



HAL
open science

Problématique de l'alimentation en eau potable et de la défense contre l'incendie de la zone haute du réseau d'eau des communes de Lutterbach et de Pfastatt

Julien Labeth

► To cite this version:

Julien Labeth. Problématique de l'alimentation en eau potable et de la défense contre l'incendie de la zone haute du réseau d'eau des communes de Lutterbach et de Pfastatt. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2017. dumas-03561221

HAL Id: dumas-03561221

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03561221v1>

Submitted on 8 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur de l'ENGEES
Spécialité *Exploitation & Travaux*

Stage effectué du 10/01/2017 au 30/06/2017 inclus

LABETH Julien

Formation d'ingénieur
2014 / 2017 - Promotion PARIS

***Problématique de l'alimentation en eau potable et de la
défense contre l'incendie de la zone haute du réseau d'eau des
communes de Lutterbach et de Pfastatt***



*Château d'eau de Lutterbach
Photo : Isabelle LEFEVRE*

Structure d'accueil : Ville de Mulhouse (68), Service Eaux et Travaux

Maître de stage : Denis PARMENTIER, Chef du Service *Eaux et Travaux*

Référent école : Jean-Bernard BARDIAUX, Maître de Conférences

PDF Pro Evaluation

I] Remerciements

Je souhaite remercier :

- **Denis PARMENTIER**, mon tuteur de stage pour ses conseils et ses encouragements tout au long du stage ;
- **Jean-Roch GARAUD** et **Christelle FLICK**, techniciens au bureau d'étude, respectivement en charge du suivi des communes de LUTTERBACH et de PFASTATT pour leurs conseils pratiques ;
- **Thierry YOH-RECHAM**, le directeur du pôle Environnement et Services Urbains ;
- **Alexandre WOLAK**, technicien modélisation pour son aide et sa disponibilité ;
- **L'ensemble du personnel du Service Eaux et Travaux**, pour leur accueil ;
- **Jean-Bernard BARDIAUX**, mon référent école ;
- **Ma famille et amis**, pour leur soutien.

II] Résumé

Le Service Eaux et Travaux (SDE) de la Ville de Mulhouse (68) a en charge l'alimentation en eau potable de 13 communes. Il a pour **objectif principal de garantir une eau de bonne qualité et en quantité suffisante** aux abonnés. La **défense contre l'incendie** – fournir de l'eau à une pression et à un débit réglementaire - constitue l'objectif complémentaire.

Le réseau de la **zone haute des communes de Lutterbach et de Pfastatt**, semble montrer des signes de faiblesse en matière de défense contre l'incendie. De plus, la pression à laquelle l'eau est desservie chez les abonnés peut faire défaut lors des pointes. Le SDE a alors décidé de lancer une étude afin d'améliorer la situation sur cette zone haute.

Les zones les plus fragiles ont été mises en évidence par un diagnostic prenant en compte la problématique du manque de pression chez les abonnés et celle de la défense incendie. La principale solution étudiée, est la **remise en fonction du château d'eau de Lutterbach couplé à la création d'une station de surpression.**

Parallèlement, le SDE se lance dans la modélisation et la sectorisation de son réseau, afin de mieux comprendre son fonctionnement. Ainsi cette étude s'appuiera sur une **modélisation hydraulique** de toute la zone nord du réseau - dont la zone haute fait partie. Il s'agira du début de la modélisation du réseau du SDE. Tous les outils qui ont été mis en œuvre lors de cette étude seront réinvestis par la suite pour la modélisation de l'ensemble du réseau.

III] Abstract

The "Service Eaux et Travaux de la Ville de Mulhouse" [Water Department of the city of Mulhouse, called SDE] manages the supply of drinking water for 13 towns. Its main goal is to **secure for the consumers a good water quality and a sufficient quantity.** **Security-fire** (to deliver water under particular pressure and flow) constitutes the complementary objective.

The high area's network of Lutterbach and Pfastatt towns shows signs of weakness on a security-fire point of view. Besides, the pressure in consumer's houses is too low when consumption peaks appear. SDE thus decided to start a study to improve this situation in this high area.

The weakest areas have been highlighted by a diagnosis taking both lack of pressure among consumers and security-fire into account. The main solution is the **restauration of Lutterbach water tower along with the creation of a boosting station.**

At the same time, SDE just started simulation and sectorization of its network, in order to have better knowledge of its functioning. Thus, this study relies on a **hydraulic simulation** of the network's northern area – which contains the high area. It will be the first step towards the whole network's simulation. All the tools developed by this study will be reinvested for afterwards.

IV] Table des matières

I] Remerciements.....	3
II] Résumé.....	4
III] Abstract.....	4
IV] Table des matières.....	5
V] Liste des acronymes et des abréviations.....	8
VI] Corps du rapport.....	9
1. Introduction générale.....	9
2. Contexte de l'étude.....	10
2.1. Présentation de la structure d'accueil.....	10
2.1.1. Présentation de la Ville de Mulhouse et de la Communauté d'Agglomération Mulhouse Alsace Agglomération.....	10
2.1.2. Présentation du Service Eaux et Travaux.....	11
2.2. Présentation du réseau.....	13
2.2.1. Généralités.....	13
2.2.2. Ressources.....	13
2.2.3. Ouvrages de Stockage.....	14
2.2.3. Fonctionnement hydraulique.....	14
2.2.4. Présentation et fonctionnement de la zone nord.....	15
2.3. Présentation du sujet.....	15
3. Matériels et méthodes.....	16
3.1. Étude préalable des différentes solutions.....	16
3.1.1. Augmentation des consignes de régulation des vannes 4bis et 14.....	16
3.1.2. Renforcement du vannage déjà existant.....	16
3.1.3. Remise en service du château de Lutterbach.....	16
3.2. Données disponibles.....	17
3.2.1. Données du service « Relations usagers ».....	17
3.2.1.1. Bilan besoin-ressources de la ZN et de la ZH.....	17
3.2.1.2. Détermination des Besoins de pointe.....	20
3.2.1.3. Courbes de modulation.....	22
3.3. Campagne de mesure.....	26
3.3.1. Mesures de pression.....	26
3.3.2. Mesures de débit.....	28
3.3.3. Essais de rugosité.....	30
3.4. Modélisation.....	32
3.4.1. Présentation de Porteau.....	32
3.4.2. Méthodologie.....	33
3.4.3. Import des données.....	34
3.4.4. Calage et validation du modèle.....	36

4. Résultats	37
4.1. Diagnostic de la situation actuelle	37
4.1.1. Manque de pression chez les abonnés aux heures de pointe.....	37
4.1.2. Manque de pression et de débit pour la défense incendie	37
4.2. Proposition d'aménagements.....	38
4.2.1. Fonctionnement de la zone haute	38
4.2.1.1. Démarche générale	38
4.2.1.2. Dimensionnement de la station et simulation avec Opointe	39
4.2.1.3. Fonctionnement normal	40
4.2.1.4. Fonctionnement incendie	41
4.2.2. Travaux envisagés	45
4.2.2.1. Démaillage de la zone haute	45
4.2.2.2. Renouvellement/pose de canalisations.....	46
4.2.2.3. Château d'eau	48
5. Analyse Critique	49
6. Conclusion	50
VII] Références bibliographiques.....	51
VIII] Annexes.....	52
1. Modèles de pertes de charge linéaires.....	52
1.1. Modèle de Lechapt & Calmon	52
1.2. Modèle de Darcy-Weisbach et Colebrook	52
2. Organigrammes	53
2.1. Mulhouse Alsace Agglomération (m2A)	53
2.2. Organigramme du SDE.....	54
3. Rendement Primaire du réseau.....	54
4. Requêteur BO XI	55
4.1. Champ d'une requête sous BO XI.....	55
4.2. Résultat d'une requête sous BO XI	56
4.3. Liste des rues de Bourzwiller utilisées pour le requêteur BO XI (avec la syntaxe adaptée).....	57
5. Macro Excel : déterminer la consommation par rue.....	58
5.1. Sélection des rues	58
5.2. Calculs intermédiaires.....	59
5.3. Résultats.....	60
5.4. Prévisions	61
6. Validation des classe de consommation	61
7. eMIS	62
7.1. Export.....	62
7.2. Classes de consommateurs	63
7.3. Hôpital Lalance	66
8. Carte des mesures de pression.....	67
9. Import des données	68

9.1.	Compteurs de Bourtzwiller sous GvSIG	68
9.2.	Classe de consommateur 0 à 60 m ³ /an	68
9.3.	Limiteur de débit vanne 4 bis	70
10.	Données validées	71
10.1.	Pression.....	71
10.2.	Rugosités.....	72
11.	Extrait du règlement départemental de la défense extérieure contre l'incendie.....	74
12.	Aménagements	75
12.1.	Schéma du château d'eau	75
12.2.	Rugosité des conduites neuves.....	76
12.3.	Terrain du SDE à Lutterbach	76
12.4.	Schéma de la Zone Haute	77

PDF Pro Evaluation

V] Liste des acronymes et des abréviations

BDU : Banque de Données Urbaines

CJM (BJM) : Consommation (respectivement Besoin) Journalière Moyenne

CJP (BJP) : Consommation (respectivement Besoin) Journalière de Pointe

CHP (BHP) : Consommation (respectivement Besoin) Journalière de Pointe

FD : Fonte Ductile

FG : Fonte Grise

M2A : Mulhouse Alsace Agglomération

mce : mètre de colonne d'eau

PE(HD) : PolyEthylène (Haute Densité)

PHH : Puit Horizontal de Hirtzbach

PHR : Puit Horizontal de Reiningue

PI : Poteau Incendie

SDE : Service Eaux et Travaux (de la ville de Mulhouse)

SDIS 68 : Secours Départemental d'Incendie et de Secours du Haut-Rhin

TFE : Travail de Fin d'Études

VdM : Ville de Mulhouse

ZH : Zone Haute

ZN : Zone Nord

VI] Corps du rapport

1. Introduction générale

Fournir une eau de bonne qualité en quantité suffisante reste un défi permanent auquel sont confrontés les structures compétentes en matière d'adduction et de distribution d'eau potable. **L'objectif complémentaire de la défense contre l'incendie** doit aussi être pris en compte dans le fonctionnement hydraulique des réseaux. S'ajoute alors des **problématiques locales d'ordre topographique**, particulièrement pour les zones hautes, où la pression peut faire défaut. Ceci peut entraver le bon fonctionnement du réseau, tant pour le maintien d'un service de qualité aux abonnés tout au long de la journée, que pour la protection des biens et des personnes contre l'incendie. Ce rapport de stage est consacré à **l'étude de l'une de ces zones hautes** : allant des problèmes réellement rencontrés aux solutions envisagées afin de pallier à ce manque.

Des plaintes relatives à un **manque de pression chez les abonnés** ont été recensées depuis plusieurs années sur la zone haute des communes de Lutterbach et de Pfastatt. De plus, les derniers **essais incendie effectués en 2016 ne répondent plus aux exigences** exigées par le Secours Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) du Haut-Rhin. Le Service Eaux et Travaux (SDE) de la ville de Mulhouse lance alors une étude pour améliorer la situation actuelle vis-à-vis des abonnés et de la défense contre l'incendie.

Cette étude s'est déroulée alors que la ville de Mulhouse commençait à déployer une modélisation de son réseau. Ce qui a été entrepris à l'échelle de quelques communes sera ensuite appliqué à l'échelle du reste du réseau afin de mieux comprendre le fonctionnement hydraulique de ce dernier.

2. Contexte de l'étude

2.1. Présentation de la structure d'accueil

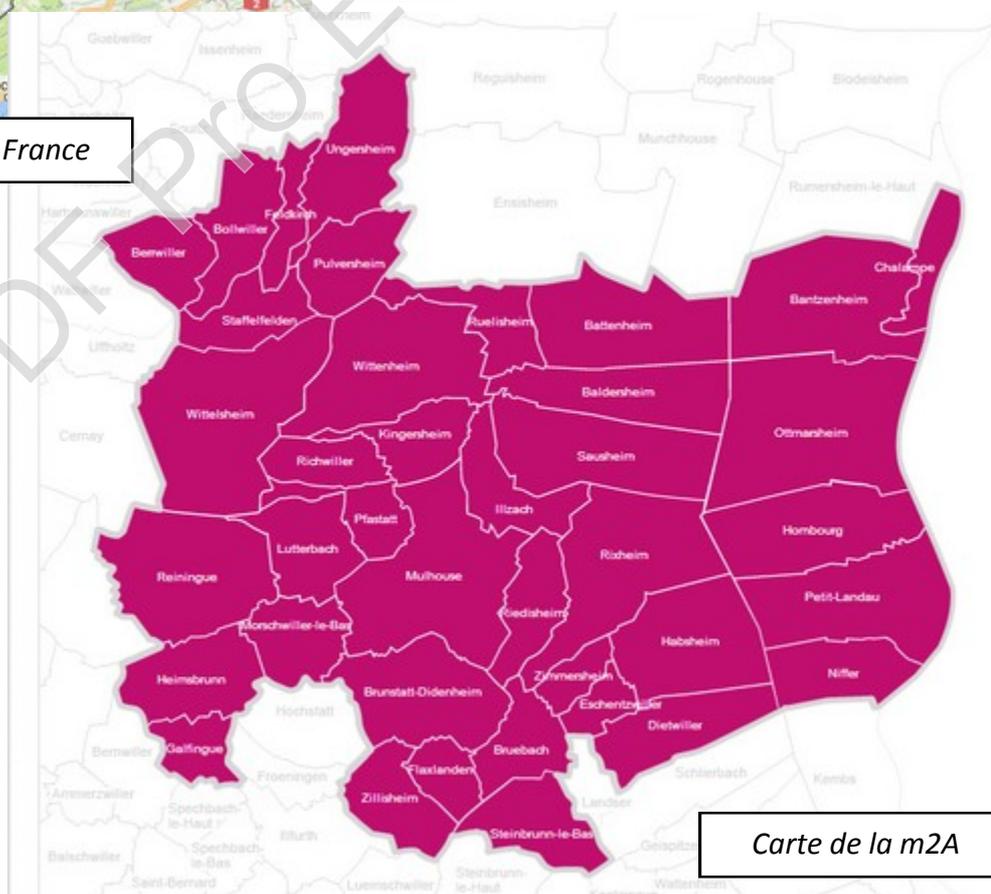
2.1.1. Présentation de la Ville de Mulhouse et de la Communauté d'Agglomération Mulhouse Alsace Agglomération



Mulhouse est une ville située dans le département du Haut-Rhin (68). Il s'agit de la plus grande ville du Haut-Rhin en termes d'habitants (110 000 habitants en 2015) et représente un pôle économique important pour la région (source : www.mulhouse.fr/).

Mulhouse Alsace Agglomération (la m2A), créée le 1^{er} janvier 2010, est une communauté d'agglomération regroupant 39 communes de la région de Mulhouse (source : www.mulhouse-alsace.fr/).

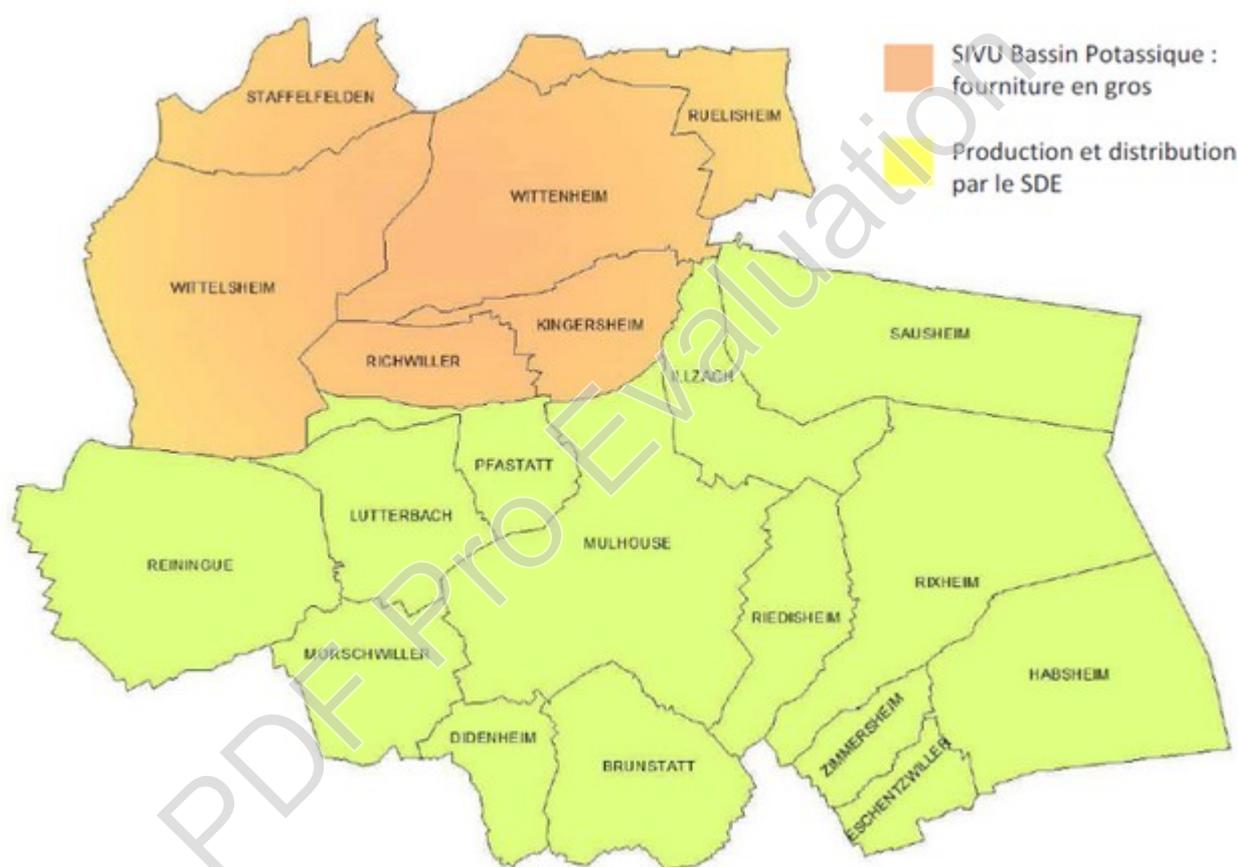
Carte de l'Est de la France



Carte de la m2A

2.1.2. Présentation du Service Eaux et Travaux

Le Service Eaux et Travaux (SDE) de la ville de Mulhouse fonctionne en **régie municipale** depuis 1885. Il est propriétaire et exploitant du réseau de Mulhouse et a en charge **l'exploitation du réseau de douze autres communes** de la m2A avec lesquelles une convention de gestion a été passée : Brunstatt-Didenheim, Eschentzwiller, Habsheim, Illzach, Lutterbach, Morschwiller-le-Bas, Pfastatt, Reiningue, Riedisheim, Rixheim, Sausheim et Zimmersheim. Près de 200'000 habitants (2015) sont desservis par l'eau de Mulhouse pour un volume moyen journalier de l'ordre de 35'000 m³. Le service de l'eau assure également une fourniture en gros au Syndicat Intercommunal à Vocation Unique du Bassin Potassique au nord de Mulhouse.



Carte des communes alimentées par le SDE

Pour le moment, il s'agit d'un service municipal mais cela pourrait être amené à changer suite à la **loi NOTRe**. Une étude de transfert de la compétence eau est en cours ; La m2A aurait la gouvernance de l'eau au plus tard pour le 1^{er} janvier 2020.

Le SDE fait partie du pôle environnement et services urbains (l'administration du pôle étant mutualisée entre la ville de Mulhouse et la m2A) piloté par Thierry YOH-RECHAM (cf. [Mulhouse Alsace Agglomération \(m2A\)](#))

Le service Eaux et Travaux est composé d'environ 115 agents répartis en différentes unités (cf. [Organigramme du SDE](#))

- **Le bureau d'étude** : assurant les phases de conception des travaux et branchements neufs et de suivi des chantiers ;
- **Le bureau de dessin** : travaillant sur la Base de Données Urbaine (BDU) et les Déclarations de projet de Travaux (DT) et Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux (DICT). Les plans du réseau sont saisis à 2 niveaux : au 5000^{ème} avec la figuration des conduites et des éléments importants du réseau et au 200^{ème} avec un niveau de précision beaucoup plus fin et complet ;
- **La maintenance** : assurant les travaux d'entretien du réseau et la gestion des stocks ;
- **Les moyens généraux** : assurant les travaux d'entretien courant des bâtiments et des ouvrages ;
- **La production** : assurant le suivi et l'installation des équipements électromécaniques et la gestion de l'eau dans le réseau d'un point de vue adduction ;
- **Les gardes-barrage** (en partenariat avec les autres acteurs prélevant de l'eau sur le bassin versant de la Doller) assurant le suivi du barrage de rétention d'eau de Michelbach. Cet ouvrage peut stocker 7'200'000 m³ d'eau et s'étend sur 80.6 ha. Placé en parallèle de la Doller, il vise à stocker de l'eau en période de hautes eaux afin de pouvoir restituer à la rivière un complément en période d'étiage : ceci afin de respecter la réglementation vis-à-vis du débit réservé, et ainsi pouvoir exploiter la ressource (nappe d'accompagnement) en permanence ;
- **La Mission-Eau** (en partenariat avec l'agence de l'eau Rhin-Meuse et la m2A) : en charge de la préservation de la ressource de la Doller, et en vue d'une reconquête d'une bonne qualité des eaux de la Hardt. La Mission-Eau fait notamment évoluer les pratiques en termes d'utilisation des produits phytosanitaires par des actions de communication et organise le rachat de parcelles agricoles en bord de rivière.

Le SDE travaille en collaboration avec le **service Relation Usagers** (service mutualisé). Ce dernier est en charge de l'accueil des usagers (téléphonique ou in situ), de la facturation et de la relève des compteurs. L'ensemble du parc à gérer représente environ 41'000 compteurs. Actuellement, la télé relève (1 relevé automatique d'index toutes les 6 heures) couvre environ 17'000 compteurs. Cette technologie permet un meilleur suivi de leur consommation par les usagers, ainsi qu'une meilleure gestion des fuites en parties privatives. Le reste du parc est divisé entre de la radio relève (tournée à moto du releveur sans rentrer dans les maisons) et des relèves in situ (2 à 4 relevés par an). Le service relation usagers est présent sur le même site physique.

2.2. Présentation du réseau

2.2.1. Généralités

Le réseau géré par le SDE représente environ 820 km. Le rendement primaire du réseau vaut 81.5 % (2015). Cependant, la zone d'étude ne concernant pas tout le réseau, un **rendement primaire de 80 %** a été retenu pour toute la suite de cette étude (cf. [Rendement Primaire du réseau](#)). Le réseau a la particularité d'être extrêmement maillé : ceci permet entre autre d'éviter les zones d'eau morte et de sécuriser la distribution. Les conduites sont à plus de 95% en fonte (rapport 2015) grise ou ductile. Sur Mulhouse la répartition est plutôt identique entre la fonte grise et la fonte ductile ; dans les villages environnant, la fonte ductile est présente entre 50 et 70 %.

2.2.2. Ressources

Le SDE possède 2 ressources distinctes :

- À l'est : **les captages de la Hardt et d'Habsheim** - ne sont plus utilisés aujourd'hui pour des questions de qualité des eaux (présence d'atrazine et de nitrates). Une étude pour la reconquête des Eaux de la Hardt est en cours ;
- À l'ouest : **les captages de la nappe d'accompagnement de la Doller** ; 8 puits sont actuellement en service – 2 sur la commune de Reiningue à l'amont et 6 sur le site du Hirtzbach à Mulhouse plus à l'aval. Chaque puit est équipé de 2 pompes régulées sur un débit de 200 m³/h lorsqu'elles fonctionnent. Le SDE ne traite pas l'eau de manière habituelle (des dispositifs sont existants si nécessaires), en effet la ressource de la Doller est pour le moment très bien préservée.

NB : On utilisera les notations PHR (ou PHH) pour Puit à drains Horizontaux de Reiningue (respectivement Puit à drains Horizontaux du Hirtzbach).

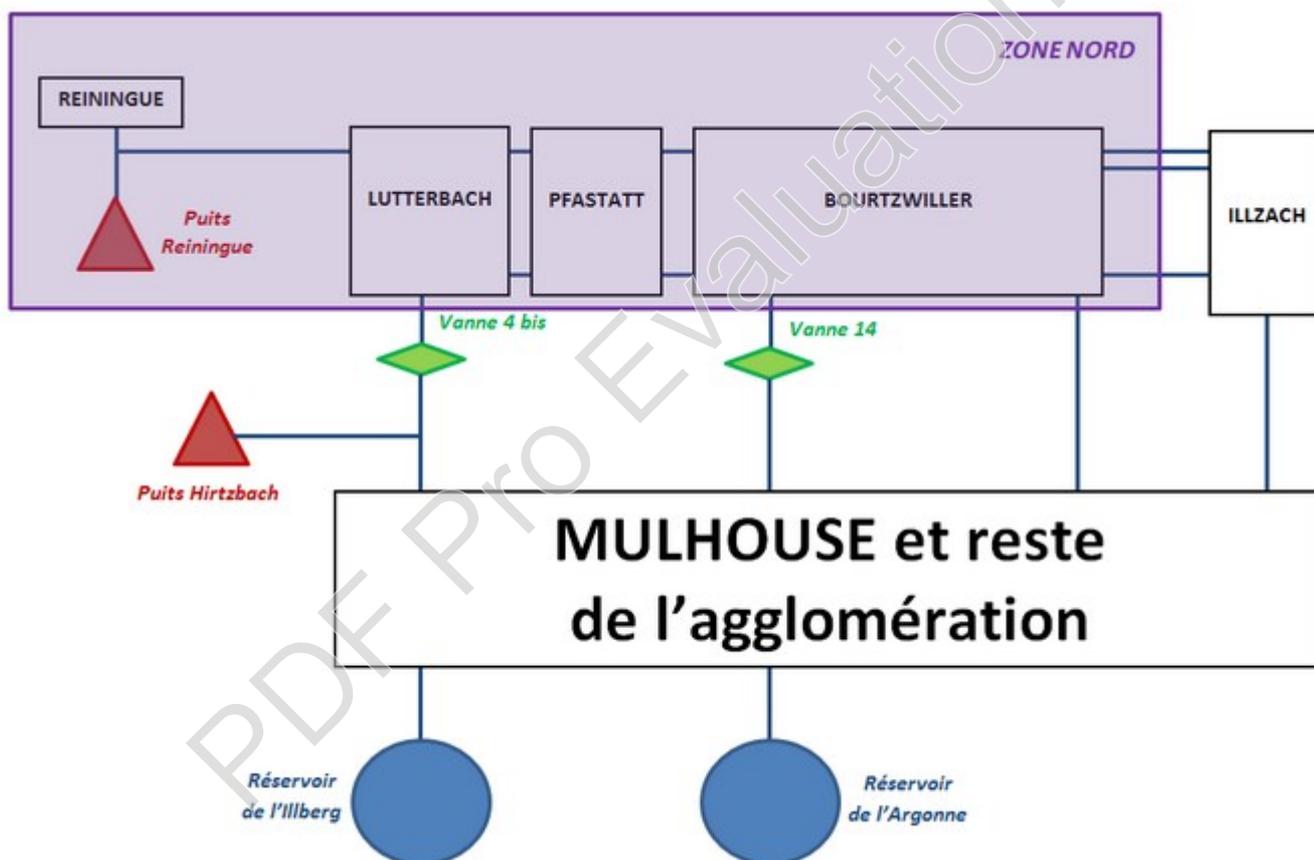
2.2.3. Ouvrages de Stockage

Le SDE possède une capacité totale de stockage de 38 600 m³, les 2 principaux réservoirs étant :

- Le réservoir de l'Argonne : 10 000 m³
- Le réservoir de l'Illberg : 20 000 m³

2.2.3. Fonctionnement hydraulique

Le réseau fonctionne en refoulement-distribution. La nuit, les puits de Reiningue et du Hirtzbach remplissent les réservoirs et imposent ainsi la pression au réseau. La journée, les réservoirs restituent l'eau accumulée à l'agglomération. Un nombre minimum de 4 pompes fonctionne en continu (2 à Reiningue et 2 au Hirtzbach).

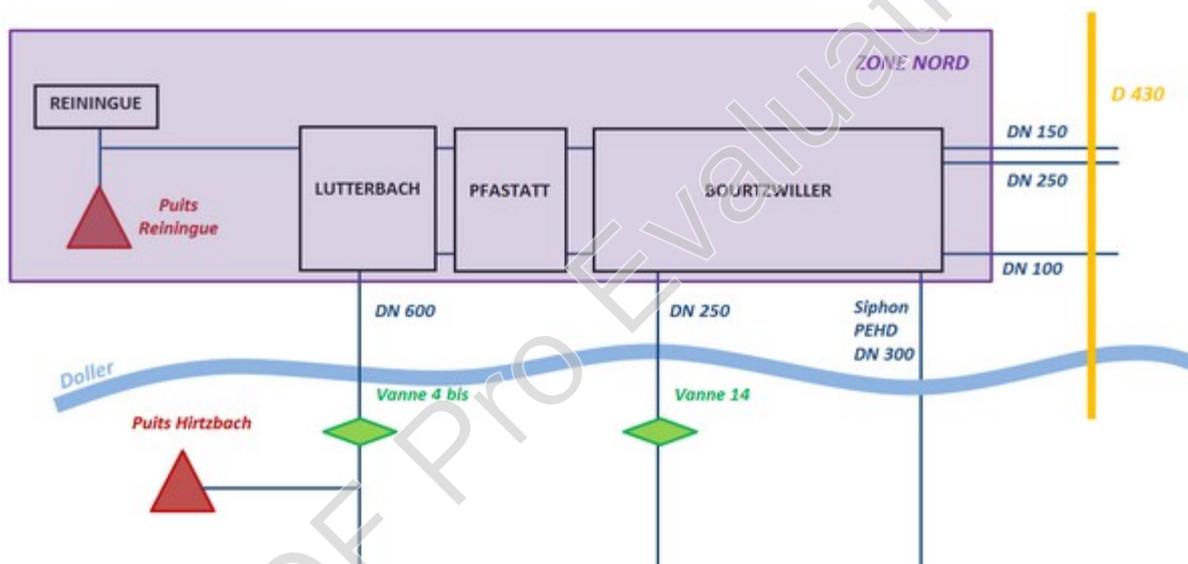


2.2.4. Présentation et fonctionnement de la zone nord

La Zone Nord (ZN) englobe les communes de Reiningue, de Lutterbach, de Pfastatt et le quartier de Bourtzwiller (commune de Mulhouse) et est délimitée par la Doller et l'Ill (rivières) au sud et la route D430 à l'est. Ceci se traduit d'un point de vue hydraulique par 6 nœuds :

- La vanne 4bis près du site du SDE
- La vanne 14 à Bourtzwiller
- Le siphon en PEHD sous l'Ill à Bourtzwiller
- La conduite longeant l'Ill et passant sous la D430 à Bourtzwiller
- Les 2 conduites ($\varnothing 150$ et $\varnothing 250$) au nord-est reliant Bourtzwiller à Illzach

Les vannes 4 bis et 14 sont des vannes à régulation monovar et permettent de maintenir une pression supérieure d'environ 0.5 bar sur toute la zone nord. Elles fonctionnent comme des stabilisateurs amont et sont régulées sur la même consigne de pression.



2.3. Présentation du sujet

La Zone Haute représente la partie la plus haute de la zone nord, elle sera clairement identifiée dans la suite du rapport. Des anomalies ont été constatées sur cette zone : la pression à laquelle l'eau est fournie est parfois trop faible pour les abonnés et de récents tests sur les poteaux incendie montrent que la défense contre l'incendie est mal couverte sur cette zone-là. Soucieux de répondre au mieux aux sollicitations des communes de Lutterbach et de Pfastatt, le SDE a lancé une étude afin d'améliorer la situation existante. Cette étude s'appuiera sur la création d'un modèle numérique de simulation hydraulique.

3. Matériels et méthodes

Choix de la Zone Nord (ZN) comme périmètre d'étude

En vue de la modélisation future, une zone d'étude a été rapidement définie : en effet le réseau étant extrêmement maillé, il n'était pas possible de modéliser uniquement la ZH où des dysfonctionnements ont été observés. La Zone Nord précédemment définie a été choisie. La campagne de mesure envisagée dans la suite concernera donc cette zone.

3.1. Étude préalable des différentes solutions

3.1.1. Augmentation des consignes de régulation des vannes 4bis et 14

La solution la plus simple pour pallier au manque de pression et de débit incendie serait sans doute de réguler d'avantage les vannes 4bis et 14. Or, la consigne actuelle étant de 4 bars (capteur de pression placé dans le regard des électrovannes 6 et 7, près de la vanne 4 bis). On peut augmenter la pression de la zone jusqu'à 4.2 bar : les vannes sont alors complètement fermées et ne régulent plus. Gagner 2 mce ne suffirait pas à pallier le manque de pression puisqu'on a 0 mce en pression dynamique à certains PI comme rue du Kappelgarten.

3.1.2. Renforcement du vannage déjà existant

La solution qui consisterait à renforcer le vannage déjà en place par l'ajout de 4 vannes motorisées aux autres limites de la zone nord est écartée : trop de pertes de charges supplémentaires seraient créées, ce qui n'irait pas dans le sens de réduire les dépenses énergétiques. De plus, il y a tout de même en moyenne 10 000 m³/jour (13 500 m³/j produits par les puits de Reiningue contre 3 500 m³/j consommés dans la zone haute en moyenne [voir plus loin]) qui doivent transiter de la zone nord vers Mulhouse et le reste de l'agglomération.

3.1.3. Remise en service du château de Lutterbach

Reste alors le château d'eau de Lutterbach, dont l'utilisation a été arrêtée dans les années 2000 lorsque le SDE a pris en charge la gestion du patrimoine de la commune de Lutterbach. La cuve a été complètement réhabilitée en 2011 en vue d'une remise en fonction qui n'a pas encore eu lieu.

Étude sommaire

La mesure de pression effectuée sur le PI (altitude 258.0 m) au départ de la canalisation de 200 mm qui alimentait le château d'eau est très stable (entre 22 et 23 mce). Avec le château d'eau en service (radier à 286.8m et trop-plein à 291.3m), **la pression se verrait augmentée d'entre 6.3 et 10.8 mce en statique** au niveau du PI. Ceci serait suffisant pour les zones où la pression apparaît comme étant la plus faible (exemple rue du Kappelgarten avec environ 14 mce).

L'alimentation du réseau de la zone haute par le château d'eau constituerait donc bien une solution face au manque de pression constaté.

3.2. Données disponibles

3.2.1. Données du service « Relations usagers »

Il s'agit maintenant de bien définir la zone haute avec ces 2 contraintes principales :

- La pression supplémentaire doit être apportée là où elle fait réellement défaut ;
- Le Besoin Journalier Moyen de la zone haute doit se rapprocher de la capacité du réservoir (volonté d'utiliser le château d'eau pour la desserte d'un maximum d'abonnés).

3.2.1.1. Bilan besoin-ressources de la ZN et de la ZH

NB : La demande des abonnés étant bien assurée avec la situation actuelle, on considère que les besoins sont couverts par la ressource.

L'idée générale de cette partie est d'établir un outil permettant de **donner une consommation moyenne journalière à partir du nom de certaines rues**. De cette manière, on pourra procéder par essais successifs jusqu'à trouver la zone haute la plus adaptée.

Le service relation usagers de la ville dispose d'un requêteur (utilisant le logiciel Egee) : BO XI. Il a été utilisé pour avoir accès aux informations souhaitées. Bien que la zone haute ne concerne pas la commune de Reiningue et le quartier de Bourtzwiller, les exports ont été faits directement pour les 4 communes de la zone nord en vue de la modélisation à venir.

Filtre de la requête (cf. [Champ d'une requête sous BO XI](#))

- Nom de la Ville : successivement REININGUE, LUTTERBACH, PFASTATT et MULHOUSE
- Date de la relève : entre le 01/12/2014 et le 01/01/2017 (pour avoir 2 ans de données)
- Nom de la rue : uniquement pour Bourtzwiller (qui est un quartier de Mulhouse) la liste complète des rues demandées est renseignée en annexe (cf. [Liste des rues de Bourtzwiller utilisées pour le requêteur BO XI \(avec la syntaxe adaptée\)](#))

Objet du résultat (cf. [Résultat d'une requête sous BO XI](#))

- Référence du site (qui n'est pas attaché au compteur - qui doit être renouvelé régulièrement)
- Nom de la ville
- Nom de la rue (ex : VOSGES)
- Numéro de rue et additif (ex : 8 bis)
- Date de la relève (jj/mm/aaaa)
- Index du compteur (m³)

Utilisation d'une macro Excel (cf. [Macro Excel : déterminer la consommation par rue](#))

Une Macro VBA a été créée afin de pouvoir plus facilement exploiter les données brutes issues du requêteur.

La page « rapport » permet de trier les données brutes successivement, par rues, par numéro de rue et additif, par référence de site et par date de relève.

La page « rues » permet de faire le lien entre la syntaxe des rues utilisée par BO XI et celle utilisée par le Système d'Information Géographique de la m2A (ELYX). On peut aussi y sélectionner les rues dont on souhaite exploiter les données (en prévision de la définition de la ZH). (cf. [Sélection des rues](#))

La page « conso » permet de (cf. [Calculs intermédiaires](#))

- Calculer la consommation entre 2 relèves successives
- Reconstituer la consommation moyenne de chaque site
- Reconstituer la consommation moyenne de chaque numéro, puis de chaque rue, puis de la commune étudiée

L'onglet « final » permet de mettre les données en forme en vue de leur utilisation sous format .csv pour l'import sous Porteau (modélisation à venir) en 4 colonnes :

- Identifiant de l'objet portant la consommation
- Type d'objet portant la consommation (ici des nœuds : node pour Porteau)
- La classe de consommation (définie plus bas)
- La consommation avec les pertes (en L/jour)

NB : La sectorisation n'étant pas encore complètement déployée sur l'agglomération mulhousienne, il n'était pas possible d'utiliser le rendement primaire local du réseau pour l'estimation du volume des fuites. Il a donc été choisi de prendre en considération un rendement moyen de 80% pour tout le réseau (la moyenne des rendements sur les 5 dernières années étant de 81.4 %).

Les difficultés rencontrées :

- Certains sites ont plusieurs compteurs, il a donc fallu séparer les index à la main ;

NB : Il serait bon de rentrer une référence de site bis ou ter pour les compteurs supplémentaires sur un même site (sous-compteurs, compteurs combinés).

- Certaines rues/numéro de rues ne sont pas répertoriées sous ELYX ou sous BO XI ;

NB : Il serait bon qu'il y ait une harmonisation du nom des variables en vue de la modélisation de l'ensemble du réseau du SDE.

- Les remplacements physiques des compteurs (qui demandent une nouvelle valeur de départ pour calculer les consommations) ;
- Les fuites sur les branchements.

Vérification des résultats

Tous ces problèmes ont pu être contournés pour avoir un résultat plus proche des données figurant dans le rapport annuel sur l'eau de 2015. On vérifie succinctement les valeurs trouvées au regard du rapport annuel sur l'eau (2015). **Les écarts sont inférieurs à 5%**. On valide alors la méthode utilisée.

Commune	Consommation Moyenne Journalière (m ³ /j)		Écart (%)
	BO XI	Rapport annuel 2015	
Reiningue	188	189	1%
Lutterbach	790	757	4%
Pfastatt	1245	1268	2%
Bourtzwiller	1322	-	-

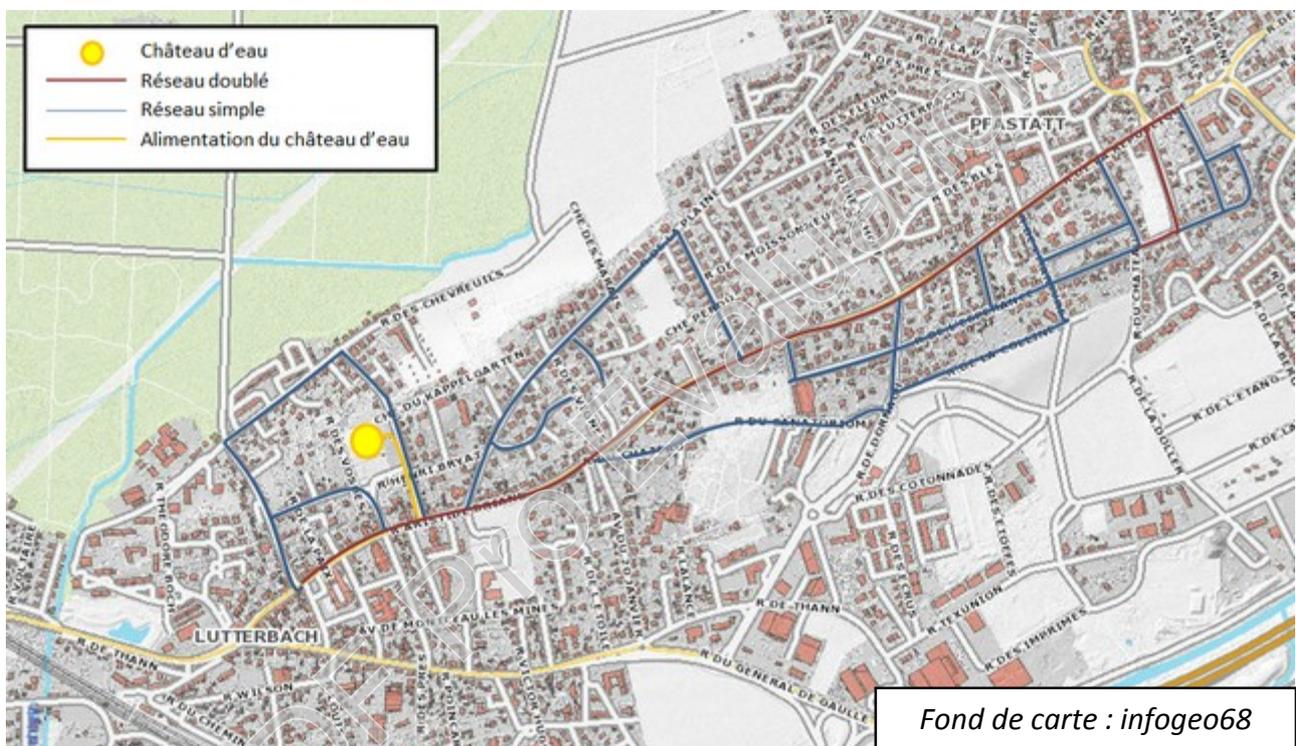
Détails par rue : [Résultats](#)

On ne dispose pas de données de consommation pour Bourtzwiller dans le rapport annuel mais étant donné que la démarche a bien fonctionné sur 3 communes, on peut légitimement supposer que le résultat de Bourtzwiller est cohérent. L'ordre de grandeur des consommations estimées correspondraient à 6.5 % de la consommation de Mulhouse (besoin moyen journalier [BJM] de 19'300 m³/j en 2015).

3.2.1.2. Détermination des Besoins de pointe

Besoin Journalier de Pointe (BJP) de la zone haute

Le périmètre de la Zone Haute a été déterminé de manière à ce que : son BJM soit de l'ordre de grandeur de 400 m³ (volume de la cuve). Les rues où la pression faisait le plus défaut ont été choisies en priorité. La création de « bras morts » a elle aussi été un maximum évitée. On remarque notamment qu'il existe 2 canalisations fonctionnelles dans les rues Aristide Briand (Lutterbach) et de l'espérance (Pfastatt), une canalisation de type adduction de 250 mm et une autre de type distribution de 150 mm. La canalisation de 250 mm traverserait la ZH sans en faire partie, tandis que celle de 150 mm ferait partie de ladite Zone Haute. Voici la ZH ainsi définie :



La **Consommation Journalière Moyenne (CJM)** de la ZH vaut **310 m³/j**. Avec un rendement primaire de 80%, on arrive à un **BJM de 390 m³/j**. Ceci correspond bien aux contraintes que l'on s'était fixées.

Consommation Journalière Moyenne Zone Haute (m3/j)	
Zone Haute	310
dont à Lutterbach	181
dont à Pfastatt	129

Projection sur les années à venir

Les communes ont déclaré ne pas avoir de projet de lotissement dans la zone haute dans les années à venir.

De plus on remarque qu'à Lutterbach et Pfastatt (comme sur le reste de l'agglomération), la consommation d'eau par habitant est à la baisse. Par proportionnalité, on déduit de ces tendances que sur la zone haute, on « perd » chaque année la consommation correspondant à une cinquantaine d'habitants. Un phénomène de stagnation des consommations par personne serait également en train d'apparaître sur le territoire. Ainsi, comme la commune ne prévoit pas de nouvelles constructions, on ne se projetera pas avec une augmentation de la CJM actuelle. Cf.

[Prévisions](#)

Calcul de la Consommation journalière de pointe

Les valeurs standards ont d'abord été utilisées pour la détermination de la Consommation Journalière de Pointe : les 2500 habitants raccordés correspondent à un coefficient journalier de pointe $k_1 = 2.0$. Ceci nous donne CJP = $620 \text{ m}^3/\text{j}$ et donc BJP = $700 \text{ m}^3/\text{j}$ (en considérant les pertes constantes - ce qui offre une majoration puisque les pertes évoluent à l'inverse de la consommation). Le coefficient Horaire de Pointe k_2 donné dans les tables pour la population cible, vaut $k_2 = 3.4$ on arrive ainsi à une CHP = de $88 \text{ m}^3/\text{h}$ et donc un BHP de $90 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ceci nous donne un débit de pointe horaire plus de 5 fois supérieure à la consommation moyenne journalière. Les coefficients choisis sont surement surestimés vu le faible nombre d'abonnés desservis ; le modèle de coefficient n'est pas adapté à ce cas.

	m3/j	m3/h
Moyenne		
pertes	78	3.2
CJM	311	-
BJM	389	-
Rendement primaire	80%	
Jour de pointe		
k1	1.35	
CJP	420	-
BJP	497	-
Heure de pointe		
k2	3.40	
CHP	-	59
BHP	-	63

On suppose alors que le coefficient journalier de pointe k_1 est le même pour la zone haute que pour le reste de l'agglomération mulhousienne. Le besoin moyen de l'agglomération vaut autour des $35'000 \text{ m}^3/\text{j}$. Sur les dernières années, un maximum de $47'000 \text{ m}^3/\text{j}$ a été enregistré le 02/08/2003 (données issues de la supervision). On estime alors k_1 à 1.35 (on garde $k_2 = 3.5$). Le nouveau **BHP est maintenant estimé à $63 \text{ m}^3/\text{h}$** , ce qui paraît plus raisonnable que la première valeur trouvée. On validera cette donnée avec une simulation de type Opointe sur le modèle Porteau.

3.2.1.3. Courbes de modulation

Pour faire fonctionner la simulation, il faut renseigner le « Modèle de consommateur ». Une modélisation de la commune de Brunstatt a déjà été faite par un stagiaire précédent sous Epanet. Les volumes entrants et sortants de la commune étaient relevés à chaque heure ; par différence, le volume consommé heure par heure a ensuite pu être déterminé. Il a ensuite été divisé par le nombre d'abonnés pour trouver la courbe de modulation type d'un abonné de la commune. Cette méthode suppose qu'un petit consommateur utilise de l'eau de la même manière qu'un gros consommateur.

Il a donc été décidé de **définir dix classes de consommateurs** en se basant sur les consommations heure par heure de quelques consommateurs types pour établir les courbes de modulation. Ces classes de consommateurs ont été définies de telle sorte que le volume consommé par classe soit inférieur à 15% du volume total et qu'une classe de consommateurs ne représente pas plus de 30% de l'ensemble des consommateurs. Cf. [Classes de consommation](#)

Classe	Nom de la classe
1	conso_0_60_m3_an
2	conso_60_100_m3_an
3	conso_100_150_m3_an
4	conso_150_250_m3_an
5	conso_250_500_m3_an
6	conso_500_1000_m3_an
7	conso_1000_2000_m3_an
8	conso_2000_3500_m3_an
9	conso_3500_8000_m3_an
10	hors_classe

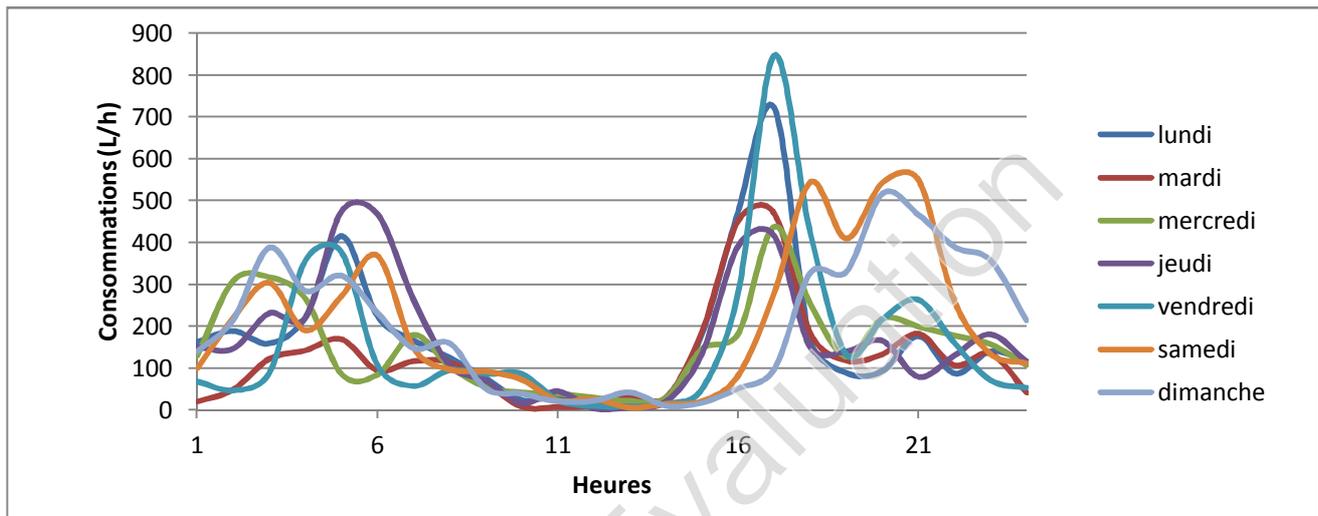
Seule la ville de Mulhouse est actuellement équipée en télé-relève (la radio relève ne permettant pas de faire un relevé à chaque heure). De plus, on a souhaité utiliser des données provenant d'un quartier résidentiel (à l'image des communes que l'on modélisera). 30 abonnés habitant le quartier résidentiel du Reberg à l'est de Mulhouse ont donc été choisis pour servir de consommateurs de référence. On a pris soin de choisir des abonnés ne disposant pas de piscines privées mais les arrosages automatiques n'ont pas pu être vérifiés initialement.

Il a fallu ensuite prendre RDV avec les abonnés pour pouvoir accéder à leur compteurs et les passer de 4 index/jour à 24 index/jour, changer le paramétrage des concentrateurs qui récupèrent ces données puis attendre au moins 2 semaines le temps d'avoir suffisamment de valeurs. Les données ont pu être récupérées compteurs après compteur à partir de la base Emis gérée par Suez (qui a passé un contrat d'exploitation de la Télérélevé avec le SDE) cf.

On a utilisé des chroniques de 3 semaines au minimum. À l'avenir, il est évident qu'une plus grande plage d'observation donnerait des résultats plus probants. Cela permet néanmoins de donner une bonne indication des consommations.

Une macro Excel a été créée afin de traiter les données. Elle vise notamment à :

- **Comblé les données** : il est relativement fréquent que l'index ne soit pas émis ;
- **Reconstituer les consommations par jour de la semaine** : outre le WE, on remarque fréquemment une utilisation différente certains jours de la semaine. On souhaite uniquement garder les jours qui ont bien des pics de consommation le matin et le soir et pas les jours où la consommation est plus continue sur la journée (souvent les jours où l'abonné reste chez lui, le WE dans l'exemple ci-dessous).



On remarque qu'on a **2 pics de consommation**, l'un le matin (avant que les gens ne partent travailler) et l'autre plus conséquent le soir à leur retour. On remarque également que ces pics sont de plus en plus laminés lorsqu'on passe vers les classes de « gros » consommateurs.

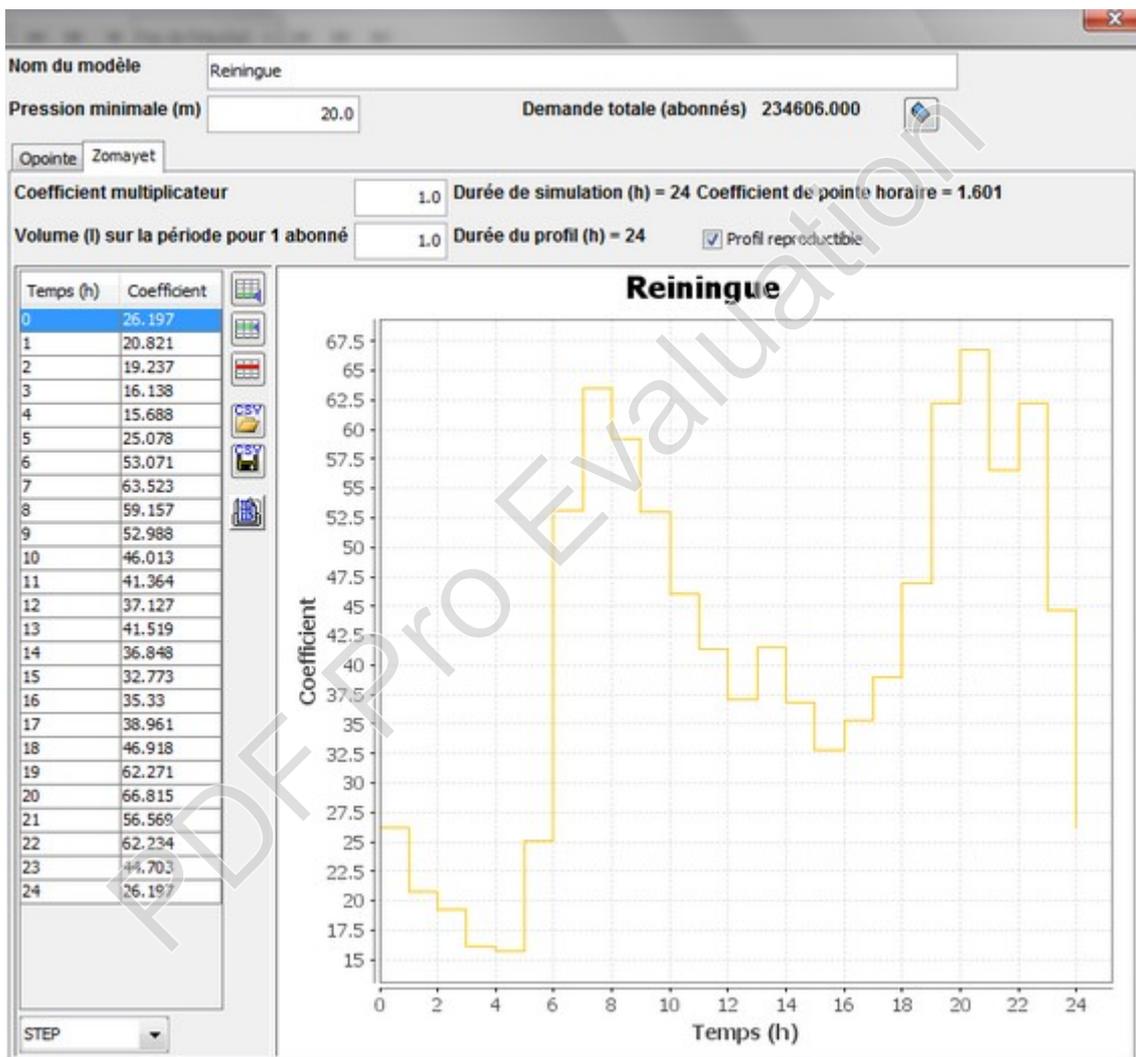
La courbe de modulation finale est composée de la somme

- Des relevés horaires exportés depuis Emis pondérés à 80% ;
- Du débit de fuite (qu'on a choisi de rapporté directement au niveau des consommateurs), fixe tout au long de la journée, et pondéré à 20%.

Heure de fin	Débit (mL/s)	perdes	Débit total
1	6.714	8.333	15.048
2	6.016	8.333	14.349
3	5.710	8.333	14.043
4	6.299	8.333	14.633
5	7.326	8.333	15.659
6	8.592	8.333	16.925
7	10.492	8.333	18.825
8	25.951	8.333	34.284
9	53.856	8.333	62.189
10	68.081	8.333	76.415
11	61.345	8.333	69.679
12	53.900	8.333	62.233
13	66.662	8.333	74.995
14	68.802	8.333	77.135
15	50.886	8.333	59.220
16	33.680	8.333	42.014
17	39.314	8.333	47.647
18	45.231	8.333	53.564
19	39.499	8.333	47.833
20	36.137	8.333	44.470
21	44.303	8.333	52.636
22	36.104	8.333	44.437
23	17.610	8.333	25.943
24	7.489	8.333	15.823

Cas particulier de Reiningue

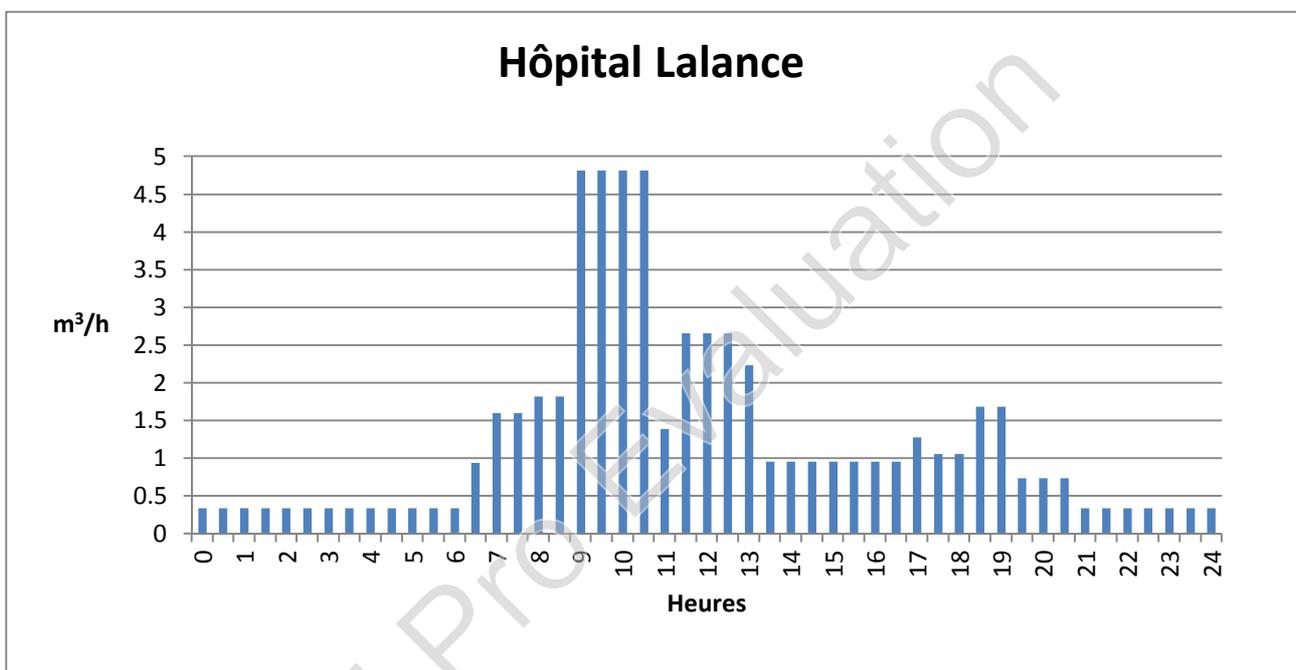
L'alimentation en eau potable de la commune de Reiningue (en attente des travaux de rénovation du réservoir) se fait actuellement à partir d'une surpression piquée sur la grosse canalisation de 700mm qui alimente ensuite la ZN. On considèrera sous Porteau **Reiningue comme un consommateur unique** dont la consommation est la somme des exports de BO XI relatifs à la commune. On créera aussi un modèle de consommation « Reiningue » qui a été déterminé par une pondération des courbes de modulations précédentes par leurs consommations respectives sur la commune de Reiningue.



Cas particulier de l'hôpital Lalance à Lutterbach

On considère l'hôpital comme un industriel puisqu'il consomme **23.9 m³ par jour**. Il se trouve « hors classe » comme il consomme plus de 8000 m³ sur l'année. Un relevé journalier est effectué par les agents de l'hôpital. On n'a pas pu utiliser la même méthode que dans le quartier résidentiel du Reberg puisque le site n'est pas équipé en télé-relève et qu'il n'y a pas non plus de concentrateurs pour rapatrier l'information.

Des informations ont été demandées au service technique de l'hôpital concernant les horaires de fonctionnement de l'hôpital. Cf. [Hôpital Lalance](#). Ceci a permis d'en déduire une courbe de modulation spécifique à l'hôpital Lalance.



NB : Dans le futur, il sera intéressant d'équiper prioritairement les sites consommant beaucoup d'eau (comme l'hôpital) afin d'avoir des relevés horaires de leurs consommations (qui bien souvent ne sont pas du même type que les particuliers).

3.3. Campagne de mesure

3.3.1. Mesures de pression

Une entreprise privée a réalisé pour le compte du SDE, un rapport sur les poteaux incendie fin 2016. Il se compose notamment d'une mesure de pression statique et d'une mesure de pression dynamique (en réalité il s'agit de la pression statique résiduelle lors d'un tirage) couplée par le débit s'il est inférieur au débit règlementaire.

Ces résultats se sont révélés être insuffisants pour bien comprendre les fonctionnements du réseau. En effet puisqu'ils donnent l'accès à une mesure de pression ponctuelle (on ne connaît pas l'heure) et ne traduisent pas les variations qui peuvent subvenir sur la journée. Une campagne de mesures a donc été mise en place.

La pression a été enregistrée sur 18 points répartis sur la zone d'étude, les mesures ont été densifiées au niveau de la zone haute. Les pressions au PHR1 et PHR2 ont également été extraites des données de la supervision. Cf. [Carte des mesures de pression](#)

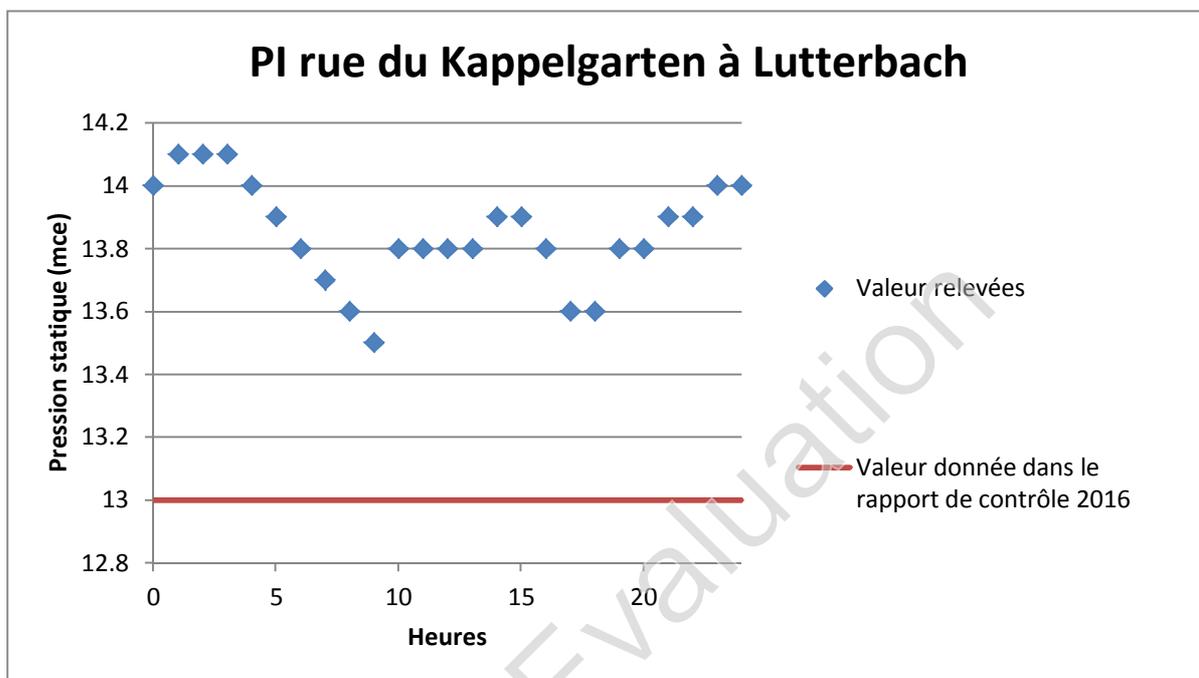
2 Capteurs identiques (Leo Record KELLER) ont été utilisés et pilotés à l'aide du logiciel LOGGER_5. Une mesure a été faite toutes les 5 secondes et ce pendant 2 journées consécutives (afin d'avoir des données plus fiables). Ils ont été posés sur des poteaux incendies – points d'accès facile au réseau et facilement sécurisables lors de la mesure. La précision est garantie à 0.1 mce près, en réalité on retranchera systématiquement 50 cmce à la mesure pour prendre en compte la hauteur du PI par rapport au sol. Ainsi l'incertitude sur la mesure est d'avantage reliée à la côté altimétrique du PI qu'à la mesure porté par l'environnement que l'appareil.



Photo : Julien Labeth

NB : Dans l'absence d'un poteau incendie proche d'une des limites de la zone nord, une ventouse a été démontée

Une macro Excel a été développée pour retravailler et exploiter les données depuis le capteur : on accède ainsi de manière automatique à la chronique d'une journée. Elle sera utilisée dans la suite des mesures sur le reste de l'agglomération par le SDE.



Les valeurs révèlent que les données fournis par l'entreprise sont en phase avec celles obtenues suite aux essais sur les poteaux incendies.

3.3.2. Mesures de débit

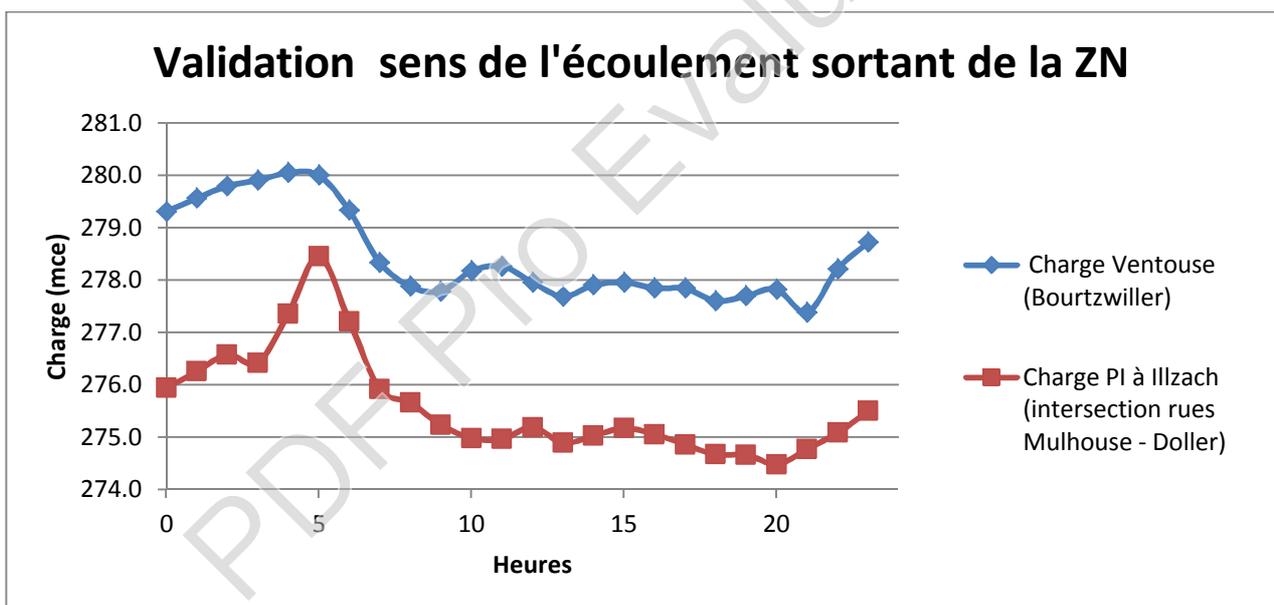
Connaitre les **conditions aux limites en terme de débit** est également un atout, à la fois pour la simulation hydraulique et pour permettre au SDE de mieux appréhender le sens de l'écoulement, la sectorisation n'étant pas encore déployée. On souhaite donc vérifier que l'eau circule bien de la zone nord vers le sud.

Dans un premier temps la pose d'un débitmètre portatif a été envisagée pour chacune des conditions aux limites.

- **Vanne 4bis** : la galerie présente sous les voies ferroviaires a permis la pose du débitmètre. Cependant la batterie de l'appareil ne tenait que quelques heures, ce qui rendait impossible les mesures sur une journée complète. Ce site dispose d'une alimentation secteur mais pas les autres lieux où une mesure devait être entreprise. Ainsi une solution alternative a été envisagée avec 2 autres batteries identiques ajoutées en parallèle de la batterie principale afin d'avoir 24h d'autonomie. Cette solution fonctionne bien mais a donné des résultats trop tardivement pour qu'ils puissent être exploités.
- **Les 2 conduites au nord** : Le réseau ne dispose pas de site pour y placer le débitmètre. En revanche, il permet d'isoler le flux passant dans la canalisation de 150mm de celui passant par celle de 250mm). Une méthode basée sur les pertes de charges a été retenue ici. Une vanne permettant le maillage entre les 2 canalisations a été fermée et 2 capteurs ont été mis simultanément à l'amont et à l'aval de la canalisation de 150mm. La différence piézométrique (au tirage des abonnés prêts) permet d'estimer le débit transitant par la canalisation.

On remarque tout d'abord que le flux est bien orienté vers la sortie de la zone nord. On trouve une perte de charge linéaire de l'ordre de 2.1 mm/m. On suppose qu'on a la même perte de charge linéaire au niveau de la conduite de 250mm en parallèle. En considérant des conduites de rugosité 0.5mm (utilisée plus tard dans le modèle) et en utilisant le modèle de Lechapt et Calmon, on aboutit à un débit journalier de 700m³/j pour la 150 et 2700 m³/j pour la 250 soit un total de 3400 m³/j. Ce résultat est à nuancer puisqu'il ne correspond pas à la situation réelle (où il existe un maillage) et parce que la rugosité des canalisations est mal connue (estimée entre 0.25 mm et 1 mm ce qui amènerai le volume journalier à osciller entre 3100 et 3800 m³/j.

- **Vanne 14** : Le tunnel sous les voies ferroviaires était inconnu du SDE. Après recherches, il s'est avéré que l'accès était assez dangereux (échelle sur 5m dans le regard), passage par la trappe exigüe, détecteur de gaz en alerte malgré la ventilation de la galerie). De plus la canalisation était encastrée à plus de la moitié dans le mur latéral de la galerie ce qui rendait la pose du capteur difficile. Il a donc été décidé de ne pas mesurer le débit à cet endroit-là. Le réseau étant trop maillé, on se contentera d'une mesure de pression sur un PI au nord de la galerie et d'une autre au sud. En comparant les côtes piézométriques, on pourra en déduire le sens d'écoulement de l'eau.
- **La conduite en PEHD** : n'a pas de regard permettant de poser le débitmètre. L'alternative avec un capteur de pression à l'aval a été rejetée (le PI à utiliser serait sur une aire de gens du voyage).
- **La conduite le long de l'III** : Le regard suivant (au pont rue de Mulhouse à Illzach) ne permet pas d'y installer le débitmètre pour des raisons d'aménagement. La même méthode qu'à la vanne 14 a été utilisée. On a choisi le point correspondant à la ventouse pour l'intérieur de la ZN, et le PI le plus proche à l'extérieur de la ZN.



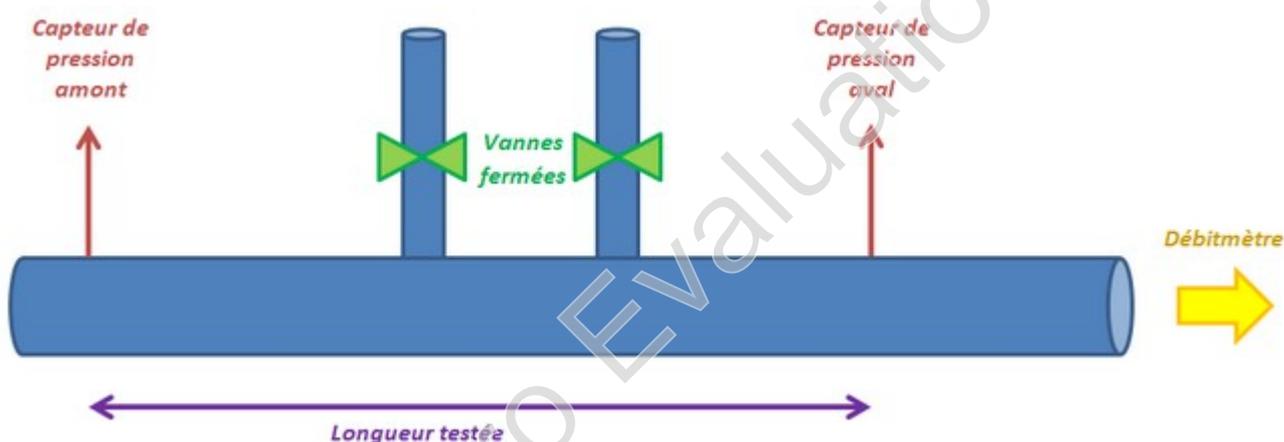
Comme l'eau s'écoule de la charge hydraulique la plus élevée vers la plus faible, cette méthode permet de montrer que le sens de l'écoulement est bien unidirectionnel (mesures effectuées sur 2 jours et simultanément).

3.3.3. Essais de rugosité

Certaines canalisations étant vieillissantes (certaines datant probablement d'avant 1900), il s'est avéré intéressant de traduire leur vieillissement par leur rugosité. Les canalisations en fonte ductiles étant bien plus récentes globalement (après 1970), on s'est intéressé à 2 canalisations en fonte grise ayant un fonctionnement différent :

- Une canalisation DN 250 (rue de l'espérance à Pfastatt) de type adduction (peu de branchements, vitesse moyenne de l'ordre du 0.25 m/s [que fournira la modélisation])
- Une canalisation DN 100 (rue de la plaine à Pfastatt) de type distribution (beaucoup de branchements, vitesse faible de l'ordre de 0.03 m/s.

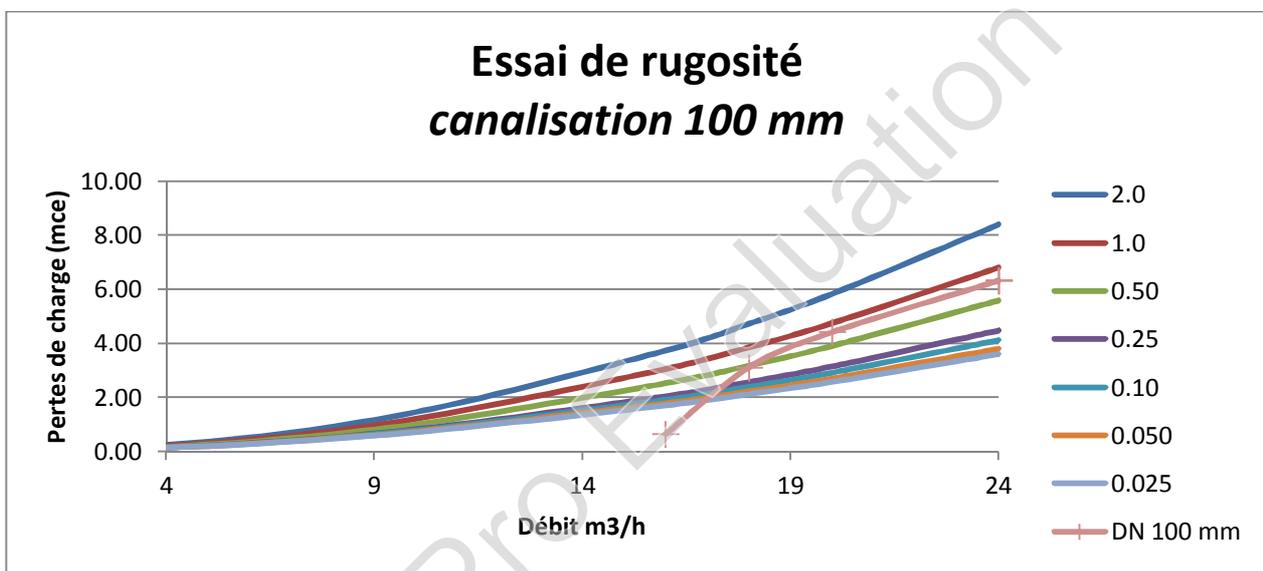
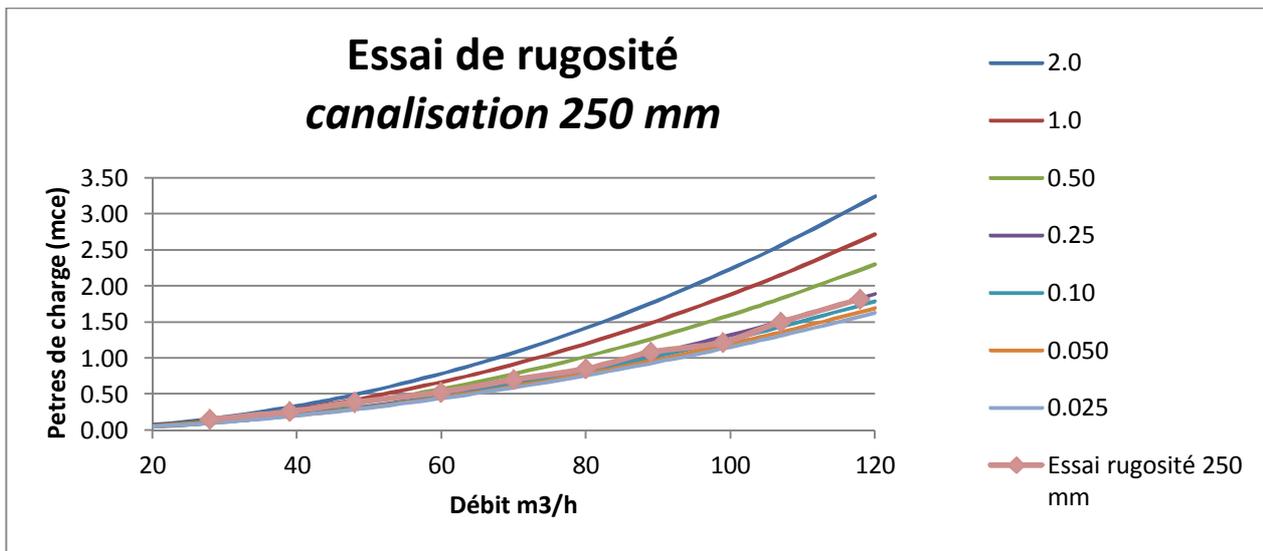
Le schéma ci-dessous explique le protocole de la mesure :



NB : Il a fallu précédemment manœuvrer 12 vannes (respectivement 6 vannes pour la DN 100) et s'assurer qu'elles soient bien étanches, tronçon après tronçon. L'étanchéité était parfaite pour la conduite de 100mm mais on a mesuré un débit de fuite de l/s (mesuré par empotage) pour la conduite de 250mm.

Diamètre	Longueur	Matériau
mm	m	
100	475	fonte grise
250	1125	fonte grise

Le principe de l'essai est de **réaliser simultanément une mesure de débit ainsi que 2 mesures de pression** (ici statique, l'une en entrée et l'autre en sortie du tronçon testé). Avec la cote sol des 2 points de mesure de pression, on est capable de calculer la perte de charge pour un débit donné. Chaque triplet de point fournit 1 point sur le graphe Perte de charge = f (Débit). On y trace également les courbes PdC = f (Q) théoriques données par le modèle de Lechapt et Calmon (cf. Modèle), ainsi avec quelques points on peut supposer les rugosités des canalisations.



NB : le premier point de l'essai sur la canalisation de 100 mm n'est pas dans la tendance générale. En effet, le débitmètre ne fonctionnait pas à pleine section car le débit était trop faible, entraînant une altération de la mesure.

On retiendra une rugosité comprise entre 0.1 et 0.5 mm (**autour de 0.25 mm**) pour les conduites de 250mm et une rugosité comprise en 0.5 et 1.0mm pour les conduites de 100 mm. Ceci semble cohérent puisque la conduite de 100 mm fait transiter l'eau à un débit bien plus faible que celle de 250mm, engendrant ainsi plus rapidement de la rouille à l'intérieur de la canalisation (l'eau de Mulhouse étant légèrement agressive et corrosive)

Ces essais permettent de donner un ordre de grandeur des rugosités dans les canalisations : il faudrait un plus grand nombre de conduites testées afin de pouvoir donner une valeur plus précise de la rugosité des canalisations et ainsi quantifier leur vieillissement. Ceci n'a pas pu être envisagé pour des questions de disponibilité du personnel (un essai nécessitant environ 2 journées de travail pour 3 agents).

3.4. Modélisation



La modélisation d'un réseau d'eau potable permet de préciser le fonctionnement actuel du réseau et est un outil d'aide à la décision pour des aménagements futurs.

3.4.1. Présentation de Porteau

Le logiciel de modélisation Porteau est l'outil que le SDE souhaite utiliser. Il s'agit d'un logiciel gratuit développé par l'Irstea. Différents modules peuvent être utilisés via ce logiciel :

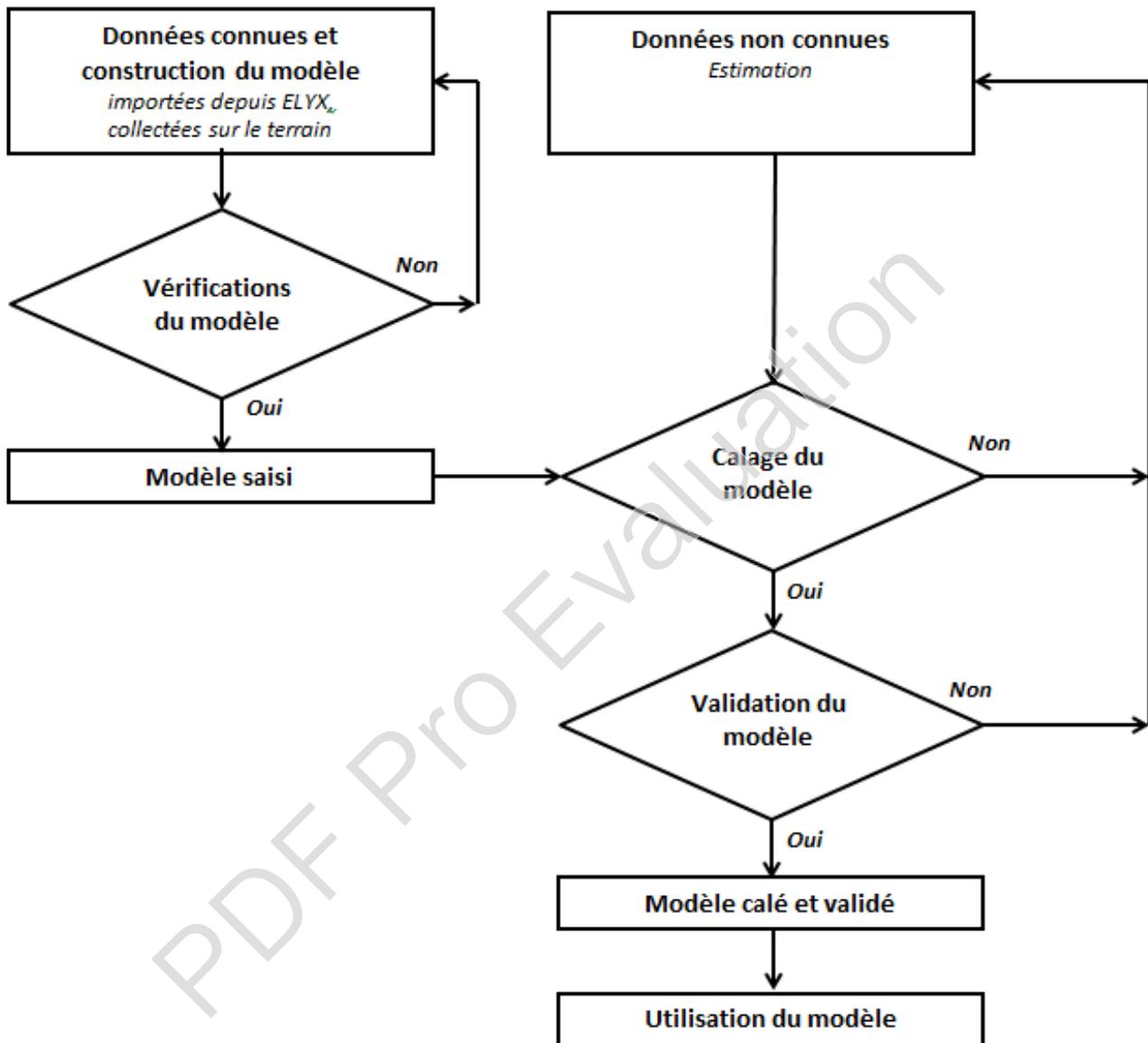
- Le module **Zomayet** : il permet d'effectuer des simulations sur une durée définie, à pas de temps déterminé, essentiellement pour observer des phénomènes de remplissage et de vidange de réservoir, de variation de pression et de débit à l'échelle d'une journée ou plus ;
- Le module **Opointe** : il permet de simuler le fonctionnement en pointe et d'avoir accès à la réponse des installations (pompes, canalisations) lors consommations ou d'évènements extrêmes ;
- Le module **Qualité** : il permet de suivre l'évolution de la concentration d'une substance donnée, donne une indication sur le temps de séjour hydraulique (non utilisé dans cette étude) ;
- Le module **Thermic** : il fournit des informations relatives à la température de l'eau transportée (non utilisée dans cette étude).

Lois utilisées pour le calcul

- La **loi des nœuds** : la somme des volumes entrants dans un nœud vaut la somme des volumes sortants à la différence près de la consommation
- La **loi des mailles** : la somme des pertes de charges algébriques le long d'une maille est nulle
- **Loi de Darcy-Weisbach** [Modèle de Darcy-Weisbach et Colebrook](#)

3.4.2. Méthodologie

La méthodologie employée vise successivement à construire et vérifier le modèle, caler le modèle, puis le valider. Ceci sera fait majoritairement sur des données pressiométriques.



3.4.3. Import des données

Le Service Informations Géographiques (mutualisé entre la ville de Mulhouse et la m2A), dispose d'un SIG couvrant l'ensemble de la surface de la m2A. Le SIG utilisé est ELYX. Le module Elyx Aqua n'était pas encore opérationnel lors de l'étude, c'est pourquoi l'utilisation des données n'a pas pu se faire de manière totalement automatisée sous Porteau (obligé d'importer couche après couche). Le Système d'Informations Géographiques GvSIG a été utilisé dans cette étude pour travailler les couches avant de les importer sous Porteau. Cf. [Compteurs de Bourzwiller sous GvSIG](#)

Les points de branchements ont été importés sous Porteau avec l'ensemble des nœuds de la zone nord. Les consommations ont été alors affectées d'abord à chaque branchement puis rapatriées sur chaque nœud en bout de conduite.

Une partie de Lutterbach n'avait pas encore été saisie sur le 200^{ème} par les dessinateurs. Ainsi, on disposait uniquement d'un plan au 5000^{ème} faisant apparaître les conduites principales mais pas les branchements. Or ce sont les identifiants des branchements (les références de site) qui permettent de faire le lien entre la consommation relevée sous BO XI et celle à utiliser sous Porteau.

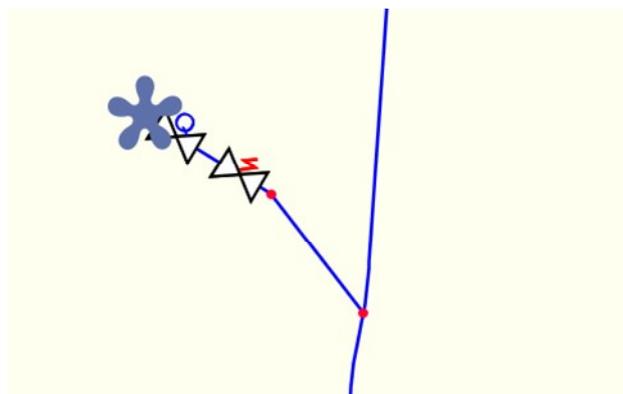
Les adresses des abonnés présents sur les rues du 5000^{ème} ont pu être **géocodés** à l'aide du logiciel gratuit « Mon Géocodeur ». Les coordonnées des points ont ainsi pu être récupérées pour la modélisation. Ensuite, les coordonnées et les consommations ont été regroupées à l'aide de GvSIG.

NB : Dans le futur, on prendra soin de commencer la modélisation du reste de l'agglomération par des communes dont la totalité du réseau est saisie sous le 200^{ème} afin de s'éviter ce type de manipulation.

Les modèles de consommation et les consommateurs sont importés en fichier .csv. Un volume sur la période (24h) de 1L est renseigné au niveau de l'onglet Zomayet de la fenêtre de Saisie des modèles de consommation. Cf. [Classe de consommateur 0 à 60 m3/an](#)

Modélisation des conditions aux limites

Les pompes de Reiningue sont asservies en débit. Pour un puit, on place un nœud ressource à charge fixée (celle enregistrée par le capteur de pression en sortie de puit), puis on place un limiteur de débit (qui permettra de réguler le débit), et une électrovanne qui portera l'information de fonctionnement de la pompe.



PHR1 : Un nœud ressource couplé avec un régulateur de débit bridé à 400 m³/h (correspondant aux 2 pompes toujours en fonctionnement)

PHR2 : Un nœud ressource couplé avec un régulateur de débit bridé à 200 m³/h (qui est arrêté de 8h30 à 11h et de 17h30 à 20h ; ces données sont issues des extractions faites de la supervision)

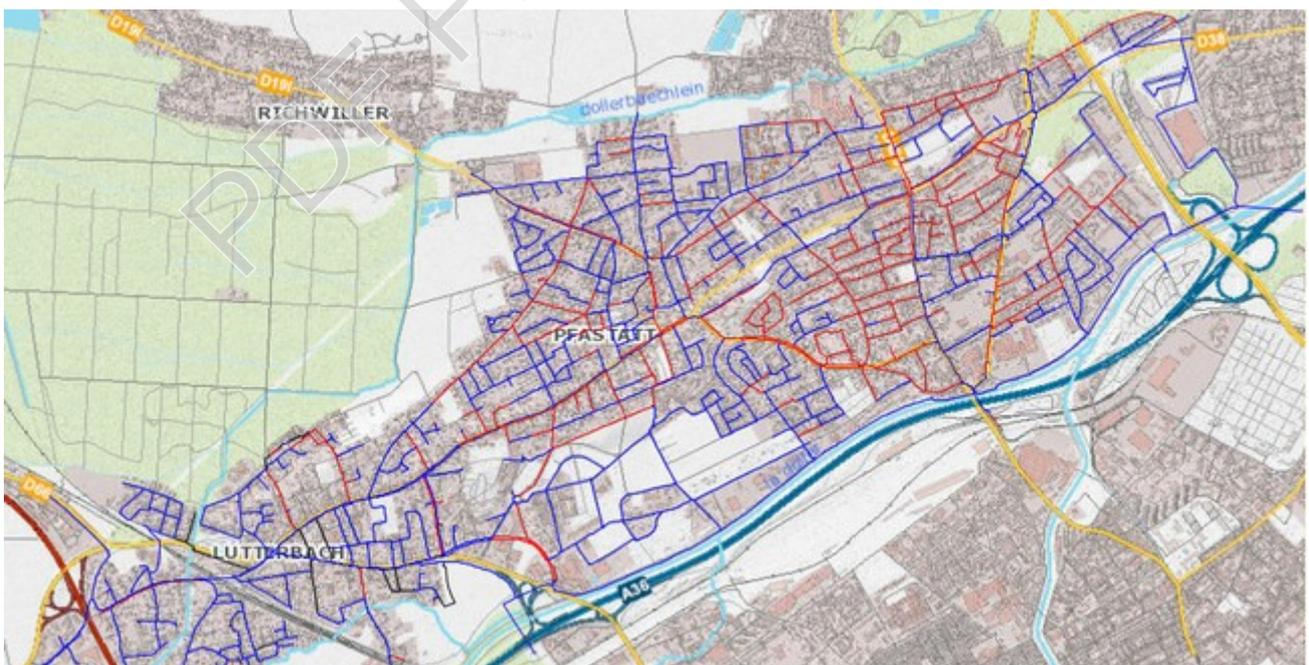
Pour la vanne 4 bis (d'où de l'eau entre dans la zone nord) : un nœud ressource dont la charge varie au cours de la journée correspondant aux mesures de pression effectuées sur le site ; la pression étant ici imposée par les réservoirs de Mulhouse (non modélisés). Un limiteur de débit avec les valeurs issues de la supervision y est placé. Cf. [Limiteur de débit vanne 4 bis](#)

Pour les autres conditions aux limites (d'où l'eau sort de la zone nord) : un nœud ressource à charge variable.

Pour la rugosité des canalisations, des valeurs qui s'appuient sur les essais débits/pression et sur les documents fournis par l'ENGEES sont affectées à chaque tronçon : ces valeurs dépendent du matériau et du diamètre considéré.

NB : Plus de 15 types de matériaux ont été rencontrés : à l'avenir il sera important de respecter la même typologie pour les mêmes matériaux au niveau de la saisie des conduites.

Au final, on ne retient que 5 types de matériaux : fonte ductile (bleu), fonte grise (rouge), conduites issues du 5000^{ème} (noir), inconnu (noir) et PEHD (vert). Au départ, les conduites issues du 5000^{ème} et celle dont le matériau est inconnu a été assimilée à de la fonte grise.



3.4.4. Calage et validation du modèle

Sauf indication contraire, toutes les simulations à venir seront faites sur 24h, en débutant à 6h du matin.

Le calage s'est fait en commençant à **vérifier que la consommation globale correspond bien à celle escomptée**. On relève 4 263 m³ dans l'onglet « pour la distribution » et on espérait soutirer 4 284 m³ au réseau. On considère que cela est satisfaisant (moins d'1% d'erreur). Les décalages sont dus pour la plupart aux abonnés mal répertoriés.

Ensuite, on a **vérifié que l'eau transite bien dans le bon sens entre les nœuds ressources et la zone nord**. On s'attendait à ce que l'eau s'écoule de la zone nord vers la vanne 4bis, au moins une partie de la journée. En revanche, afin de pouvoir caler les charges aux conditions aux limites, il n'y a pas d'autres possibilités que de créer un écoulement depuis la vanne 4 bis vers la zone nord. En réalité, on peut légitimement supposer que les puits du Hirtzbach imposent une charge trop élevée par rapport à celle de la zone haute, forçant l'écoulement vers cette dernière. De plus, il existe une grosse canalisation d'adduction de 500 mm au sud de la zone nord, reliant les vannes 4bis et 14 : ainsi c'est la vanne 14 qui régule réellement la pression au niveau de la zone haute. L'onglet « pour l'adduction » montre que c'est bien le cas.

On commence alors à **caler le modèle en pression en jouant d'abord sur les conditions aux limites** (puisque la mesure de pression n'a jamais pu être faite in situ), puis en ajustant les rugosités des quelques groupes de canalisations (un groupe de canalisation comprend des canalisations ayant un même matériau et un même diamètre). Le calage du modèle Porteau s'est donc fait à partir de 9 points de mesure de pression. La validation a été faite sur les 11 points restant. (cf. [Carte des mesures de pression](#))

On obtient alors le **modèle calé à 2mce près** de la mesure pour chacun des points. Cf. [Pression validées](#)

4. Résultats

4.1. Diagnostic de la situation actuelle

La réglementation issue du code de la santé publique oblige à avoir un **minimum de 8 mce** à tout point du réseau lors de la consommation horaire de pointe. Si la défense incendie est respectée (10 mce au minimum lors de la CHP et d'un appel incendie), a fortiori le code de la santé publique le sera également.

4.1.1. Manque de pression chez les abonnés aux heures de pointe

Les mesures effectuées sur la zone haute montrent bien que **les pressions sont anormalement basses**, et ce pas uniquement lors des consommations importantes. On considère comme non-satisfaisant les nœuds où la pression est inférieure à 20 mce. Cette valeur est une donnée d'usage, qui permet aux abonnés résidant dans une maison avec quelques étages de ne pas avoir à installer de surpresseur, ou de se résigner à avoir de l'eau sous une pression basse. Une pression trop basse pourrait par moment devenir négative, créer une dépression et éventuellement aspirer des substances non-désirées dans le réseau.

4.1.2. Manque de pression et de débit pour la défense incendie

La nouvelle réglementation du Secours Départemental d'Incendie et de Secours du Haut-Rhin (SDIS 68) qui découle d'un décret national, oblige à bien définir le type de zone pour qu'une protection adaptée puisse être mise en place. La zone haute est une zone résidentielle composée majoritairement d'habitations et de quelques bâtiments recevant du public. On classe la zone dans la **catégorie risque courant ordinaire**. Il faut donc pouvoir garantir (en plus de la pointe horaire), un volume de **120 m³ pendant 2h de fonctionnement** (cf. Extrait) On se ramènera à la situation équivalente d'un débit de 60 m³/h pendant 2 h. La pression statique résiduelle pendant l'essai doit être d'un bar au minimum.

Le rapport sur les PI réalisé fin 2016 sur les territoires de Lutterbach et de Pfastatt révèle que ces objectifs complémentaires ne sont pas atteints dans la situation actuelle. On remarque que la majorité d'entre eux sont concentrés dans la zone haute définie plus tôt. Certaines mesures ayant été refaites au niveau de certains PI, les résultats étant similaires à ceux du rapport de 2016, on utilisera les données des tests sur le PI pour poser le diagnostic en matière de défense incendie. Un exemple de données du rapport de contrôle :

N° PI	Marque	Diamètre	Rue	Pression statique (bar)	Pression dynamique (bar)	(Débit m3/h)
195-61	Bayard	100	SAINT JEAN	1.6	0.0	41 Gbée

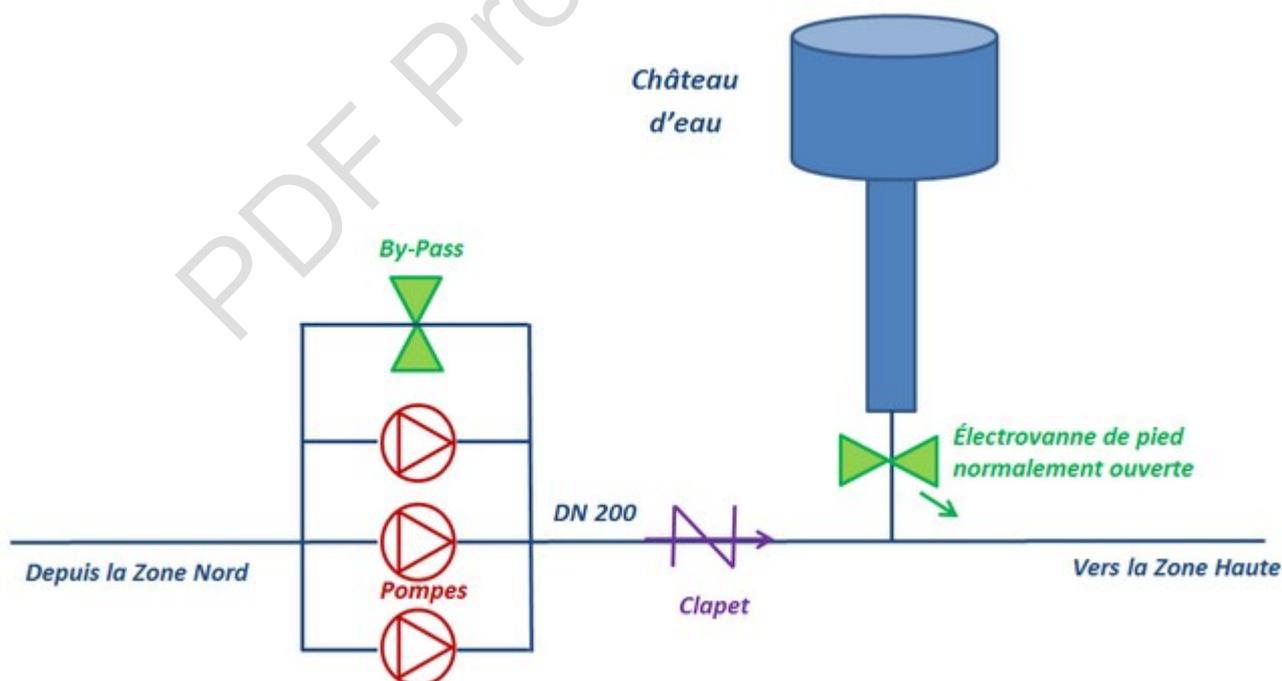
4.2. Proposition d'aménagements

4.2.1. Fonctionnement de la zone haute

4.2.1.1. Démarche générale

On souhaite utiliser le même groupe de pompage pour l'alimentation du château d'eau en fonctionnement normal d'une part, et pour la mise en surpression de la zone en fonctionnement incendie (avec déconnexion du château d'eau). On va donc **dimensionner les pompes par rapport au Besoin Horaire de Pointe (BHP) couplé à un appel incendie du poteau le plus éloigné et le plus haut par rapport au réservoir** (le PI de référence sera celui situé rue du Parc à Pfastatt). On envisage une **station comprenant 3 pompes centrifuges en parallèle** : 2 pompes pour le fonctionnement et 1 pompe de secours (panne ou maintenance d'une autre pompe). Ainsi, dans toute la suite, « le groupe de pompage » fera référence à 2 pompes.

Le château d'eau a une hauteur de stockage de 4.5 m (cf. [Schéma du château d'eau](#)). On garde une hauteur de 20 cm entre le niveau haut et le trop plein, et une hauteur de 1.3 m entre le radier et le niveau bas afin d'éviter la création d'un vortex en cas d'appel important. **La hauteur de marnage du réservoir est donc de 3.0 m**. Le clapet en sortie de station permet de prévenir des retours d'eau. Sa section est de 88.9 m².



4.2.1.2. Dimensionnement de la station et simulation avec Opointe

Le module Opointe permet de vérifier le dimensionnement des canalisations et vérifier qu'on a bien la capacité de transite en pointe horaire. Les consommations ont été exportées du fichier représentant la situation future. Pour chaque nœud, on a compté le nombre d'abonnés (un abonné étant représenté par une classe de consommation). On aboutit à 3492 abonnés or le fichier qui a permis l'import initial des abonnés présent 5752 abonnés. Les causes qui peuvent expliquer ce décalage sont d'une part la superposition des consommations appartenant à la même classe au départ qui ont été attribuées au même nœud et d'autre part le report manuel de certaines consommations lors de la création de la zone haute.

[Exemple : une consommation de 80 L/j et consommation de 100 L/j portées par un même nœud sont dans la même classe de consommation (0 à 60 m³/an), on verra alors apparaître dans l'onglet consommateurs une unique ligne avec 0_60_m3_an comme modèle et 180 pour la quantité]. Le nombre d'abonnés a alors été pondéré de telle sorte que leur somme fasse bien 5752, comme initialement.

Hypothèses de fonctionnement sous Opointe :

- Probabilité de satisfaction : 0.99
- Coefficient multiplicateur : 1.0
- Probabilité d'ouverture : 0.03
- Débit spécifique : 0.5 L/s

Sous Porteau, on a fermé la vanne de pied du château d'eau et mis 2 pompes en marche.

Volume entrant dans la zone haute (sortie de station) : 94 m³/h

Volume sortant de la zone haute (soupape de décharge) : 35 m³/h

D'où un **besoin horaire de pointe de 59 m³/h** ce qui vérifie bien le BHP de 60 m³/h calculé plus tôt.

On cherche maintenant la HMT des pompes tel que le PI rue du Parc (le plus éloigné et le plus haut de la station puisse débiter 60 m³/h sous 1 bar de pression statique résiduel. On place un nœud ressource dont on fixe la charge 12m au-dessus de la côte du PI (on ajoute 2m pour prendre en compte la précision du calage du modèle). La simulation fournit les résultats suivants :

RÉSULTATS OPOINTE pfastatt_parc->PI du parc

Débit 17.108901866285425 l/s

Résultats Opointe pfastatt_parc

Cote Sol 258.7409973144531 m

Pression 12.509499556565686 m

Cote Piézométrique 271.2504968710188 m

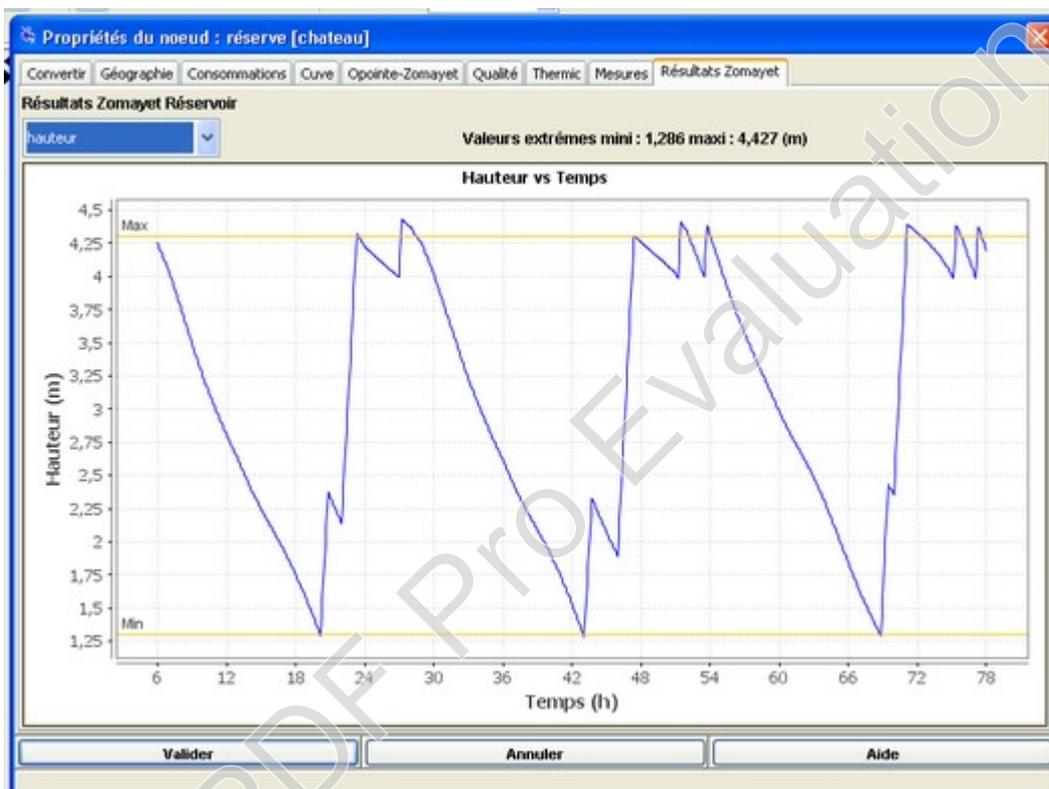
Le point de fonctionnement trouvé pour une pompe est **(60 m³/h ; 25 HMT)** soit (120 m³/h : 25 HMT pour l'ensemble de la station).

4.2.1.3. Fonctionnement normal

Régulation

Le groupe de pompage est asservi au niveau du château en se mettant en marche lorsqu'on passe en deçà d'un niveau de démarrage et en s'arrêtant lorsqu'on passe au-dessus d'un niveau d'arrêt. Un radar fonctionnel est déjà en place dans la cuve.

On privilégie le **remplissage la nuit** de 22h à 6h (heures creuses pour l'électricité) et on fait en sorte qu'il soit rempli à 6h du matin. On remarque qu'il n'y a pas de démarrages intempestifs avec la consigne donnée la nuit.



Étude énergétique

On exporte les données de fonctionnement sous Excel. On calcule à chaque pas de temps la puissance hydraulique fournie au fluide :

$$P_{PPPPPP} = P P1000 P P P P * P P9.8 P P P P * P P P P P P P * P P P (P P P)$$

On prend un rendement pompe moteur de 50%. Le prix du kWh en heure pleine est de 12.35 cts et 7.84 cts en heure creuse (22h à 6h). Ainsi le prix de fonctionnement de la station à l'année serait autour de **2 000 €/an**

4.2.1.4. Fonctionnement incendie

Lors d'un appel incendie, l'on souhaite :

- Isoler le château d'eau (puisque celui-ci ne permet pas de délivrer une eau avec une pression suffisante tout en ayant le débit exigé par le SDIS ;
- Démarrer la station de pompage

Re-basculement vers le fonctionnement normal

Différentes solutions ont été étudiées. Pour toutes ces solutions, le retour au fonctionnement habituel (l'arrêt des pompes et l'ouverture de la vanne de pied du château d'eau) doit être fait sur commande manuelle de l'opérateur.

Déclenchement manuel

Le SDIS doit être mis au courant que la zone haute est alimentée par le château d'eau qui n'est pas en mesure de leur donner suffisamment de débit et de pression. On peut alors imaginer que sur le chemin en allant en intervention, ils appellent la supervision du SDE qui pilotera à distance la station. On prévoira dans tous les cas un fonctionnement de type manuel pour les cas où les équipements de mesure seraient en maintenance ou panne.

On note également que le temps de changement d'état des pompes est bien plus rapide (quelques secondes) comparativement à celui de la vanne motorisée (quelques dizaines de secondes).

Déclenchement automatique

Deux modes de régulations sont ici envisagés : une régulation en débit et l'autre en pression.

Régulation en débit

On place un débitmètre à l'entrée de la zone haute. La vanne de pied du château d'eau et la station de surpression sont donc asservies en tout ou rien à une consigne de débit de démarrage. Cette valeur doit être :

- inférieure à la capacité de transit maximale du réseau avec le niveau du réservoir à 1.3m ; pour bien prendre en compte un appel qui correspondrait à de l'incendie en situation. On prend ici comme référence le PI rue du parc. Le débit maximum pouvant transité vaut 90 m³/h (résultat d'une simulation Zomayet)
- supérieure au BHP de la zone haute – pour éviter les basculements intempestifs (supérieur à 60 m³/h)

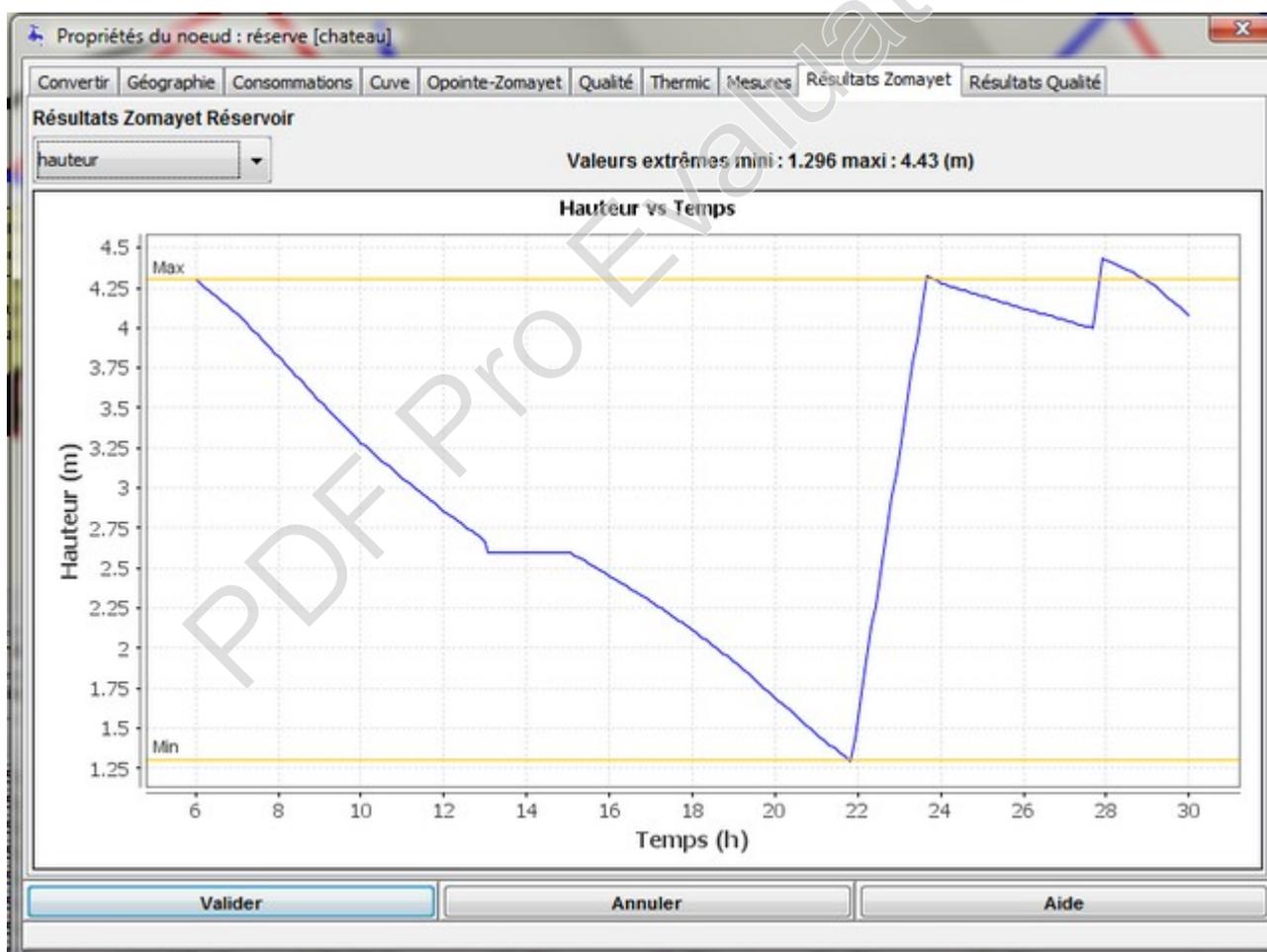
On choisit donc comme consigne de basculement pour démarrer les pompes **un seuil de 70 m³/h**. Cela fonctionne bien avec la simulation, on a bien un basculement pour le PI du Parc (le plus défavorable).

En cas de panne ou d'entretien du débitmètre, on pourrait également récupérer la mesure du débit de sortie du château d'eau en regardant la valeur de la dérivée par rapport au temps de l'information renvoyée par le radar. Ainsi, on sécuriserait d'avantage la mesure et le basculement.

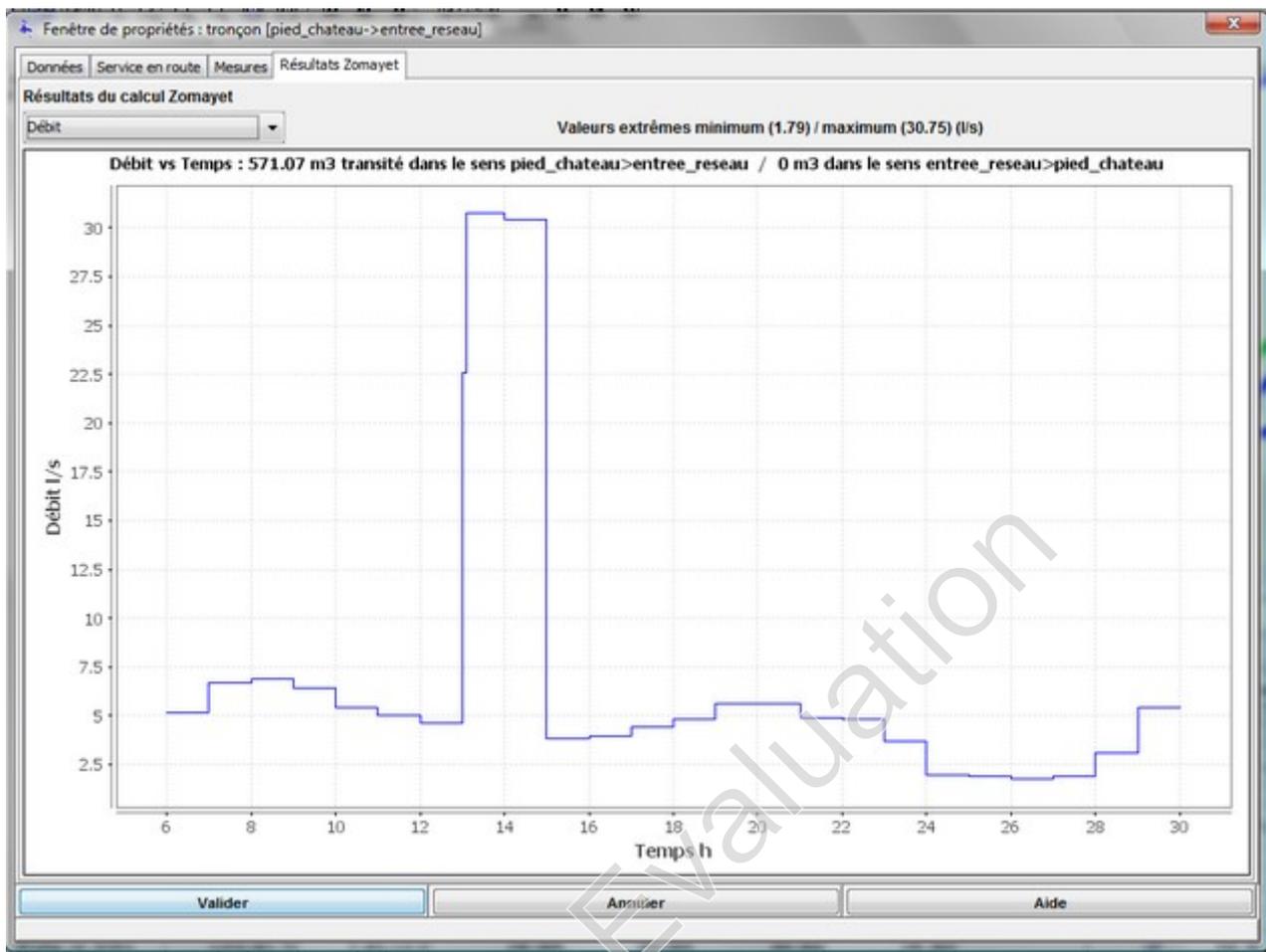
Simulation

La simulation qui suit correspond à un scénario où l'appel incendie a lieu à 13h et l'opérateur acquitte à 15h.

Le radar qui mesure le niveau dans le réservoir montre que l'électrovanne s'est bien fermée pour la durée de l'appel incendie :



La mesure du débitmètre en entrée de ZH montre qu'il y a bien eu un basculement à 13h.



Régulation en pression

Il faut tout d'abord trouver quel site l'on souhaite équiper d'une mesure de pression. On ne pas prendre un point trop près du château d'eau puisque la pression y est imposée par le château d'eau (faible variation de pression), ni trop éloigné

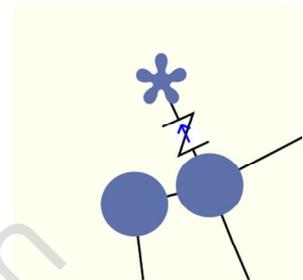
On remarque rapidement qu'il faudrait au minimum 2 capteurs de pression pour relever une chute de pression dans le réseau. Si on simule un appel incendie dans la partie est, un capteur situé dans la partie ouest ne verrait sa mesure que peu altérée. En effet le château d'eau se situant au milieu jouera un rôle de régulateur de pression malgré un fort appel d'un côté ou de l'autre.

Cette solution avec au minimum 2 mesures en continu sur des sites qui n'ont à l'heure actuelle pas de moyen de communication avec la supervision semble plus compliquée à gérer d'un point de vue automatique.

Cas dégradé 1 : Nettoyage du réservoir

On prévoira un mode nettoyage : On ferme la vanne de pied du château d'eau. La station de pompage fonctionne alors en continu pour garantir la défense incendie et la desserte en eau. On rajoutera alors **une décharge en bout de réseau** au niveau du PI rue du Parc afin d'éviter aux pompes de barboter avec de faibles débits nocturnes. **On réglerà la décharge à 32 mce** (la pression maximale observée étant de 30 mce à ce PI) pour éviter d'avoir trop de pertes en temps normal.

On remarque qu'on peut utiliser la décharge en tout temps, elle sera utile après un incendie et avant qu'un agent acquitte pour rebasculer en fonctionnement normal. La décharge est modélisée par un nœud ressource à charge fixe et par un clapet qui permet à l'eau de s'échapper de la Zone Haute.



Cas dégradé 2 : Entretien des pompes

Dans la mesure du possible, l'entretien des pompes se fera le matin alors que le réservoir est plein. On dispos d'une réserve utile de 267 m³. **Ceci revient à avoir une autonomie moyenne jusqu'à 17h, soit 11h d'interventions consécutives.** On pourrait en complément exceptionnellement abaisser la côte minimale de l'eau à 80 cm pour gagner encore du temps si besoin.

On peut aussi garder des vannes à manoeuvrer manuellement pour revenir à la situation actuelle. Un jeu de doubles vannes pourrait être intéressant pour limiter l'entretien (comme le maillage entre les 2 réseaux au croisement entre la rue de la République et la rue Schoff, ou bien rue de la République à l'entrée de Pfastatt).

Cas dégradé 3 : Rupture de canalisation dans la zone haute

Si le débit perdu est supérieur à la consigne de débit, alors la station basculera en fonctionnement incendie. Ceci maintiendra le réseau en pression et évitera d'y aspirer de la terre, le temps que les vannes adéquates soient manoeuvrées. Alors seulement un agent acquittera pour rebasculer en mode normal. Effectivement, l'eau n'étant habituellement pas traitée, l'entrée de corps indésirable doit être quasi impossible, afin de protéger l'eau mise en distribution qui ne subit a priori aucun traitement.

4.2.2. Travaux envisagés

4.2.2.1. Démaillage de la zone haute

Les premiers travaux à envisager sont ceux concernant le démaillage de la zone haute afin d'utiliser le château d'eau. Tous ces changements ont été modélisés sous Porteau (nouvelle classe de conduite « new », vannes placées...) cf. [Rugosité des conduites neuves](#).

Conduites à sectionner et plaques pleines à poser

DN (mm)	Quantité	Commune	Rues
150	1	Lutterbach	Forêt / Richwiller
100	1		Richwiller / Aristide Briand
150	1		Clémenceau / Aristide Briand
150	1		Aristide Briand / 11 novembre
150	1		Aristide Briand / Sainte-Anne
150	1		Aristide Briand / 20 janvier
150	1		République à l'entrée
100	1		Vosges / Plaine
100	1		Vosges / Moissonneurs
100	1		Pfastatt
150	1	République / Schoff	
150	1	République / Martyrs	
150	1	République / Maquisards	
150	2	République / Richwiller	
100	1	République / Hunold	
100	1	République / Château	
80	1	Espérance / Ancêtres	
100	2	Espérance / Château	
150	1	Martyrs / Colline	
100	1	Dornach / Colline	
150	1	Sanatorium / Colline	

Baïonnettes à réaliser

DN (mm)	Quantité	Commune	Rues
100	1	Lutterbach	Aristide Briand / château
150	1	Pfastatt	République / Msgnr Hauser
100	1		République / Château
100	1		Espérance / Château
150	1		Dornach / Sanatorium

4.2.2.2. Renouvellement/pose de canalisations

Des conduites seraient également à poser/renouveler :

- 2 conduites de 200 mm seraient à poser pour relier le réseau d'adduction (250 mm dans la rue Aristide Briand) au château d'eau et pour relier le château au réseau de distribution (150 mm dans la rue Aristide Briand)
- Le maillage du réseau suggère de poser 2 canalisations de 100 mm rue Aristide Briand et une 150 rue de la République pour que le réseau soit bien doublé afin de bien traverser la zone haute d'ouest en est
- 250 mm rue Aristide Briand : en remplacement de la 200mm en fonte grise qui est âgée
- Le maillage de la rue du château à Lutterbach à la rue du Sanatorium à Pfastatt. Il permet d'éviter 2 zones d'eau morte, de sécuriser l'apport en eau de la partie est de la zone haute (sinon, il n'existerait qu'un unique point d'accès), d'augmenter la capacité de transit vers cette zone est
- 2 canalisations de 150 mm à mettre à la place d'une canalisation de 100 mm déjà en place. Ceci permet notamment de réduire les pertes de charges générées en cas de débit incendie Pour un débit de 50 m³/h (60 m³/h correspondant à la défense incendie et 40 m³/h correspondant à la CHP de l'est de la zone haute, réparti en 2 grâce au maillage château/sanatorium), sur les 2 tronçons, on évite ainsi de perdre environ 2 bar, autant d'énergie en moins que devrait fournir la station.
- La rue des ancêtres nécessite de faire partie de la zone haute : cependant la canalisation de 250 mm qui y passe est de type adduction. L'idée serait de poser une 100 mm qui fera partie de la zone nord et sur laquelle on reprendrait les branchements de la rue. On profitera des travaux pour reprendre la 250 mm.

DN (mm)	Quantité	Commune	Rues	Précision
250 (remplacement 200)	260 ml	Lutterbach	Aristide Briand	entre Ste-Anne et 20 janvier
150 (remplacement 100)	180 ml		Aristide Briand	entre Vignes et Vergers
200	2 x 200 ml		11 Novembre	Relier le réservoir aux réseaux
100	70 ml		Aristide Briand	entre Richwiller et Paix
100	150 ml	Pfastatt	Château / Sanatorium	-
250 + 100	230 ml		Ancêtres	-
150 (remplacement 100)	300 ml		République	entre Biscuiterie et Dornach
150	100 ml		République	entre Maquisards et Haeffely

Tous ces changements sont visibles sur la carte suivante : [Schéma de la Zone Haute](#)

4.2.2.3. Château d'eau

Le Service Eaux et Travaux est propriétaire du terrain sur lequel est bâti le château d'eau (10 ares sur 2 parcelles). Actuellement, rien n'y est construit. Cf. [Terrain du SDE à Lutterbach](#) Ce serait donc l'endroit idéal pour créer la station de pompage/surpression. Voici les principaux équipements à mettre en place pour l'utiliser comme précédemment décrit.

Vanne électromécanique	1
Clapet	1
Pompe (HMT 25, 60 m ³ /h)	3
Regard	1

Un diagnostic visuel du château d'eau a permis de connaître les derniers travaux qu'il y aurait à faire pour qu'il soit à nouveau fonctionnel.

Travaux GC réhabilitation Château d'eau de Lutterbach

	Equipement	Commentaire	Quantité
Général	Béton	Diagnostic amiante	1
Extérieur	Fenêtres	à remplacer, double vitrage	32 petites 2 grandes
Escalier intérieur (env. 70 marches)	Garde-corps	à renforcer, risque de chute	60 ml
	Aciers	apparents sur l'escalier et les poteaux	nombreux
	Palier intermédiaire	à ajouter	1
Sas d'entrée	Dalle	à abaisser d'un demi-niveau	1
	Trappe	à mettre pour accéder au dernier palier	1
	Filtre à air	à remplacer	2
	Porte hermétique	à mettre entre le sas et la cuve	1
Toit	Garde-corps	à remplacer	40 ml
	Ligne de vie	à mettre en place	40 ml

5. Analyse Critique

Ce stage était ma deuxième expérience professionnelle après mon Stage Pratique de l'Ingénierie l'an passé. Après l'assainissement rural au Laos, j'ai aimé découvrir le milieu de l'eau potable dans une ville française : 2 contextes très différents !

Pendant ce stage, j'ai beaucoup appris au niveau de la planification, un travail à réaliser en 6 mois s'appréhende d'une manière vraiment différente des projets d'une ou 2 semaines que j'ai eu l'occasion de faire durant ma scolarité à l'ENGEES. Cela demande de beaucoup plus anticiper les choses, de vérifier régulièrement qu'on va dans la bonne direction, ne pas s'arrêter à une tâche difficile ou désagréable mais toujours avoir en vue l'objectif plus global.

Faire et respecter un calendrier prévisionnel a également été un apprentissage pour moi : savoir constamment s'adapter aux aléas, à certains éléments qui ne dépendent pas entièrement de soi. Du retard a été pris dans la mise à disposition des couches SIG pour la modélisation, il a donc fallu re-planifier et re-calibrer certaines parties de l'étude.

Comme souvent dans les projets d'ingénierie, cela peut prendre du temps pour comprendre les différents enjeux autour du sujet proposé. Cela m'a demandé de faire preuve de patience et d'autonomie pour mieux appréhender les différentes problématiques auxquelles j'allais être exposé. J'ai toujours pu bénéficier de l'aide et des conseils de mon tuteur de stage, comme des encouragements et du soutien du reste du personnel du Service Eaux et Travaux.

La collecte des données a été un moment riche en apprentissage dans ce stage : les premiers mois j'ai en effet été fortement au contact du terrain (mesures, découverte du réseau, ...). J'ai travaillé avec des agents de terrain, ce qui a été une belle collaboration, pour eux – à qui je partageais l'avancement de mon étude et ma compréhension du fonctionnement du réseau – comme pour moi – qui ai pu apprendre à utiliser des appareils de mesure, réaliser l'importance de l'entretien du réseau jour après jour.

La grande variété de corps de métier à laquelle j'ai été confronté a également été une source d'enrichissement importante. Travailler avec des agents qui ne sont pas techniques (relation usagers), comprendre les enjeux liés à la gestion de la base de données et apprendre à communiquer avec les élus sont autant de nouvelles compétences que j'ai pu développer.

Enfin, ce stage a été instructif au niveau des relations humaines : apprendre à connaître de nouvelles personnes n'ayant pas forcément les mêmes façons d'envisager les choses, apprendre à se laisser accueillir et à aller vers l'autre, apprendre à se laisser interpeller par une situation peu commune et trouver une façon juste de réagir.

6. Conclusion

La Problématique de l'alimentation en eau potable et de la défense contre l'incendie de la zone haute du réseau d'eau des communes de Lutterbach a été traitée en partant de constats réels. **Les abonnés de la zone haute manquent de pression et leur sécurité vis-à-vis de l'incendie n'est pas totalement opérationnelle.** Le Service Eaux et Travaux de la Ville de Mulhouse a réagi vite face aux résultats des essais de fin 2016 en lançant une étude dès janvier 2017.

Cette étude s'est tout d'abord basée sur les données disponibles, qualitatives et observables. Cette première étape a permis d'appréhender le fonctionnement du réseau de manière générale. Les mesures de terrain ont été un complément plus quantitatif.

Le **recueillement et le traitement de données** provenant du service Relation Usagers a permis de **développer des outils pratiques - qui seront réutilisés par la suite** – afin de faire le lien entre facturation et consommation. Tout cela a été au service de la modélisation (qui débute actuellement au SDE) de la zone nord du réseau. Cette modélisation a permis d'affiner le diagnostic et de se projeter vers des solutions.

Parmi les différents scénarios envisagés, celui de la **remise en fonction du château d'eau** pour pallier au manque de pression récurrent chez les abonnés semble privilégié. La station de remplissage du château d'eau permettrait également de **sur-presser la zone en cas de besoin** afin de garantir la sécurité des biens et des personnes. Ceci avec une **régulation** à définir avec l'ensemble des acteurs.

Une **phase de tests** quant aux différents fonctionnements sera la bienvenue après les travaux : bien que la modélisation soit d'une grande aide pour se projeter dans le futur, il est bon de ne jamais oublier d'avoir une approche plus « terrain » pour valider une étude.

VII] Références bibliographiques

- **ALIMENTATION EN EAU POTABLE**, Généralités, Calcul des réseaux, Pompage, Coup de bélier ; *Robert MOSE*
- **Code de la santé publique**, Partie réglementaire, Première partie : Protection générale de la santé, Livre III : Protection de la santé et environnement, Titre II : Sécurité sanitaire des eaux et des aliments ; *Legifrance.gouv.fr* ; Version consolidée au 14 janvier 2017
- **Code des marchés publics**, Première partie : Disposition applicables aux pouvoirs adjudicateurs, Titre Ier : Champ d'application et principes fondamentaux, Titre II : Dispositions générales ; *Legifrance.gouv.fr* ; Edition 2006
- **Documentation Porteau 4**, Guide Utilisateur ; *IRSTEA* ; 8 décembre 2015
- **Étude et diagnostic sur le réseau d'eau potable géré par la Ville de Mulhouse : Application à la commune de BRUNSTATT (68)**, *Michaël BARBERGER*, Juin 2005
- **La Réforme de la défense extérieure contre l'incendie en 11 questions** ; *SDIS du Haut-Rhin* ; Décembre 2016
- **Règlement départemental de la défense extérieur contre l'incendie** ; *SDIS du Haut-Rhin* ; 02 février 2017
- **Notice technique du capteur de pression LEO Record** ; *KELLER* ; Septembre 2013
- **Rapport annuel sur le prix et la qualité du service public de l'eau potable** ; *Service Eaux et Travaux de la Ville de Mulhouse*, années 2005 à 2015
- **Tables donnant la perte de charge en mm/m en fonction du débit Q en L/s et du diamètre D en m** ; *G. Lechapt et A. Calmon*
- www.infogeo68.fr

VIII] Annexes

1. Modèles de pertes de charge linéaires

1.1. Modèle de Lechapt & Calmon

Utilisé pour tous les calculs de pertes de charge sauf la simulation

La rugosité de la conduite fournit 3 coefficients qui interviennent dans le calcul de la perte de charge unitaire. Ils sont donnés dans des abaques.

$$P = \frac{P * P^P}{P^P}$$

Avec

- J : Perte de charge linéaire unitaire (mm/m)
- Q : Débit (m³/s)
- Diamètre (m)
- K : rugosité

Rugosité (mm)	L	M	N
2.0	1.86	2.00	5.33
1.0	1.60	1.98	5.25
0.50	1.40	1.96	5.19
0.25	1.16	1.93	5.11
0.10	1.10	1.89	5.01
0.050	1.05	1.86	4.93
0.025	1.01	1.84	4.88

1.2. Modèle de Darcy-Weisbach et Colebrook

Utilisée uniquement pour les simulations Porteau

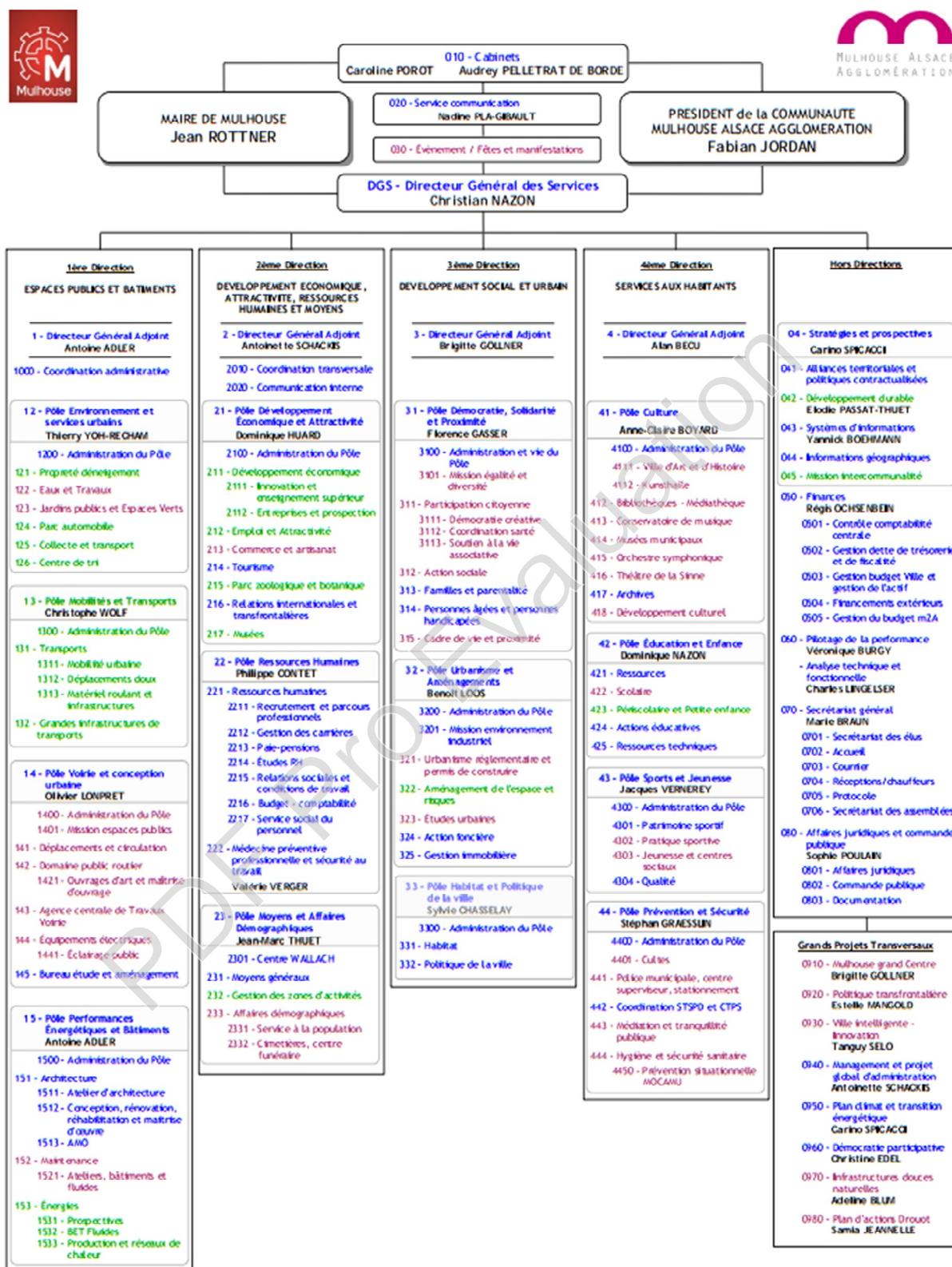
$$P = \frac{P * P^P}{P * P^P} \quad \text{où} \quad \frac{P}{P} = -P P P P P \frac{P}{P.P P P} + \frac{P.P P}{P P \sqrt{P}} P \quad \text{et} \quad P P = \frac{P * P}{P}$$

Avec

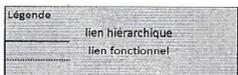
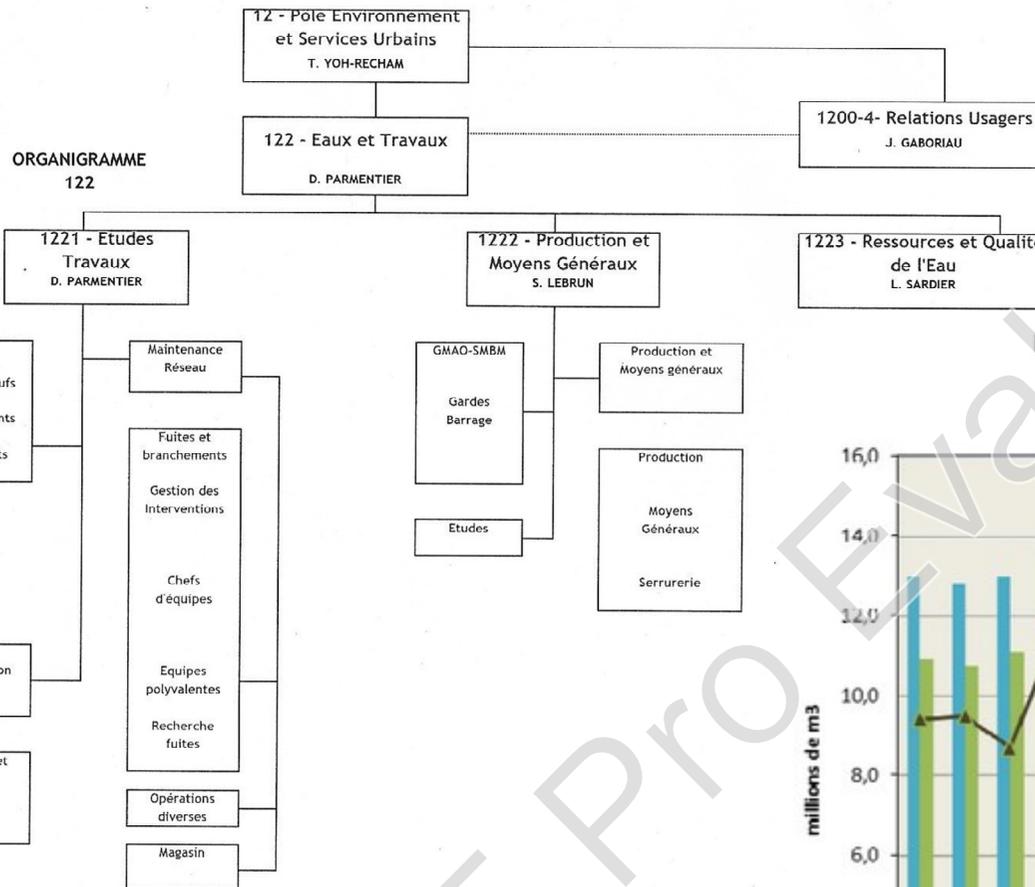
- j : Pertes de charges linéaire unitaire (m/m)
- λ : Coefficient de pertes de charge régulières
- v : la vitesse de l'eau (m/s)
- D : le diamètre de la canalisation (m)
- g : intensité de la pesanteur (9.81 m/s²)
- k : rugosité de la canalisation (mm)
- Re le nombre de Reynolds
- ν : la viscosité cinématique de l'eau (m²/s)

2. Organigrammes

2.1. Mulhouse Alsace Agglomération (m2A)



2.2. Organigramme du SDE



3. Rendement Primaire du réseau

Evolution des pertes du réseau mulhousien depuis 1995



4. Requêteur BO XI

4.1. Champ d'une requête sous BO XI

The screenshot displays the SAP BusinessObjects InfoView web interface within an Internet Explorer browser. The browser's address bar shows the URL: `http://vm-boxir3:8080/InfoViewApp/listing/main.do?appKind=InfoView?service=%2FInfoViewApp%2Fcommon%2FappService.do?loc=fr`. The page header includes the SAP BusinessObjects logo, the version 'BO XI r3.1 sp6', and the text 'infoview portail de production'. A user greeting 'Bienvenue : Julien.Labeth' is visible in the top right corner.

The main interface is titled 'Nouveau document Web Intelligence'. It features a left-hand pane with a tree view of data sources under 'Données' and 'Propriétés'. The 'Index de la relève' field is selected. The right-hand pane, 'Objets du résultat', shows a list of fields: 'Référence du site', 'Nom de la ville', 'Nom de la rue', 'Numéro de rue et adresse', 'Date de la relève', and 'Index de la relève'. Below this, the 'Filtres de la requête' section is active, showing a filter for 'Nom de la ville' set to 'LUTTERBACH' and a date range filter for 'Date de la relève' from '01/12/2014' to '31/01/2017'. The bottom of the interface shows a 'Requête 1' tab.

4.2. Résultat d'une requête sous BO XI

The screenshot displays the SAP BusinessObjects InfoView interface. The top navigation bar includes 'Fichier', 'Edition', 'Affichage', 'Favoris', and 'Outils'. The main header shows 'SAP BusinessObjects BO XI r3.1 sp6 infoview portail de production' and 'Bienvenue : Julien.Labeth'. The left sidebar contains a tree view under 'Données' with the following items: 'Nouveau document Web Intelligence', 'Date de la relève', 'Nom de la rue', 'Nom de la ville', 'Numéro de rue et additif', 'Référence du site', and 'Index de la relève'. The main content area features a report titled 'Titre du rapport' with a table of data. The table has six columns: 'Référence du site', 'Nom de la ville', 'Nom de la rue', 'Numéro de rue et', 'Date de la relève', and 'Index de la relève'. The data is sorted alphabetically by 'Référence du site'.

Référence du site	Nom de la ville	Nom de la rue	Numéro de rue et	Date de la relève	Index de la relève
00069A	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	3	16/12/2014	3892
00069A	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	3	30/03/2015	3934
00069A	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	3	03/07/2015	3972
00069A	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	3	14/09/2015	3989
00069A	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	3	15/12/2015	4028
00069A	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	3	15/03/2016	4054
00069A	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	3	13/06/2016	4081
00069A	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	3	15/09/2016	4091
00069A	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	3	03/01/2017	4120
00072D	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	15	15/12/2014	107
00072D	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	15	20/03/2015	113
00072D	LUTTERBACH	RUE DU MUGUET	15	16/06/2015	122

4.3. Liste des rues de Bourtzwiller utilisées pour le requêteur BO XI (avec la syntaxe adaptée)

PLACE AICHINGER;RUE ALBERT;RUE D'AMMERSCHWIHR;RUE AMPERE;RUE ANTOINE;RUE DU BAN;RUE DE BENNWIHR;RUE BERTRAND;RUE DE BOLLWILLER;RUE DE LA BRESSE;RUE CHARLES NUNGESSER;RUE DE CHERBOURG;RUE CHRISTIAN PFISTER;RUE DU CULTIVATEUR;RUE DE DUNKERQUE;RUE DE L'ECLUSE;RUE DE L ECLUSE;RUE FRANCOIS COLI;RUE GEORGES GUYNEMER;RUE DE GERARDMER;RUE DE GIROMAGNY;RUE DE GUNSBACH;RUE HANSI;RUE HENRI DUNANT;RUE JEAN MERMOZ;RUE JEANNE D ARC;RUE JEANNE D'ARC;RUE DE KAYSERSBERG;RUE DE KINGERSHEIM;RUE DE LABAROCHE;RUE DU LT. JEAN D'ARMAGNAC;RUE DU LT. PAUL NOEL DINET;RUE DE LORIENT;PLACE LOUCHEUR;RUE LOUCHEUR;RUE LOUIS BLEROT;RUE MANULAIN;RUE MARIE;RUE DES MARTYRS;RUE DES MINEURS;RUE DE MITTELWIHR;RUE DE MUNSTER;RUE NICOLAS;IMPASSE DU NORD;RUE D'ORADOUR;RUE DE PULVERSHEIM;PLACE DU RATTACHEMENT;RUE DU REMBLAI;RUE DE RIBEAUVILLE;RUE DE RICHWILLER;RUE DE RIQUEWIHR;RUE ROBERT MEYER;RUE DES ROMAINS;RUE DE ROUEN;RUE DE RUELISHEIM;RUE SAINT-GEORGES;RUE DE SAINT-MALO;RUE DES SAPEURS-POMPIERS;RUE SEBASTIEN BOURTZ;RUE DE SOULTZ;RUE DU STADE;RUE TRAVERSIERE;RUE DE LA TUILERIE;RUE DE TURCKHEIM;RUE VICTOR BOLTZ;RUE DE VITTEL;RUE DE WITTELSHEIM;RUE DE WITTENHEIM;RUE DU 20 JANVIER;R.DU 6E RGT INF.COLONIALE;RUE DE LA LIBERATION;RUE DE DIEPPE;RUE DE BOULOGNE;RUE DE CALAIS;RUE DE QUIMPER;RUE DE NANTES;RUE DU PROGRES;CHEMIN DU VERCORS;RUE DU VERCORS;RUE DES MAQUISARDS;RUE DE GRENOBLE;RUE PIERRE BROSOLETT;RUE DE LA ROCHELLE;RUE DE SAINT-DIE;RUE DE L'ARMISTICE;RUE DE SAINT-NAZAIRE;RUE DU QUINZE AOUT;RUE DE BORDEAUX;RUE DE TOULON;RUE DU PETIT-BOIS;IMPASSE DES CERISIERS;RUE DE LA FORET;RUE DU FEUILLAGE;RUE DES TAILLIS;RUE DES BUISSONS;RUE DES BOSQUETS;RUE DE DINARD

5. Macro Excel : déterminer la consommation par rue

5.1. Sélection des rues

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	rue dans la zone haute	Id rue BO XI	Id rue Elyx									
2	0	RUE D ALSACE	ALSACE			pas répertoriés dans elyx						
3	0	RUE SAINTE ANNE	ANNE			pas répertoriés dans BO						
4	0	RUE DE L AUTOMNE	AUTOMNE									
5	0	RUE DU BANNWASSER	BANNWASSER	CommandButton1								
6	0	RUE DES BLES	BLES									
7	0	RUE DES BLEUETS	BLEUETS									
8	0	RUE THEODORE BOCH	BOCH									
9	0	RUE DE LA BRASSERIE	BRASSERIE									
10	1	RUE ARISTIDE BRIAND	BRIAND									
11	1	RUE HENRI BRYAT	BRYAT									
12	0	RUE DES CASTORS	CASTORS									
13	0	RUE DE CERNAY	CERNAY									
14	0	RUE DU CHAMPS DES OISEAUX	CHAMPOISEA									
15	0	RUE DES CHAMPS	CHAMPS									
16	1	RUE DU CHATEAU	CHATEAU									
17	0	RUE CHATEAUBRIAND	CHATEAUBRI									
18	0	RUE DU CHEMIN DE FER	CHEMINIER									
19	1	RUE DES CHEVREUILS	CHEVREUILS									
20	1	RUE DU CIMETIERE	CIMETIERE									
21	0	RUE CLEMENCEAU	CLEMENCEAU									
22	0	RUE DES COQUELICOTS	COQUELICOT									
23	0	RUE DE LA DOLLER	DOLLER									
24	0	RUE DE L EGALITE	EGALITE									
25	0	GIRATOIRE DU EICHWEG	EICHWEG									
26	1	RUE DES ERABLES	ERABLES									
27	0	RUE DE LETE	ETE									
28	0	RUE DE L ETOILE	ETOILE									
29	1	RUE DES FAISANS	FAISANS									
30	0	RUE DU MAL FOCH	FOCH									

5.2. Calculs intermédiaires

conso_globale_lutterbach - Microsoft Excel

Fichier Accueil Insertion Mise en page Formules Données Révision Affichage Développeur Compléments

Calibri 10 Standard

Police Alignement Nombre

Mise en forme conditionnelle Mettre sous forme de tableau Styles de cellules

Insérer Supprimer Format Trier et Rechercher et filtrer

Cellules Edition

A13 RUE D ALSACE

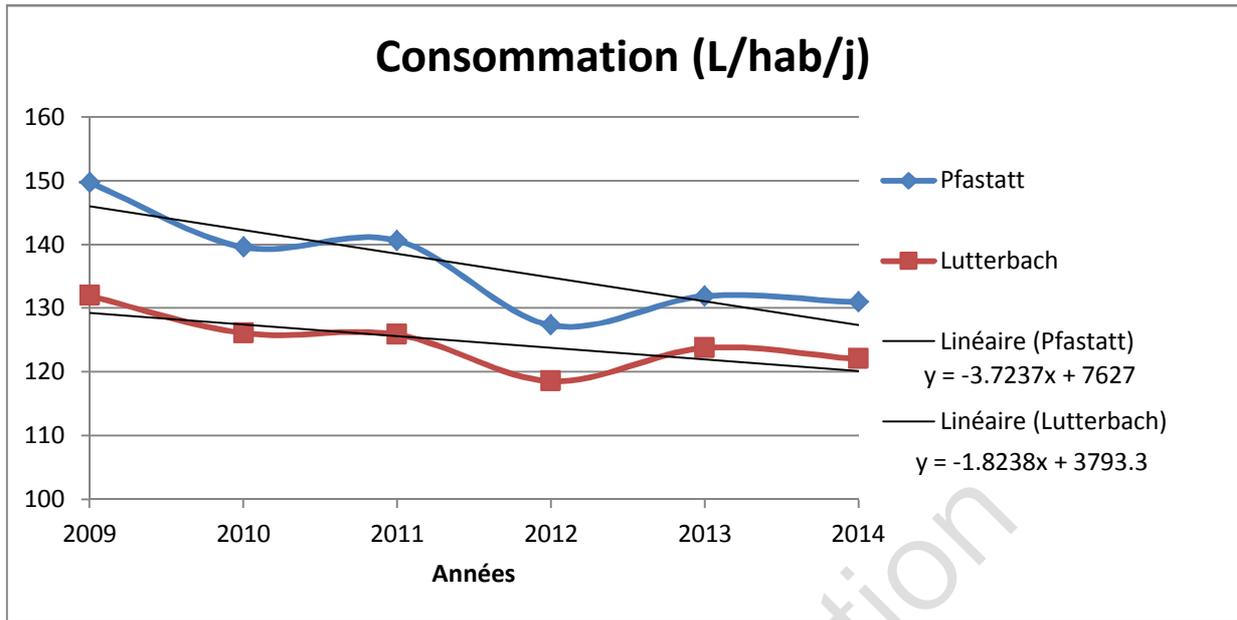
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Nom de la rue		Numéro de rue		Date de la relève				Consommation moyenne			
2	Désignation	Conso rue	Désignation	Conso numéro	Index de la relève	date	ΔV (m3)	Δt (jour)	conso (m3/j)	93	790	
3	RUE D ALSACE	3.4	11	0.31	599	15/12/2014 10:14	28	91	0.31		0.125461537	
4	RUE D ALSACE		11		627	16/03/2015 09:24	29	93	0.31		0.128188379	
5			11		656	17/06/2015 08:01	26	89	0.29		0.122912845	
6	Données B0		11		682	14/09/2015 10:50	28	91	0.31		0.125457706	
7			11		710	14/12/2015 09:56	29	91	0.32		0.125462495	
8			11		739	14/03/2016 09:07	27	91	0.30		0.125553486	
9	RUE D ALSACE		11		766	13/06/2016 09:53	31	93	0.33		0.128233395	
10	RUE D ALSACE		11		797	14/09/2016 09:17	26	85	0.31		0.117350931	
11			11		823	08/12/2016 11:19					0	
12	Calcul deltas relève et conso		12	0.50	939	15/12/2014 10:14	42	105	0.40		0.144920096	
13			12		981	30/03/2015 12:00	38	95	0.40		0.191026325	
14			12		1019	03/07/2015 12:00	52	45	1.16		0.062065101	
15	RUE D ALSACE		12		1071	17/08/2015 12:00	14	28	0.50		0.03855124	
16	RUE D ALSACE		12		1085	14/09/2015 10:50	41	91	0.45		0.125457706	
17			12		1126	14/12/2015 09:56	44	91	0.48		0.125462495	
18			12		1170	14/03/2016 09:07	44	91	0.48		0.125553486	
19	Calcul conso moyennes		12		1214	13/06/2016 09:53	51	93	0.55		0.128233395	
20			12		1265	14/09/2016 09:17	37	85	0.43		0.117350931	
21			12		1302	08/12/2016 11:19					0	
22		RUE D ALSACE		14	0.23	363	15/12/2014 10:14	30	91	0.33		0.125462375
23	RUE D ALSACE		14		393	16/03/2015 09:25	21	93	0.23		0.128187299	
24	RUE D ALSACE		14		414	17/06/2015 08:01	17	89	0.19		0.122913686	
25	RUE D ALSACE		14		431	14/09/2015 10:51	18	91	0.20		0.125456628	
26	RUE D ALSACE		14		449	14/12/2015 09:56	18	91	0.20		0.125462375	
27	RUE D ALSACE		14		467	14/03/2016 09:07	20	91	0.22		0.125553365	
28	RUE D ALSACE		14		487	13/06/2016 09:53	22	93	0.24		0.128233273	
29	RUE D ALSACE		14		509	14/09/2016 09:17	20	85	0.24		0.117351777	
30	RUE D ALSACE		14		529	08/12/2016 11:20					0	

explications Rapport_1 rues conso conso num conso rue classe classe_alex terrain Feu12 compteur

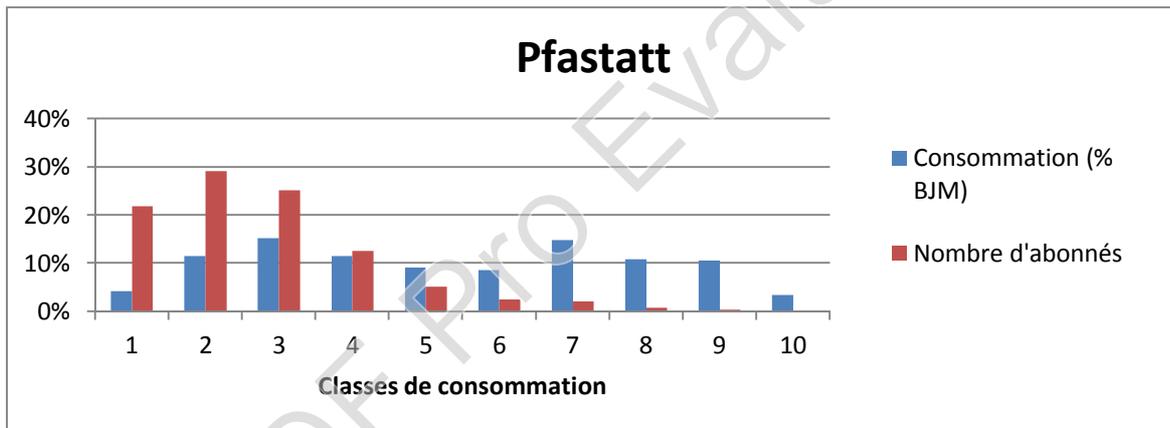
5.3. Résultats

Consommation Journalière Moyenne Zone Haute (m3/j)		310.9
Commune	Nom de la rue	Consommation (m3/j)
Lutterbach	RUE ARISTIDE BRIAND	39.0
	RUE HENRI BRYAT	2.6
	RUE DU CHATEAU	6.4
	RUE DES CHEVREUILS	42.8
	RUE DU CIMETIERE	0.3
	RUE DES ERABLES	3.8
	RUE DES FAISANS	2.0
	RUE SAINT JEAN	18.5
	CHEMIN DU KAPPELGARTEN	7.8
	SANATORIUM LALANCE	24.6
	RUE DU ONZE NOVEMBRE	6.0
	RUE DE LA PAIX	1.2
	RUE DES PERDRIX	1.2
	RUE DU RESERVOIR	0.6
	RUE DE RICHWILLER	7.8
	RUE DES ROSSIGNOLS	2.0
	RUE DES SARMENTS	5.2
	RUE DES VIGNES	3.5
	RUE DES VOSGES	6.3
	Total commune	181.4
Pfastatt	RUE DE LA BISCUITERIE	1.3
	RUE DU CHATEAU	3.6
	RUE DE DORNACH	11.4
	RUE DE L'ESPERANCE	25.9
	RUE JOSEPH HUNOLD	2.4
	RUE DES LILAS	1.4
	RUE DES MARTYRS	7.1
	RUE DU PARC	2.2
	CHEM PERDU	1.0
	RUE DE LA PLAINE	5.3
	RUE DE LA REPUBLIQUE	40.8
	RUE DU SANATORIUM	6.1
	RUE SCHAEFFER	3.4
	RUE DES VERGERS	3.0
	RUE DES VOSGES	8.2
RUE EUGENE ZERLING	6.5	
	Total commune	129.5

5.4. Prévisions

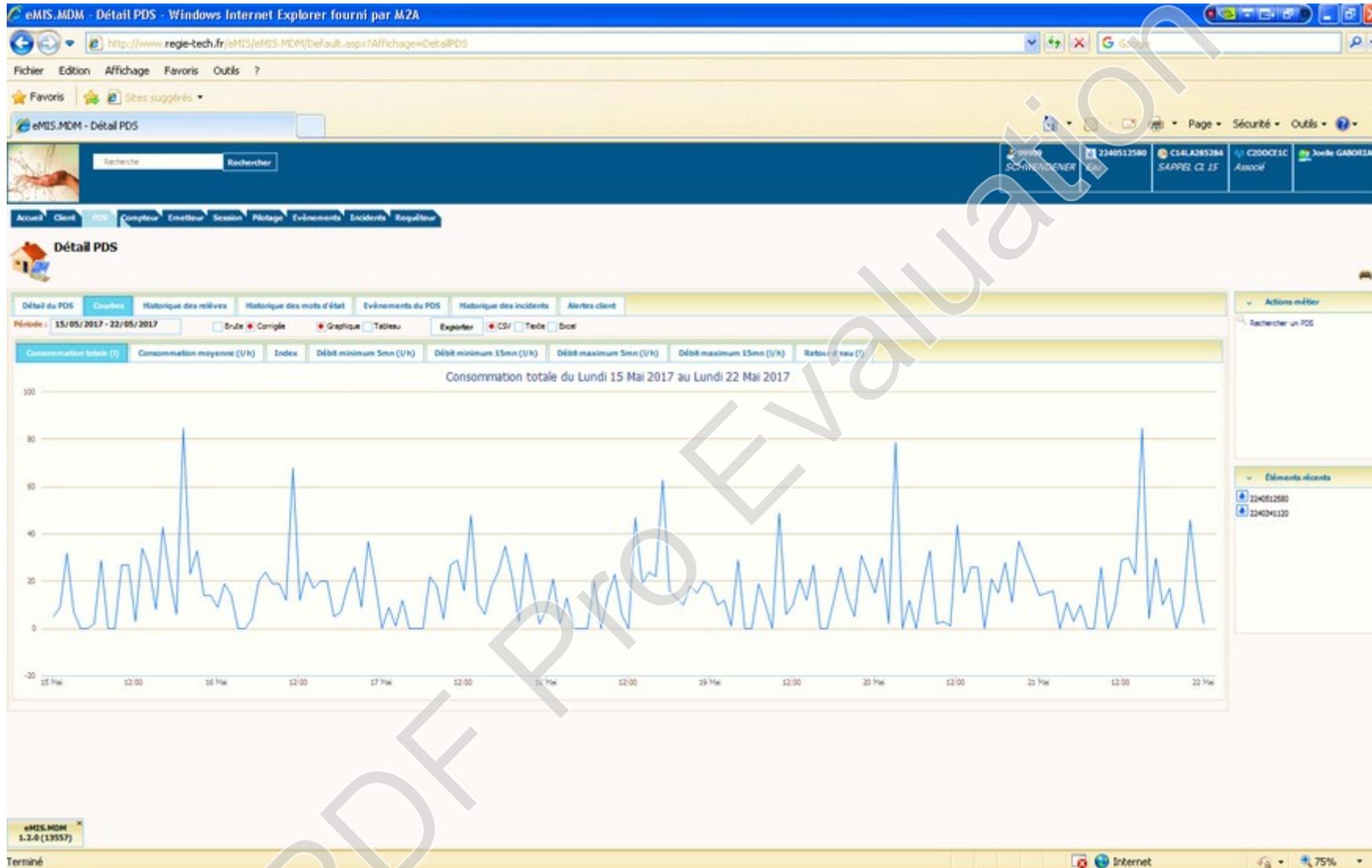


6. Validation des classe de consommation

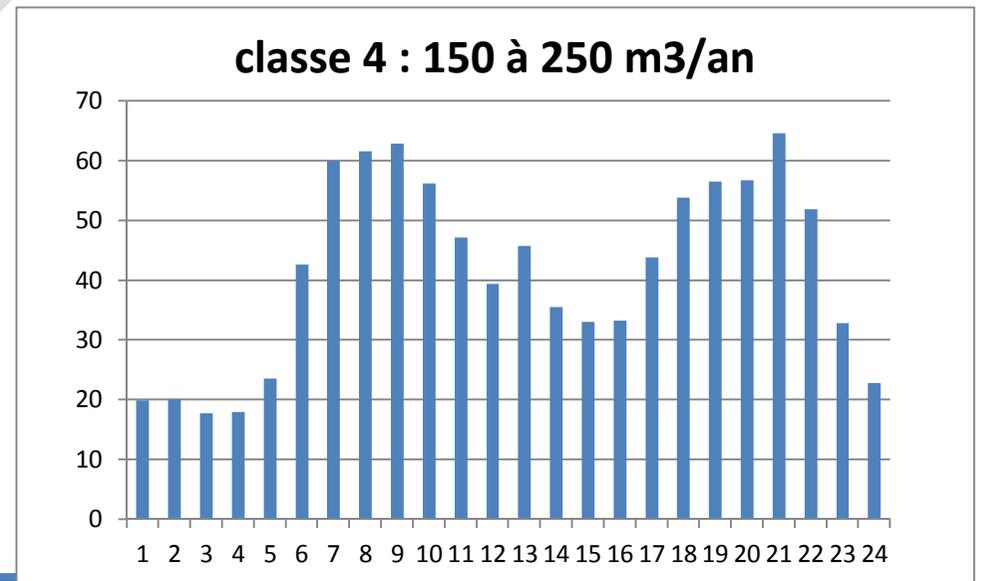
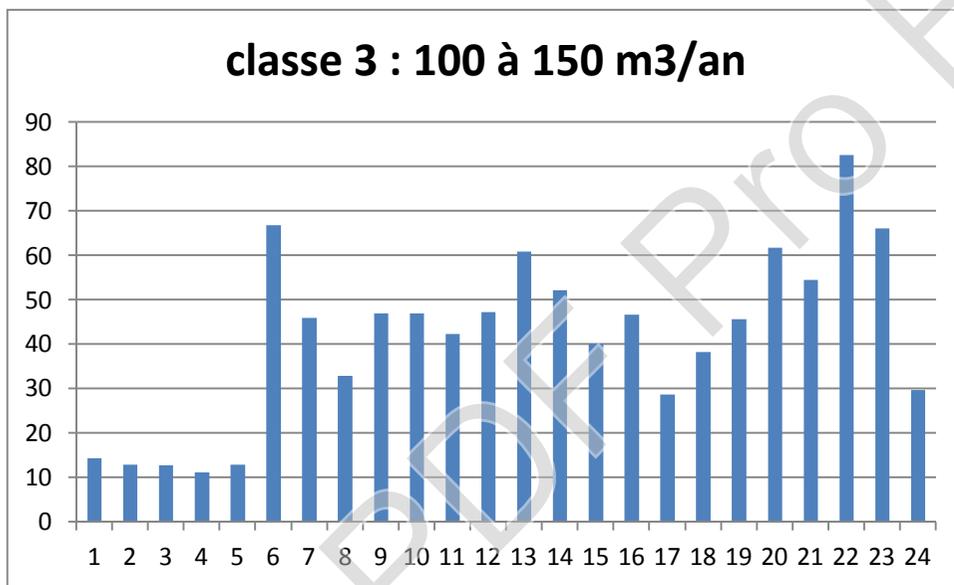
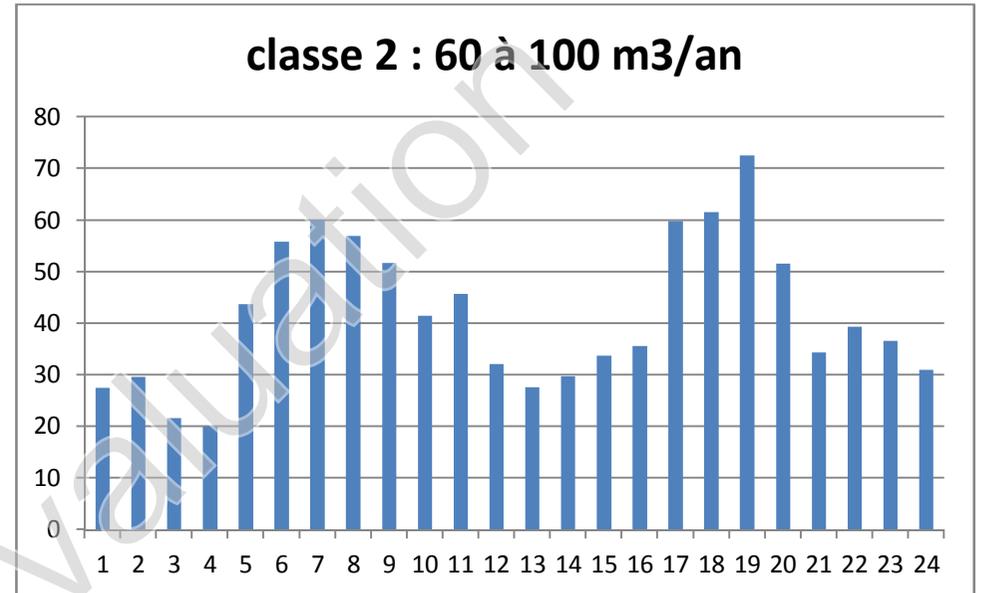
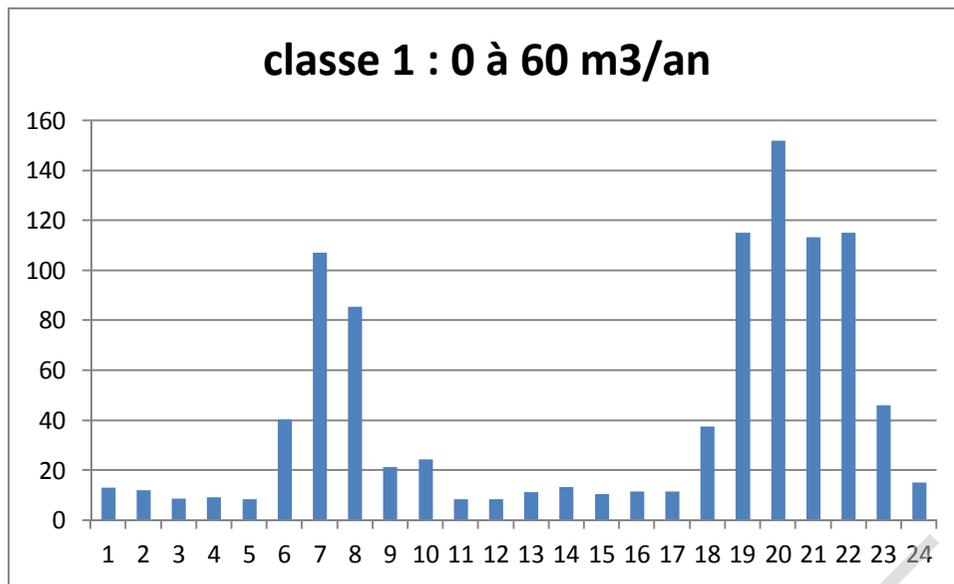


7. eMIS

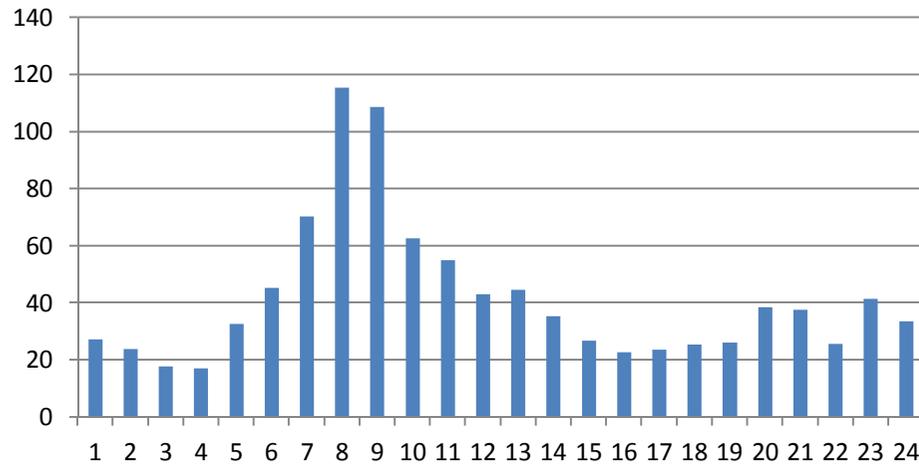
7.1. Export



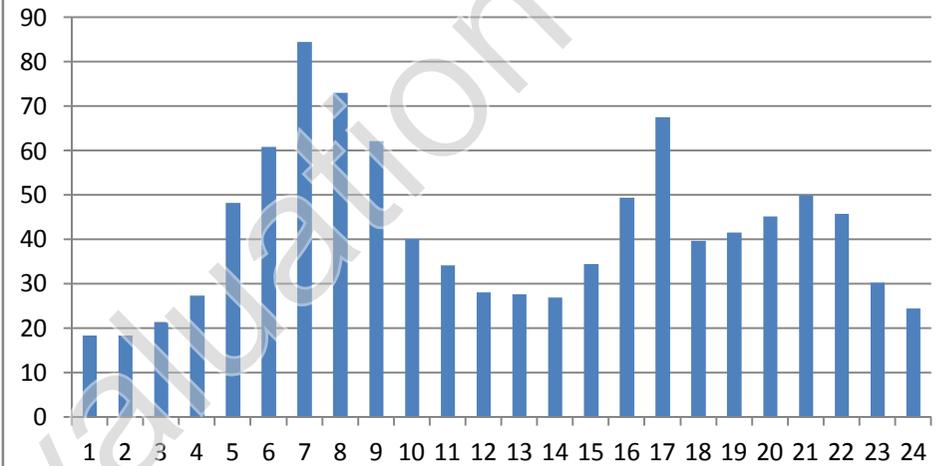
7.2. Classes de consommateurs



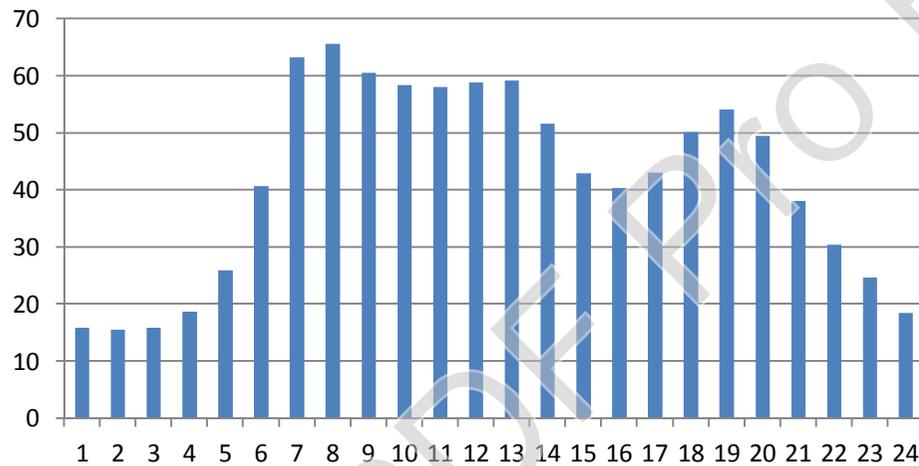
classe 5 : 250 à 500 m3/an



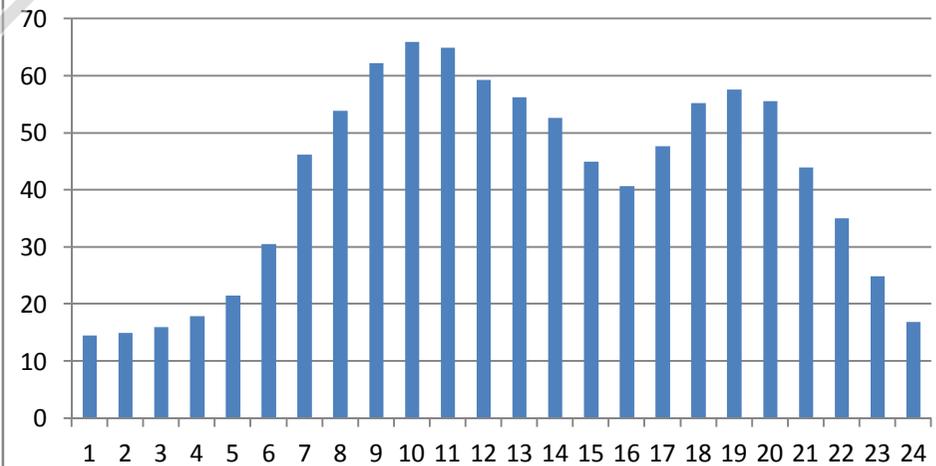
classe 6 : 500 à 1000 m3/an

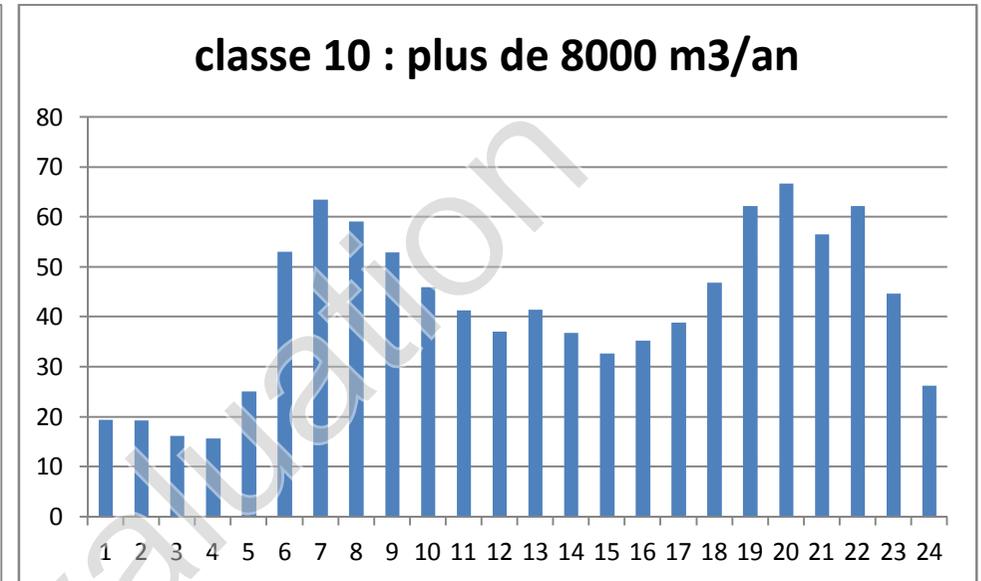
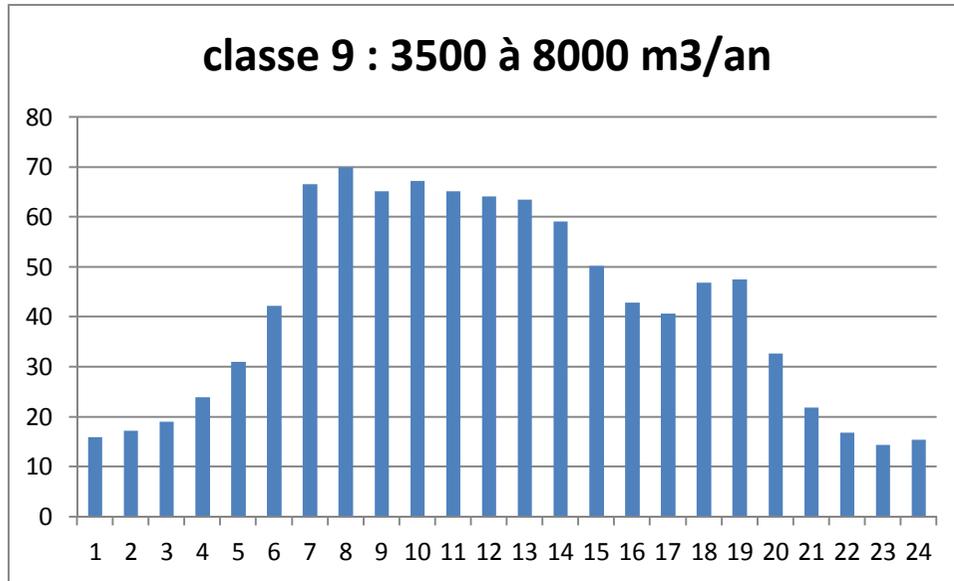


classe 7 : 1000 à 2000 m3/an



classe 8 : 2000 à 3500 m3/an





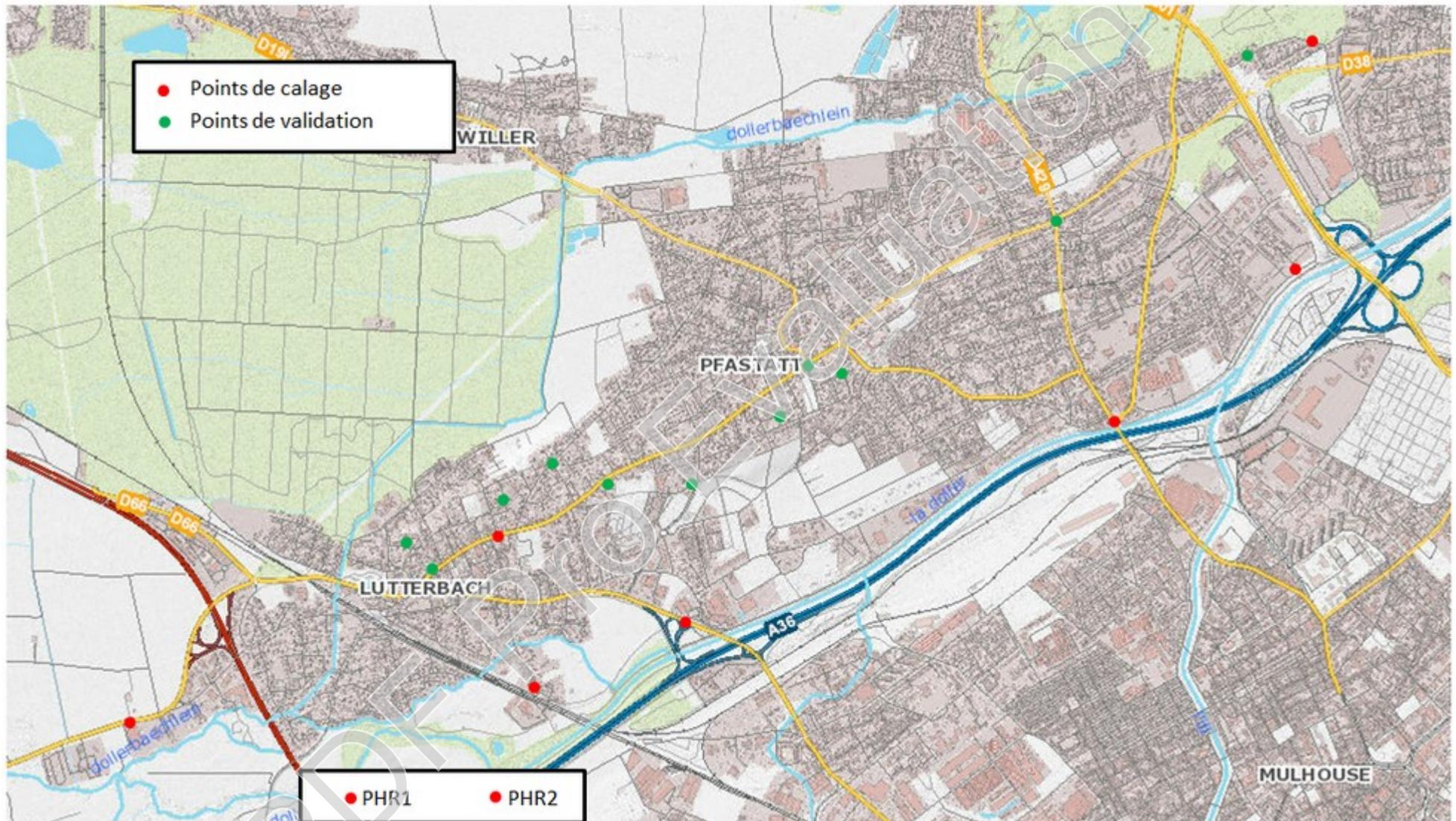
7.3. Hôpital Lalance

Activité	Consommation par personne	Nombre de personnes	Consommation journalière	Heure de début	Heure de fin	Durée	Débit horaire
	L/pers/j	pers/j	L	h	h	h	L/h
Petit déjeuner	5	100	500	7	9	3	200
Déjeuner	5	170	850	11	13	2	425
Souper	5	95	475	17	19	2	317
Préparation des Repas	10	265	2650	7	11	4	663
Vaisselle de midi	15	170	2550	12	14	2	1275
Vaisselle du soir	10	95	950	19	20	1	950
Toilette	80	80	6400	9	11	2	3200
Selle journée	40	170	6800	7	21	14	486
Selle nuit	10	85	850	21	7	10	85
Autre	-	-	2000	8	17	9	222
Somme	180	-	24025	-	-	-	-

Fuites			5975	0	24	24	249
---------------	--	--	------	---	----	----	-----

Patients internés	Patients demi pensionnés	Personnel
80	30	60

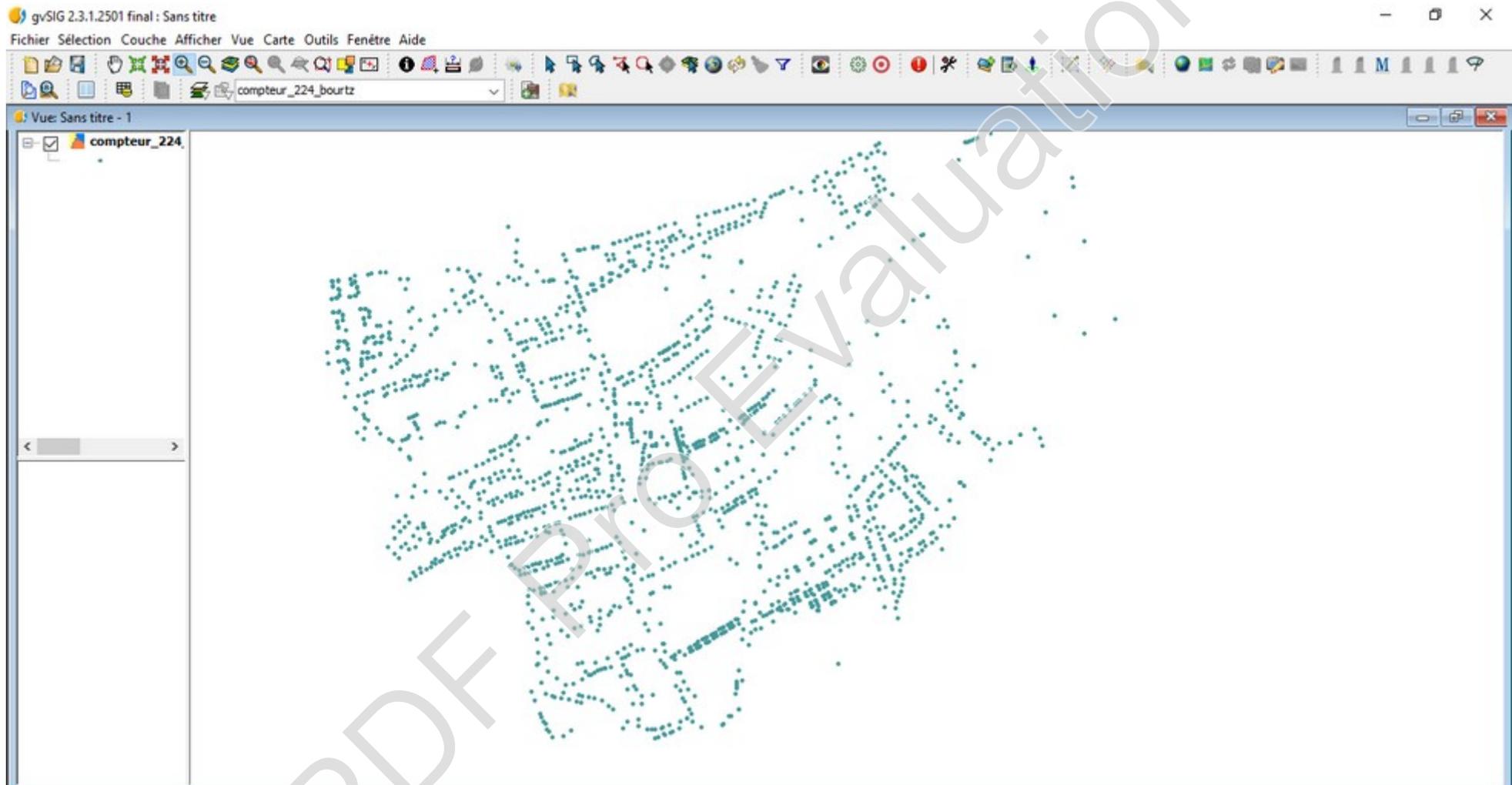
8. Carte des mesures de pression

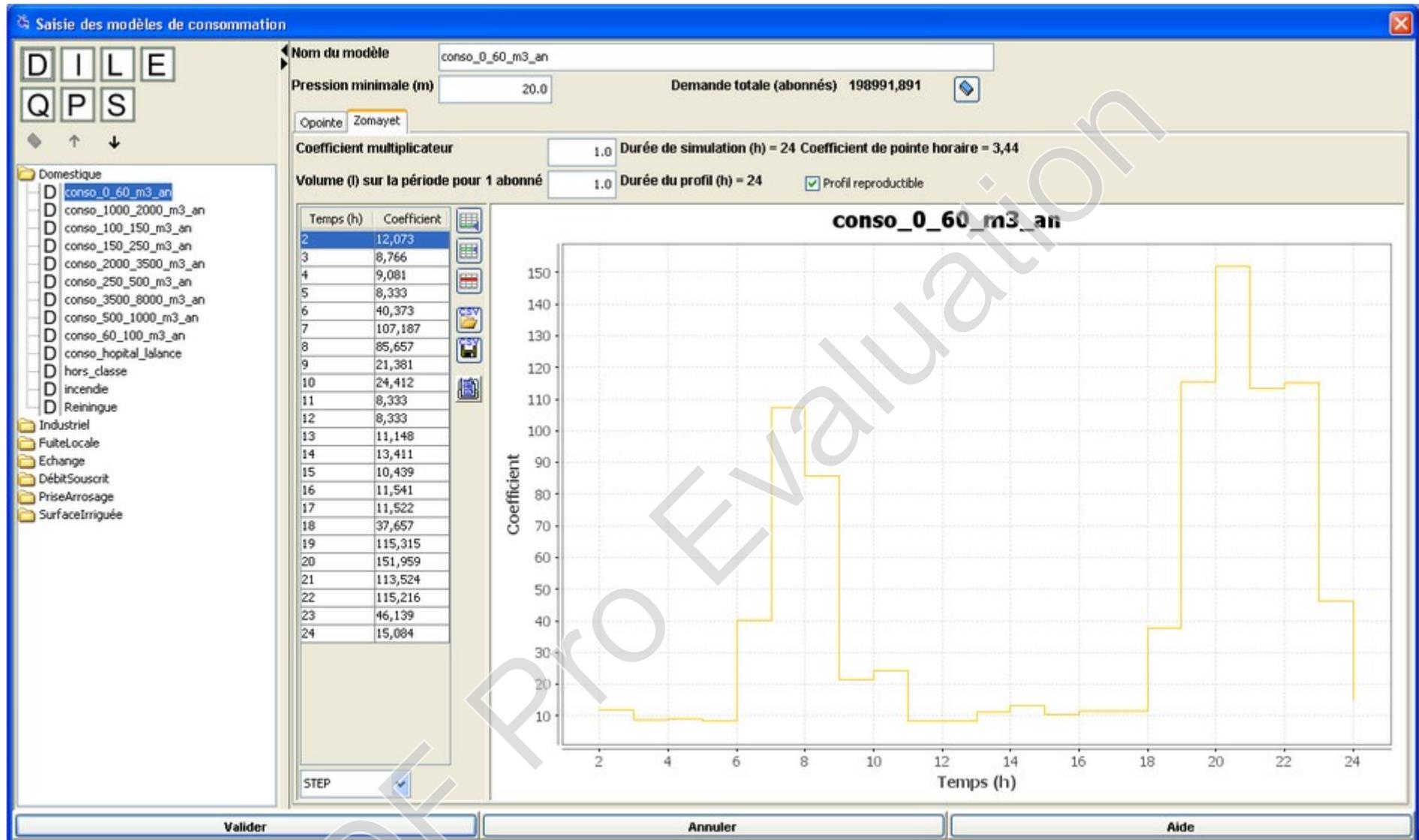


9. Import des données

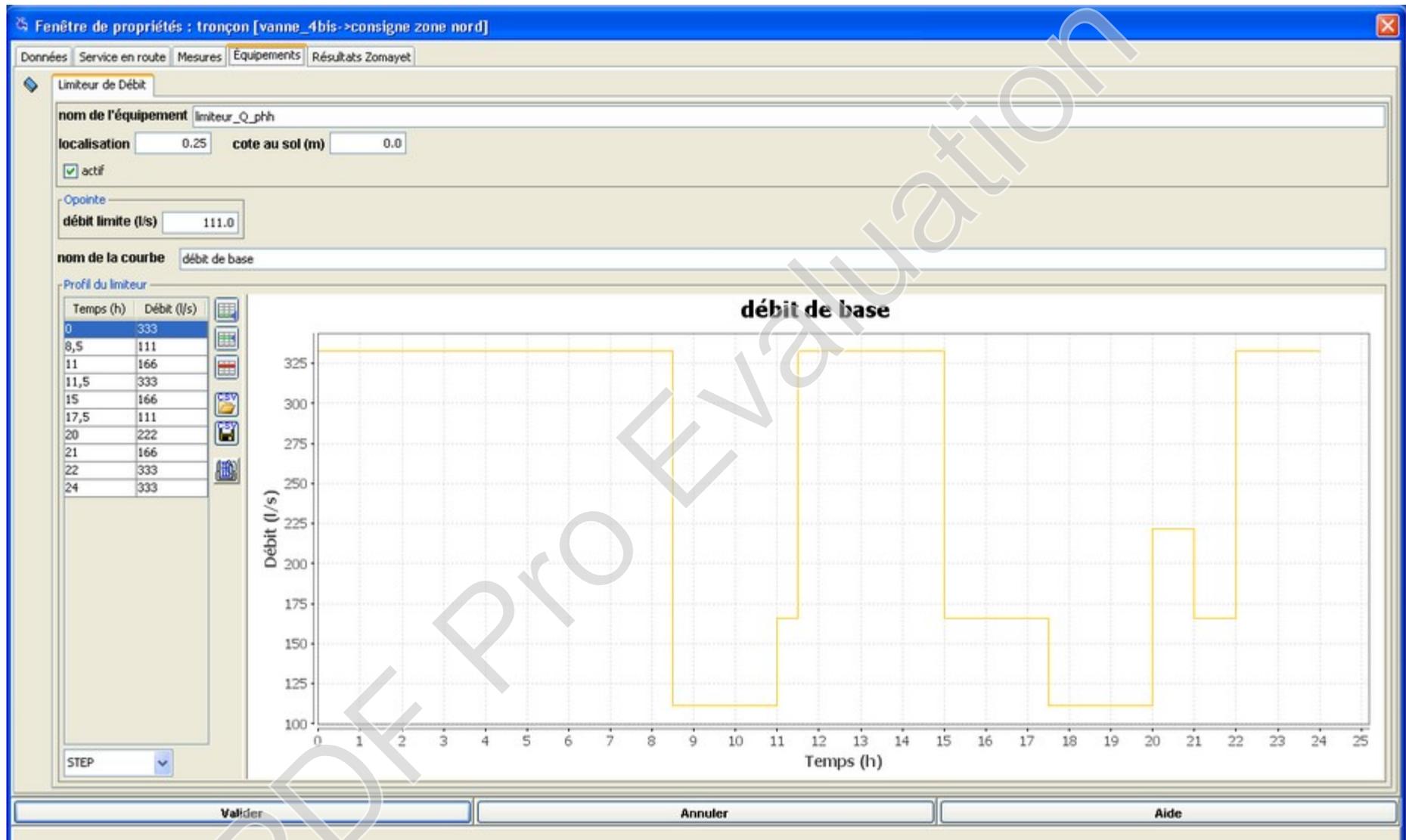
9.1. Compteurs de Bourzwiller sous GvSIG

9.2. Classe de consommateur 0 à 60 m³/an





9.3. Limiteur de débit vanne 4 bis



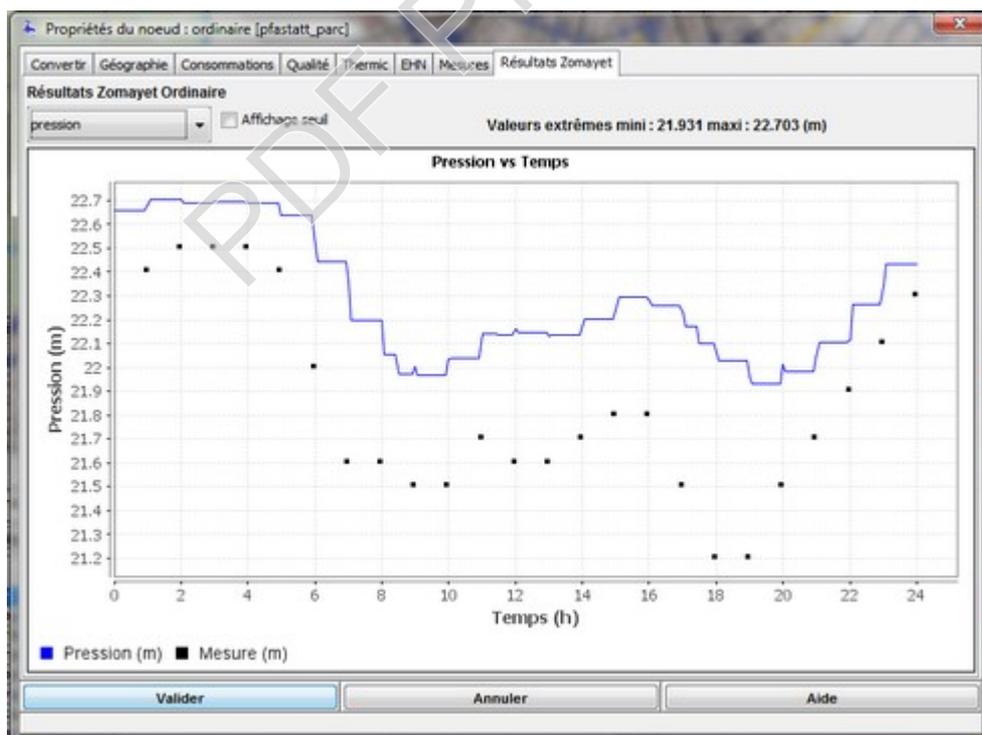
10. Données validées

10.1. Pression

Lutterbach : Vignes – Saint-Jean



Pfastatt : Parc



10.2. Rugosités

Edition d'un matériau X

nom abrégé
fonte_ductile

nom complet
fonte ductile

rugosité (mm)
0.1

coefficient d'Hazen Williams
136.0

tuyaux du matériau

Interne mm	Externe mm	Rugosité mm	Hazen
60			
80	80	0.25	136
100	100	0.2	136
125	125	0.15	136
150	150	0.15	136
200	200	0.15	136
250	250	0.15	136
300	300	0.15	136
350	350	0.15	136
400	400	0.15	136
500	500	0.15	136
600	600	0.1	136
700	700	0.1	136

Cliquer pour trier; ctrl+clic deuxième

Ajouter Supprimer

Edition d'un matériau X

nom abrégé
fonte_grise|

nom complet
fonte grise

rugosité (mm)
0.25

coefficient d'Hazen Williams
136.0

tuyaux du matériau

Interne mm	Externe mm	Rugosité mm	Hazen
50	50	1.5	136
60	60	1.5	136
65	65	1.5	136
70	70	1.5	136
80	80	1.5	136
100	100	1	136
125	125	0.8	136
150	150	0.6	136
200	200	0.5	136
250	250	0.35	136
300	300	0.25	136
400	400	0.25	136

Ajouter Supprimer

Valider Annuler Aide

Aide en li

Edition d'un matériau

nom abrégé
cd_5000

nom complet
cd_5000

rugosité (mm)
0.2

coefficient d'Hazen Williams
136.0

tuyaux du matériau

Interne mm	Externe mm	Rugosité mm	Hazen
90	90	1	136
100	100	0.7	136
150	150	0.5	136
200	200	0.25	136

Ajouter Supprimer

Valider Annuler Aide

Edition d'un matériau

nom abrégé
inconnu

nom complet
inconnu

rugosité (mm)
0.1

coefficient d'Hazen Williams
136.0

tuyaux du matériau

Interne mm	Externe mm	Rugosité mm	Hazen
10	10	0.005	136
30	30	0.005	136
40	40	0.005	136
60	60	1	136
80	80	1	136
100	100	1	136
125	125	0.8	136
150	150	0.5	136
200	200	0.5	136

Ajouter Supprimer

Valider Annuler Aide

Edition d'un matériau

nom abrégé
PE_hd

nom complet
PE_hd

rugosité (mm)
0.002

coefficient d'Hazen Williams
136.0

tuyaux du matériau

Interne mm	Externe mm	Rugosité mm	Hazen
25	25	0.005	136
30	30	0.005	136
40	40	0.005	136
50	50	0.005	136
60	60	0.005	136
300	300	0.005	136

Ajouter Supprimer

Valider Annuler Aide

11. Extrait du règlement départemental de la défense extérieure contre l'incendie

2.1 La qualification des risques

2.1.1 Le risque courant

Les bâtiments à risque courant sont tous les bâtiments ou ensemble de bâtiments les plus courants, pour lesquels l'évaluation des besoins en eau peut être faite de manière générale.

Le risque courant concerne des ensembles de bâtiments composés majoritairement d'habitations, d'établissements recevant du public ou de bureaux.

Afin de définir une défense incendie adaptée et proportionnée aux risques, les bâtiments à risque courant sont décomposés en trois sous-catégories :

- **le risque courant faible** : il peut être défini comme un risque dont l'enjeu est limité en terme patrimonial, isolé, à faible potentiel calorifique ou à risque de propagation quasi nul aux bâtiments environnants.
Il peut concerner par exemple, un bâtiment isolé en zone rurale.
- **Le risque courant ordinaire** : il peut être défini comme étant un risque d'incendie à potentiel calorifique modéré et à risque de propagation faible ou moyen.
Il peut concerner par exemple, un lotissement de pavillons, un immeuble d'habitation collectif, une zone d'habitats regroupés, ...
- **Le risque courant important** : il peut être défini comme un risque d'incendie à fort potentiel calorifique et / ou à risque de propagation fort.
Il peut concerner par exemple, une agglomération avec des quartiers saturés d'habitations, un quartier historique (rues étroites, accès difficiles, ...), de vieux immeubles où le bois prédomine, une zone mixant l'habitation et des activités artisanales ou de petites industries à fort potentiel calorifique.

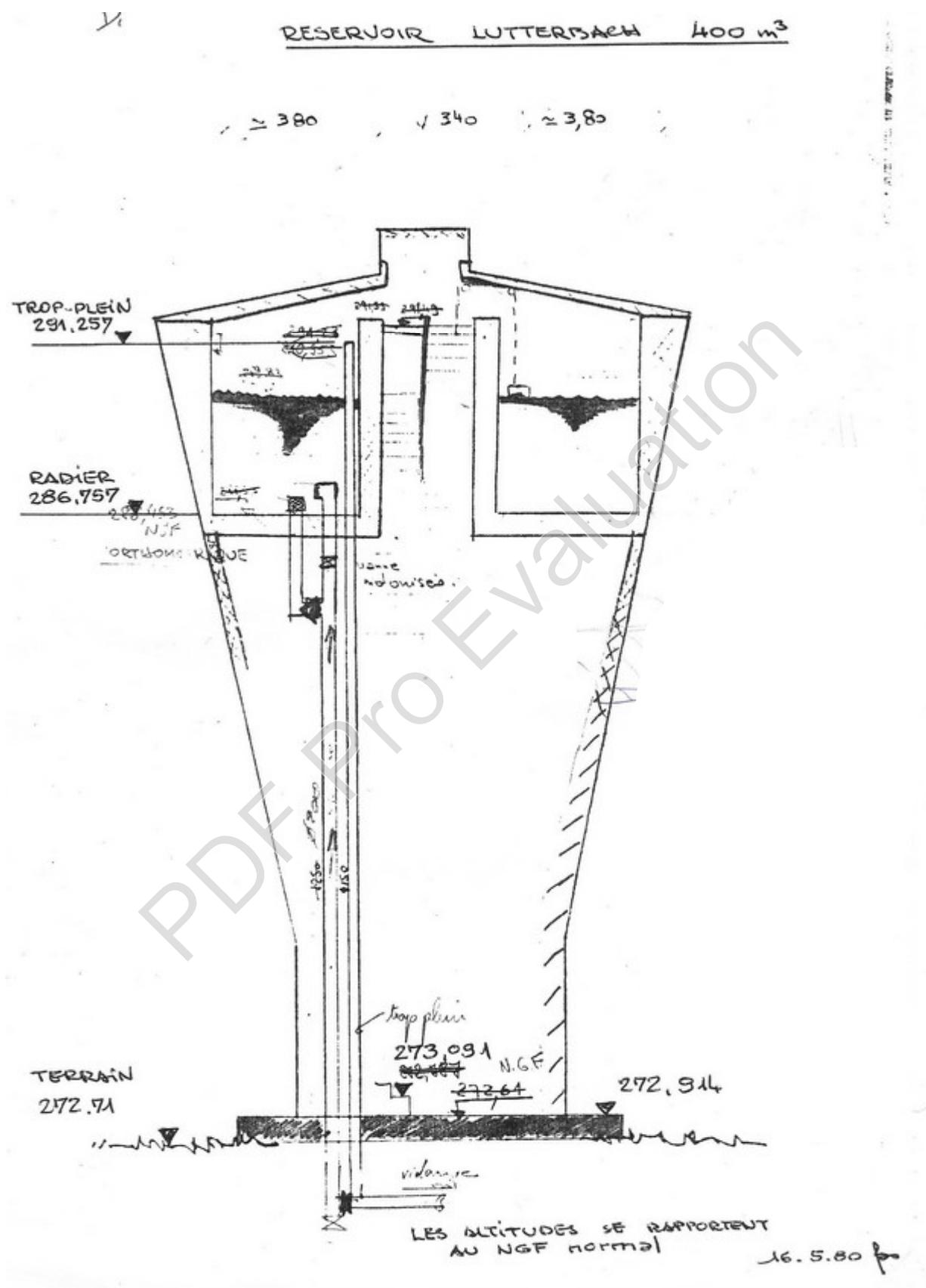
2.3.1 Les quantités d'eau de référence pour les bâtiments ou ensemble de bâtiments à risque courant

La quantité d'eau nécessaire pour assurer la défense incendie du risque courant est calculée en fonction de la sous-catégorie de la manière suivante :

RISQUE	SOUS-CATEGORIE	RESSOURCE EN EAU MINIMUM
COURANT	FAIBLE (potentiel calorifique faible et risque de propagation quasi nul)	30 m ³ utilisable en 1 h ou 60 m ³ utilisable en 2 h
	ORDINAIRE (potentiel calorifique modéré et risque de propagation faible ou moyen)	120 m ³ utilisable en 2 h
	IMPORTANT (potentiel calorifique et risque de propagation forts)	supérieure à 120 m ³ utilisable en 2 h

12. Aménagements

12.1. Schéma du château d'eau



12.2. Rugosité des conduites neuves.

Edition d'un matériau

nom abrégé

nom complet

rugosité (mm)

coefficient d'Hazen Williams

tuyaux du matériau

Interne mm	Externe mm	Rugosité mm	Hazen
100	100	0.1	136
150	150	0.1	136
200	200	0.1	136
250	250	0.1	136

Ajouter Supprimer

Valider Annuler Aide

12.3. Terrain du SDE à Lutterbach



12.4. Schéma de la Zone Haute

Les nouvelles

