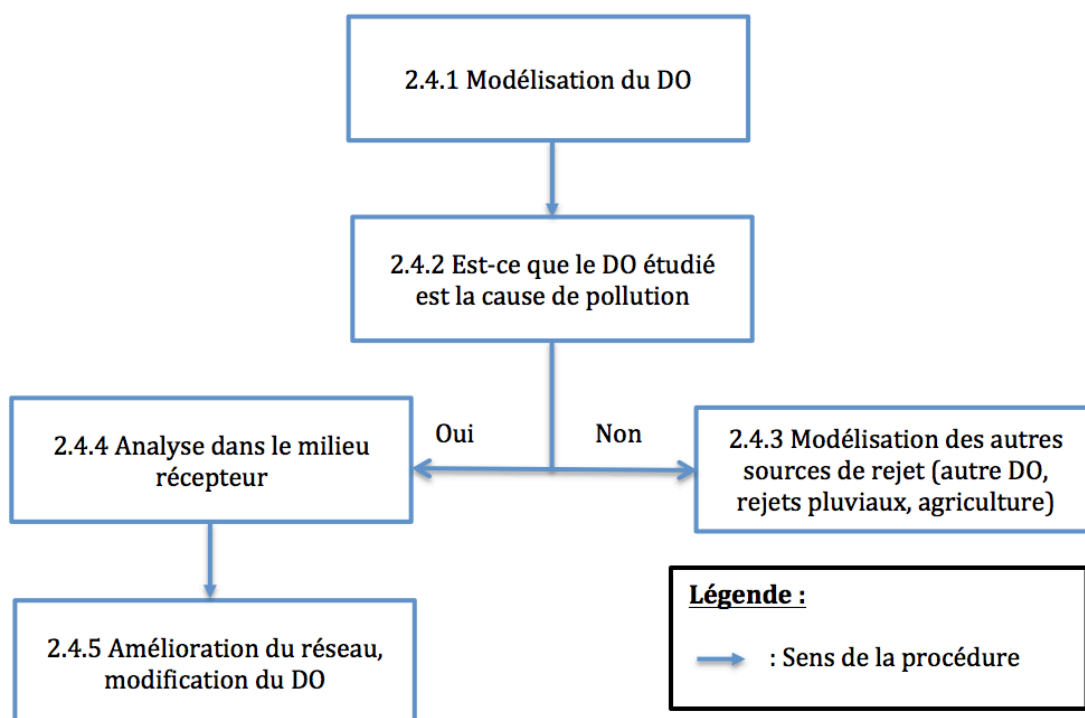


FIGURE 18: ETUDE DETAILLEE (SANS COULEUR)

ANNEXE 6 : CONCLUSIONS POSSIBLES D'UNE APPROCHE TRIAD

TABLEAU 7: INFORMATIONS DONNEES PAR UNE APPROCHE TRIAD (CHAPMAN, 1990)

Cas	Contamination ²²	Toxicité ²³	Altération du milieu ²⁴	Conclusions possibles
1.	+	+	+	Preuve solide que l'altération est liée à la contamination
2.	-	-	-	Preuve solide qu'il n'y a pas de pollution
3.	+	-	-	Les contaminants ne sont pas biodisponibles
4.	-	+	-	Il y a des éléments non détectés avec un potentiel de provoquer une altération
5.	-	-	+	L'altération n'est pas due à la contamination chimique
6.	+	+	-	Les contaminants sont toxiques et ils stressent le système
7.	-	+	+	Des contaminants non mesurés cause l'altération
8.	+	-	+	Les contaminants ne sont pas biodisponibles ou l'altération n'est pas liée à la contamination

²² La contamination est déterminée par des relevés de contaminants chimiques.

²³ La toxicité est déterminée par des essais en laboratoire sur des organismes cibles.

²⁴ L'altération est déterminée par l'analyse in-situ de perturbations de la faune.

ANNEXE 7 : INFORMATIONS SUPPLEMENTAIRES CONCERNANT LE BASSIN VERSANT DE LA SEYMAZ

TABLEAU 8: REPARTITION DES SURFACES EN SYSTEMES UNITAIRE ET SEPARATIF (G3 EAUX, 2008)

Commune	Système unitaire		Système séparatif		Total
	superficie ha	proportion commune	superficie ha	proportion commune	superficie ha
Chêne-Bougeries	105.8	35%	193.1	65%	298.9
Chêne-Bourg	40.9	35%	74.7	65%	115.6
Choulex	1.1	5%	20.6	95%	21.7
Gy	0.0	0%	32.7	100%	32.7
Jussy	0.0	0%	76.2	100%	76.2
Meinier	0.0	0%	63.8	100%	63.8
Presinge	1.8	4%	39.2	96%	41.1
Puplinge	0.0	0%	56.1	100%	56.1
Thônex	23.1	7%	285.8	93%	308.8
Vandoeuvres	22.5	13%	145.2	87%	167.6
Veyrier	15.5	7%	200.9	93%	216.4
Total	210.6	15%	1188.4	85%	1399.0

Objectif qualitatif :

IB-CH de 12 au minimum dans chaque station de mesure et en toute saison.

Objectif stratégique :

Privilégier les déversements dans l'Arve plutôt que la Seymaz par une optimisation de la régulation des DOs du réseau secondaire.

Objectifs en espèces cibles :

BV de la Seymaz

Cours d'eau non permanents

Maintien	Libellule : Cordulegastre annelé
Retour à faciliter	Salamandre tachetée

Cours d'eau permanent non piscicoles

Maintien	Libellules : Cordulegastre annelé, Calopteryx vierge et écarlate Plante vasculaire : Callitriche Libellules : Orthetrum brunneum et coerulens
Statut à améliorer	Insectes aquatiques : familles Leptophlebiidae, <i>Nemouridae</i> , <i>Leuctridae</i> , <i>Taeniopterigidae</i> Libellule : Coenagrion mercuriale Insectes aquatiques : famille <i>Heptageneidae</i> , <i>Polycentropodidae</i> , mouche de mai (<i>Ephemera danica</i>), <i>Odontocerum albicorne</i> , <i>Sericostoma</i>
Retour à faciliter	Salamandre tachetée Plantes vasculaires : Potamot nouveau et Renoncule aquatique

Cours d'eau permanent piscicole

Maintien	Libellules : Cordulegastre annelé, Calopteryx vierge et écarlate Blageon, Spirlin Plantes vasculaires : Callitriche, Potamots, Cresson
Statut à améliorer	Insectes aquatiques : mouche de mai (<i>Ephemera danica</i>) grande perle (<i>Perla marginata</i>), <i>Odontocerum albicorne</i> , familles <i>Heptageneidae</i> , <i>Polycentropodidae</i> , <i>Nemouridae</i> Truite fario, Cincle plongeur Libellule : Coenagrion mercuriale Insectes aquatiques : famille <i>Heptageneidae</i> , <i>Polycentropodidae</i> , mouche de mai (<i>Ephemera danica</i>), <i>Odontocerum albicorne</i> , <i>Sericostoma</i>
Retour à faciliter	Couleuvre mauresque Plantes vasculaires : Potamot nouveau et Renoncule aquatique

Tous les cours d'eau

Maintien	Martin pêcheur, Putois, Castor Plantes vasculaires : Carex, Sparganium, Schoenoplectus, Nasturtium
Statut à améliorer	Couleuvre à collier Bergeronnette des ruisseaux
Retour à faciliter	Cincle plongeur, Musaraigne aquatique

ANNEXE 8 : INFORMATIONS SUPPLEMENTAIRES CONCERNANT LE CHOIX DU CBS13

TABLEAU 9: DEVERSOIRS QUI DEPASSENT LES VALEURS DE REJETS STORM

Déversoirs qui dépassent les valeurs de rejets STORM												
Exutoire	No DO	Remarques	réseau	Q critique [l/s]	Surface réduite totale raccordée [ha-réd]	i critique [l/s.ha]	Volume moyen déversé [m3/an]	Volume spécifique [m3/ha-réd]	Nbre moyen de déversement [nbre/an]	Nbre max de déversement [nbre/an]	Durées moy de déversement	Durée max de déversement
Seymaz	CBg3	aval CBg7	secondaire	120	7.2	15	2960	411.11	23	30		
Seymaz	CBg7	rue Peillonex	secondaire	200	6.9	29	940	136.23	20	29		
Seymaz	CBs13	-	secondaire	40	2.8	14	2750	982.14	22	32		
Seymaz	CBs17	Refoulement de l'aval	secondaire	35	5.5	6	12000	2181.82	21	29		
Arve	CBs3	-	primaire	-	-	-	177000	-	42	42		
Seymaz	CBs8	Refoulement de l'aval	secondaire	50	3	17	3330	1110.00	23	30		
Arve	SP Conch	(CBs19+CBs11)		80	6.4	13	7160	1118.75	23	30		
Foron	Th5	Raccordement sur l'unitaire à contrôle dans phase II	secondaire	40	4.5	9	5815	1292.22	22	32		
Seymaz	Va11	-	secondaire	30	-	10	3650	-	23	32		
Autre	Vy12		secondaire	44	2.1		3040	1447.62	40	50	20	30
Autre	Vy20		secondaire	50	2.9		5500	1896.55	50	70	30	50
Autre	Vy3		secondaire	60	3.3		5500	1666.67	40	50	20	40
Autre	Vy8		secondaire	35	1.7		1850	1088.24	40	60	20	30

Le rouge représente un paramètre qui dépasse les valeurs de rejets STORM

Le vert clair représente des déversoirs dont les valeurs ne sont pas à jour (BO supprimés ou BV passé en séparatif)

Le jaune concerne les DO qui ont été visité.

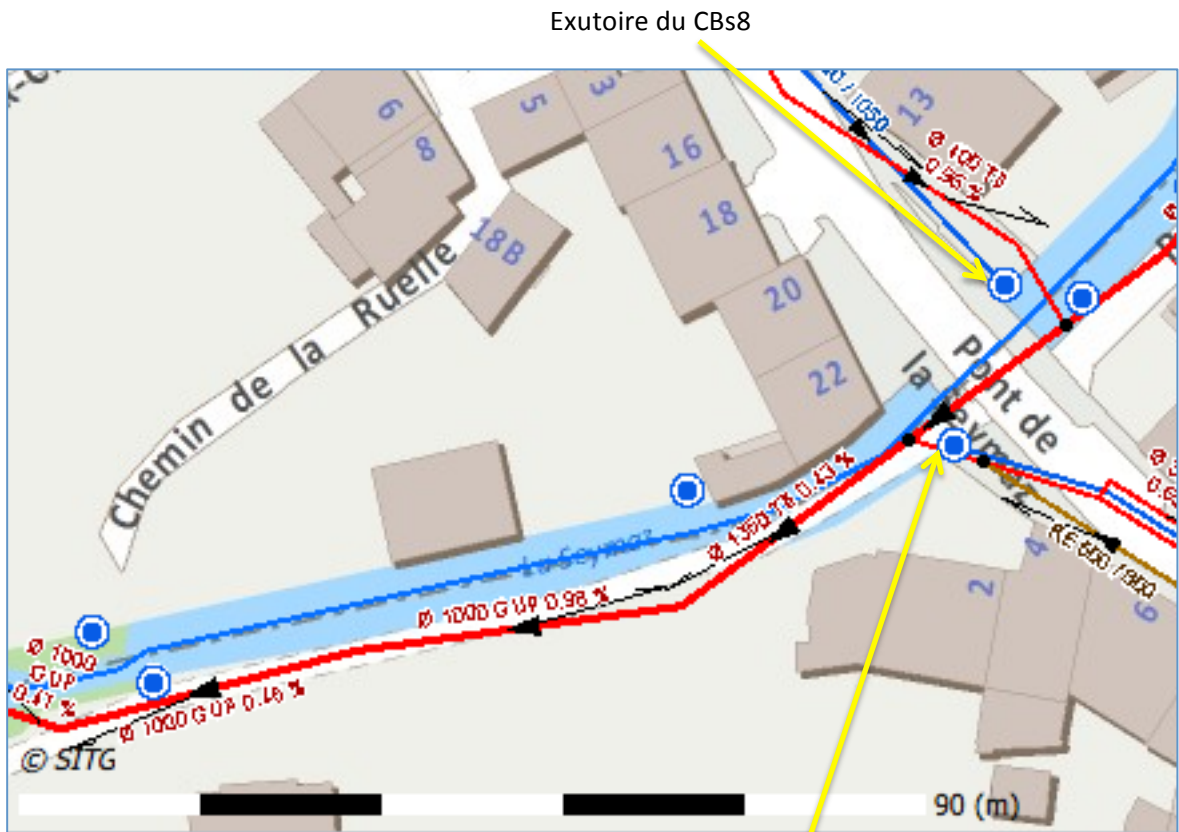


FIGURE 19: EMLACEMENT DES EXUTOIRES CBg3 ET CBg7

Exutoire du CBg3 et CBg7

Exutoire du CBs13

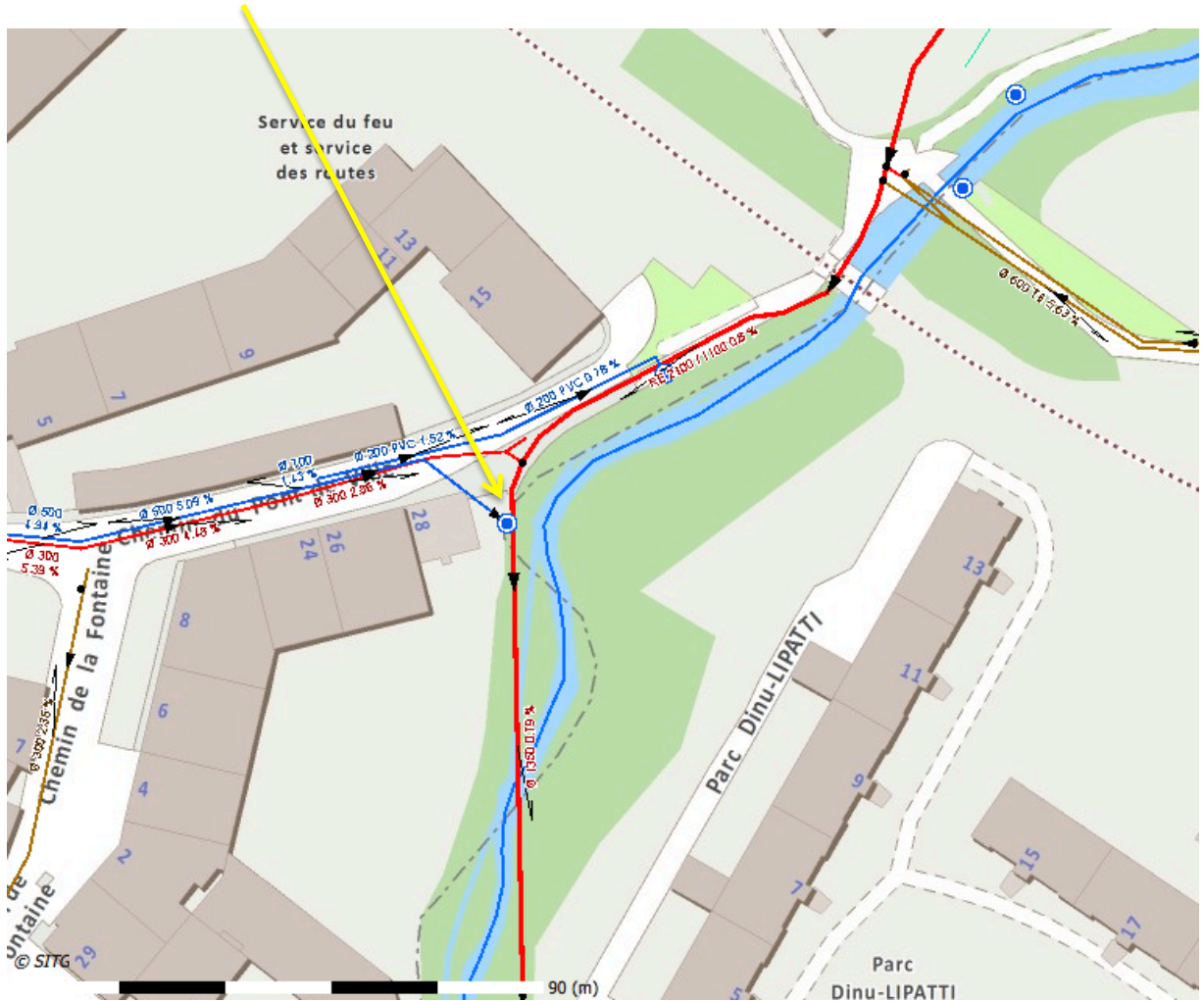


FIGURE 20: EMPLACEMENT DE L'EXUTOIRE CBS13

Scénario 1 :

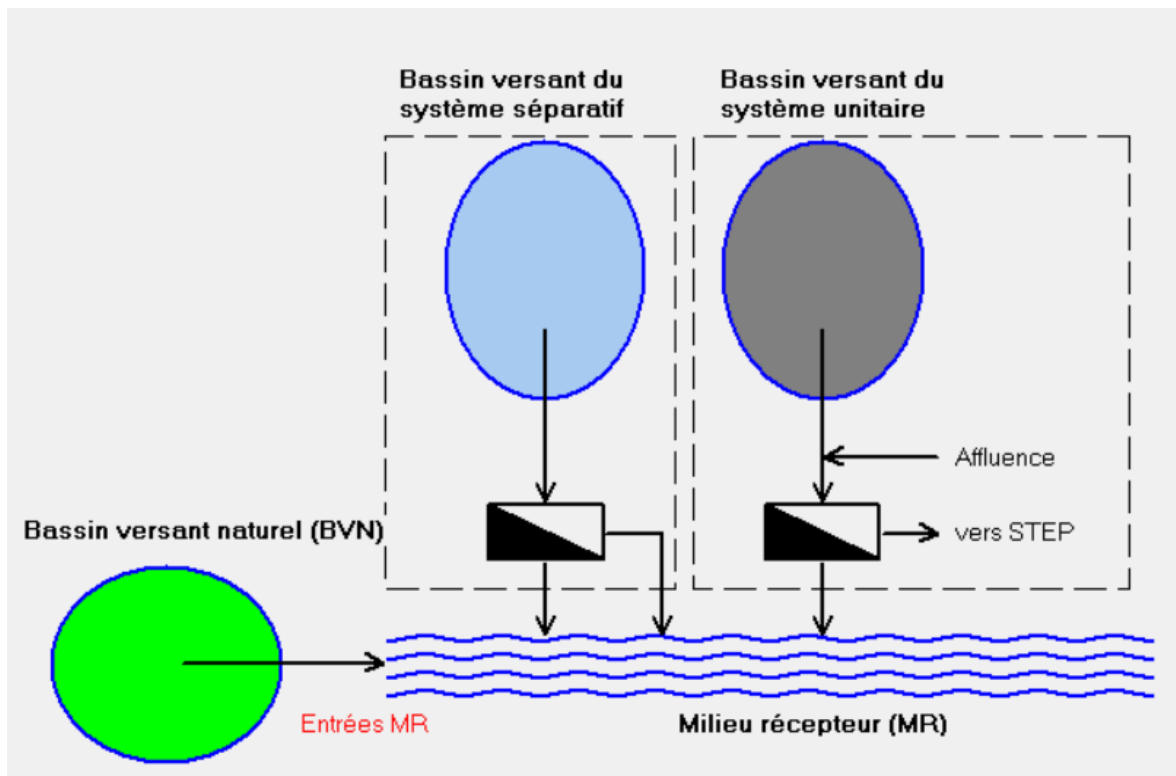


FIGURE 21: SCHEMATISATION DU SCENARIO 1 DANS REBEKA, UTILISATION DES DONNEES SIMULEE DANS LA SEYMAZ DIRECTEMENT DANS REBEKA (ENTREE MR EN ROUGE DANS LA FIGURE)

Cette figure représente la schématisation « classique » de Rebeka. Dans le cas du CBs13 un petit bassin versant séparatif est également considéré. En effet, l'exutoire du CBs13 est également utilisé par un rejet d'eau pluviale.

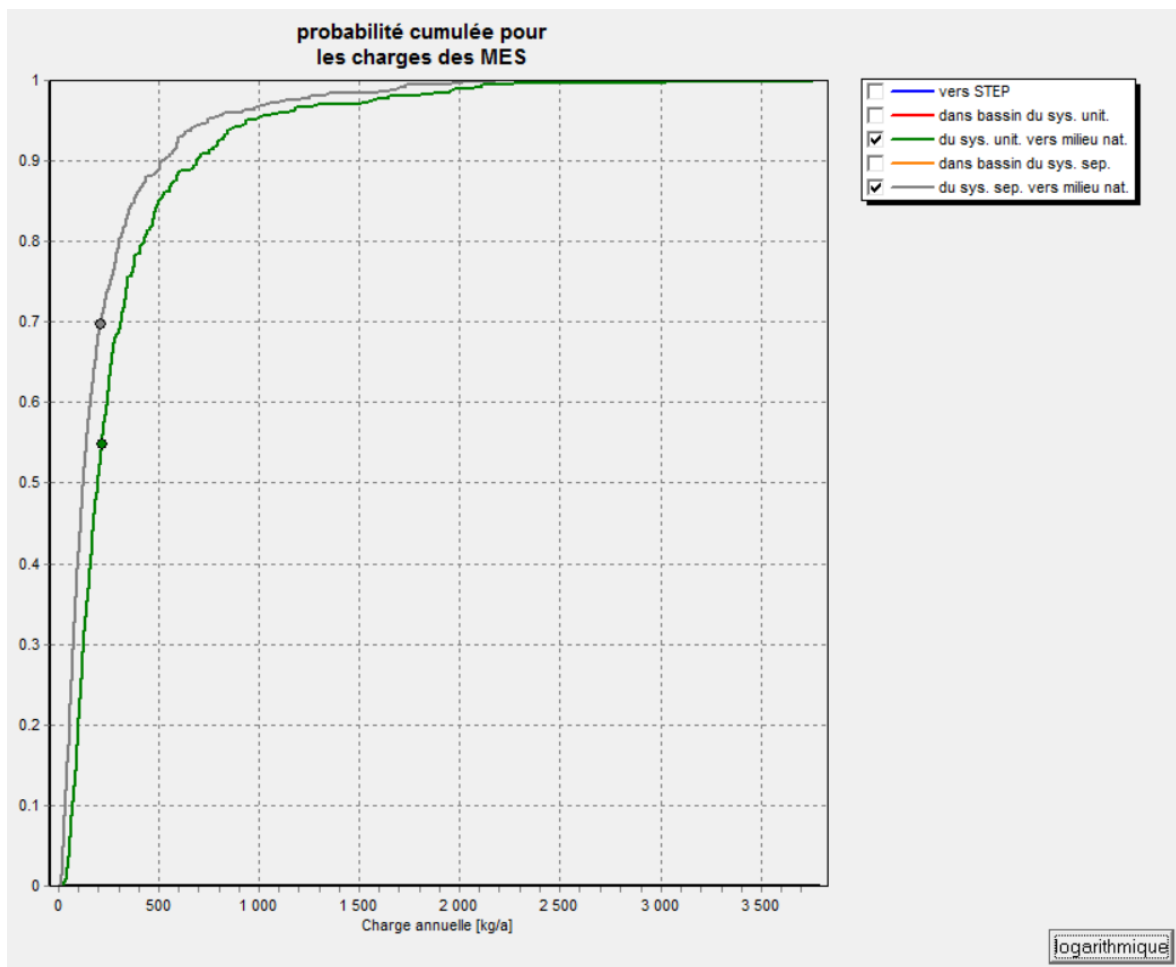


FIGURE 22: RESULTATS SOUS FORME DE MASSE DE MES, SOUS FORME PROBABILISTE

Cette figure permet de comparer les apports des eaux de ruissellement (système séparatif) et du DO (système unitaire). Les points représentent les résultats de la modélisation déterministe. Notons que les variations des résultats sont importants : p.ex. pour le DO, les rejets varient entre 0 et 2500 kg /an, avec en moyenne 318 kg (+/- 390 kg) !

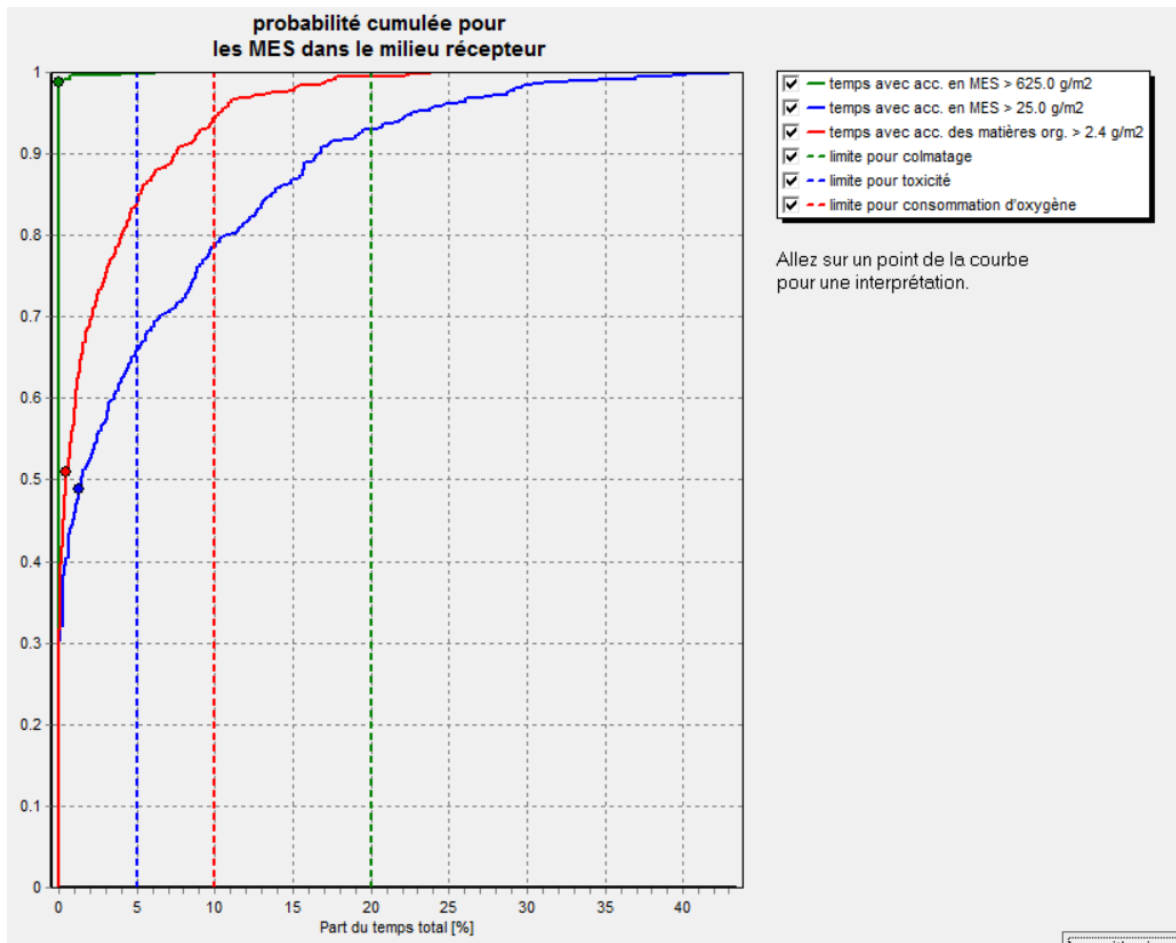


FIGURE 23: RESULTATS DES IMMISSIONS POUR LE COMPARTIMENT SEDIMENTAIRE, POUR LES TROIS CRITERES DEFINI DANS STORM.

Les probabilités (axe vertical) sont exprimées sous forme de probabilités de non dépassement.

Dans ce cas, le critère écotoxicologique est bon dans plus de 60% des cas, donc théoriquement, il n'y a pas trop de soucis pour le milieu récepteur, s'il n'y avait que ce déversoir dans la Seymaz (et pour autant que la série de pluie reflète les 10 dernières années)

Scénarios 2 :

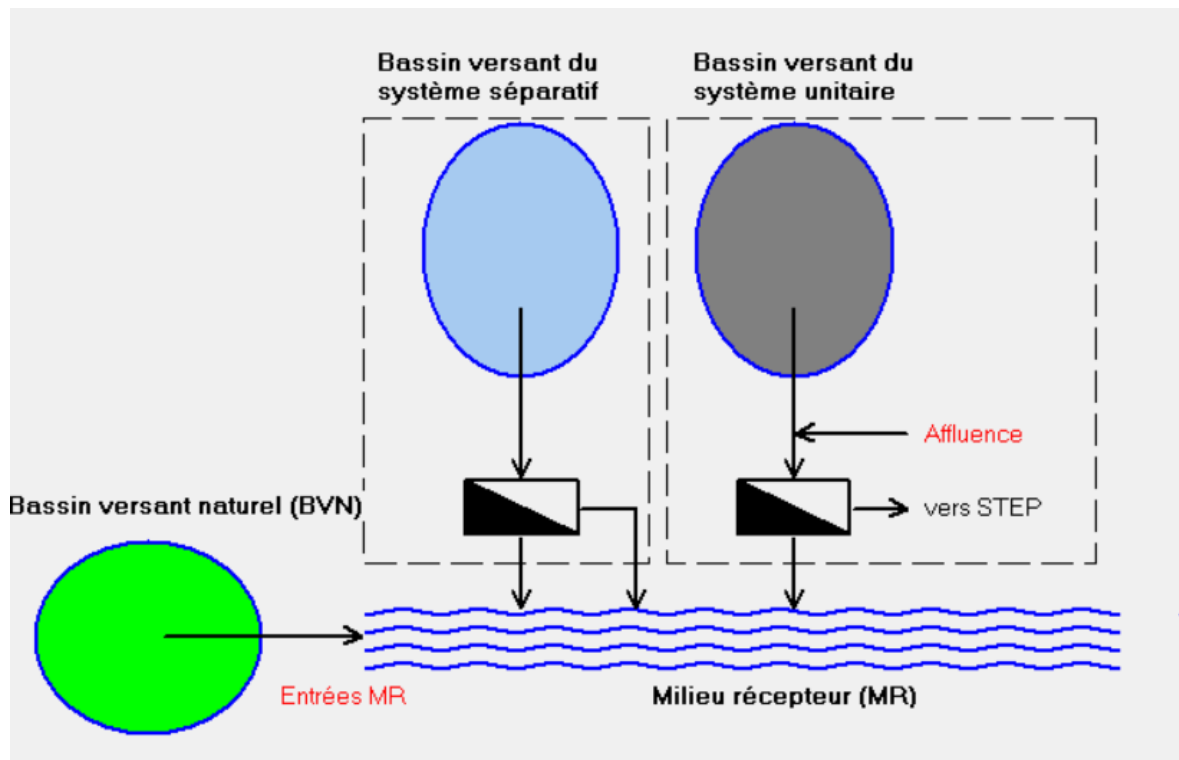


FIGURE 24: SCHEMATISATION DU SCENARIO 2 DANS REBEKA, UTILISATION DES DONNEES SIMULES DANS LA SEYMAZ ET AU NIVEAU DU DEVERSOIR D'ORAGE DIRECTEMENT DANS REBEKA

Le fichier « Affluence » en rouge dans le schéma correspond aux données d'entrées fournies par le SPDE en plus des données « MR »

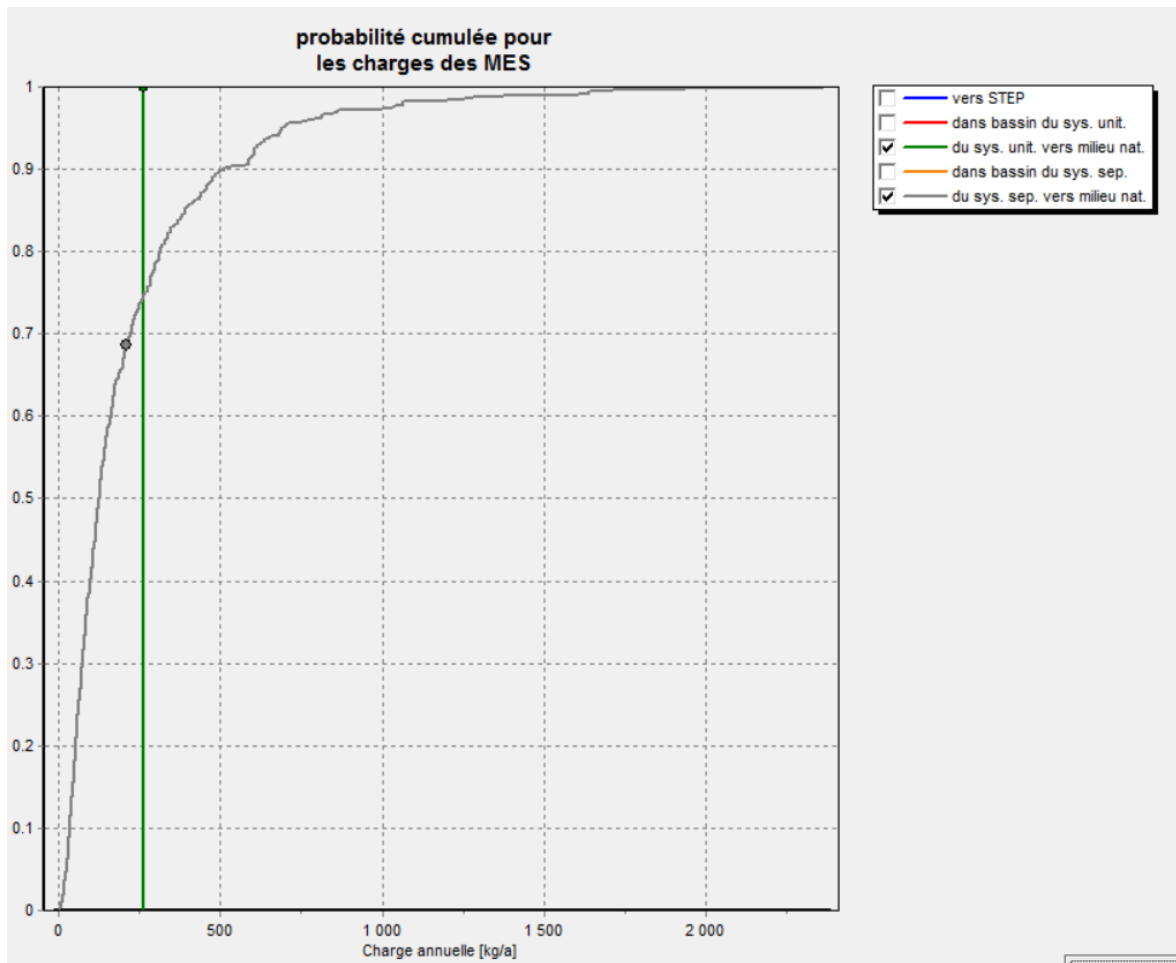


FIGURE 25: RESULTATS SOUS FORME DE MASSE DE MES, SOUS FORME PROBABILISTE

Par rapport aux résultats précédents, on voit bien la différence concernant les rejets du DO : la courbe est verticale, car on ne considère aucune variation dans les rejets des DO. De faite ces rejets ne varient pas d'une année à l'autre (260 kg/an) puisqu'ils proviennent de la série de donnée « Affluence ». Par contre, les rejets de la partie séparative restent variables d'une année à l'autre.

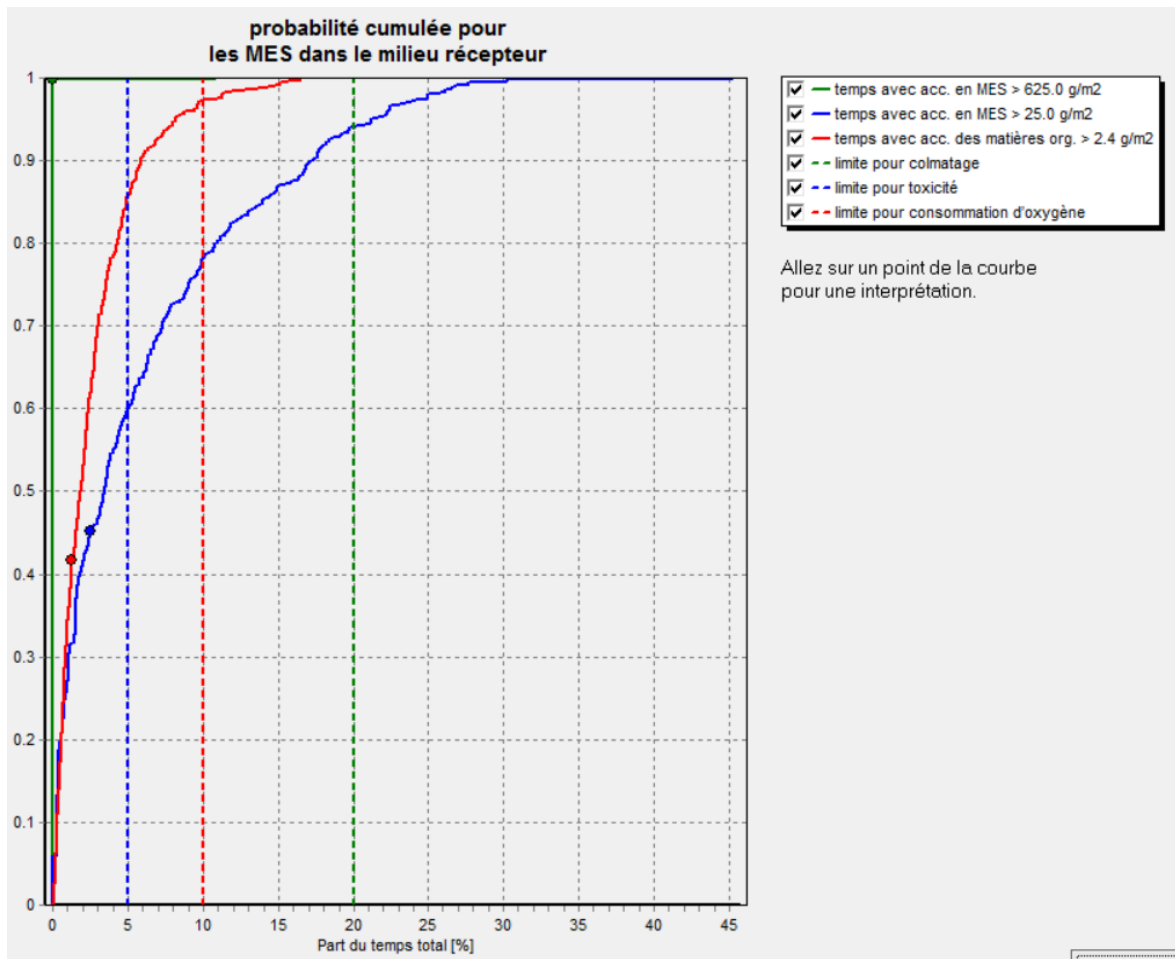


FIGURE 26: RESULTATS DES IMMISSIONS POUR LE COMPARTIMENT SEDIMENTAIRE

Concernant les immissions, soit les impacts des rejets sur la Seymaz, les résultats sont pratiquement les mêmes que dans le cas précédent : la probabilité de ne pas dépasser le critère écotoxicologique est de l'ordre de 60%, on ne devrait donc pas, a priori, s'attendre à des problèmes très aigus pour ce déversoir, dans les mêmes limites de ce que l'on a dit pour l'autre scénario... Donc ce résultat est à comparer avec les résultats de l'analyse écotoxicologique : si les valeurs ne dépassent pas ces seuils écotoxicologiques, c'est plus ou moins cohérent. Attention cependant : les séries de pluies ne correspondent pas à l'historique actuel du cours d'eau !

Analyse de sensibilité :

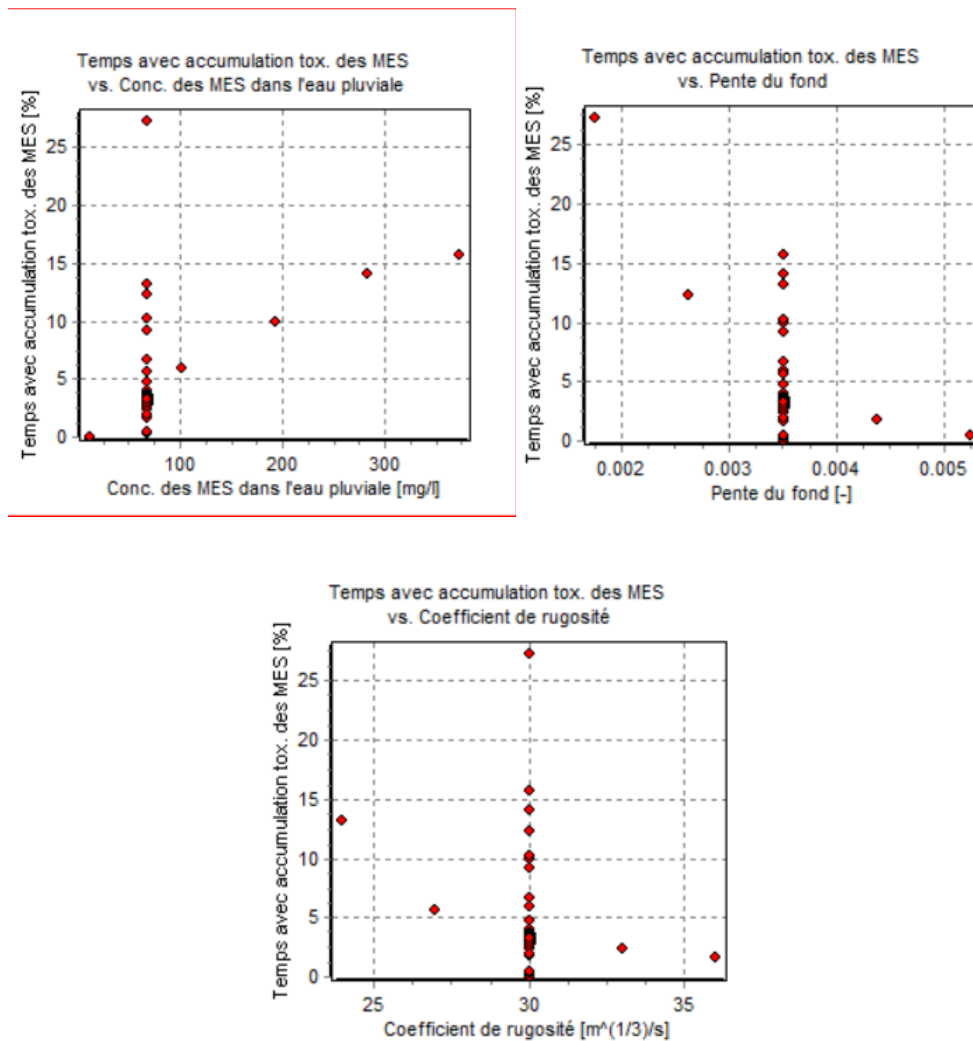


FIGURE 27: ANALYSE DE SENSIBILITE POUR (1) LA CONCENTRATION EN MES DANS LES EAUX PLUVIALES, (2) LA PENTE DU COURS D'EAU AU NIVEAU DU REJET, (3) LE COEFFICIENT DE RUGOSITE DU MILIEU RECEPTEUR

En s'intéressant principalement au critère écotoxicologique (habituellement c'est le premier à avoir des résultats mitigé à insuffisant), on constate à travers une analyse de sensibilité que les principaux paramètres sont : la concentration en MES dans les eaux pluviales, la pente du cours d'eau et le coefficient de Strickler du milieu récepteur.

ANNEXE 10 : EXTRACTION TOTALE DES ELEMENTS MAJEURS ET DES TRACES DANS LES SOLS

Les analyses ont été effectuées par le laboratoire central d'environnement de l'EPFL.

Extraction totale des éléments majeurs et des traces dans les sols

Principe :

Méthode standard mise au point pour estimer doser les éléments traces.

Réactifs :

- H₂O Milli-Q
- HCl suprapur Merk 318
- HNO₃ suprapur 441

Matériel :

- erlenmeyers de 100 ml
- plaques chauffantes
- filtres acétate de cellulose 0.45 µm
- ballons jaugés de 50 ml.

Mode opératoire :

- 1) Introduire 1 g d'échantillon sec dans un erlenmeyer de 100 ml.
- 2) Ajouter 2-3 ml d'eau Milli-Q pour obtenir une pâte puis 7.5 ml HCL supra pur Merk 318 et 2.5 ml HNO₃ suprapur Merk 441.
- 3) Boucher et laisser reposer une nuit à température ambiante.
- 4) Bouillir gentiment à reflux pendant 2 heures sur une plaque chauffante.
- 5) Laisser refroidir puis rincer avec 30 ml H₂O en collectant le tout dans l'erlenmeyer.
- 6) Filtrer la solution à travers un filtre de cellulose 0.45 µm.

7) Rincer le filtre environ 5 fois avec quelque ml d'acide nitrique 2.0 M

8) Après refroidissement, jauger à 50 ml avec HNO₃ 2.0 M.

Doser les éléments tracés par ICP-OES ou ICP-MS

Calcul : soit P : Poids en gramme du solide

V : volume final [ml]

R : résultat de l'analyse en mg/l

% : $(R \cdot V) / (1000 \cdot P \cdot 10)$

Dans notre cas : % élément : $0.005 \cdot R$ (ppm = $50 \cdot R$)

Expression des résultats :

Validation (limite de détection, taux de récupération,...)

Référence :

Cottenie et al. (1982) « Chemical analysis of plants and soils » 63p. Ghent 1982.

ANNEXE 11 : RESULTATS DES ANALYSES DE METAUX LOURDS

Quantitative :

TABLEAU 10: RESULTATS DES ANALYSES QUANTITATIVES

Sample Name		Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg
AM 22	Amont CBs 13 22.05	11.40	6.35	Low	Low	6.83
AV 22	Aval CBs 13 22.05	28.34	32.88	Low	Low	49.00
AM 25	Amont CBs 13 25.05	21.19	53.47	Low	8.95	72.46
AV 25	Aval CBs 13 25.05	28.39	110.82	Low	19.47	92.14

Tableau 11: les valeurs seuil TEC/PEC pour AV 25 qui est l'échantillon le plus contaminé :

Substance	Valeur mesurée AV 25	valeur TEC	valeur PEC
Cr	28.39	43.4	111
Cu	110.82	31.6	149
Ni	Low	22.7	48.6
Pb	19.47	35.8	128
Zn	92.14	121	459

Qualitative :

Ces mesures sont indicatives, c'est à dire que leurs valeurs peuvent être 20x plus élevées ou plus basses !

TABLEAU 12: RESULTATS QUALITATIFS DES RELEVES DE METAUX LOURDS

Élémen t	Valeur en mg/l				Valeur en mg/K			
	AM 22	AV 22	AM 25	AV 25	AM 22	AV 22	AM 25	AV 25
B	0.17	0.2	0.24	0.26	8.18	9.98	11.99	12.95
Ba	0.11	0.53	0.37	0.57	5.29	26.44	18.49	28.39
Be	0.002	0.0025	0.0026	0.0027	0.10	0.12	0.13	0.13
Ca	570	610	440	550	27417.0 3	30436.0 8	21989.0 1	27393.1 7
Cr	0.41	0.31	0.39	0.5	19.72	15.47	19.49	24.90
Cu	0.27	0.39	0.76	0.65	12.99	19.46	37.98	32.37
Er	0.48	0.27	0.3	0.57	23.09	13.47	14.99	28.39
Fe	58	55	50	69	2789.80	2744.24	2498.75	3436.60
Gd	0.01	0.0096	0.01	0.013	0.48	0.48	0.50	0.65
I	0.73	1	1.8	1.4	35.11	49.90	89.96	69.73
In	0.21	0.24	0.27	0.34	10.10	11.97	13.49	16.93
K	5	5	5.1	3.1	240.50	249.48	254.87	154.40
La	0.015	0.015	0.011	0.021	0.72	0.75	0.55	1.05
Li	0.087	0.073	0.074	0.14	4.18	3.64	3.70	6.97
Mg	24	28	22	34	1154.40	1397.07	1099.45	1693.40
Na	1.3	5.1	1.1	8.1	62.53	254.47	54.97	403.43
Nb	0.013	0.013	0.014	0.014	0.63	0.65	0.70	0.70
Ni	0.17	0.18	0.14	0.24	8.18	8.98	7.00	11.95
P	2.7	3.9	7	5.7	129.87	194.59	349.83	283.89
Pr	0.071	0.075	0.05	0.08	3.42	3.74	2.50	3.98
Re	0.27	0.29	0.19	0.28	12.99	14.47	9.50	13.95
Ru	0.11	0.1	0.11	0.14	5.29	4.99	5.50	6.97
S	34	42	41	41	1635.40	2095.60	2048.98	2042.04
Sc	0.0051	0.0056	0.0041	0.007	0.25	0.28	0.20	0.35
Si	2.5	4.7	0.8	1.4	120.25	234.51	39.98	69.73
Sr	1.5	1.6	1.2	1.5	72.15	79.83	59.97	74.71
Th	1.8	1.9	1	1.9	86.58	94.80	49.98	94.63
Ti	0.22	0.13	0.14	0.27	10.58	6.49	7.00	13.45
V	0.032	0.032	0.033	0.049	1.54	1.60	1.65	2.44
Y	0.01	0.0095	0.0059	0.011	0.48	0.47	0.29	0.55
Zn	0.14	0.21	0.35	0.32	6.73	10.48	17.49	15.94
Ag	< 0.015	< 0.015	< 0.015	0.02	< 0.75	< 0.75	< 0.75	1.00
Al	23+	24+	23+	23+	1100+	1100+	1100+	1100+
Co	< 0.021	< 0.021	0.22	0.079	< 1.06	< 1.06	10.99	3.93

Dy	< 0.0052	< 0.0052	0.0053	0.007	< 0.27	< 0.27	0.26	0.35
Lu	< 0.0042	< 0.0042	< 0.0042	0.0051	< 0.22	< 0.22	< 0.22	0.25
Mn	3.1	3.6	> 1000 !	> 1000 !	149.11	179.62	> 49800	> 49800
Pb	< 0.063	< 0.063	< 0.063	0.22+	< 3.16	< 3.16	< 3.16	10.96+
Rb	86	84	68	110+	4136.60	4191.20	3398.30	5475+

Comme les valeurs en soit ne sont pas exploitables, établir un rapport entre elles est judicieux.

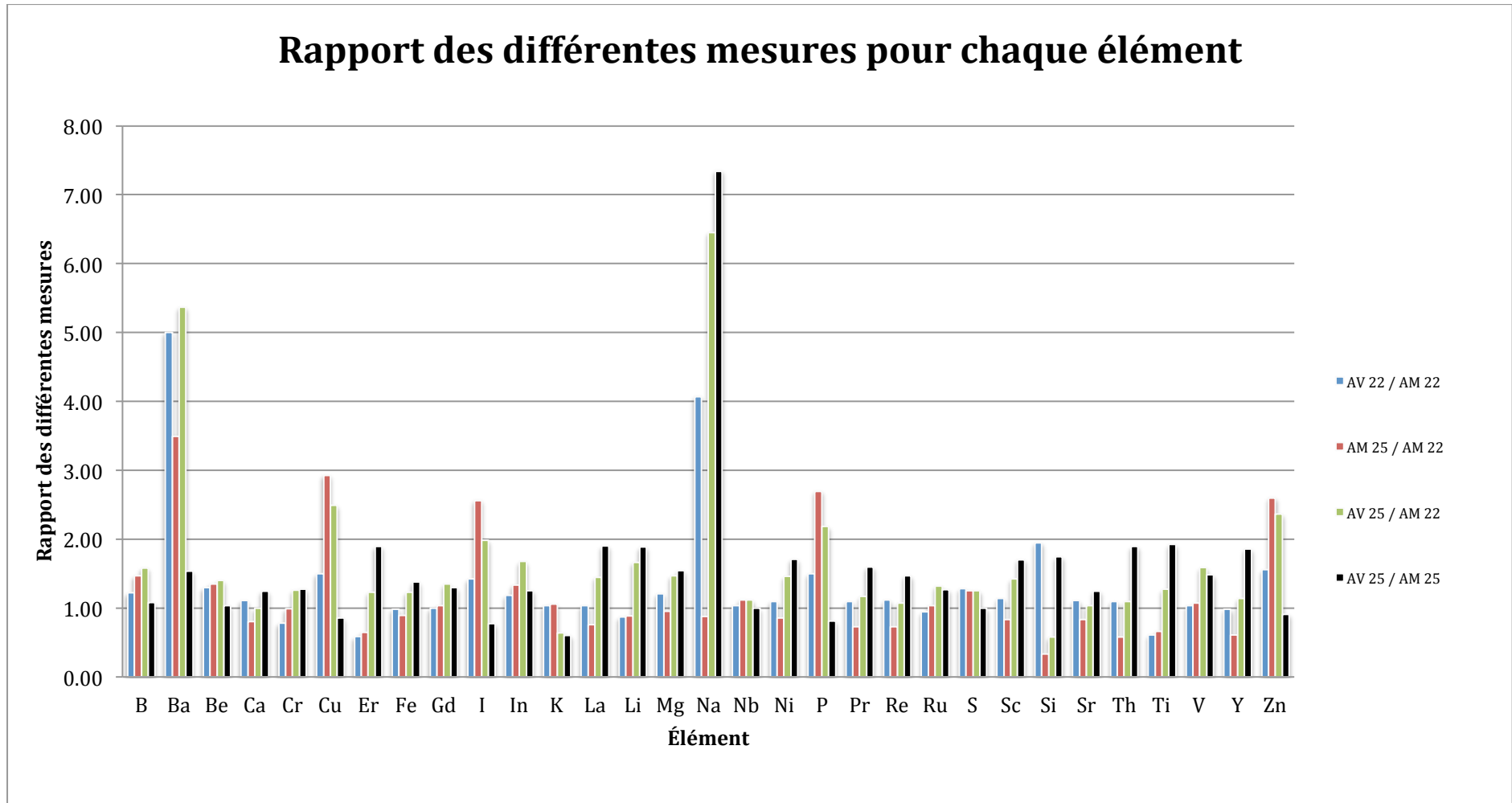


FIGURE 28: RAPPORT ENTRE LES RESULTATS QUALITATIFS

ANNEXE 12 : ASPECT GENERAL CBS13

Le tableau 13, montre les résultats du module *Aspect général* effectué en mai 2014. Les photos suivantes ont été prise le jour des relevés.

TABLEAU 13: RESULTATS DE L'ASPECT GENERAL EN AVAL DU CBS13

Paramètres	Résultat
Boues	Peu/moyen
Turbidité	Nulle
Coloration	Aucune
Mousse	Peu/moyen
Odeur	Aucune
Sulfure de fer*	Beaucoup
Colmatage	Aucun
Déchets	Aucun
Organisme hétérotrophe*	Non sporadique
Végétation	Moyen

* Les résultats ne sont issus que d'observations sur le terrain. Aucun échantillon n'a été analysé en laboratoire



