

FTI

**Fondation pour les Terrains
Industriels de Genève**



BASSIN DE RETENTION DE LA GALAISE

OPTIMISATION DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

Préverenges, le 14 novembre 2019



Gestion des Eaux et Déchets - GED SA
Génie civil et environnement
Bureau d'études et de réalisations

Trési 6D
CH-1028 Préverenges
Tel : 021 / 802.68.41
e-mail : info@ged.ch Site Web : www.ged.ch

SOMMAIRE

1	Introduction et problématique générale	3
1.1	Introduction.....	3
1.2	Historique	3
1.3	Contexte	4
1.4	Objectif de l'étude de 2017	5
1.5	Aspects (hydro)géologiques.....	5
2	Bassin versant.....	8
2.1	Bassins versants présents	8
2.1.1	<i>Choix des bassins versants</i>	<i>8</i>
2.1.2	<i>Caractéristiques et coefficients de ruissellement présents</i>	<i>9</i>
2.2	Bassins versants futurs.....	11
2.2.1	<i>Nouveau bassin versant.....</i>	<i>11</i>
2.2.2	<i>Coefficients de ruissellement futurs.....</i>	<i>11</i>
3	Réseau	13
3.1	Collecteurs	13
3.2	Eaux de ruissellement des chaussées	13
4	Bassin de rétention	14
4.1	Dimensionnement d'origine.....	14
4.2	Descriptif de l'ouvrage.....	14
4.2.1	<i>Cheminement de l'eau et fonctionnement.....</i>	<i>14</i>
4.2.2	<i>Équipement, appareillage, MCR et automation.....</i>	<i>22</i>
4.2.3	<i>Exploitation.....</i>	<i>24</i>
4.2.4	<i>Aspects structurels du bassin</i>	<i>25</i>
5	Simulations hydrauliques du bassin versant et de l'ouvrage	26
5.1	Modèle et calage	26
5.2	Objectif de dimensionnement	26
5.3	Simulations événementielles.....	26
5.4	Simulations continues	29
6	Extension du bassin de rétention.....	30
6.1	Variantes possibles	30
6.2	Avant-devis des travaux	30
6.2.1	<i>Devis pour la cuve en béton.....</i>	<i>30</i>
6.2.2	<i>Devis pour le génie civil (hors cuve en béton).....</i>	<i>31</i>
6.2.3	<i>Appareillage, équipement, automation</i>	<i>31</i>
6.2.4	<i>Devis global.....</i>	<i>32</i>

1 INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE GENERALE

1.1 Introduction

Le but du présent document est de d'indiquer aux soumissionnaires pour le projet d'extension du bassin de rétention de la Galaise les principales contraintes intervenues depuis l'adoption de nouveaux plans directeurs relatifs à l'assainissement. Il s'agit du PREE (plan régional d'évacuation des eaux) Aire-Drize et du PGEE (plan général d'évacuation des eaux) de la commune de Plan-les-Ouates.

Une étude effectuée en 2017 par le bureau GED SA a permis de dimensionner le volume utile de l'extension du bassin de rétention. Les principaux éléments de cette étude sont repris dans le présent rapport.

1.2 Historique

Au début des années 1990, l'alors Département des Travaux Publics a étudié différentes variantes d'évacuation des eaux claires en vue de l'extension de la zone industrielle de Plan-les-Ouates (ZIPLO).¹

L'Aire a été subdivisée en Aire amont et Aire aval, elle-même subdivisée en trois secteurs. Le bassin de rétention de la Galaise concerne l'Aire inférieure, après la galerie de dérivation de l'autoroute vers le Rhône. Avec la construction de l'autoroute et l'extension de la zone industrielle de Plan-les-Ouates il y avait une crainte que les orages violents en période estivale ne provoquent des inondations suite à l'imperméabilisation de milliers de mètres carrés. Auparavant, les crues dans l'Aire étaient constatées lors de longues pluies hivernales ou printanières, parfois en parallèle à la fonte des neiges.

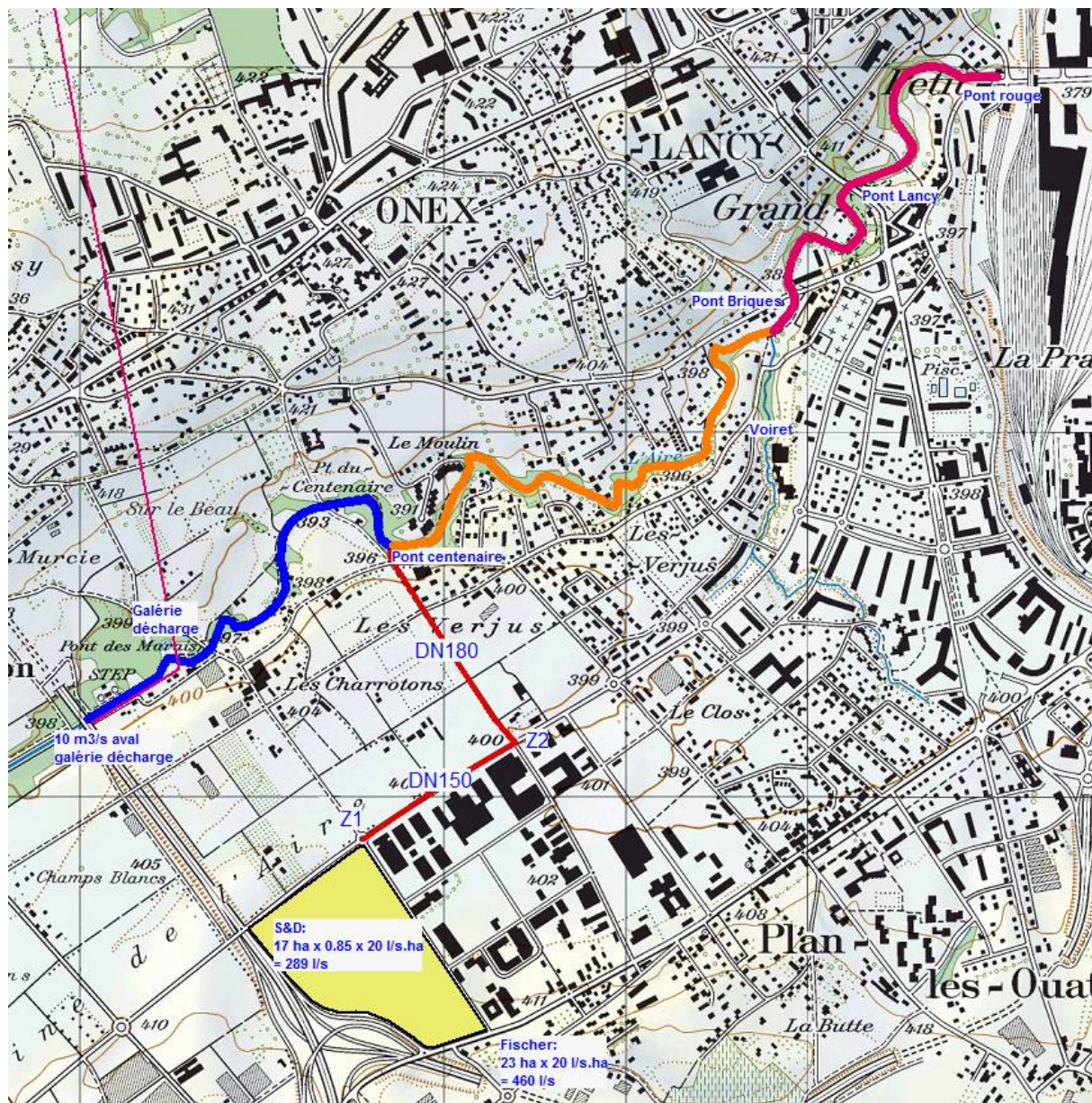
Les coefficients de ruissellement ont été choisis selon la zone. Pour la zone industrielle un coefficient de 0.85 a été fixé. Les simulations ont été faites pour des temps de retour de 10 et 30 ans. Le calcul pour T = 10 ans était indicatif, mais il a été néanmoins fait étant donné son utilisation généralisée pour le dimensionnement d'ouvrages d'évacuation d'eaux claires. Un temps de retour de 20 ans a été considéré comme la valeur minimale, afin de protéger les riverains d'inondations de l'Aire. Le dimensionnement a été fait à partir de la synthèse entre des pluies historiques et des pluies synthétiques, en gardant la structure des pluies historiques intactes et en adaptant l'intensité en fonction des courbes IDF. Trois variantes ont été étudiées : rétention centralisée, semi-centralisée et décentralisée. Le bassin centralisé a été dimensionné selon la méthode où le débit de vidange est constant et est égal à $0.7 \times$ le débit maximum de l'orifice. Dans le comparatif de variantes il a été tenu compte, pour l'implantation, de la relative mauvaise qualité du terrain (sables, limons fluents, argiles molles) ainsi que du niveau de la nappe à environ - 2.0 m du sol.

Le choix s'est porté sur la solution centralisée sur la base des données suivantes : surface de 20 ha, coefficient de ruissellement de 0.83, pas de temps de 10 minutes, débit maximum de vidange de 340 l/s, débit minimum de vidange de 238 l/s, volume utile pour T = 30 ans de 6'500 m³.

Le Conseil d'Etat a alloué un crédit de Fr. 3.7 millions et le bureau Fisher a établi le projet en 2001 en proposant une réalisation en deux phases : 3'500 m³ + 2'750 m³ = 6'250 m³. La raison était que tant que le coefficient de ruissellement moyen restait inférieur à 0.50, un volume de 3'500 m³ était suffisant. La zone industrielle considérée à l'époque a une surface de 23 ha.

¹ Voir rapport SD de mars 1990.

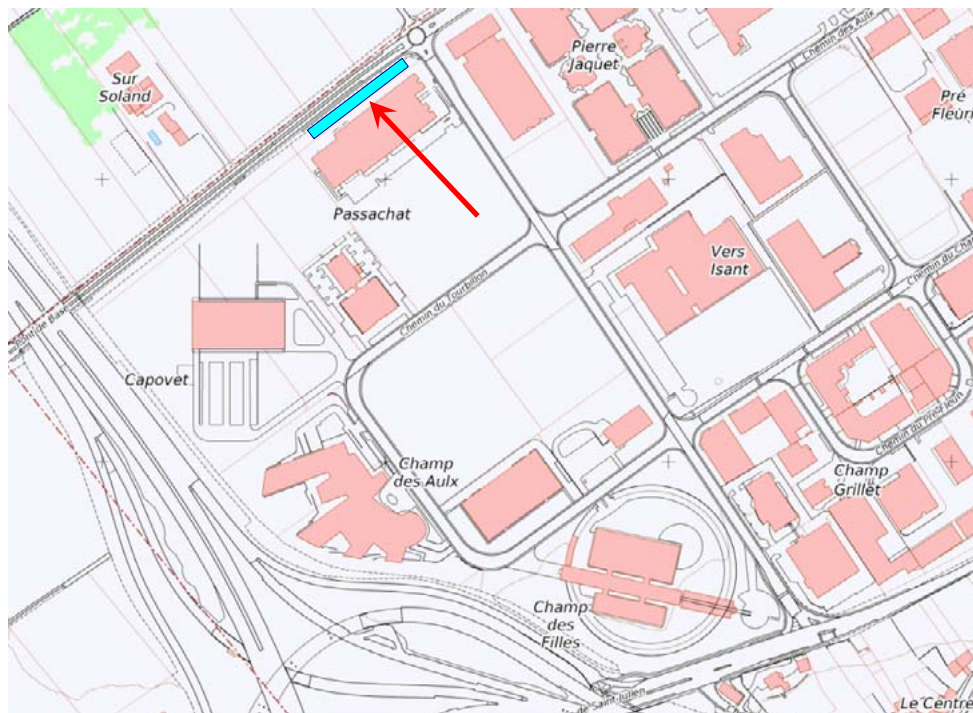
La simulation effectuée par le bureau Fisher était basée sur des pluies mesurées à Pully et engendrant un volume annuel de 9'000 m³. Appliqué à Genève, le calcul donnait, après correction, 7'200 m³/an. Avec des pompes de 100 l/s, la durée estimée du pompage était de 20 h/an avec une intensité de pluie de 10 l/s-ha dépassée entre 8 et 10 h/an.



Aire inférieure avec les trois secteurs considérés dans l'étude SD de 1990 (les DN sont en cm).

1.3 Contexte

Le bassin de rétention des eaux pluviales de la Galaise a finalement été implanté à l'angle sud du carrefour des routes de Base et de la Galaise. Il a été construit en 2002 et mis en service en 2003. Il a été financé par la FTI (Fondation pour les Terrains Industriels de Genève).



Bassin de rétention de la Galaise, phase 1 (en bleu), voir flèche rouge.

1.4 Objectif de l'étude de 2017

Etablir un diagnostic de fonctionnement de l'ouvrage, procéder à une simulation (événementielle et continue sur 20 ans) et calculer un nouveau débit de limitation respectant les nouvelles contraintes de rejet dans l'Aire issues du PREE Aire-Drize.

1.5 Aspects (hydro)géologiques

Au niveau géologique, d'après l'Atlas géologique Suisse, les terrains sont constitués d'alluvions provenant du délavage des moraines würmiennes (Limon). Plusieurs sondages déjà réalisés dans la zone du projet (voir illustration ci-dessous), confirment la carte géologique avec la présence de limons sableux parfois argileux en surface où devrait se situer le projet (prof. des sondages consultables (jaunes) en ligne jusqu'à 3.8 m sous TN).

La Molasse se trouve à plus grande profondeur vers l'altitude de 300 msm (TN proche de 404.5 msm proche de ce projet). Le site se trouve en Classe D de sol de fondation (Dépôts de sables fins, silts ou argiles non consolidés, d'une épaisseur de plus de 30 mètres).



Au niveau hydrogéologique, le projet se situe en secteur B de protection des eaux souterraines (ES) dans une zone avec présence d'une nappe superficielle. A priori sans restriction constructive particulière. La carte des isopièzes indique une altitude des ES proche de 402 msm. Le fond du bassin sera donc vraisemblablement en contact avec les ES. On rappellera qu'il est interdit de drainer une nappe ES de manière pérenne. Au besoin des by-pass seront mis en place pour maintenir les écoulements d'ES. Il n'y pas à notre connaissance de puits ou de captage proche du projet.

Il n'y a pas de sites pollués signalés au cadastre cantonal au droit de ce projet. En cas de découverte de déchets, ces derniers seront traités selon la législation en vigueur.

Au niveau géotechnique, nous recommandons en premier d'effectuer une campagne de sondages géologiques et de mettre en place des piézomètres afin de mieux saisir la géologie et l'hydrogéologie locale.

En première approximation, voici les éléments qui pourront être déterminant :

- A priori le sol sera de médiocre qualité géotechnique, les fondations devront prendre en compte les résultats de la campagne de sondage proposée et des fondations profondes (pieux) pourraient s'avérer nécessaires.
- Les terrains pourront être excavés à la pelle mécanique. La revalorisation des matériaux meubles d'excavation non pollués sur le site, pour le remblayage notamment, est possible pour autant qu'ils aient été bien stockés, qu'ils ne contiennent pas de matière organique et que leur teneur en eau et leur fraction limoneuse le permettent. Le fond de fouille sera sensible à l'eau.
- Les pentes des talus d'excavations seront à adapter en fonction des résultats de la campagne de sondages. Pour des fouilles supérieures à 2-3 m de profondeur ou à proximité d'infrastructure (rte de Base), une analyse plus fine de la stabilité doit être réalisée avant le début des terrassements. Cas échéant, des moyens de confortements (confortement de pied de talus, blindage de fouille) devront être envisagés et mis en œuvre ponctuellement.

- La présence d'une nappe d'eau souterraine nécessitera d'évacuer les ES en cours de chantier et de prendre en compte la poussée d'Archimède dans le dimensionnement de l'ouvrage (vide et plein). Toutes les dispositions doivent être prises pour l'épuisement des eaux en cas de venues d'eau intempestives (béton poreux, pompes, étayage, etc).
- On veillera à traiter les eaux de chantier, météoriques et de ruissèlement conformément aux bases légales LPE, LEaux, OEaux, OMoD, recommandations SIA/SA 431 (évacuation et traitement des eaux de chantier) VSS 509 431 en vigueur.

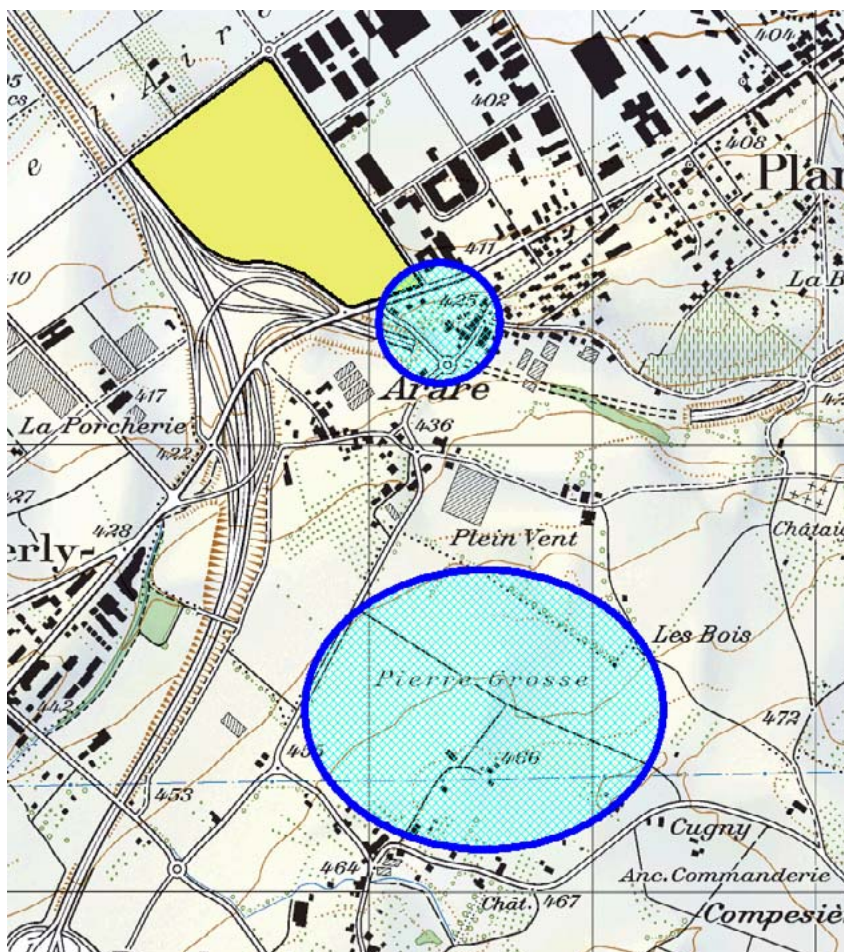
2 BASSIN VERSANT

2.1 Bassins versants présents

2.1.1 Choix des bassins versants

Bien que dans les études précédant la construction du bassin de rétention la surface considérée était d'une vingtaine de ha, il ressort, après analyse des réseaux d'évacuation et des systèmes de drainage agricoles, que le dit bassin récolte également :

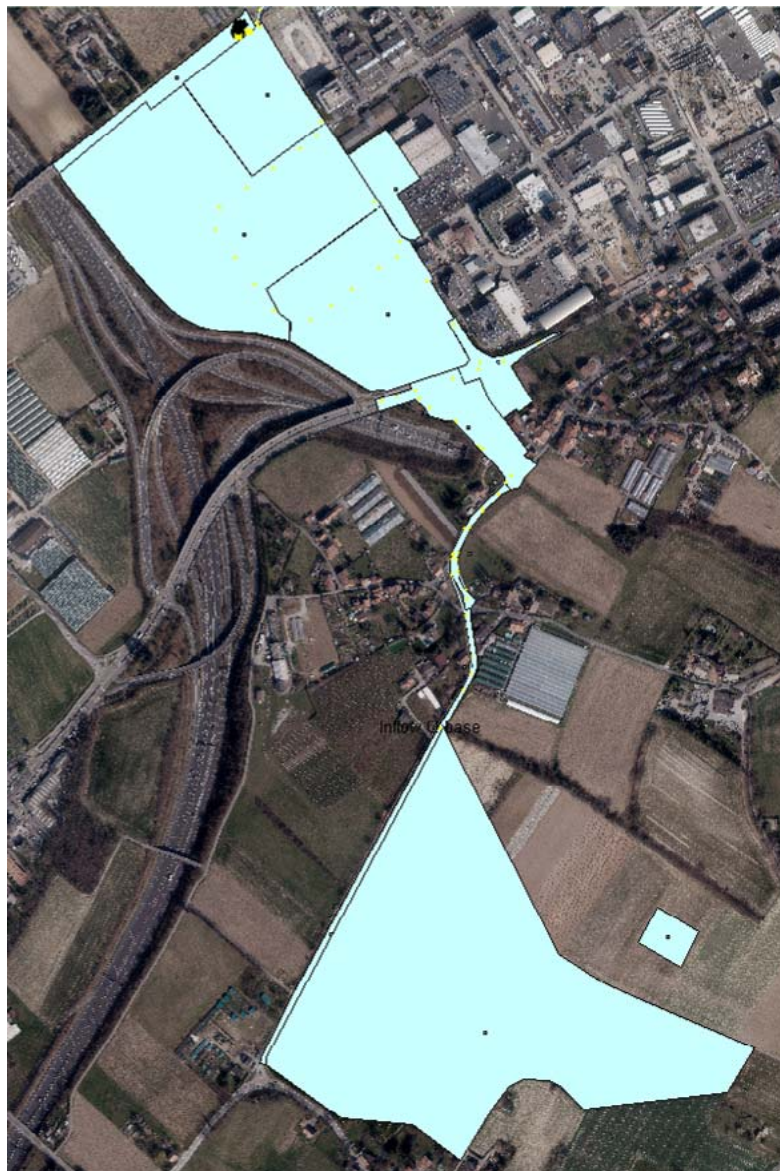
- Les eaux pluviales d'une partie de la zone bâtie adjacente au ch. de la Châtière.
- Les eaux pluviales de la route de Bardonnex.
- Les eaux de drainage des terres agricoles situées au sud du ch. des Chouettes, sur le territoire de la commune de Bardonnex.



Secteurs (en bleu) également raccordés au réseau EC de la ZIPLO (en jaune).

La surface totale raccordée est par conséquent plus du double de celle initialement prévue, à savoir 41 ha, dont près de la moitié en zone agricole.

Le bassin versant agricole a été délimité en tenant compte du réseau de drainage, de la couverture du sol ainsi que des pentes moyennes. Le réseau de drainage est par ailleurs en partie présumé. Nous nous sommes notamment basés sur les drains en champ répertoriés.



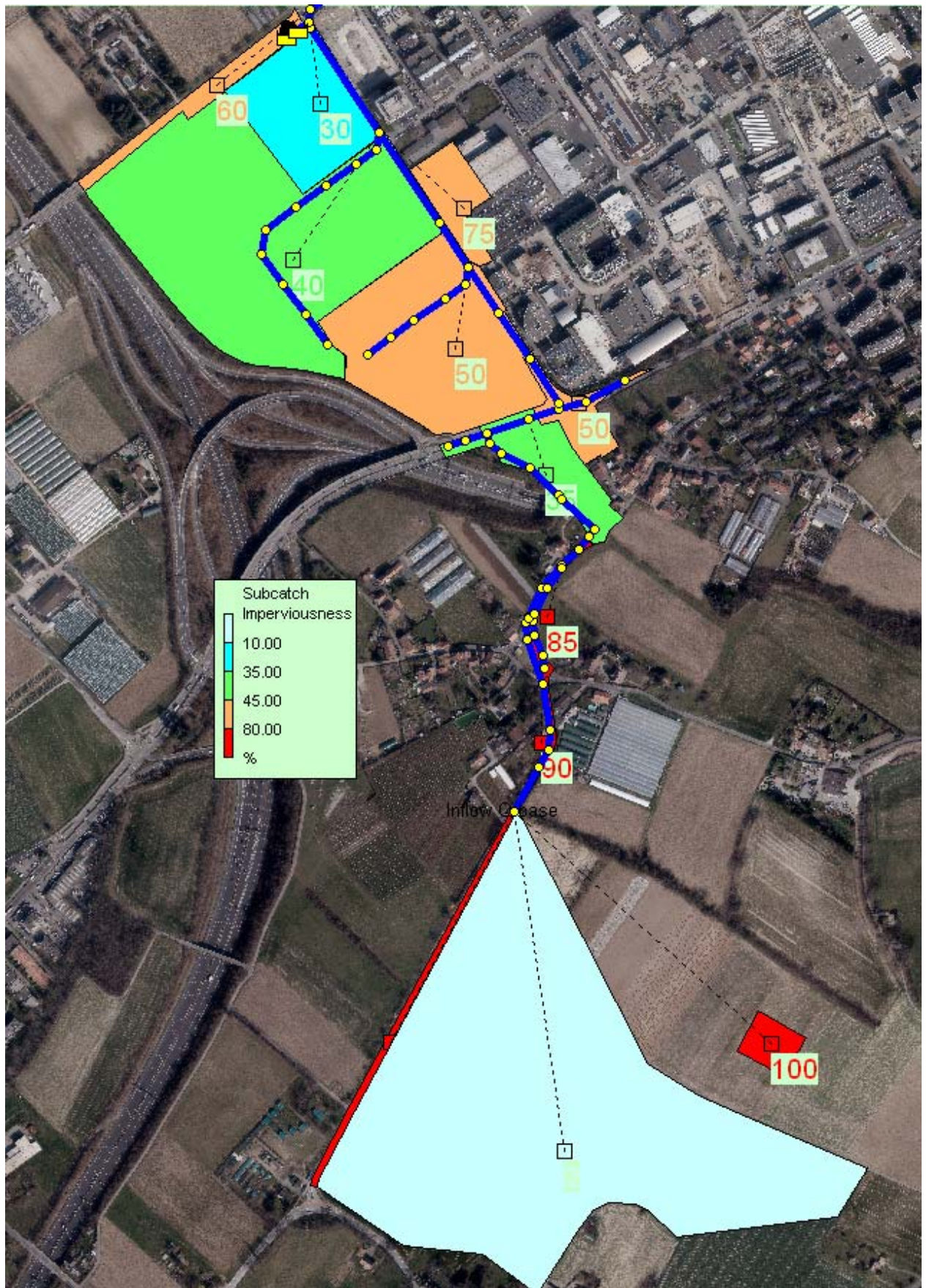
Bassins versants admis comme raccordés au bassin de rétention de la Galaise.

2.1.2 Caractéristiques et coefficients de ruissellement présents

Le logiciel de simulation utilisé pour la modélisation hydraulique est le logiciel SWMM. Dans SWMM, chaque sous-bassin versant est divisé en une fraction perméable et une fraction imperméable, la taille respective des deux fractions étant définie par le pourcentage d'imperméabilité. Seule la fraction perméable permet une perte d'eau par infiltration. Les coefficients de ruissellement (CR) ont été définis sur la base des orthophotos, selon la nature et la couverture du sol.

A la page suivante on peut voir les différents bassins versants considérés, classés selon les taux d'imperméabilisation actuels. En bas à droite est symbolisé, en rouge, un bassin rural « fictif » de drainage.

Notons que le bassin versant où est situé le bassin de rétention de la Galaise (en haut, de forme allongée, et qui correspond à la route de Base avec un taux d'imperméabilisation de 60%) est raccordé à l'aval du bassin de rétention. Nous n'en avons pas tenu compte dans la simulation.



Bassins versants raccordés au bassin de rétention de la Galaise avec taux d'imperméabilisation pour l'état présent (en %).

Les autres paramètres de configuration des sous-bassins versants modélisés ont été choisis à partir de valeurs caractéristiques ayant été déterminées dans des modélisations de réseaux comparables. La capacité d'infiltration des surfaces perméables a été fixée à une valeur unique et caractéristique d'un sol faiblement perméable. Les autres caractéristiques des bassins versants sont les suivantes.

Paramètres		Valeur
Infiltration :	Curve Number zone urbanisée (bassin versant rural)	70 (78)
	Temps de ressuyage du sol (sauf n° 34 et 35)	5 j (0.5j)
Ruissellement :	Strickler surface perméable (BV drainage)	10 (0.5)
	Strickler surface imperméable (BV drainage)	75 (0.5)
	Stockage dans les dépressions du sol des surfaces imperméables (BV drainage)	1.8 mm (1 mm)
	Stockage dans les dépressions du sol des surfaces perméables (BV drainage)	4 mm (1 mm)
Forme des sous-bassins-versants :	Paramètre W de largeur des sous bassins versants (en mètres)	0.4√aire (en principe)

Caractéristiques générales des bassins versants raccordés au bassin de rétention de la Galaise.

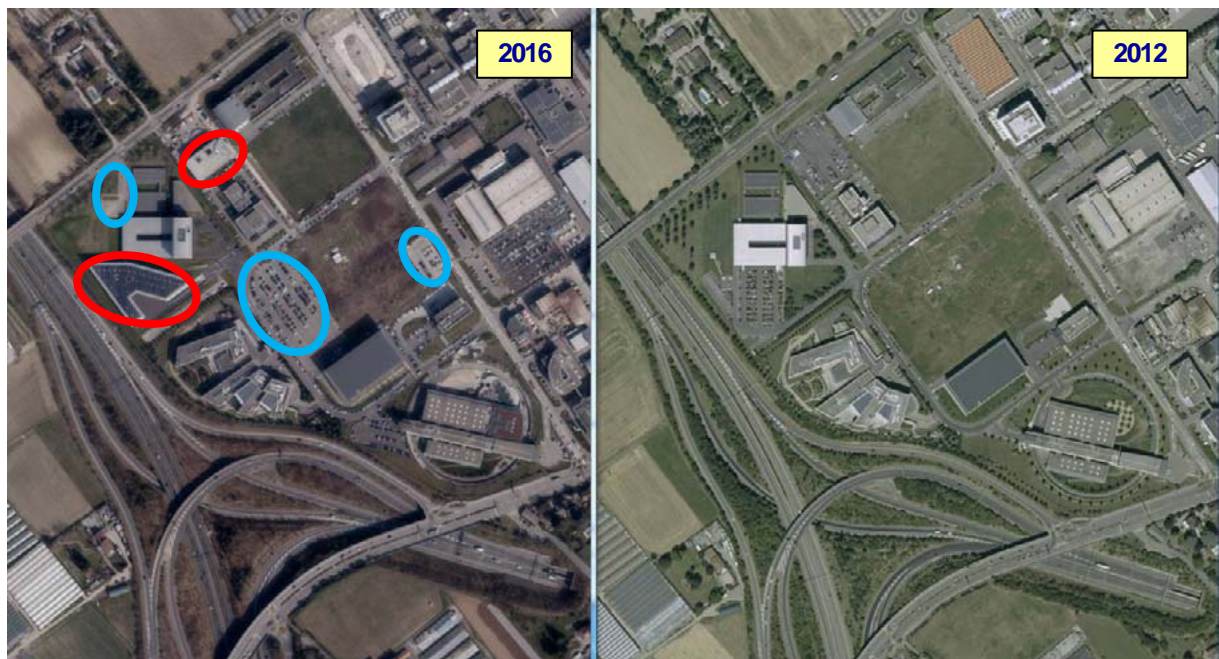
2.2 Bassins versants futurs

2.2.1 Nouveau bassin versant

Les bassins versants futurs sont les mêmes que les bassins versant présents, à une exception près. Le seul nouveau bassin versant considéré est celui dû à la construction du futur tram. Cette construction traversera la ZIPLO et impliquera des nouvelles surfaces étanches ; nous en avons tenu compte par le biais des coefficients de ruissellement futurs.

2.2.2 Coefficients de ruissellement futurs

La ZIPLO connaît un développement relativement important ces dernières années. Plusieurs projets de construction sont en cours. Ce développement se reflète au niveau des orthophotos. Nous avons travaillé, courant 2016, sur la dernière orthophoto disponible, celle de 2012. Puis début 2017 ont été mis en ligne les orthophotos de fin 2016. En quatre ans, il y a eu deux nouveaux bâtiments (en rouge ci-dessous) et trois nouvelles surfaces étanchéifiées (en bleu).



Orthophotos 2012 et 2016 de la ZIPLO. On constate de nouveaux bâtiments (en rouge) et de nouvelles surfaces imperméabilisées (en bleu).

Dans les années 1990, les auteurs de l'étude de variantes de rétention à la ZIPLO avaient émis comme hypothèse un coefficient de ruissellement de la zone industrielle de 0.85. Ce coefficient a très vraisemblablement été repris au moment du projet d'exécution du bassin actuel.

De notre côté, nous avons procédé à deux calculs distincts pour fixer les coefficients de ruissellement futurs.

Le premier a consisté à tenir compte des possibilités de construction dans les surfaces existantes pas encore imperméabilisées. Les coefficients de ruissellement ne changent pas pour la plupart des bassins versants (bassin rural, routes, secteurs à proximité de la ZIPLO), mais pour les trois principaux bassins de la ZIPLO.

Le deuxième calcul a intégré une rétention partielle à la parcelle. Pour cela nous avons étudié plusieurs demandes d'autorisation de construire (DAC) déposées en 2016. Le résultat est un coefficient de ruissellement de **0.72** pour un bâtiment administratif-industriel moderne, en tenant compte d'une rétention en toiture et d'aménagements extérieurs partiellement végétalisés. Ce calcul nous semble représentatif, dans la mesure où la parcelle étudiée est de près de 27'000 m² et aussi parce que la tendance actuelle d'aménager des espaces végétalisés (extérieurs, en toiture) se généralise de plus en plus. Ceci est facilité par un récent allègement de la taxe pour des parcelles faisant de la rétention.

Ce constat nous a fait baisser de 5% les coefficients de ruissellement pour les zones de la ZIPLO dans le calcul à saturation. Le coefficient de ruissellement qui en résulte est supérieur à une application systématique de mesures de rétention, mais il est sensiblement inférieur à ce qui était prévu lors du dimensionnement d'origine, à savoir 85%. La différence de 10% entre les 85% établis pour le dimensionnement du bassin de rétention et les 75% admis pour le futur représentent théoriquement environ 2 ha de surface imperméabilisée en moins.

Notons que l'application partielle de mesures de rétention à la parcelle réduit à elle seule de près d'un hectare la surface réduite par rapport à notre propre estimation initiale.

3 RESEAU

3.1 Collecteurs

L'ossature principale du système des eaux pluviales raccordé au bassin de rétention de la Galaise se compose de l'aval vers l'amont :

- Du collecteur de la route de la Galaise (DN 1500, DN 1300 et DN 900, en amiante-ciment).
- Du collecteur de la route de St-Julien (DN 700 en PVC) sur le tronçon compris entre la route de la Galaise et le ch. de la Châtière.
- Du collecteur implanté sous le ch. de la Châtière (DN 400 en PVC) et la route de Bardonnex (ovoïde 400/600 en béton, DN 400 en PVC). Cette canalisation s'étend jusqu'au carrefour avec le ch. du Rouet.

Après rétention dans le bassin (ou by-pass de celui-ci), les eaux sont évacuées à l'Aire par l'intermédiaire du réseau situé sous la route de Base et le ch. du Centenaire (voir plan du ch. 1.3 *Historique*). Le PGEE indique que la capacité hydraulique du système pour l'état actuel et futur de l'imperméabilisation est globalement suffisante pour un temps de retour de 10 ans. Seul un tronçon restreint de la canalisation situé sur la route de Bardonnex, à l'amont du ch. de la Châtière, pourrait se mettre en charge.

3.2 Eaux de ruissellement des chaussées

Les eaux pluviales ruisselées sur une partie des routes de St-Julien, de la Galaise et de Bardonnex sont évacuées au bassin de rétention de la Galaise. Selon les estimations du trafic journalier moyen à disposition avec respectivement 11'000, 9'000 et 5'000 véhicules/jour, la pollution générée par ces voies de circulation se situe dans une gamme « moyenne ». Le milieu récepteur, l'Aire, étant jugé sensible au rejet des eaux usées, ces dernières devraient, théoriquement, être traitées avant rejet.

4 BASSIN DE RETENTION

4.1 Dimensionnement d'origine

La zone industrielle considérée au moment du projet du bassin de rétention a une surface de 23 ha. La capacité du limiteur de débit a été fixée sur la base d'un débit spécifique de 20 l/s·ha, et cela pour un temps de retour de 30 ans :

$$20 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \times 23 \text{ ha} = 460 \text{ l/s (T = 30 ans)}$$

Etant donné qu'au moment de la construction l'extension de la zone industrielle n'était pas encore construite, seule une première phase de 3'500 m³ a été réalisée. Entre temps, une partie de la surface a été imperméabilisée. Par ailleurs, la surface effectivement raccordée s'avère plus importante que celle utilisée pour le dimensionnement. Ces deux points, associés au fait que seule la première phase du bassin a été réalisée, font que la question de vérifier le dimensionnement du bassin se pose d'autant plus que le PREE a modifié les conditions de rejets des eaux claires dans l'Aire.

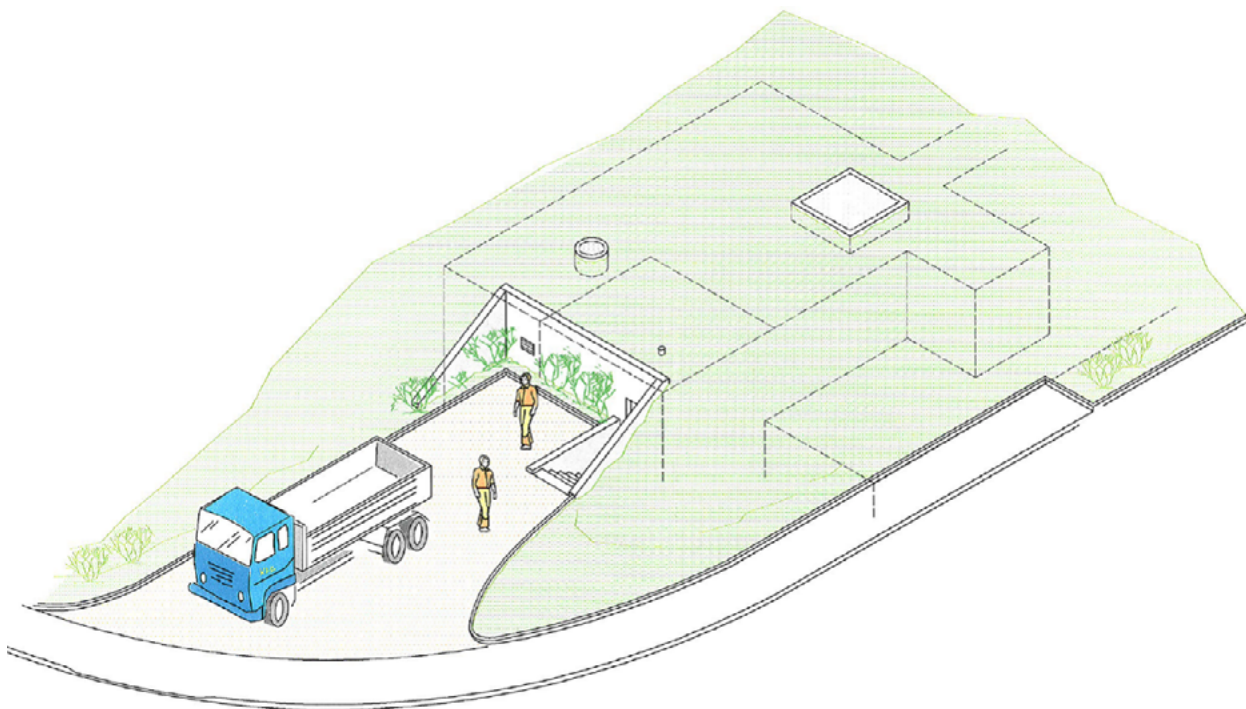
4.2 Descriptif de l'ouvrage

4.2.1 *Cheminement de l'eau et fonctionnement*

Le bassin se compose :

- D'un décanteur.
- D'une chambre de régulation.
- D'un volume de rétention.
- D'une chambre de sortie.
- D'une fosse de pompage pour les eaux pluviales, eaux usées et eaux de drainage.

L'ouvrage est complètement enterré et recouvert avec de la terre végétale.



Vue de l'entrée du bassin de rétention de la Galaise.

Sur la route de la Galaise, les eaux sont déviées vers le bassin. Il est possible de le by-passer à cet endroit, en cas d'intervention.

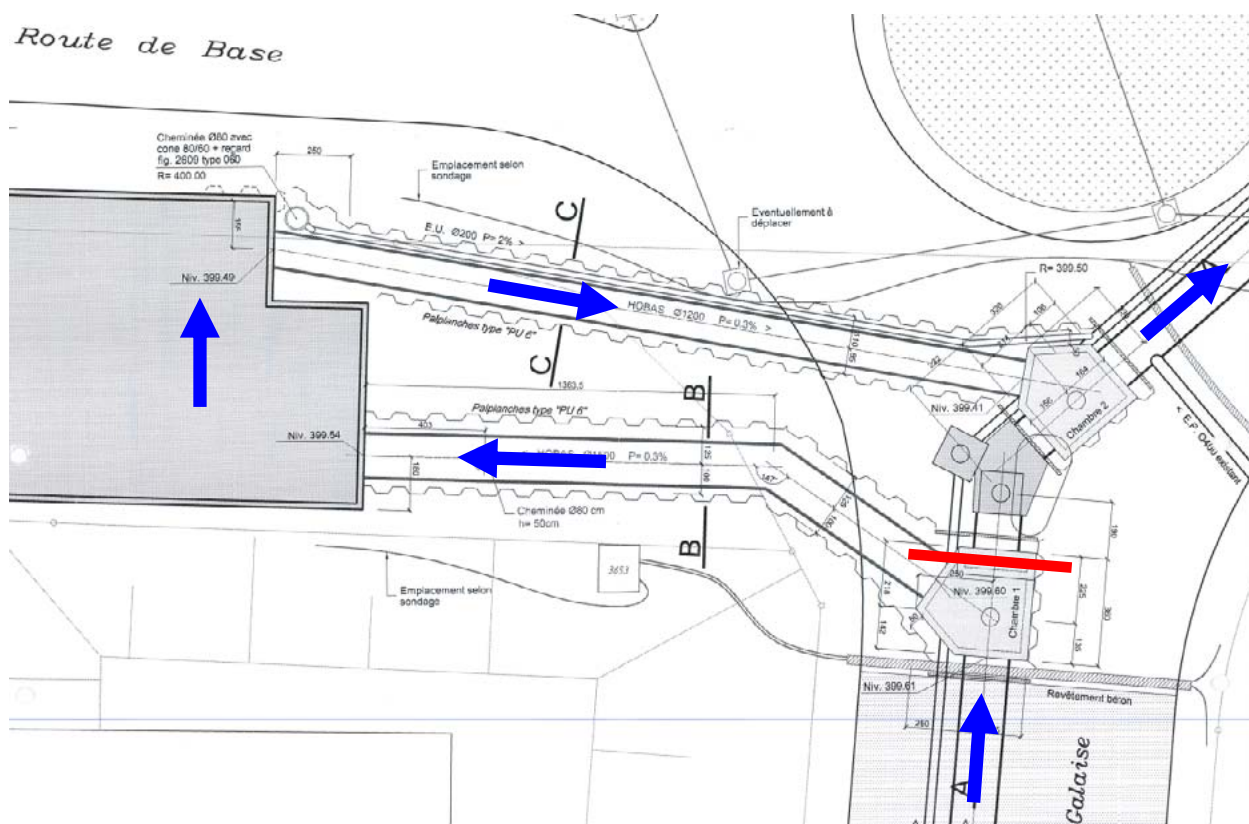


Schéma du parcours des eaux claires à l'amont et à l'aval du bassin en temps normal. Un système de vannes permet de by-passer tout l'ouvrage de rétention.

A leur entrée dans l'ouvrage, les eaux s'écoulent dans le décanteur et sont dirigées dans la chambre de régulation équipée d'un limiteur de débit.

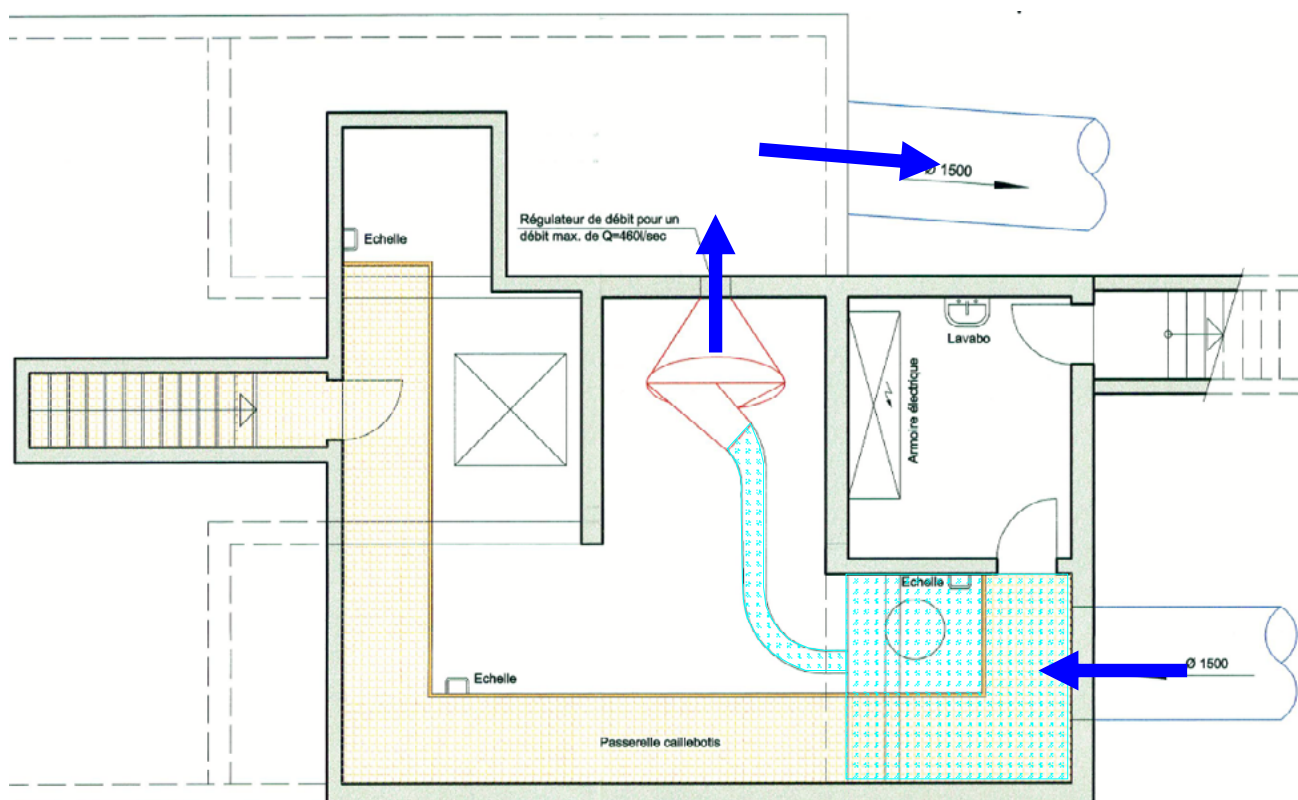


Schéma du parcours des eaux claires dans l'ouvrage en temps normal.

La chambre de régulation est équipée d'une surverse reliée au bassin de rétention.

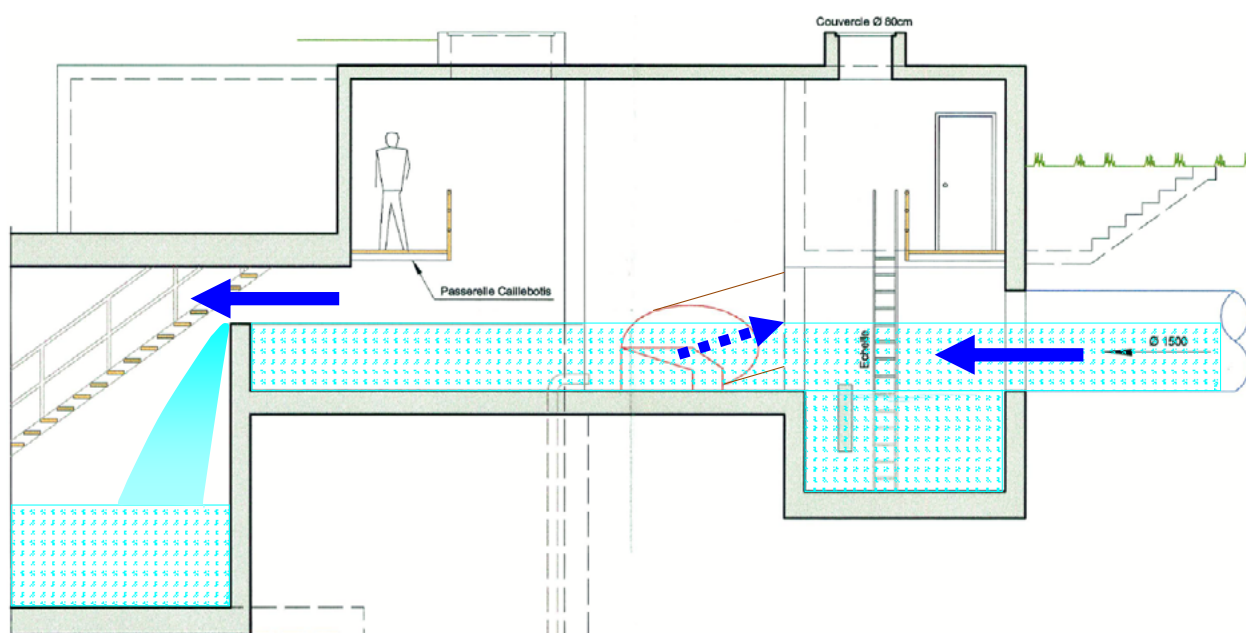
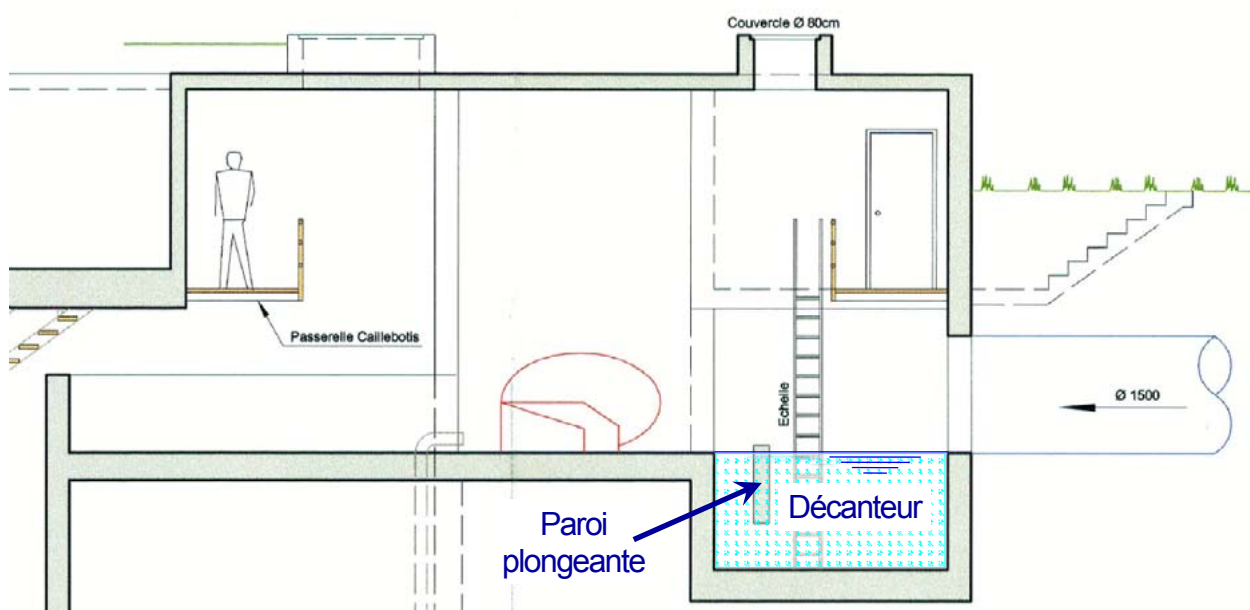


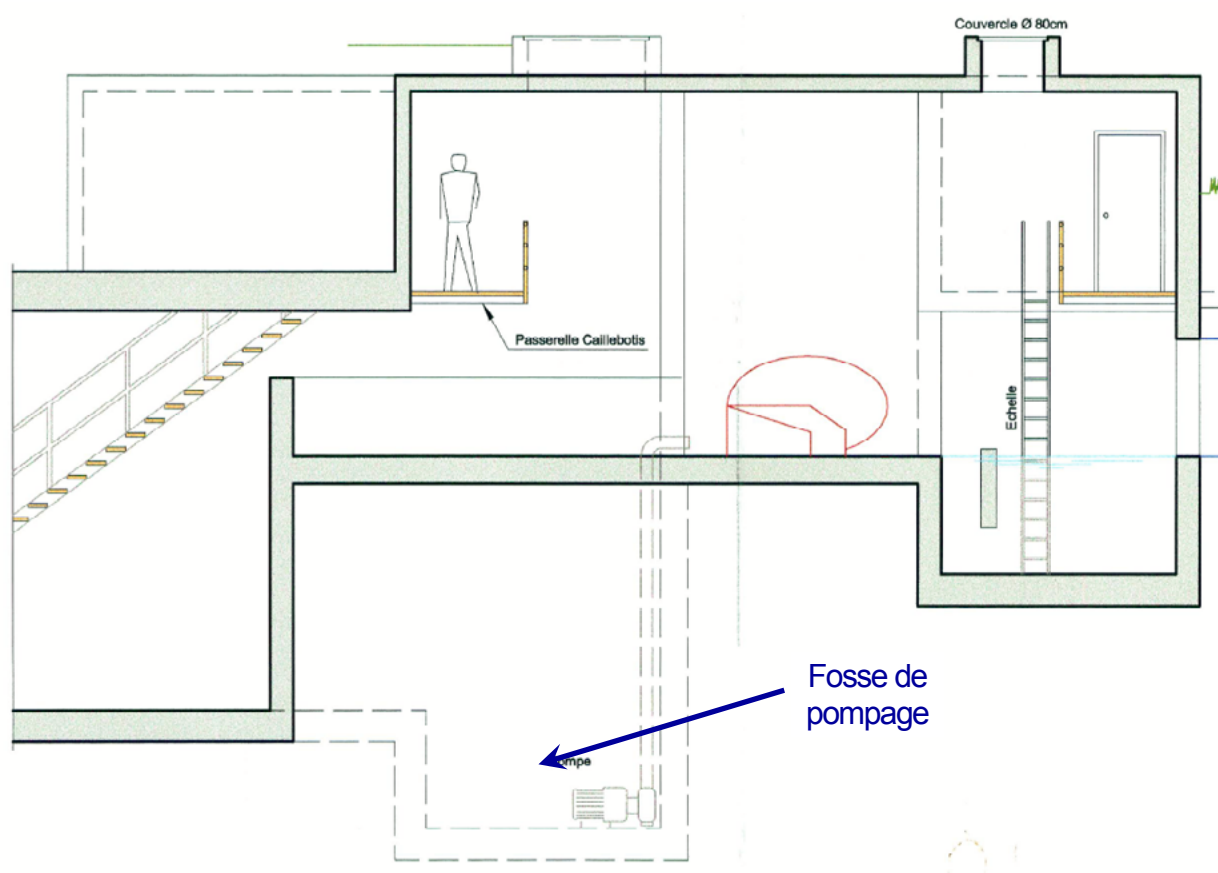
Schéma du parcours des eaux claires dans l'ouvrage en cas de dépassement d'un débit de 460 l/s.

En temps sec il n'y pas d'eau dans l'ouvrage, sauf dans le bassin de décantation. Celui-ci est muni d'une paroi plongeante, afin de retenir les éventuels flottants en temps de faible pluie.



Coupe du décanteur. Ici en temps sec.

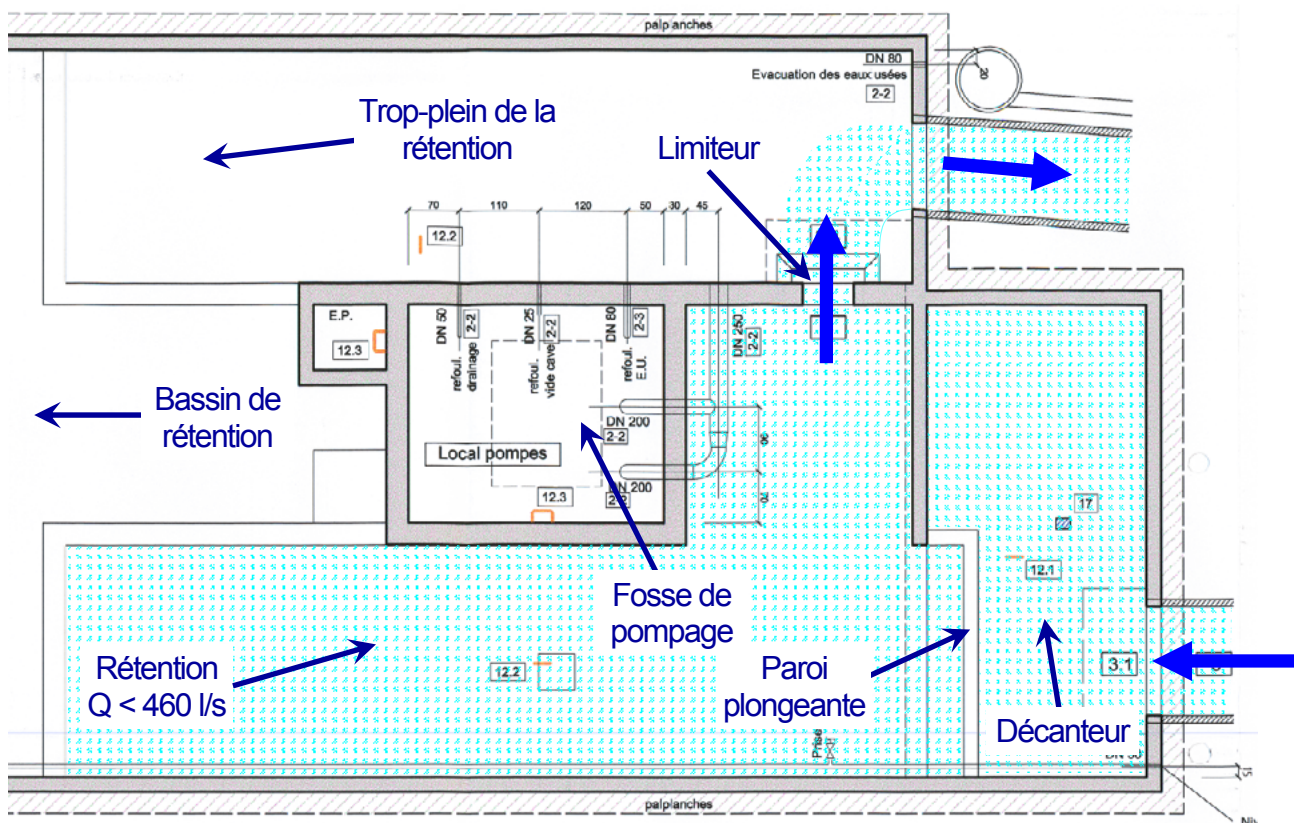
Toujours sur la même coupe que précédemment, on voit en tréfilé la fosse de pompage.



Coupe de l'ouvrage, avec indication de la fosse de pompage.

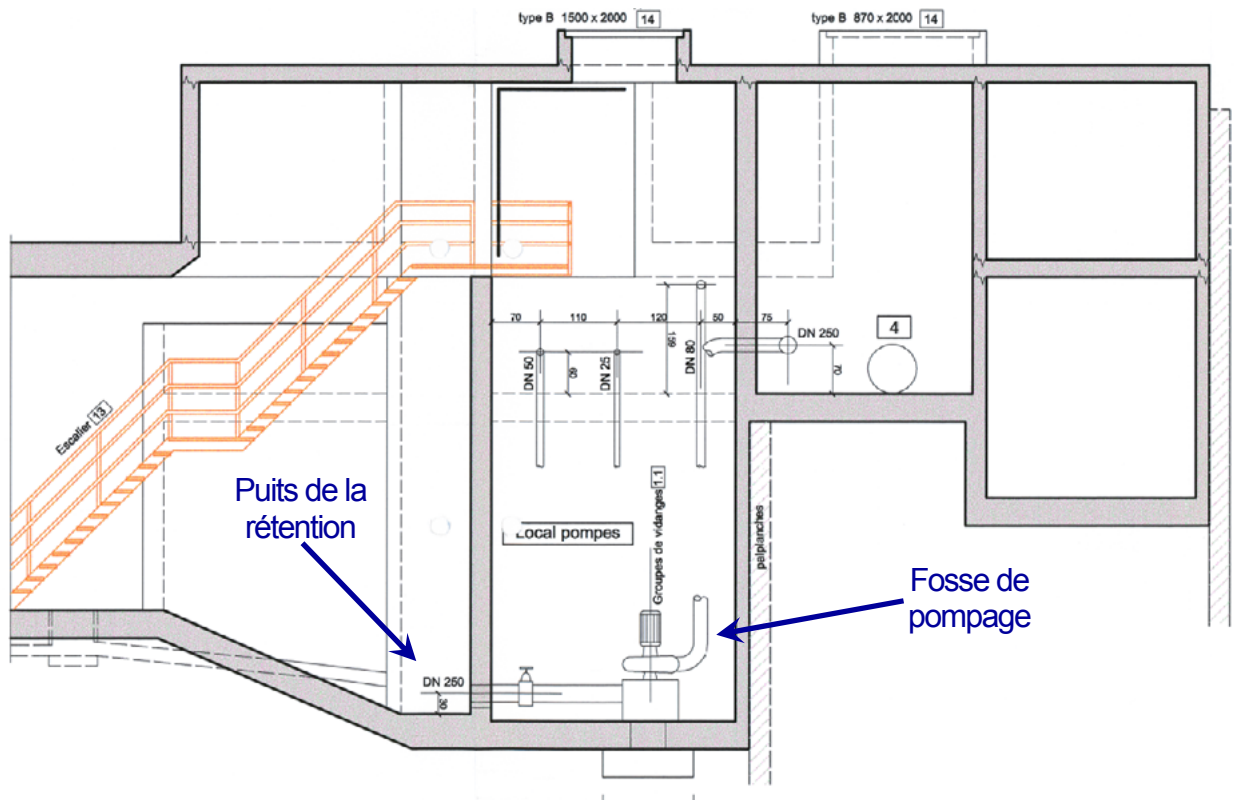
Celle-ci est située au milieu de l'ouvrage et limitrophe aux secteurs suivants :

- Bassin à l'amont du limiteur pour les débits inférieurs à 460 l/s.
- Bassin de rétention.
- Bassin de restitution et de by-pass de la rétention.

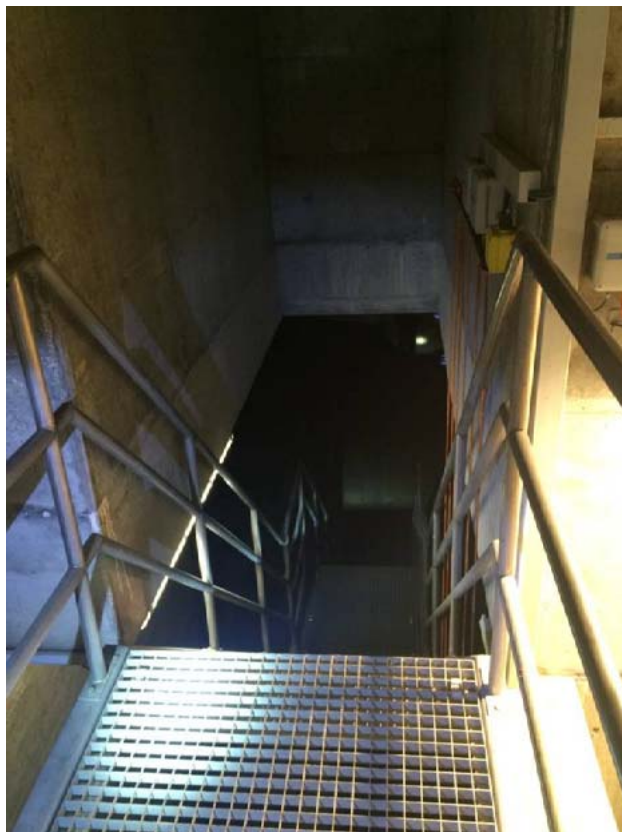


Vue en plan de l'ouvrage avec les différents compartiments. Ici en temps de pluie avec un débit < 460 l/s.

La fosse de pompage est située au point bas de l'ouvrage. Le radier du bassin de rétention est légèrement en pente en direction de cette fosse. La partie de la rétention limitrophe au pompage est constituée par un puits en pente afin de permettre d'une part la vidange complète de la rétention et d'autre part une gestion adéquate des pompes entre pompage EU et pompage EC.



Coupe de l'ouvrage, où on voit la fosse de pompage ainsi que le puits du bassin de rétention.



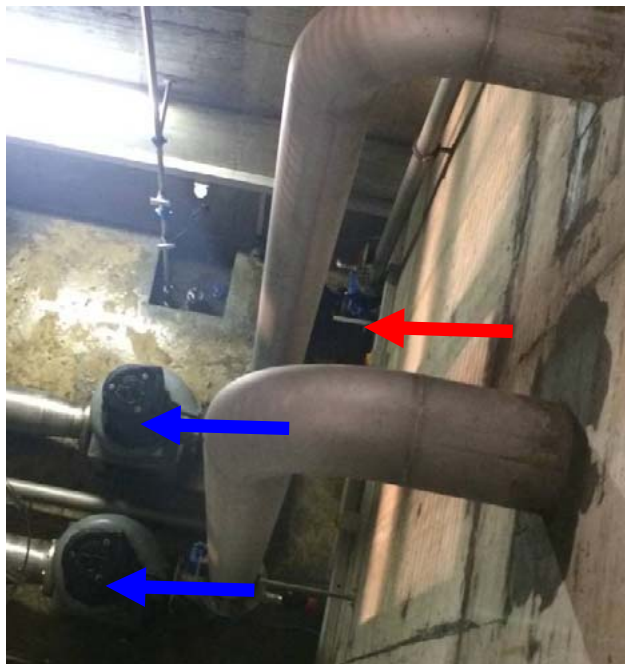
Accès au bassin de rétention.



Vue du bassin de rétention.

Par ailleurs, l'ouvrage est aussi équipé de vannes qui permettent notamment de fermer l'entrée dans le bassin et la sortie vers le limiteur.

Le bassin de rétention est équipé de trois pompes de vidange (mis à part les autres pompes liées au drainage, à la chambre des pompes etc.). Dès que le débit à travers le limiteur descend en dessous d'un seuil donné, une pompe EU se met en marche pour vider la partie inférieure censée contenir des matières décantées. On admet en effet que les premières vagues dans le réseau de collecteurs sont chargées de dépôts. Ensuite une pompe EC se met en marche pour commencer à vider le bassin. Le refoulement s'effectue à l'aval du limiteur. En dessous d'un autre seuil (plus bas), la deuxième pompe EC se met en marche.



Vue de la chambre de pompage avec les deux pompes EC (en bleu) et la pompe EU (en rouge).

Les enclenchement et déclenchements des pompes sont commandés à travers des poires de niveau par un automate programmable, qui tient également compte du débit dans la conduite à l'amont du bassin et d'une temporisation.



Système de poires de niveau.



Vue sur la chambre avec la conduite de sortie de l'ouvrage. A droite les eaux venant du limiteur de débit. Les eaux de vidange ou de trop-plein du bassin de rétention rejoignent la conduite de sortie également dans cette chambre.

4.2.2 Equipement, appareillage, MCR² et automation

Equipement :

L'équipement du bassin de rétention consiste surtout en différentes pompes. Non seulement pour vider le bassin de rétention, mais également pour les eaux de drainage, les eaux de la fosse de pompage etc.

Au vu de l'importance du débit des pompes, la DGEau a procédé à un jaugeage. Les résultats sont surprenants. Les pompes sont censées avoir une capacité de 100 l/s. Il s'avère en fait qu'elles débitent 138, respectivement 136 l/s et qu'ensemble le débit est de 260 l/s au lieu des 200 l/s prévus.

Il sera éventuellement possible de garder les deux pompes dans le futur, en les asservissant à un variateur de fréquence, mais il est probable qu'au vu de leur capacité actuelle et de leur capacité future, il soit nécessaire et surtout plus rationnel de les remplacer. Cela dépendra notamment des courbes de fonctionnement de ces pompes.

MCR :

Un automate programmable donne les consignes (paramétrables) de fonctionnement des pompes sur la base d'une mesure de débit effectuée dans la conduite amont. Il gère également les alarmes. Deux mesures sont effectuées en continu : le débit et la présence d'éventuels hydrocarbures. Cette dernière est une sécurité. Le débit est indispensable au fonctionnement du bassin (gestion des pompes). La mesure de débit n'est pas très précise, surtout en cas de pluie. En effet, le débit est mesuré dans la conduite amont. Or celle-ci a une faible pente et quand le niveau monte en cas de pluie à l'amont du limiteur, le niveau monte également dans le collecteur.

² MCR = mesure, commande, régulation.

Alors le débitmètre indique apparemment un débit plus élevé du débit effectif. Il s'agira, dans le cadre du projet d'extension, de déplacer la mesure de débit plus à l'amont.

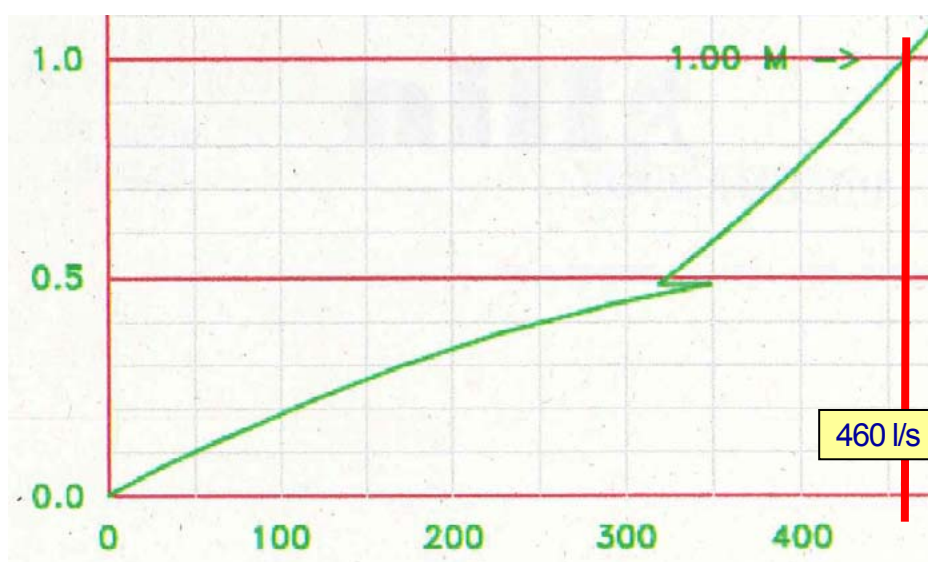
Maintenant que dans le futur le débit sera encore plus limité qu'actuellement, il est primordial que le débitmètre ait une bonne précision (il permet le réglage de l'ouvrage). Une mesure classique à l'amont devrait être alimentée électriquement et ses valeurs devraient être transmises à l'automate du bassin de rétention. C'est ce qui renchérit considérablement cette solution. Une autre possibilité serait de garder l'emplacement actuel de la mesure, mais de remplacer le débitmètre par une mesure radar.

Alarmes :

L'automate du bassin est relié à Certas, qui est un centre d'appel qui œuvre en tant que prestataire pour toutes les alarmes de SIG. Ainsi, en cas d'alarme, celle-ci est transmise à la personne qui est de piquet à ce moment là pour le type d'alarme dont il s'agit.

Appareillage :

L'appareillage consiste essentiellement en un limiteur de débit en acier inox de la marque Nill.



Courbe de tarage du limiteur de débit Nill.

Nous avons fait vérifier par SIG que le niveau de la surverse correspond bien à la hauteur de 1.0 m, ce qui est le cas.

La limitation, qui est actuellement de 460 l/s, sera réduite dans le futur. Il sera donc nécessaire de poser un nouveau limiteur de débit, plus petit. Signalons au passage que la maison Nill était un des principaux concepteurs et fabricant de ce type d'appareils (faits sur mesure, surtout pour des débits élevés comme celui du bassin de la Galaise). Ils ont récemment cessé leur activité, mais d'autres sociétés spécialisées dans l'hydraulique continuent à proposer des limiteurs. Une de ces sociétés est l'entreprise Canplast à Villars-Ste-croix (VD). Ils sont connus pour fabriquer des tuyaux, surtout en PVC, mais se sont diversifiés et cela fait plusieurs années qu'ils proposent des limiteurs de débit. En tous les cas le fournisseur qui sera finalement choisi devrait avoir soit son siège, soit une succursale en Suisse romande. Expérience faite avec la maison Nill à Winterthur, il n'est pas toujours simple de discuter des détails techniques et de trouver les bonnes solutions de mise en

œuvre à distance. N'oublions pas que si le limiteur est bien un appareil en principe d'une seule pièce, celui-ci doit être installé dans un ouvrage en béton armé selon des critères précis et dans les règles de l'art, afin de garantir le bon fonctionnement et un entretien adapté (chape de pente...)

4.2.3 Exploitation

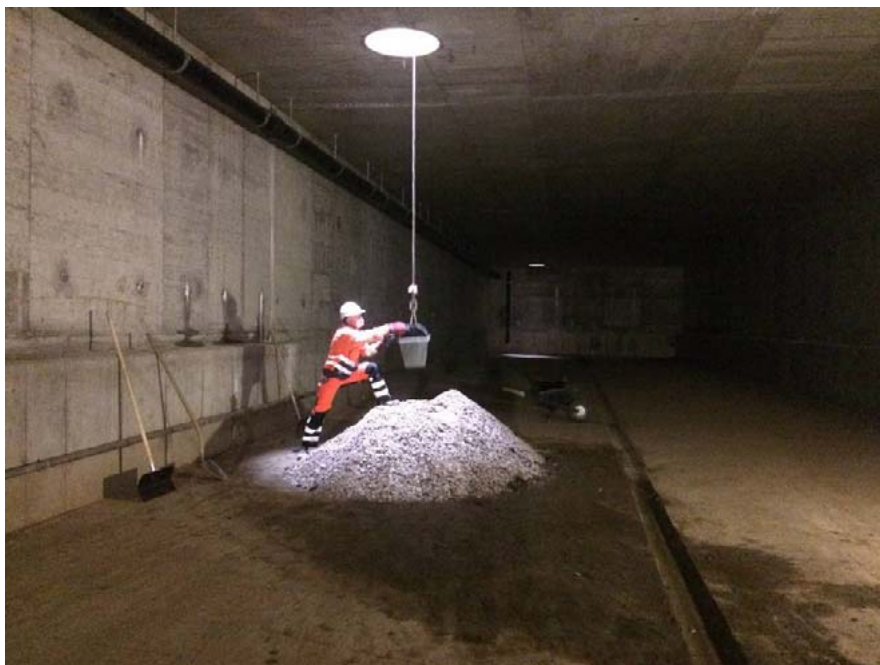
Suivi :

Comme indiqué précédemment, l'ouvrage de rétention comporte aussi un décanteur. L'exploitation assurée, de manière très professionnelle, par SIG consiste par conséquent en un certains nombre d'opération distinctes :

- Contrôle hebdomadaire du bon fonctionnement des appareils.
- Intervention en cas de panne.
- Services d'entretien sur les machines (surtout les pompes).
- Vidange régulière du décanteur.
- Nettoyage et vidange du bassin de rétention.

Pour ce qui est de la vidange du bassin de rétention, rappelons que le radier a une faible pente qui facilite le nettoyage au jet du bassin, afin de récolter tous les dépôts à un endroit et de les sortir à travers un trou d'homme (voir photo ci-dessous). Notons que la quantité de déchets récoltée est relativement faible. Nous l'estimons à environ 2 m³ tous les deux ans (voir photo ci-dessous).

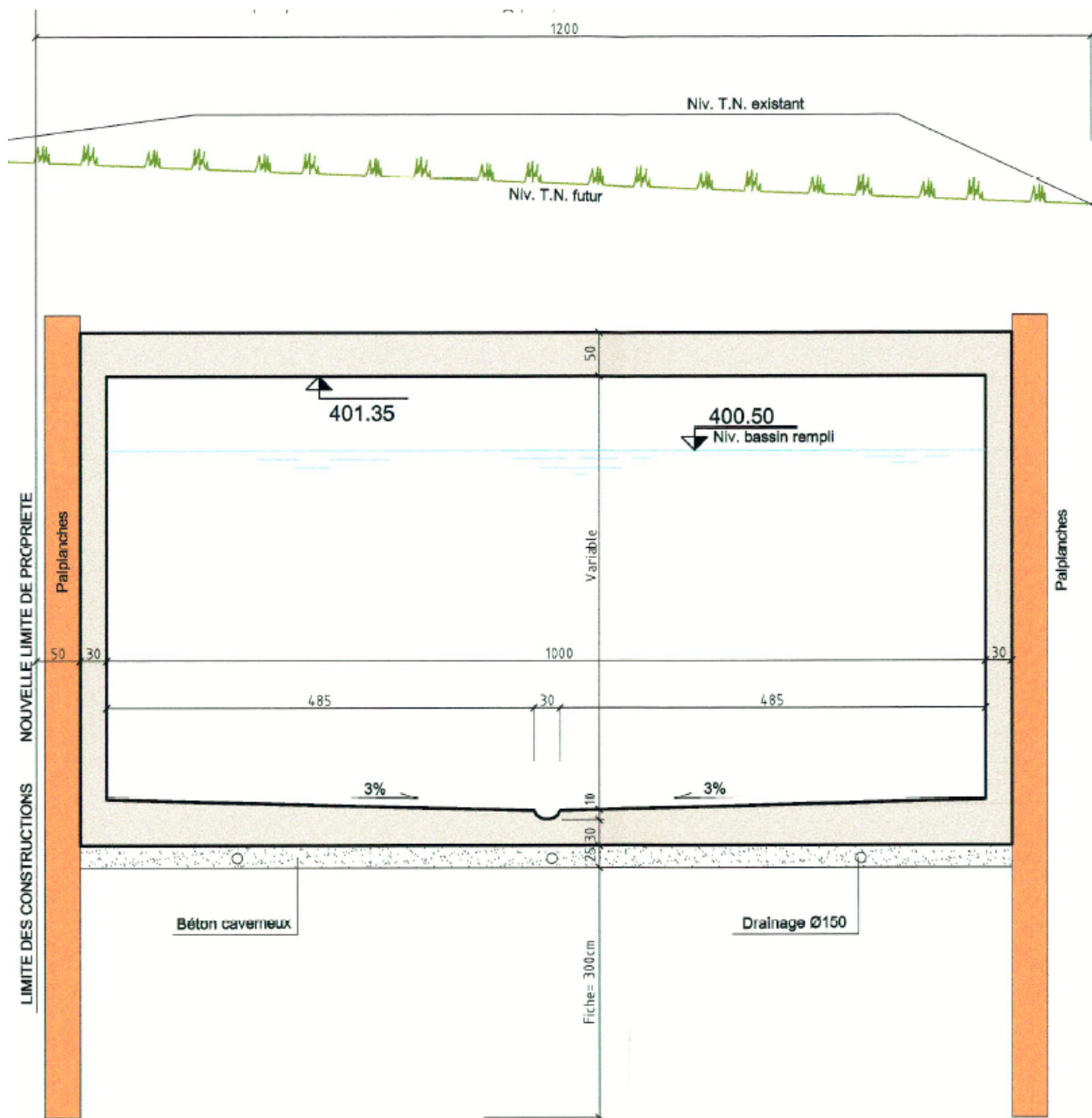
Pour ce qui est du décanteur, il est régulièrement vidangé (en principe une fois par an) et les dépôts évacués. Il n'y a pas de flottants (notamment hydrocarbures).



Vue à l'intérieur du bassin de rétention lors du nettoyage et de la vidange.

4.2.4 Aspects structurels du bassin

Nous constatons sur la coupe ci-dessous que d'une part la couche de terre sur le bassin est relativement épaisse, entre 1.50 et 1.90 m et que d'autre part l'épaisseur de la dalle est conséquente (50 cm). Nous ne savons pas si l'épaisseur du béton a été choisie uniquement pour supporter le poids propre de l'ouvrage avec une portée de 10 mètres ou s'il était envisagé de pouvoir y construire un bâtiment dessus.



Vue en coupe du bassin de rétention.

Mais même si l'épaisseur importante de 50 cm de béton ne devait pas suffire pour supporter le poids d'une construction, il suffirait de poser plusieurs piliers de type GRAM dans le bassin pour réduire la portée à 5 m et augmenter par là la charge admissible. Au vu du développement de la ZIPLO, ceci représenterait une valorisation du terrain du bassin de rétention (et de la future extension), en tous cas pour une éventuelle construction ne nécessitant pas un sous-sol (voire pour un simple parking).

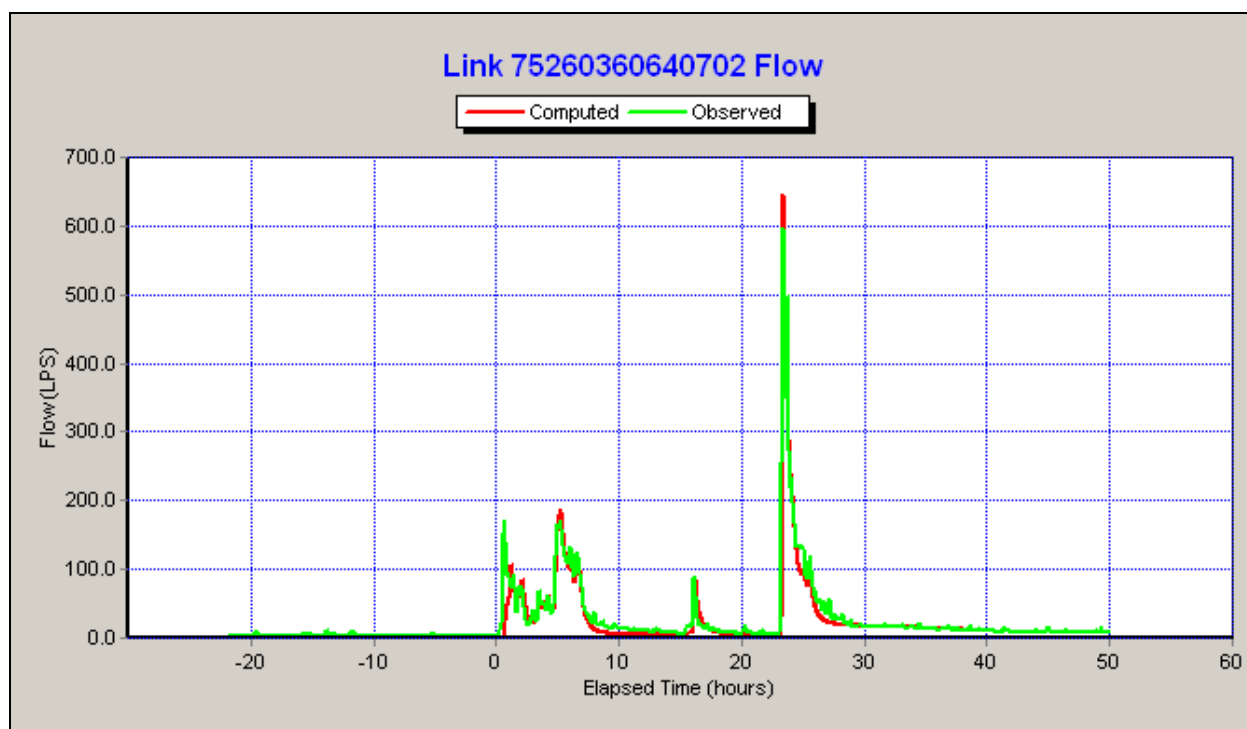
5 SIMULATIONS HYDRAULIQUES DU BASSIN VERSANT ET DE L'OUVRAGE

5.1 Modèle et calage

Pour la pluie, les données du pluviographe de Bachet-de-Pesay (en fonction depuis 1989) ont été utilisées. Il est situé à une altitude de 407 m (coupelle) et aux coordonnées 2'498'815/1'114'140.

Une campagne de mesure des débits a été effectuée entre juin et novembre 2009 à l'amont du bassin de rétention.

Un premier calage a été effectué sur la base de calages événementiels basés sur le débit mesuré.



Exemple de comparaison pour un évènement entre le débit simulé et le débit mesuré.

La campagne de mesure des débits a permis d'affiner le calage.

5.2 Objectif de dimensionnement

Selon les conclusions du PREE, le nouveau débit spécifique maximal acceptable pour l'Aire a été fixé à 5 l/s-ha pour un temps de retour de 10 ans. Cela donne, dans le cas présent, une limitation à 205 l/s.

$$5 \text{ l/s-ha} \times 41 \text{ ha} = 205 \text{ l/s (T = 10 ans)}$$

5.3 Simulations événementielles

Dans un premier temps la réponse de l'ouvrage a été testée en simulant des événements pluvieux fictifs, tirés des courbes IDF du Canton de Genève (2009). Le volume maximum stocké (pointe de

volume et non pas cumul de volume) a été évalué pour des événements pluvieux d'intensité constante, pour l'état actuel et futur de l'urbanisation, avec le réglage théorique actuel de l'ouvrage. Pour l'état actuel de l'urbanisation, des événements de différentes durées et du temps de retour maximum des IDF, soit 50 ans, ont été testés. Pour l'état futur, un temps de retour de 30 ans, conformément au dimensionnement initial de l'ouvrage, a été testé de la même façon. Les résultats de ces tests événementiels apparaissent dans les tableaux ci-après. Notons qu'à ce stade là, nous avons utilisé des coefficients de ruissellement futurs obtenus selon notre première évaluation, à savoir sans une limitation partielle des eaux claires à la parcelle. Nous sommes par conséquent du côté de la sécurité. Par ailleurs, nous avons considéré pour l'état futur –et conformément au cahier des charges– un volume de 6'500 m³. En fait, le volume est, selon projet d'extension, de 6'250 m³, mais nous n'avons pas refait les calculs après coup, considérant que le véritable dimensionnement de l'ouvrage futur se ferait sur la base de la modélisation continue, pour laquelle nous avons effectivement retenu un volume futur de 6'250 m³.

Tests événementiels du réglage actuel de l'ouvrage

Surface raccordée : 41 ha
Débit maximum actuel : 460 l/s
Rejet spécifique actuel : 11 l/s·ha

Avec le réglage actuel de l'ouvrage, les constats sont les suivants :

- Pour l'état actuel de l'urbanisation, l'ouvrage existant est d'un volume suffisant (3'500 m³) pour faire face à des événements pluvieux d'un temps de retour jusqu'à 50 ans sans déverser.
- Pour l'état futur de l'urbanisation, le volume actuel ne suffirait par contre pas pour faire face à des événements pluvieux d'un temps de retour de 30 ans sans déverser. L'extension initialement prévue du bassin à 6'500 m³ le permettrait.
- La durée de pluie maximisant le volume stocké est de 12 heures pour l'état actuel de l'urbanisation. Cette durée relativement longue nous indique que le ruissellement des zones non imperméabilisées (ruissellement rural) est prépondérant dans la production du volume stocké. Pour l'état futur de l'urbanisation la durée de pluie maximisant le volume stocké diminue à 4 heures car le bassin versant est plus imperméabilisé.

Pluie T = 50 ans		Etat actuel
Durée t [h]	Intensité i [mm/h]	Vol. stocké [m ³]
1	41.2	2'100
4	15.5	2'600
6	11.7	3'100
8	9.5	3'300
12	7.2	3'400
16	5.9	2'700

Simulation événementielle pour le présent avec le réglage actuel et T = 50 ans.

Pluie T = 30 ans		Etat futur
Durée t [h]	Intensité i [mm/h]	Vol. stocké [m ³]
1	38.3	3'400
2	23.6	4'100
4	14.5	4'500
6	10.9	4'300
8	8.9	4'100
12	6.7	3'400

Simulation événementielle pour le futur avec le réglage actuel et T = 30 ans.

Une modification du réglage d'entrée de l'ouvrage a ensuite été testée. Afin de respecter la norme de rejet de 5 l/s·ha raccordé pour un temps de retour 10 ans fixée dans le PREE, le débit de sortie a été limité à 205 l/s.

Tests événementiels d'un réglage futur de l'ouvrage

Surface raccordée : 41 ha
 Contrainte de rejet exigée : 5 l/s·ha pour T=10 ans
 Débit maximum admissible : 205 l/s pour T=10 ans

Avec le réglage futur de l'ouvrage, nous faisons les constats suivants :

- L'extension initialement prévue de l'ouvrage à 6'500 m³ ne permettrait à priori pas de respecter la norme de rejet de 5 l/s·ha pour T = 10 ans.
- Avec la diminution du débit de sortie, la durée de pluie maximisant le volume stocké augmente à 18 heures. Le ruissellement rural est encore plus prépondérant dans la production du volume stocké.

Pluie T = 10 ans		Volume stocké	
Durée t [h]	Intensité i [mm/h]	Etat actuel [m ³]	Etat futur [m ³]
1	32.2	1'900	3'400
4	12.2	3'300	5'700
6	9.2	4'000	6'600
8	7.5	4'400	7'100
12	5.7	5'400	7'700
16	4.6	5'600	7'400
18	4.3	5'900	7'700
24	3.5	5'700	7'400
48	2.2	2'700	4'000

Simulation événementielle pour le présent et le futur avec le réglage futur et T = 10 ans.

Afin de confirmer ces points, des simulations continues de l'ouvrage avec des pluies réelles sur 20 ans ont été effectuées.

5.4 Simulations continues

Pour les simulations continues, une série de pluies d'une durée de 20 ans mesurée avec un pas de temps de 5 minutes par le pluviomètre de Bachet entre le 01.01.1994 et le 31.12.2013 a été utilisée. Vu la très longue durée de la simulation, seuls les résultats pour certains points du modèle ont été enregistrés.

Nous avons repris les principaux résultats des variantes de la modélisation, afin de pouvoir les comparer entre eux. Aussi, certains volumes maxima de rétention indiqués dépassent la capacité du bassin de rétention, car dans ces cas le volume tient aussi compte de la hauteur de remplissage dans le collecteur de trop-plein.

Modélisation	[-]	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7
Etat d'urbanisation	[-]	actuel	futur	futur	futur	futur	futur	futur
Limiteur	[l/s]	460	460	205	205	250	290	205
Débit spécifique	[l/s-ha]	11.2	11.2	5.0	5.0	6.1	7.1	5.0
Volume rétention	[m ³]	3'500	3'500	3'500	6'250	6'250	6'250	6'800
Evènements stockage	[n/an]	3	5	12	12	9	7	12
Total stockage	[h/an]	5	10	64	67	44	33	67
Volume max. stocké (pic)	[m ³]	3'217	3'867	3'967	6'641	6'610	6'513	7'220
Plus long évènement stockage	[h]	9.8	10.4	32.4	37.6	33.9	28.6	38.6
Evènements déversement	[n/10 ans]	0.0	0.5	9.5	3.0	2.5	1.0	2.5
Déversements	[m ³ /10 ans]	0.0	775	24'500	8'750	3'200	500	7'150
Déversements	[h/10 ans]	0.0	0.7	44	16	9.5	3.5	13.5

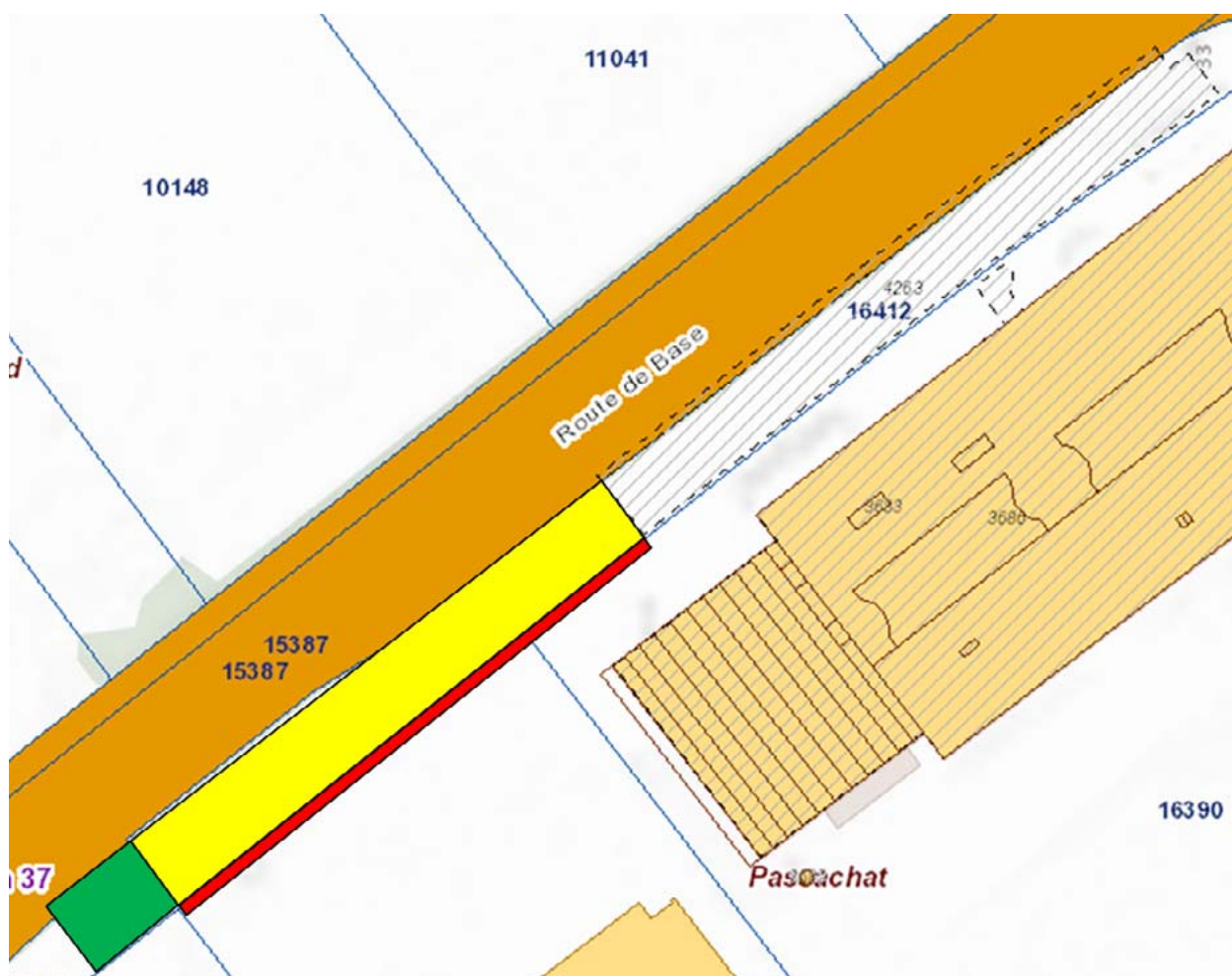
Comparaison des principaux résultats issus des différentes modélisations.

- En réduisant la limitation de débit de 460 à 200 à 300 l/s, la durée de stockage est portée d'une dizaine d'heures à une trentaine, peu importe le volume de rétention.
- La nécessité d'augmenter la capacité de la rétention en limitant plus le débit est indéniable. Dans le cas contraire il faudrait s'attendre à des déversements annuels.
- Le fait d'augmenter le volume de rétention de 500 m³ supplémentaires (modélisation n° 7), ne diminue que de peu le nombre de déversements et le volume déversé est réduit de 20% (comparaison avec la modélisation n° 4). De ce fait, la recherche de volumes supplémentaires pour l'extension n'est pas pertinente.
- Partons de ce que le PREE a défini comme objectifs, à savoir une limitation à 5 l/s-ha avec un temps de retour de 10 ans. La variante 6 dépasserait pratiquement tous les deux mois (comparaison entre les variantes 4 et 6) ce débit spécifique, tout en éliminant de fait les déversements importants (un déversement de 500 m³ tous les dix ans).
- En tenant compte du fait que nous avons considéré une surface réelle d'apport de 41 ha, nous sommes du côté de la sécurité. En effet, avec une surface de 49 ha (=41 ha selon plans + 8 ha de BV « fictif » de drainage), nous obtenons, pour un débit spécifique de 6 l/s-ha, une limitation à 294 l/s.
- Le débit spécifique de 5 l/s-ha indiqué dans le PREE est un objectif idéal. En prenant une marge de 20% par rapport à cet objectif, nous pouvons admettre un débit spécifique de 6 l/s-ha (calculé sur 49 ha). Par conséquent, le choix s'est porté pour la variante 6 (avec une limitation à 290 l/s).

6 EXTENSION DU BASSIN DE RETENTION

6.1 Variantes possibles

Différentes variantes d'extension ont été envisagées. Le choix s'est porté sur celle prévue initialement, en jaune sur le plan ci-dessous. L'emprise ne pose pas de problèmes fonciers, la largeur est adaptée à l'ouvrage existant et la profondeur aussi, de manière à garantir une faible pente du radier tout le long de l'ouvrage (pour des questions d'exploitation).



Vue en plan du bassin de rétention : hachuré le bassin existant, en jaune l'extension prévue et en rouge et vert des surfaces éventuellement disponibles pour augmenter le volume de l'extension.

L'extension prévue est de 2'750 m³ utiles.

6.2 Avant-devis des travaux

Le présent avant-devis se base sur l'extension telle qu'elle est prévue dans le projet actuel (+ 2'750 m³). Il est purement indicatif.

6.2.1 Devis pour la cuve en béton

Nous estimons le coût de la cuve de la manière suivante :

Coûts de la cuve :		Quantités:	Coûts:
Volume du terrassement	[m ³]	9'300	Fr 59'000
V remblayage (cube camion)	[m ³]	2'540	Fr 25'000
V évacué (cube camion)	[m ³]	10'700	Fr 537'000
Béton maigre et assise	[m ³]	240	Fr 81'000
Béton radier	[m ³]	410	Fr 148'000
Béton dalle	[m ³]	500	Fr 180'000
Béton murs	[m ³]	380	Fr 139'000
Adjuvant (0,5%)	[kg]	2'600	Fr 28'000
Aderolplast	[m ²]	1'200	Fr 26'000
Fers	[kg]	155'000	Fr 449'000
Coffrage têtes de radier	[m ²]	80	Fr 5'000
Coffrages latéraux	[m ²]	110	Fr 10'000
Coffrages dalle	[m ²]	800	Fr 72'000
Coffrages II murs/terre	[m ²]	1'200	Fr 90'000
Coffrages III	[m ²]	1'200	Fr 102'000
Talochages	[m ²]	1'600	Fr 20'000
Joints Jekto	[m']	320	Fr 29'000
Total cuve	[Fr.]		Fr 2'000'000

6.2.2 Devis pour le génie civil (hors cuve en béton)

Les autres postes du génie civil sont indiqués ci-après. Un poste important est celui des palplanches. Le montant indiqué n'est pas surévalué (Fr. 300.-/m² de surface réelle de palplanches, avec une hauteur hors terrassement de 7.50 m et une fiche de 3.00 m). La solution la mieux adaptée pour l'exécution du terrassement devra être définie dans le cadre du projet et en fonction des conditions locales : hauteur de la nappe, type de terrain, présence ou pas de roche etc.

GC (sans la cuve)		Quantités	Coûts
Palplanches	[m ²]	1'800	Fr 540'000
Pompages fond de fouille	[bloc]	1	Fr 15'000
Drainages	[bloc]	1	Fr 15'000
Sondages	[bloc]	1	Fr 10'000
Remises en état	[bloc]	1	Fr 15'000
Démolition mur béton existant	[bloc]	1	Fr 15'000
Installation de chantier	[bloc]	1	Fr 20'000
Rhabillages	[bloc]	1	Fr 20'000
Total GC (sans la cuve)	[Fr.]		Fr 650'000

6.2.3 Appareillage, équipement, automation

Le devis pour l'équipement est basé sur des offres budgétaires (pompes, automate, limiteur) et sur des prix pour des objets similaires. Comme pour le génie civil, il est purement indicatif. Notons que ce devis ne tient pas compte d'une nouvelle mesure de débit (par radar), ni d'une remise à neuf de l'automate et de la programmation.

Equipement		Quantités	Coûts
Limiteur de débit	[pce]	1	Fr 12'000
Démontage limiteur	[bloc]	1	Fr 3'000
Maçonnerie limiteur	[bloc]	1	Fr 10'000
Démontage pompes	[bloc]	1	Fr 5'000
Pompes EC	[pce]	2	Fr 30'000
Adaptations pompes	[bloc]	1	Fr 5'000
Automate programmable	[bloc]	1	Fr 15'000
Programmation	[bloc]	1	Fr 5'000
Raccordements électriques	[bloc]	1	Fr 10'000
Schémas	[bloc]	1	Fr 5'000
Total équipement	[Fr.]		Fr 100'000

6.2.4 Devis global

Etant donné notamment la relative mauvaise qualité du terrain et la profondeur du bassin, nous avons prévu environ 10% d'imprévus.

Le devis après soumissions rentrées pourra varier sensiblement, notamment pour des postes importants (palplanches, évacuations, terrassement...) et en fonction de la solution technique retenue. Au vu de montant relativement confortable des imprévus, nous partons de l'idée que les éléments non compris dans le détail de l'avant-devis (nouvelle mesure de débit, remise à neuf de la commande et de certains éléments du tableau...) peuvent être absorbés dans le total ci-dessous.

Plan-les-Ouates / Galaise / extension du bassin : avant-devis	Total	Total
Cuve	2'000'000.00	
GC (sans la cuve)	650'000.00	
Electromécanique, automation, appareillage	100'000.00	
Sous-total		2'750'000.00
Divers (5%) + imprévus (11%), y c. arrondi		458'319.40
Total intermédiaire travaux sans honoraires		3'208'319.40
Honoraires ingénieur GC	290'000.00	
Honoraires ingénieur spécialiste	10'000.00	
Honoraires ingénieur géologue	10'000.00	
Honoraires géomètre	10'000.00	
Sous-total honoraires (env. 10%)		320'000.00
Total général hors taxes		3'528'319.40
TVA 7.7 %		271'680.60
Total TTC		3'800'000.00

Notons que pour la première étape, le Conseil d'Etat avait alloué un crédit de Fr. 3'700'000.- en 2001, mais nous ne savons pas si ce montant incluait ou pas l'équipement posé par SIG, ni s'il était TTC ou pas.

Compte tenu du renchérissement en 15 ans, le montant devisé pour l'extension (qui devrait coûter en principe un peu moins chère que la première étape, étant donné qu'il ne faut pas construire une nouvelle fosse de pompage, un décanteur, tout le génie civil de la limitation...) nous semble

plausible. Il existe néanmoins des possibilités d'économies sur le projet, en l'optimisant (épaisseurs des bétons, solution retenue pour le terrassement...).

Pour le bureau GED SA,



A. Cresti