



HAL
open science

Évaluation de l'impact du changement climatique sur les débits d'étiage à travers un modèle pluie-débit

Ilias Sif

► **To cite this version:**

Ilias Sif. Évaluation de l'impact du changement climatique sur les débits d'étiage à travers un modèle pluie-débit. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2013. dumas-01664632

HAL Id: dumas-01664632

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01664632>

Submitted on 6 Jan 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.

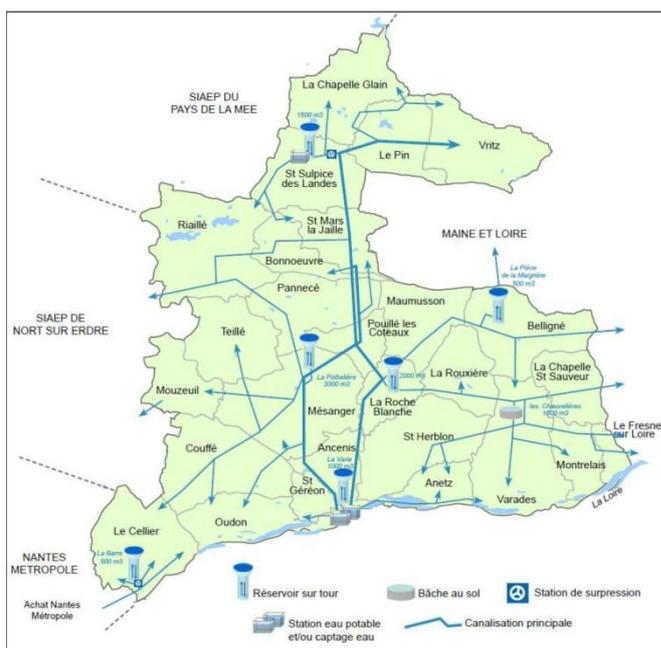
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Mémoire de Fin d'Etudes
Mastère Spécialisé Eau Potable et Assainissement
Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement
de Strasbourg

Elaboration du Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable du SIAEP de la Région d'Ancenis

Diagnostic en situations actuelle et future et propositions d'aménagements



Réalisé par :

SIF Ilias

Organisme d'accueil :

ARTELIA V&T

Maître du stage :

Mme. Modwene BOURRELI

Date de la soutenance :

Le 16 octobre 2014

Cette page a été laissée intentionnellement blanche

Remerciements

Avant tout développement sur ce projet de fin d'études, et en signe de gratitude, il apparaît opportun de commencer ce mémoire par des remerciements. Ils s'adressent à ceux qui m'ont beaucoup appris au cours de ce stage, et à ceux qui ont eu la gentillesse de faire de ce stage au sein d'Artelia V&T un moment très profitable.

Je tiens à remercier en premier lieu Monsieur Jean-Yves GONNORD, directeur du service Etudes Générales Eau, pour m'avoir intégré dans l'équipe, pour ses conseils et son support.

Mes vifs remerciements à Madame Modwene BOURRELI, chargée d'études spécialisée en schémas directeurs eau potable, qui m'a fait l'honneur d'encadrer mon travail. Je tiens à lui exprimer ma profonde reconnaissance pour son accueil, les conseils précieux qu'elle m'a prodigués et son accompagnement tout au long de ce stage professionnel avec beaucoup de patience et de pédagogie.

J'associe à ces remerciements Monsieur Hugues GONDET, Madame Karine GASCARD et Madame Hellène PINSON, techniciens au sein du service EGO, qui ont eu la bienveillance de m'assister et de me fournir les informations nécessaires au bon déroulement du projet.

Finalement, je remercie toute l'équipe pédagogique du Mastère Spécialisé EPA.

Résumé

Elaboration du Schéma Directeur d’Alimentation en Eau Potable du SIAEP de la Région d’Ancenis

Le SIAEP de la Région d’Ancenis est tenu d’assurer aux 27 communes adhérentes un service d’alimentation en eau potable dans des conditions réglementaires, techniques et financières satisfaisantes. Le syndicat doit s’assurer que la qualité du service sera maintenue dans l’avenir, compte tenu de l’évolution des besoins. Pour ce faire, la collectivité doit disposer d’un outil de programmation et de gestion, à savoir, le schéma directeur. En effet, ce document permet à la collectivité d’avoir une vision globale des besoins et des solutions envisageables. Il constitue ainsi un préalable indispensable à la réalisation de travaux structurants et au développement de l’urbanisation.

Dans ce sens, une consultation est lancée par le Syndicat Départemental de Loire-Atlantique pour la réalisation du schéma directeur d’alimentation en eau potable du SIAEP de la région d’Ancenis. L’étude commence par une analyse des besoins actuels et futurs du syndicat. Ensuite, un diagnostic des situations actuelle et future est établi en ayant recours à la modélisation de réseau. Ce diagnostic permet de relever les dysfonctionnements et limites du réseau et ainsi proposer des aménagements afin de pallier aux insuffisances. Finalement, l’étude aboutit à une programmation des travaux avec une estimation et un phasage des investissements nécessaires.

Abstract

Master Plan for Drinking Water Supply of the SIAEP of Ancenis region

The SIAEP of Ancenis Region is required to provide the 27 member municipalities a service of drinking water in the regulatory, technical and financial satisfactory. The union must ensure that the quality of service will be maintained in the future, given the changing needs. To do this, the community must have a tool for programming and management, ie, the master plan. Indeed, this document allows the community to have a global vision of the needs and possible solutions. It thus constitutes a prerequisite for the implementation of development work and development of urbanization.

In this sense, a consultation was launched by the Union Departmental Loire-Atlantique for the realization of the Master Plan for Drinking Water Supply of the SIAEP of Ancenis region. The study begins with an analysis of current and future needs of the union. Next, a diagnosis of current and future situations is determined by using modeling network. This diagnosis can raise malfunctions and network boundaries and thus propose adjustments to overcome the shortcomings. Finally, the study results in a program of roadwork with an estimate and phasing of investment required.

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	3
1.1 Contexte de l'étude	3
1.1.1 La collectivité	3
1.1.2 Les ressources en eau et la production	4
1.1.3 Les ouvrages de distribution	5
1.1.4 Fonctionnement actuel du réseau	5
1.2 Objectifs et déroulement du schéma directeur	6
Chapitre 2 ANALYSE FONCTIONNELLE DU RESEAU	7
2.1 Analyse des besoins actuels	7
2.1.1 Evolution des volumes mis en distribution, des consommations et des imports/exports	7
2.1.2 Rendements de réseau et indices linéaires de perte	9
2.1.2.1 Le rendement de réseau	9
2.1.2.2 L'indice linéaire de perte	10
2.1.3 Les gros consommateurs	12
2.1.4 Besoins de pointe	13
2.2 Analyse des besoins futurs	14
2.2.1 Besoins domestiques	14
2.2.2 Besoins liés aux activités	14
2.2.3 Besoins liés aux transferts d'eau	15
Chapitre 3 LA MODELISATION DU RESEAU	17
3.1 Le logiciel Epanet	17
3.1.1 Présentation du logiciel	17
3.1.2 Capacités du logiciel	17
3.1.3 Principes des calculs hydrauliques effectués par le logiciel	17
3.2 Campagne de mesures	20
3.2.1 Les différentes mesures	20
3.2.1.1 Les mesures de débits	20
3.2.1.2 Les mesures de pression	20
3.2.1.3 Les mesures de niveau	20
3.2.2 Organisation de la campagne	20
3.2.2.1 Mesures de débits	21
3.2.2.2 Mesures de pression	21
3.2.2.3 Mesures de niveau	21
3.2.3 Résultats des enregistrements	21
3.2.3.1 Présentation des résultats	21
3.2.3.2 Commentaires	21
3.3 Calage du modèle	22

3.3.1	Le traitement des données	22
3.3.2	Le choix de la journée de calage	24
3.3.3	La correction des consommations	24
3.3.4	Le calage du modèle hydraulique	25

Chapitre 4 DIAGNOSTIC EN SITUATIONS ACTUELLE ET FUTURE.....27

4.1	Objectifs.....	27
4.2	Visite des ouvrages.....	28
4.3	Fonctionnement du réseau en situation actuelle sur un jour moyen.....	28
4.4	Fonctionnement du réseau en situation actuelle sur un jour de pointe	31
4.5	Fonctionnement du réseau en situation future sur un jour moyen .	34
4.5.1	Situation future à l'échéance 2020	34
4.5.2	Situation future à l'échéance 2030	35
4.6	Fonctionnement du réseau en situation future sur un jour de pointe	35
4.6.1	Situation future à l'échéance 2020	35
4.6.2	Situation future à l'échéance 2030	36
4.7	Etude de la qualité de l'eau.....	39
4.7.1	Temps de séjour.....	39
4.7.2	Le chlore libre résiduel	41
4.7.3	CVM.....	44

Chapitre 5 SCHEMA DIRECTEUR ET PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS46

5.1	Aménagements pour l'amélioration de la situation actuelle	46
5.1.1	Réhabilitation des ouvrages existants.....	46
5.1.2	Amélioration des pressions et de la sectorisation	47
5.1.2.1	Secteur Pannecé/Riaillé.....	47
5.1.2.2	Secteur Saint-Mars-La-Jaille.....	47
5.1.2.3	Secteur Mouzeil/Teillé.....	48
5.1.2.4	Secteur Pouillé-Les-Coteaux	48
5.1.2.5	Secteur Saint-Herblon.....	48
5.1.2.6	Secteur Mésanger/Oudon.....	48
5.1.2.7	Secteur Ancenis/Saint-Géréon	48
5.1.3	Le nouveau réservoir de La Varie	48
5.1.3.1	Nécessité d'un nouveau réservoir.....	48
5.1.3.2	Choix du site	49
5.1.3.3	Zone de desserte.....	50
5.1.3.4	Volume et côte trop-plein	50
5.1.3.5	Aménagements liés à la mise en place du nouveau réservoir	51
5.2	Aménagements liés à l'augmentation des besoins en eau	51

5.3 Aménagements liés à la sécurisation de l'alimentation en eau	51
5.3.1 Sécurisation par le syndicat de Nort-Sur-Erdre.....	51
5.3.2 Création d'un nouveau réservoir à proximité d'Oudon.....	52
5.3.3 Comparaison des deux solutions de sécurisation.....	53
 Conclusion et recommandations	 55
 Références bibliographiques	 56
 Annexes	 57

Liste des figures

Figure 1 : Altimétrie du secteur du SIAEP de la région d'Ancenis	4
Figure 2 : Evolution des volumes produits, importés, exportés et distribués – SIAEP de la Région d'Ancenis (secteur d'étude).....	8
Figure 3 : Evolution du rendement et de l'ILP – SIAEP de la région d'Ancenis	11
Figure 4 : Evolution de la consommation moyenne journalière des plus importants gros consommateurs du réseau.....	12
Figure 5 : Evolution du coefficient de pointe en production des usines d'Ancenis et de Saint-Sulpice.....	13
Figure 6 : Modèle hydraulique du SIAEP de la Région d'Ancenis	19
Figure 7 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en PRESSION heure creuse	29
Figure 8 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en PRESSION heure de pointe	30
Figure 9 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en PDC – Vente le « Ménardeau »	31
Figure 10 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en PRESSION et PDC – Pouillé-Les-Coteaux	32
Figure 11 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation actuelle – Résultats en PDC	33
Figure 12 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation actuelle – Résultats en VITESSE	34
Figure 13 : Capacité limite de la conduite alimentant la vente d'eau « Le Ménardeau » - apparition de pressions négatives	35
Figure 14 : Insuffisance de la suppression de Saint-Sulpice – basses pressions au nord de la Chapelle-Glain	36
Figure 15 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation future (2030) – Marnage du réservoir de Mésanger	37
Figure 16 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation future (2030) – Marnage du réservoir de Roche-Blanche.....	37
Figure 17 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation future (2030) – basses pressions (La Chapelle-Glain et Vritz)	38
Figure 18 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation future (2030) – basses pressions au niveau du secteur haut du Cellier.....	39
Figure 19 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en temps de séjour	40
Figure 20 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en chlore résiduel – conditions d'hiver	43
Figure 21 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en chlore résiduel – conditions d'été	44
Figure 22 : Les sites étudiés pour la mise en place du nouveau réservoir de la Varie	49
Figure 23 : Sites repérés pour la mise en place d'un nouveau réservoir à proximité d'Oudon	52

Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse du SIAEP de la Région d'Ancenis des volumes produits, importés, exportés et distribués entre 2009 et 2012.....	8
Tableau 2 : Evolution du rendement et des pertes entre 2009 et 2012, SIAEP de la région d'Ancenis	9
Tableau 3 : Classification de l'état d'un secteur [Conseil général de la Mayenne, 2007].....	10
Tableau 4 : Catégorie du réseau slon l'indice linéaire de consommation	11
Tableau 5 : Evolution de l'ILP en m ³ /j/km sur les différents syndicats	11
Tableau 6 : Consommation journalière des gros consommateurs les plus importants de la zone d'étude	12
Tableau 7 : Coefficient de pointe journalier en production des usines d'Ancenis et de Saint-Sulpice pour les années 2009, 2010 et 2011.....	13
Tableau 8 : Besoins des industriels pour un jour moyen en 2010, 2020 et 2030 [IRH, 2013].....	14
Tableau 9 : Les besoins pour un jour moyen en situation actuelle des industriels les plus importants de la zone d'étude (2009-2013)	15
Tableau 10 : Réajustement des besoins journaliers moyens futurs de la laiterie	15
Tableau 11 : Les besoins liés aux transferts d'eau en situations actuelle et future [IRH, 2013]	15
Tableau 12 : Répartition du volume d'eau en sortie d'usine d'Ancenis pendant la journée de calage.....	24
Tableau 13 : Résultats de la mesure de la décroissance du chlore au niveau des usines d'Ancenis et de Saint-Sulpice.....	42
Tableau 14 : Travaux à réaliser pour la réhabilitation des ouvrages existants	46
Tableau 15 : Les besoins journaliers futurs de la zone de desserte du nouveau réservoir d'Ancenis	50
Tableau 16 : Aménagements liés à la mise en place d'un nouveau réservoir pour le secteur ouest en fonction du site choisi.....	53
Tableau 17 : Comparaison des deux solutions de sécurisation du secteur ouest du syndicat	54

Acronymes et abréviations

SIAEP	Syndicat Intercommunal d’Alimentation en Eau Potable
CVM	Chlorure de Vinyle Monomère
RAD	Rapport Annuel du Délégué
SDAEP	Syndicat Départemental d’Alimentation en Eau Potable
AEP	Alimentation en Eau Potable
HMT	Hauteur Manométrique Totale
ILP	Indice Linéaire de Perte
ILC	Indice Linéaire de Consommation
NGF	Nivellement Général de la France

Introduction

Présentation de l'organisme d'accueil

Artelia est né de l'union de Coteba et de Sogreah concrétisée le 30 mars 2010. C'est un groupe de conseil et d'ingénierie qui exerce ses missions dans neuf domaines d'activité : bâtiment, eau, environnement, énergie, maritime, ville, transport, industrie, multi-sites.

Artelia s'appuie sur un capital humain de grande valeur et fait de ses ressources humaines une valeur fondamentale et une priorité d'investissement. Le projet Artelia attire de nouveaux talents et ce sont désormais plus de 3 200 collaborateurs qui déploient les compétences du groupe dans le monde.

Le stagiaire relève du service Etudes Générales Eau où l'on traite des études générales en eau potable et en assainissement et plus particulièrement les schémas directeurs.

Objet du stage

Le bureau d'études Artelia Ville & Transport a été mandaté par le SDAEP de la Loire-Atlantique pour élaborer le schéma directeur d'AEP de la région d'Ancenis. En général, un schéma directeur a pour vocation de [Préfecture de l'Hérault, 2012] :

- pointer les problèmes existants, tant réglementaires que techniques, tant quantitatifs que qualitatifs, tant au niveau de la ressource qu'au niveau des systèmes de production et de distribution ;
- estimer les besoins futurs et de proposer plusieurs scénarios ;
- élaborer un programme de travaux sur le court, moyen et long terme adapté aux besoins de la collectivité et à ses moyens.

Concernant la présente étude, la première phase consiste à diagnostiquer le fonctionnement du réseau en situations actuelle et future. La méthodologie adoptée se décompose en trois parties :

- Analyser les besoins actuels et futurs du réseau en se basant sur les RAD et sur l'étude « Diagnostic des installations et étude de la filière de traitement de l'unité de production d'Ancenis » réalisée par IRH en 2013 ;
- Calage et mise à jour de modèle hydraulique existant en se basant sur la campagne de mesures et des sorties terrain ;
- Réaliser un diagnostic des fonctionnements actuel et futur du réseau.

Dans une deuxième phase, nous traiteront des différentes problématiques relevées lors du diagnostic (le schéma directeur) avant d'aboutir à un programme de travaux chiffré et hiérarchisé.

Chapitre 1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

1.1 Contexte de l'étude

Le Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable de la région d'Ancenis qui adhère au syndicat départemental de Loire-Atlantique est une collectivité territoriale à laquelle les 27 communes de la région ont délégué leurs compétences en matière d'eau potable. Le SIAEP de la région d'Ancenis assure donc la production et la distribution d'eau potable pour environ 23 800 abonnés répartis sur les 27 communes adhérentes, et dessert également des collectivités voisines du Maine et Loire.

Le bureau d'étude Artelia Ville & Transport a été mandaté par le SDAEP Loire-Atlantique pour réaliser le schéma directeur d'alimentation en eau potable du SIAEP de la région d'Ancenis.

Le contexte de l'étude est présenté ci-après

1.1.1 La collectivité

Le SIAEP d'Ancenis compte au total 27 communes. La population totale desservie est d'environ 55 200 habitants (recensement 2011). La consommation totale annuelle est de 3 636 000 m³ (données de 2012).

Avec un linéaire de réseau de 1 270 km hors branchements, le ratio moyen d'abonnés au linéaire est de 19 abonnés/km. Ce ratio est représentatif d'un secteur rural dense. En réalité, la commune d'Ancenis a une densité d'abonnés au kilomètre plus importante, tandis que les autres communes sont plutôt de type rural. Les altitudes sur le réseau sont assez basses. En effet, on ne dépasse que très rarement les 80 mNGF. La partie basse du réseau se situe principalement à la limite sud du syndicat, le long de la Loire. La figure suivante présente l'altimétrie de la zone d'étude :

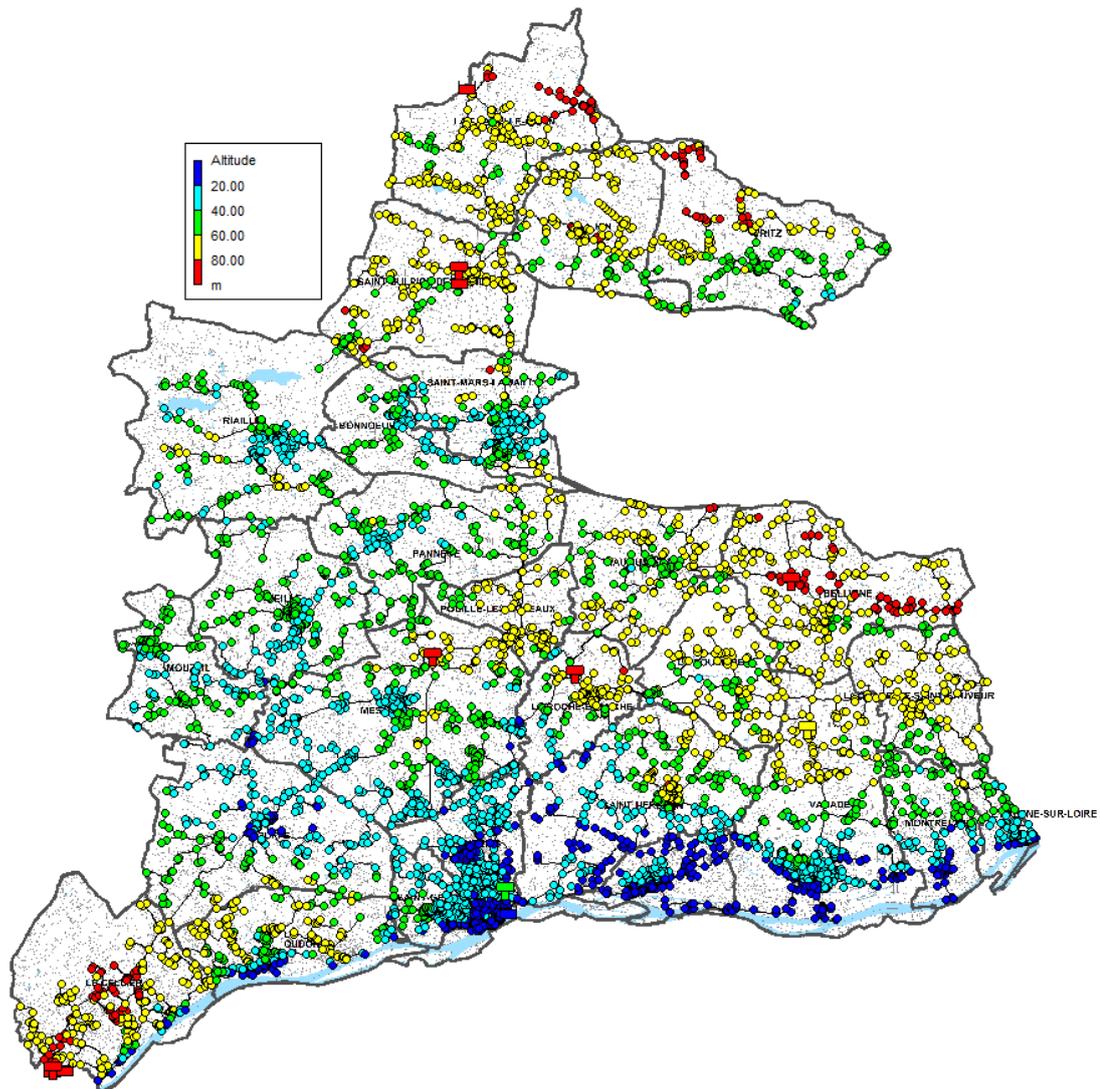


Figure 1 : Altimétrie du secteur du SIAEP de la région d'Ancenis

Le secteur est caractérisé par une forte augmentation de la population sur les dernières années, qui laisse à présager une augmentation de la demande globale. La zone d'étude compte aussi d'importants gros consommateurs à l'image de la Laiterie du Val d'Ancenis (LVA) qui a consommé en 2013 quelques 800 000 m³.

L'ensemble du réseau d'eau potable est exploité en affermage avec VEOLIA mis à part la commune du Cellier où le réseau est exploité par la SAUR.

1.1.2 Les ressources en eau et la production

Le secteur d'étude compte deux ressources :

- La prise d'eau dans la Loire au niveau de l'île Delage sur la commune d'Ancenis, qui alimente la filière de traitement qui a produit 12 360 m³/j en

moyenne en 2012. En cas de pollution, une prise d'eau de secours existe au niveau du Lac Bleu à Saint-Géréon ;

- En complément à l'usine d'Ancenis, il existe un forage au niveau de Saint-Sulpice-des-Landes qui a produit 220 m³/j en moyenne en 2012, les eaux sont traitées par une simple chloration.

L'usine d'Ancenis reste la production principale et globalement la production moyenne du syndicat en 2012 était de 12 580 m³/j.

En complément, en 2012, 430 m³/j ont été achetés aux collectivités limitrophes et 1580 m³/j de vendus.

1.1.3 Les ouvrages de distribution

Le secteur d'étude compte les ouvrages suivants :

- 7 réservoirs soit au total 8 150 m³ de stockage ;
- 3 stations de pompage qui alimentent les réservoirs de tête ;
- 1 270 km de réseau.

L'usine d'Ancenis refoule vers trois réservoirs de tête : celui de la commune d'Ancenis (1000 m³), celui de Mésanger (3000 m³) et celui de la Roche Blanche (2000 m³). Les refoulements ont une capacité variant de 220 à 420 m³/h.

On trouve ensuite des réserves de stockage à Varades, Belligné, Le Cellier et Saint-Sulpice-des-Landes.

1.1.4 Fonctionnement actuel du réseau

Dans le fonctionnement actuel du réseau, nous distinguons entre trois grands secteurs de distribution correspondant aux zones desservies par les trois réservoirs de tête (Mésanger, la Varie et Roche Blanche). La desserte se fait soit gravitairement en sorite des réservoirs soit via les refoulement/distribution de l'usine d'Ancenis :

- Secteur La Varie :

Correspond aux parties Sud et Est de la ville d'Ancenis.

- Secteur Roche Blanche :

Ce secteur est constitué principalement des communes du Sud-Est. Le stockage est renforcé par un deuxième réservoir d'une capacité de 1000 m³ situé à la commune de Varades.

- Secteur Mésanger :

C'est le secteur le plus important de la zone d'étude, il concerne presque 17 communes. Les 500 m³ du réservoir de Belligné viennent renforcer le stockage du secteur.

En plus des trois secteurs cités plus haut, il existe deux petits secteurs disposant d'une ressource différente :

■ Secteur Saint-Sulpice :

Il s'étend sur la commune de Saint-Sulpice-des-Landes et sur une partie de La Chapelle Glain. Ce secteur est alimenté par un captage d'eau et dispose d'un ouvrage de stockage d'une capacité de 150 m³.

■ Secteur le Cellier :

Ce secteur est alimenté en partie par l'achat d'eau depuis Nantes Métropole. Il dispose d'un ouvrage de stockage d'une capacité de 500 m³ (La Barre). La zone desservie s'étend sur toute la commune du Cellier. Le secteur bas est alimenté gravitairement par le réservoir la Barre tandis que le secteur haut est desservi par le réservoir de Mésanger et aussi par le réservoir la Barre via une surpression en sortie de ce dernier.

La figure, annexe 1, présente le schéma synoptique du réseau avec la position des principaux ouvrages (transport, stockage et métrologie).

1.2 Objectifs et déroulement du schéma directeur

Le SIAEP de la région d'Ancenis ne dispose pas encore de schéma directeur. Les objectifs sont les suivants :

- mettre à jour le modèle existant à partir d'une campagne de mesures de terrain ;
- analyser les forces et faiblesses du réseau en situation actuelle ;
- simuler le fonctionnement du réseau avec les besoins futurs du syndicat ;
- améliorer la sectorisation du réseau ;
- améliorer la sécurisation ;
- réaliser une étude qualitative (chlore et temps de séjour), et proposer des améliorations, en tenant compte de la problématique CVM.

De plus le schéma directeur devra traiter les problématiques suivantes :

- Sécurisation du sud-ouest du territoire du SIAEP ;
- Création d'un nouveau réservoir pour remplacer celui de La Varie ;
- Vérification de la capacité du SIAEP à fournir de l'eau aux collectivités limitrophes.

Chapitre 2 ANALYSE FONCTIONNELLE DU RESEAU

L'analyse fonctionnelle du réseau a pour but de déterminer les grands transferts. Les bilans sont établis à partir des rapports annuels des exploitants.

Les données annuelles ont été comparées, notamment les volumes consommés, les volumes mis en distribution, les exportations, les importations et les pertes de manière à avoir une idée représentative du fonctionnement du réseau.

Cette analyse a pour but de déterminer :

- les tendances d'évolution des consommations et des imports/exports ;
- la présence de gros consommateurs (au-dessus de 6000 m³/an) et leurs perspectives d'évolution ;
- les rendements de réseau et les indices linéaires de pertes ;
- les coefficients de pointe.

2.1 Analyse des besoins actuels

2.1.1 Evolution des volumes mis en distribution, des consommations et des imports/exports

Le volume mis en distribution est la somme du volume produit et du volume importé diminué du volume exporté [Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables, 2008] :

$$V_{distribué} = V_{produit} + V_{importé} - V_{exporté}$$

Pour caractériser les consommations nous utilisons la notion de volume consommé autorisé. Ce dernier, est défini comme étant la somme du volume comptabilisé, du volume consommateurs sans comptage et du volume de service du réseau [Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables, 2008] :

$$V_{consommé\ autorisé} = V_{comptabilisé} + V_{consommé\ sans\ comptage} - V_{service}$$

Les rapports annuels des exploitants entre 2009 et 2012, nous permettent de dresser le bilan suivant :

Tableau 1 : Synthèse du SIAEP de la Région d'Ancenis des volumes produits, importés, exportés et distribués entre 2009 et 2012

	2009		2010		2011		2012	
	JOUR MOYEN	JOUR DE POINTE						
Volume Produit [m³/j]	12 955	17 471	12 465	16 943	12 373	17 773	12 585	-
Volume de service [m³/j]	133	-	115	-	97	-	101	-
Volume conso sans comptage [m³/j]	18	-	25	-	25	-	25	-
Consommations domestiques [m³/j]	6 074	-	5 999	-	5 982	-	6 528	-
Consommations des industriels [m³/j]	3 072	-	2 934	-	3 216	-	2 770	-
Consommation total autorisée [m³/j]	9 790	-	9 562	-	9 842	-	9 962	-
Pertes en eau [m³/j]	2 036	-	1 623	-	1 489	-	1 517	-
Achats [m³/j]	408	-	412	-	378	-	429	-
Ventes [m³/j]	1 529	-	1 648	-	1 552	-	1 581	-
Volume distribué [m³/j]	11 833	-	11 229	-	11 198	-	11 433	-

Le graphique suivant présente l'évolution des différents volumes journaliers caractéristiques du réseau :

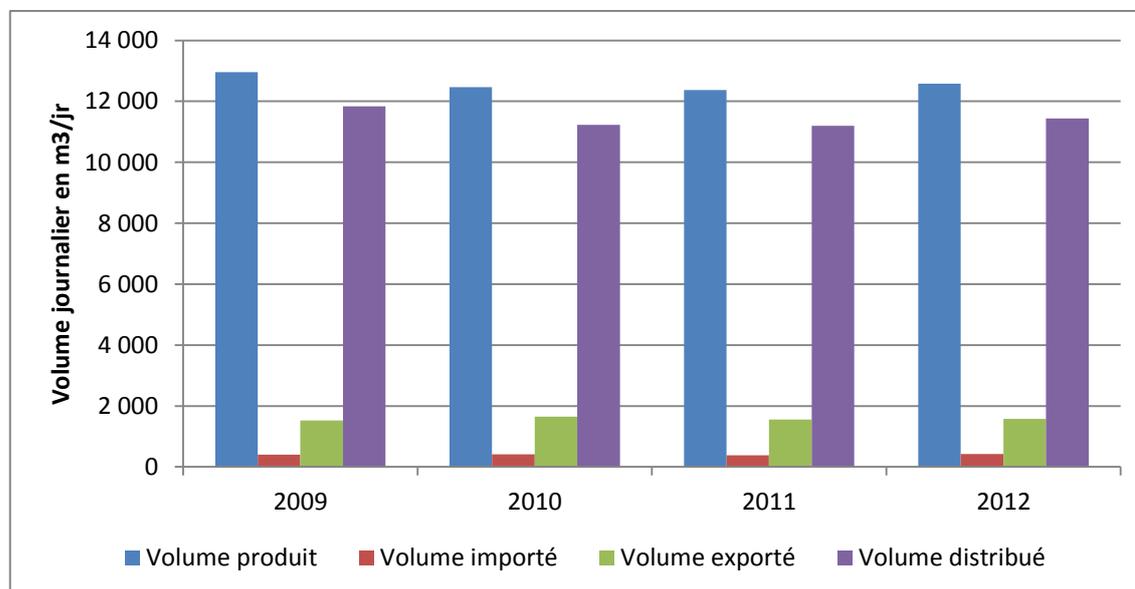


Figure 2 : Evolution des volumes produits, importés, exportés et distribués – SIAEP de la Région d'Ancenis (secteur d'étude)

Nous remarquons que :

- Les volumes produits sont relativement constants. La moyenne comptabilisée entre 2009 et 2012 est de 12 595 m³/j ;
- Les volumes distribués ont connu de faibles variations. Le maximum comptabilisé est de 11 833 m³/j et le minimum de 11 198 m³/j respectivement en 2009 et 2011 ;
- Les volumes exportés sont relativement constants et représente en moyenne 12% du cumul entre les volumes produits et importés. Ce qui représente 1578 m³/j ;
- Les importations résident essentiellement dans l'achat d'eau depuis Nantes Métropole pour l'alimentation de la commune du Cellier. En moyenne les volumes importés sont de 407 m³/j.

L'annexe 2 présente le bilan détaillé par syndicat (avant fusion).

2.1.2 Rendements de réseau et indices linéaires de perte

2.1.2.1 Le rendement de réseau

Le rendement du réseau est obtenu en faisant le rapport entre, d'une part, le volume consommé autorisé augmenté des volumes vendus à d'autres services publics d'eau potable et, d'autre part, le volume produit augmenté des volumes achetés à d'autres services publics d'eau potable. Le rendement est exprimé en pourcentage [Ministère des affaires sociales et de la santé, 2013] :

$$\text{Rendement} = \frac{V_{\text{consommé autorisé}} + V_{\text{vendu}}}{V_{\text{produit}} + V_{\text{acheté}}}$$

Le rendement de réseau est donc un indicateur des pertes et fuites du réseau.

Ci-dessous est présentée l'évolution du rendement de réseau entre 2009 et 2012 :

Tableau 2 : Evolution du rendement et des pertes entre 2009 et 2012, SIAEP de la région d'Ancenis

	2009	2010	2011	2012
Consommation total autorisée [m³/j]	9 790	9 562	9 842	9 962
Volume Produit [m³/j]	12 955	12 465	12 373	12 585
Volume importé [m³/j]	408	412	378	429
Pertes en eau [m³/j]	2 036	1 623	1 489	1 517
Rendement [%]	85	87	88	88

Globalement les pertes en eau au niveau du SIAEP de la Région d'Ancenis connaissent une décroissance depuis 2009. Elles sont passées de 2036 m³/j à 1517 m³/j en 2012.

L'annexe 3 présente l'analyse du rendement par syndicat (avant fusion).

2.1.2.2 L'indice linéaire de perte

L'indice linéaire de pertes en réseau est égal au volume perdu dans les réseaux par jour et par kilomètre de réseau (hors linéaires de branchements). Cette perte est calculée par différence entre le volume mis en distribution et le volume consommé autorisé. Il est exprimé en m³/ km/ jour [Ministère des affaires sociales et de la santé, 2013] :

$$ILP = \frac{V_{\text{mis en distribution}} - V_{\text{consommé autorisé}}}{L}$$

Avec, L, le linéaire du réseau en Km.

L'indice linéaire de perte est donc un indicateur plus fiable que le rendement de réseau pour caractériser les pertes sur un secteur. En effet, il représente les pertes d'eau au kilomètre et permet de résorber l'augmentation artificielle d'un rendement de réseau sur les communes qui ont un gros consommateur.

Il existe une classification de l'état d'un secteur selon son ILP et sa catégorie. Le tableau suivant présente cette classification :

Tableau 3 : Classification de l'état d'un secteur [Conseil général de la Mayenne, 2007]

Etat du secteur	Rural	Semi-rural	Urbain
Bon	< 1.	< 3	< 7
Acceptable	1 < ILP < 1.5	3 < ILP < 4	7 < ILP < 9
Moyen	1.5 < ILP < 2.5	4 < ILP < 6.5	9 < ILP < 13
Médiocre	2.5 < ILP < 4.5	6.5 < ILP < 10	13 < ILP < 19
Mauvais	> 4.5	> 10	> 19

La catégorie d'un secteur est donnée suivant l'indice linéaire de consommation, qui se calcule comme suit :

$$ILC = \frac{V_{\text{consommé autorisé}}}{L}$$

L'ILC permet de distinguer trois catégories de secteurs :

Tableau 4 : Catégorie du réseau selon l'indice linéaire de consommation

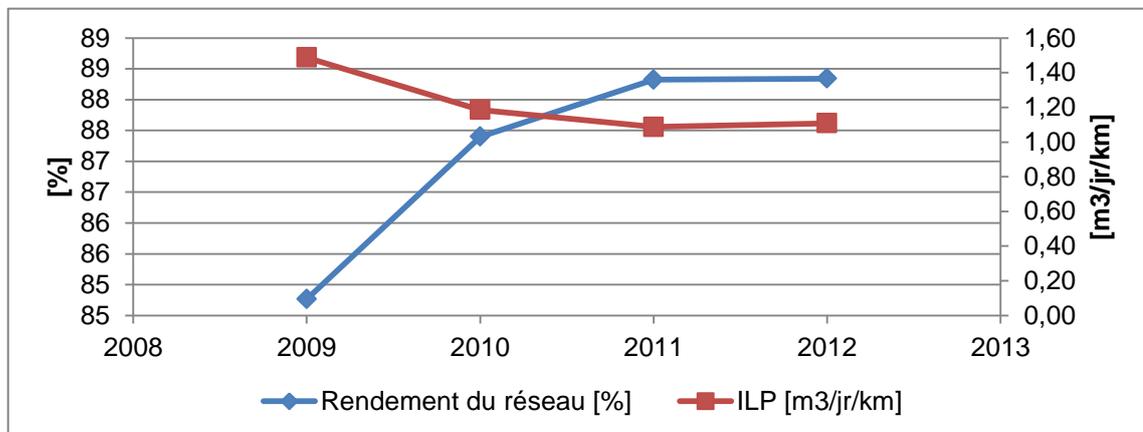
ILC (m ³ /j/km)	Catégorie
0 < ILC < 10	Rural
10 < ILC < 35	Semi-rural
35 > ILC	Urbain

L'ILC sur les trois SIAEP est inférieur à 10. Globalement, le réseau du SIAEP de la région d'Ancenis peut être considéré comme rural. Le tableau suivant donne l'évolution de l'ILP sur les différents syndicats :

Tableau 5 : Evolution de l'ILP en m³/j/km sur les différents syndicats

	2009	2010	2011	2012
SIAEP d'Ancenis	1.58	1.15	1.09	1.11
SIAEP de Saint-Sulpice	0.59	0.87	0.81	0.86
Syndicat du Cellier	0.87	1.68	0.83	0.79
SIAEP de la région d'Ancenis	1.49	1.19	1.09	1.11

Le graphique ci-dessous représente l'évolution du rendement primaire et de l'ILP correspondant :

**Figure 3 : Evolution du rendement et de l'ILP – SIAEP de la région d'Ancenis**

Globalement, l'ILP du réseau de notre zone d'étude est en décroissance. Il est passé de 1.49 m³/j/km en 2009 à 1.11 m³/j/km en 2012. Cela se traduit par une amélioration du rendement du réseau qui a atteint 88% en 2012. Le réseau du syndicat est classé « Acceptable » sur les quatre dernières années.

L'annexe 4 présente l'évolution du rendement et de l'ILP par syndicat (avant fusion)

2.1.3 Les gros consommateurs

La grande majorité des gros consommateurs se trouve au niveau des communes d'Ancenis et de Saint-Mars-La-Jaille. Le tableau suivant présente l'évolution de la consommation moyenne journalière des industriels les plus importants :

Tableau 6 : Consommation journalière des gros consommateurs les plus importants de la zone d'étude

	2009	2010	2011	2012
Laiterie du Val d'Ancenis [m³/j]	1 905	1 821	1 989	2 147
Volailles de St Mars (IVSM) [m³/j]	76	73	63	57
Salaisons Aubret [m³/j]	495	427	472	486
Storopack [m³/j]	76	82	89	-

De plus, nous nous sommes procuré les relevés au pas de temps de 15 min de la laiterie sur l'année 2013. Sa consommation moyenne journalière était de 2190 m³/j.

Le graphique ci-dessous donne l'évolution de la consommation moyenne journalière des plus importants gros consommateurs de notre zone d'étude :

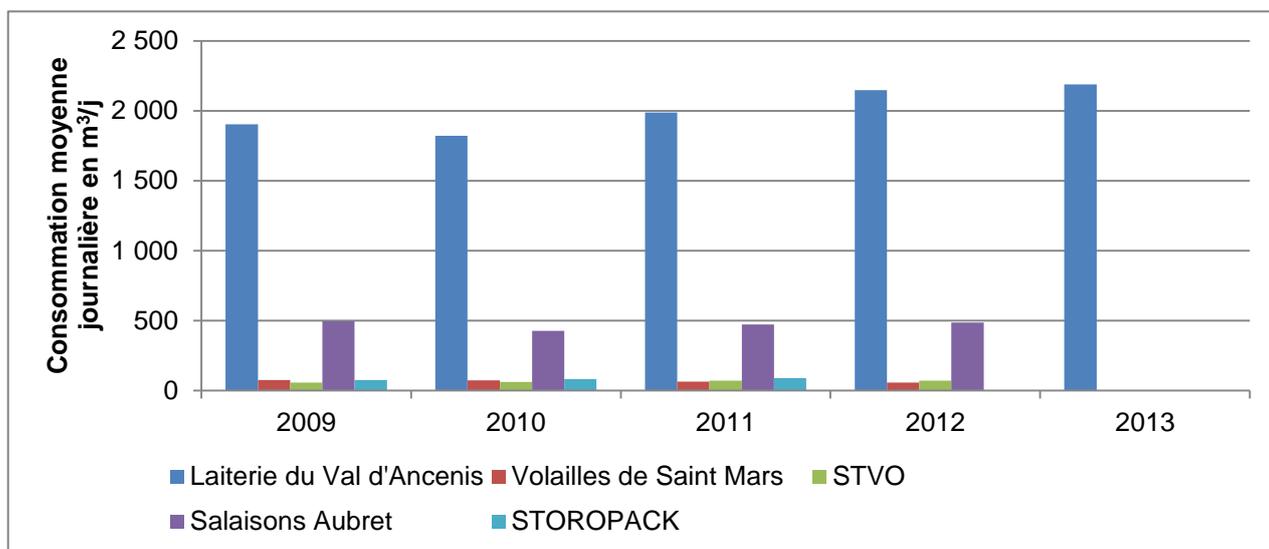


Figure 4 : Evolution de la consommation moyenne journalière des plus importants gros consommateurs du réseau

L'industriel le plus consommateur d'eau potable dans notre zone d'étude est la laiterie du Val d'Ancenis qui a vu sa consommation annuelle atteindre 799 447 m³ en 2013. Cette entreprise fonctionne 365 j/an y compris la nuit. Salaisons Aubret est le 2^{ème} gros consommateur, sa consommation en 2012 a atteint 177 390 m³.

2.1.4 Besoins de pointe

Nous disposons des pointes journalières de production au niveau des usines d'Ancenis et de Saint-Sulpice durant les années 2009, 2010 et 2011. Les coefficients de pointes journalières qui en découlent sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Coefficient de pointe journalier en production des usines d'Ancenis et de Saint-Sulpice pour les années 2009, 2010 et 2011

	2009	2010	2011
Usine d'Ancenis	1.37	1.39	1.46
Usine de St Sulpice	1.41	1.36	1.17

Pour l'usine d'Ancenis, les pointes ont été enregistrées les 31/08/2009 et 30/06/2010. Nous ne disposons pas de la date d'enregistrement de la pointe de 2011.

Pour l'usine de Saint-Sulpice, les pointes ont été enregistrées les 19/12/2009, 28/12/2010 et 14/04/2011.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du coefficient de pointe en production des usines d'Ancenis et de Saint-Sulpice :

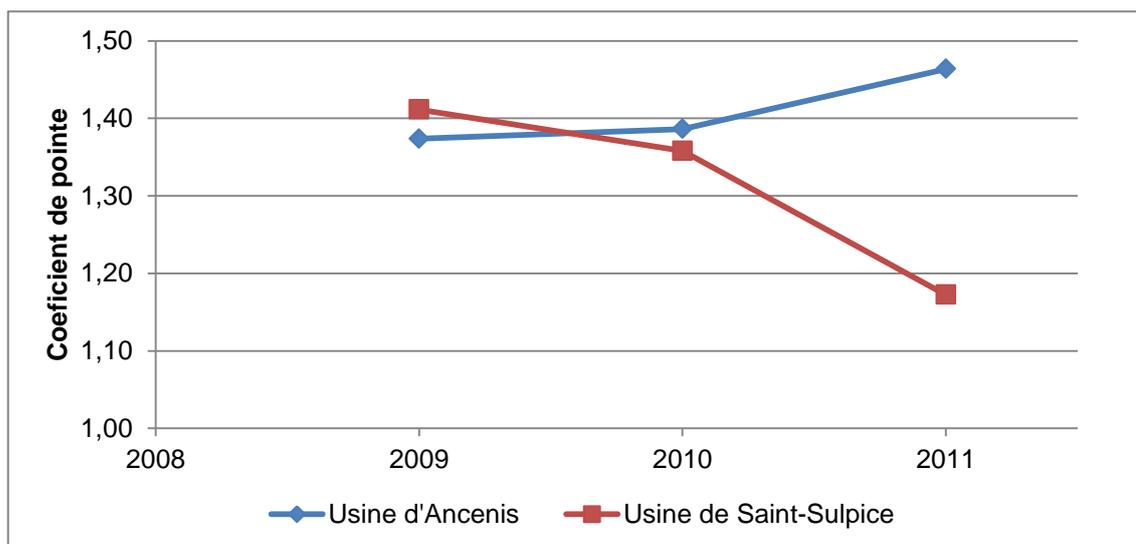


Figure 5 : Evolution du coefficient de pointe en production des usines d'Ancenis et de Saint-Sulpice

Le coefficient de pointe de l'usine d'Ancenis connaît une légère croissance depuis 2009. En 2011, le coefficient de pointe était de 1.46.

Contrairement à Ancenis, l'usine de Saint-Sulpice a vu son coefficient de pointe décroître depuis 2009. En 2011 le coefficient de pointe de l'usine de Saint-Sulpice était de 1.17.

Notons que le coefficient de pointe en production de notre zone d'étude est assimilable à celui de l'usine d'Ancenis du fait que les volumes produits par l'usine de Saint-Sulpice sont négligeables devant ceux produits par l'usine d'Ancenis.

2.2 Analyse des besoins futurs

L'analyse des besoins futurs se base sur l'étude « réalisation du diagnostic des installations et l'étude de la filière de traitement de l'usine de production d'eau potable d'Ancenis » réalisée par IRH en 2013.

2.2.1 Besoins domestiques

Deux approches pour l'estimation des besoins domestiques futurs ont été développées dans l'étude d'IRH :

- Une approche basée sur les données INSEE de la population ;
- Une approche basée sur la capacité d'accueil des POS/PLU.

Dans la présente étude nous adoptons l'approche POS/PLU car cette dernière a été étudiée en concertation avec les mairies et tient compte de la capacité d'accueil des zones urbanisable et des perspectives en termes d'activités [IRH, 2013].

L'annexe 5 donne les résultats de l'estimation des besoins domestiques futurs par communes.

2.2.2 Besoins liés aux activités

Les industriels les plus consommateurs d'eau potable ont été rencontrés dans le cadre de l'étude réalisée par IRH afin d'évaluer leurs projets d'extension et leurs impacts sur leurs consommations. Le tableau suivant donne les besoins prévisionnels des industriels rencontrés par IRH :

Tableau 8 : Besoins des industriels pour un jour moyen en 2010, 2020 et 2030
[IRH, 2013]

	Situation actuelle (2010)	Situation future (2020)	Situation future (2030)
Laiterie du Val d'Ancenis [m³/j]	1766	1950	2340
Salaisons Aubret [m³/j]	427	427	427
Storopack [m³/j]	82	82	82

Concernant la situation actuelle, nous disposons de données plus récentes. Nous proposons donc de mettre à jour les besoins actuels, d'autant plus que la consommation de la laiterie en 2010 est relativement plus importante que ce qu'annonce IRH dans leur rapport. Ci-dessous un tableau récapitulatif des consommations journalières moyennes entre 2009 et 2013 des industriels les plus

importants de la zone d'étude ainsi que la valeur considérée pour caractériser le jour moyen actuel :

Tableau 9 : Les besoins pour un jour moyen en situation actuelle des industriels les plus importants de la zone d'étude (2009-2013)

	2009	2010	2011	2012	2013	Jour moyen actuel
Laiterie du Val d'Ancenis [m³/j]	1 905	1 821	1 989	2 147	2190	2168
Volailles de St Mars (IVSM) [m³/j]	76	73	63	57	-	60
Salaisons Aubret [m³/j]	495	427	472	486	-	470
STOROPACK [m³/j]	76	82	89	-	-	82

Notons que la consommation de la laiterie a augmenté de 285 m³/j entre 2009 et 2013 et que sa consommation en 2013 a dépassé la consommation projetée par IRH en 2020. De ce fait nous procédons au réajustement des besoins futurs de la laiterie. Les discussions avec le syndicat ont abouti aux hypothèses suivantes :

Tableau 10 : Réajustement des besoins journaliers moyens futurs de la laiterie

	Situation future (2020)	Situation future (2030)
Laiterie du Val d'Ancenis [m³/j]	2250	2640

Pour les autres industriels, nous conservons les hypothèses de consommation d'IRH.

2.2.3 Besoins liés aux transferts d'eau

Les besoins liés aux transferts d'eau ont été évalués par IRH en concertation avec les syndicats voisins. Le tableau suivant donne les volumes exportés aux collectivités limitrophes ainsi que l'estimation des besoins futurs :

Tableau 11 : Les besoins liés aux transferts d'eau en situations actuelle et future [IRH, 2013]

	2009	2010	2011	2012	Moyenne 2009-2013	Situation future 2020	Situation future 2030
Candé [m³/j]	581	602	623	595	600	1246	1383
Ingrandes [m³/j]	256	271	246	237	252	293	293
La Cornuaille [m³/j]	128	127	116	116	122	136	136
Trans-sur-Erdre [m³/j]	54	113	40	30	59	-	-
Villemoisan [m³/j]	261	271	260	222	253	256	256

La vente vers Candé a été réajustée en concertation avec le syndicat. Il a été considéré un volume journalier de 600 m³/j pour les situations actuelles et futures (moyen et long terme).

Chapitre 3 LA MODELISATION DU RESEAU

3.1 Le logiciel Epanet

3.1.1 Présentation du logiciel

Epanet est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœuds (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs. [Générale des eaux, 2003]

Le logiciel Epanet a été développé par l'E.P.A (US Environmental Protection Agency) en 1993 suite à un besoin exprimé par le congrès américain qui visait à protéger les ressources naturelles du pays. La version française du logiciel a vu le jour suite à une initiative de la compagnie générale des eaux qui a financé la traduction. Le logiciel est gratuit et présente plusieurs fonctionnalités très intéressantes ce qui le rend largement utilisé par les professionnels du monde entier.

3.1.2 Capacités du logiciel

Epanet calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau. [Générale des eaux, 2003]

Le moteur de calcul hydraulique du logiciel permet de traiter des réseaux de taille illimitée, de calculer les pertes de charge dues à la friction et aux singularités, de modéliser les pompes à vitesse fixe ou variable, les différents types de vannes et les réservoirs, de fixer plusieurs catégories de demandes et de mettre en place des commandes pour les asservissements. En résumé le logiciel dispose de tous les outils permettant de faire un diagnostic de réseau et de vérifier la viabilité des aménagements proposés.

3.1.3 Principes des calculs hydrauliques effectués par le logiciel

Les deux lois de base régissant les calculs hydrauliques sont : la loi des nœuds et la loi des mailles.

La loi des nœuds stipule que le débit entrant au niveau d'un nœud est égal au débit sortant. La loi des mailles affirme que la différence de charge entre deux nœuds est

égale à la perte de charge entre ces nœuds. Les nœuds de demande ainsi que les nœuds à charge fixe (réservoirs, stabilisateurs, etc...) constituent les éléments clé du réseau. En effet, à un nœud donné, la pression et la charge étant interdépendantes, il est nécessaire de connaître l'une pour calculer l'autre. La demande permet de fixer le débit alors que les nœuds à charge fixe constituent un point de départ pour le calcul de la charge de proche en proche en fonction du débit transité.

Le logiciel offre la possibilité de calculer les pertes de charges linéaires selon trois formules différentes (Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning) : La formule de Hazen-Williams est la formule de perte de charge la plus utilisée aux États-Unis. Elle ne peut pas être utilisée pour des liquides autres que l'eau et a été initialement développée uniquement pour les écoulements turbulents. La formule de Darcy-Weisbach est théoriquement la plus correcte et est la plus largement utilisée en Europe. Elle s'applique à tous les régimes d'écoulement et à tous les liquides. La formule de Chezy-Manning est généralement utilisée pour les écoulements dans les canaux découverts et pour les grands diamètres. [Générale des eaux, 2003]

Pour la présente étude, nous adoptons la formule Darcy-Weisbach qui s'écrit :

$$J = 0.0827 \times f(\varepsilon, D, Q) \times D^{-5} \times L \times Q^2$$

Où :

J : la perte de charge linéaire en mCE

Q : le débit en m³/s

D : le diamètre en m

L : la longueur en m

ε : le coefficient de rugosité de Darcy-Weisbach en m

f : facteur de friction qui dépend de ε , D et Q

Epanet utilise différentes méthodes pour calculer le facteur de friction selon le régime d'écoulement :

- La formule de Hagen-Poiseuille ($f = \frac{64}{Re}$) est utilisée pour un écoulement laminaire ($Re < 2000$) ;
- L'approximation de Swamee-Jain¹ dans l'équation de Colebrook-White est utilisée pour un écoulement entièrement turbulent ($Re > 4000$) ;

¹ Approximation de Swamee-Jain : $f = \frac{0.25}{(\log_{10}[\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}])^2}$

- L'interpolation cubique du diagramme de Moody est utilisée pour un écoulement transitoire ($2000 < Re < 4000$).

Le modèle Epanet du syndicat est représenté dans la figure suivante :

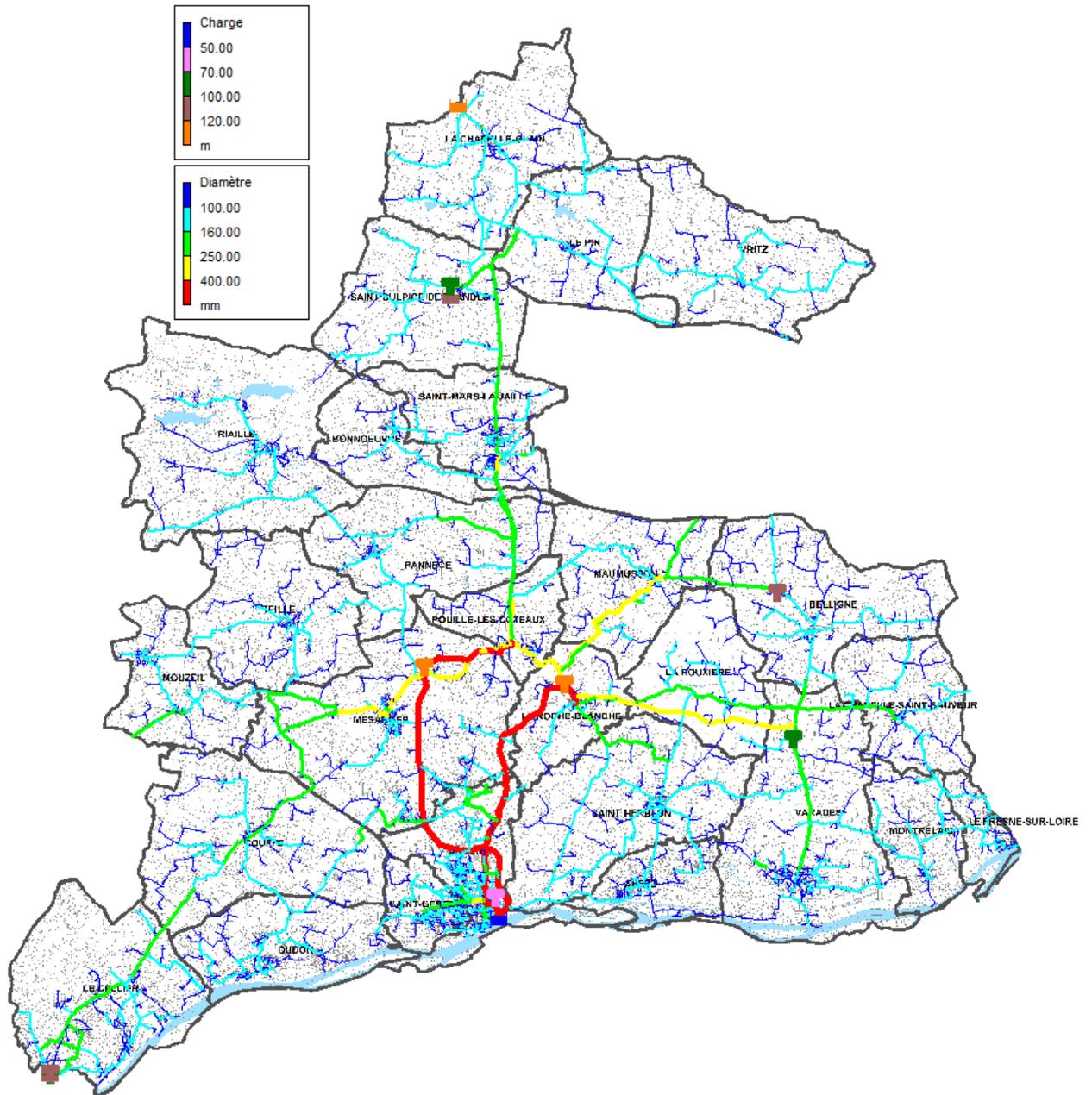


Figure 6 : Modèle hydraulique du SIAEP de la Région d'Ancenis

3.2 Campagne de mesures

3.2.1 Les différentes mesures

Les principales mesures à effectuer sont :

3.2.1.1 Les mesures de débits

Elles permettent de déterminer, sur la durée de la campagne de mesures, les volumes entrants et sortants des différents secteurs de distribution.

Chaque secteur peut être délimité par plusieurs compteurs d'entrées et de sorties. La différence entre les entrées et les sorties est égale au débit distribué sur le secteur.

3.2.1.2 Les mesures de pression

Celles-ci permettent de déterminer la variation de pression sur l'ensemble du réseau. Elles sont réalisées au niveau des poteaux incendies en fonction des possibilités de mise en place (accessibilité, disponibilité, sécurité des sites de mesures, etc...). Ces mesures sont réparties de manière à :

- Balayer les différents étages de pression ;
- Connaître la pression au niveau des refoulements ;
- Avoir une information sur la pression au niveau des principales antennes du réseau.

3.2.1.3 Les mesures de niveau

La sonde de niveau permet de mesurer la variation du niveau d'eau dans les réservoirs.

3.2.2 Organisation de la campagne

Le montage des appareils s'est déroulé sur les journées du 09, 10 et 11 décembre 2013. Le démontage a été réalisé les 19 et 20 décembre 2013.

La campagne de mesure s'étale sur la période entre le 12 et le 19 décembre 2013.

La campagne dure 8 jours, de façon à observer :

- la consommation normale sur la semaine ;
- la consommation du week-end.

Certains compteurs de ventes d'eau, ainsi que la totalité des niveaux de réservoirs, sont reliés à la télégestion. Les compteurs des gros consommateurs ont été équipés d'enregistreurs mobiles. Des mesures de pression ont été placés au niveau des points stratégiques du réseau afin d'avoir une idée représentative des pressions disponibles et de caler les pertes de charges singulières.

Parallèlement à la pose des enregistreurs sur le terrain, nous avons demandé à l'exploitant de récupérer les données de la télégestion. Pour une homogénéisation de

l'ensemble des mesures, et afin de permettre un bon calage. Il a été demandé à l'exploitant de modifier son pas de temps d'enregistrement à 5 minutes.

La figure, annexe 6, montre la répartition des différents points de mesure sur le réseau.

3.2.2.1 Mesures de débits

Au total, nous proposons de suivre 68 compteurs dont 8 que nous avons équipés d'enregistreurs mobiles. La liste des compteurs est présentée en annexe 7.

3.2.2.2 Mesures de pression

40 poteaux incendie ont été équipés d'une mesure de pression. De plus, nous avons récupéré les données de télégestion de 2 autres points de pression. La liste des mesures de pression est présentée en annexe 8.

3.2.2.3 Mesures de niveau

Nous avons récupéré les données de télégestion concernant le marnage des 7 réservoirs de notre zone d'étude.

TOTAL

Au total, nous disposons de :

- 42 mesures de pressions ;
- 68 mesures de débits ;
- 7 mesures de niveaux de réservoirs.

3.2.3 Résultats des enregistrements

3.2.3.1 Présentation des résultats

Les données de la campagne de mesures ont été dépouillées. L'annexe 9 donne quelques exemples de dépouillement des données :

Pour chaque point de mesures, les résultats sont présentés sous forme de graphiques, représentant l'évolution de la mesure au cours de la période de campagne.

Ces graphiques et les séries de données nous servent par la suite de carnet de bord pour analyser les données et déterminer, la journée de calage pour le modèle.

3.2.3.2 Commentaires

LES PRESSIONS

Chaque mesure de pression donne des informations capitales permettant de mieux comprendre le fonctionnement du réseau. L'annexe 10 présente les informations que donne chaque mesure de pression.

Sur certains points nous n'avons pas pu récupérer des données à cause d'un dysfonctionnement au niveau de l'enregistreur, il s'agit des points de mesure P36, P37

et P40. Sur d'autres points, nous avons dû déplacer la mesure de pression pendant la campagne à cause de la constatation de fuites au niveau des poteaux incendie. Au total 5 points de pressions ont été déplacés pendant la journée du 16 décembre 2013, à savoir, les P1, P2, P20, P29 et P39.

LES NIVEAUX DE RESERVOIR

Chaque niveau de réservoir est suivi par la télégestion.

LES COMPTEURS

Les mesures sur les compteurs, issues de la télégestion ou des appareils mobiles, ont permis de déterminer la répartition des débits sur les différents secteurs ainsi que les volumes transités au niveau de certaines ventes d'eau aux syndicats limitrophes.

Certaines données de télégestion contiennent des lacunes dues à un dysfonctionnement ou une mauvaise programmation des appareils. De plus sur certains compteurs, le pas de temps de la mesure est d'une heure sauf entre 00:15 et 03:00 où il passe à 15 min (Programmation de nuit). L'annexe 11 donne la disponibilité des données au niveau de chaque compteur télégéré sur toute la période de la campagne de mesure. Le tableau, annexe 12, reprend l'ensemble des compteurs où nous avons constaté un dysfonctionnement ou une mauvaise programmation.

REMARQUES SUR L'ENSEMBLE DES MESURES

L'absence des séries de données des refoulements en sortie d'usine nous prive de quelques informations capitales, comme par exemple : le débit et durée réels de pompage de chaque refoulement. En effet, cette information nous permet de mieux caler les HMT des pompes ainsi que leurs asservissements.

Afin d'établir les bilans sur les différents secteurs il est nécessaire d'avoir des données au même pas de temps. Nous avons donc recalculé le pas de temps des mesures horaires afin d'en extraire des données au quart d'heure.

3.3 Calage du modèle

3.3.1 Le traitement des données

Les données collectées à l'issue de la campagne de mesure (niveaux de réservoirs, débits et pressions) sont analysées et traitées afin de caler le modèle.

Pour le calage du modèle, le réseau est divisé en plusieurs secteurs de distribution. On considère un secteur dès lors qu'on en connaît le débit entrant et le débit sortant. Sur chaque secteur nous faisons un bilan des débits distribués lors de la campagne de mesures afin de pouvoir en extraire un profil de consommation. En effet, sous EPANET, pour chaque nœud de consommation, il faut associer le profil de consommation correspondant. Ce dernier, correspond à une série de données constitué de coefficients, représentant la proportion de la consommation au pas de

temps considéré par rapport à la consommation moyenne de la journée. A un pas de temps donné, la demande au nœud est calculée en multipliant sa demande de base par le coefficient de son profil de consommation correspondant au même pas de temps.

Nous avons pu définir 34 secteurs sur notre zone d'étude :

- S1 : Ancenis-Sud
- S3 : La laiterie
- S4 : Ancenis Poussemetière
- S5 : Ancenis Saint-Géréon
- S6 : Roche-Blanche
- S7 : Saint-Herblon
- S8 : Anetz-Ouest
- S8bis : Anetz-Est
- S9 : Pouillé les coteaux
- S10 : La Chapelle Saint-Sauveur
- S11 : Fresne-sur-loire
- S12 : Varades
- S13 : Montrelais
- S15_16 : Mésanger-Sud + Couffé
- S17 : Oudon
- S18 : Mésanger
- S20 : Teillé + Mouzeuil + Vente Tremblay
- S21 : Aplix
- S22 : Le Cellier-bas
- S23 : Le Cellier-haut
- S24 : Pannecé
- S25_26 : Pouillé les coteaux + Bonnoeuvre + Riaillé + St Mars la Jaille + Vente Freigné
- S28 : Maumusson
- S31 : Carbouchet
- S30 : Belligné
- S32 : Saint-Sulpice bourg
- S33 : La Chapelle Glain
- S34 : Le Pin
- S35 : La Chapelle Glain surpressé
- S36 : Vritz + Export la Clairiaie et Rochementru
- S39 : Storopack
- S40 : Volailles Saint-Mars
- S41 : Aubret
- S42 : Aubret 2

3.3.2 Le choix de la journée de calage

Idéalement, la journée de calage doit être une journée de pointe de consommation. En effet, pour approcher le fonctionnement du réseau en jour de pointe futur ou actuel, il vaut mieux se placer dans une situation de forte demande, lorsque le réseau et les installations sont le plus sollicités. Aussi, il est plus facile de localiser les pertes de charges quand les débits transités sont importants du fait de l'impact sur les pressions.

Caler le modèle revient à approcher au maximum le fonctionnement réel du réseau. Il convient donc, pour la journée de calage, de retrouver les variations de débits, de pressions et de niveaux mesurés au cours de cette journée.

Nous avons fixé la journée du jeudi 12 décembre 2013 pour le calage du modèle. Cette journée a été choisie de manière à avoir un volume important en sortie d'usine tout en disposant des données suffisantes permettant le calage. Au total, 14 052 m³ d'eau ont été enregistrés en sortie d'usine d'Ancenis durant le jour de calage. Ce volume est réparti comme suit :

Tableau 12 : Répartition du volume d'eau en sortie d'usine d'Ancenis pendant la journée de calage

Réservoir desservi par l'usine d'Ancenis	Volume journalier [m ³ /j]
La Varie	1641
Roche-Blanche	5883
Mésanger	6528

Notons que pour le choix de la journée de calage nous avons les journées postérieures au 16 décembre, du fait du dysfonctionnement du compteur C34 qui est un compteur clé pour le calage du modèle.

3.3.3 La correction des consommations

Pour que le modèle représente les débits distribués dans chaque secteur, il convient de corriger les demandes du modèle en passant aux consommations réelles enregistrées durant le jour de calage.

Cela se traduit par la multiplication des demandes par un coefficient propre à chaque secteur. Ce coefficient est calculé à partir du rapport entre la consommation du secteur enregistré le jour de calage et la demande du secteur renseignée sur Epanet.

Notons que la correction des consommations permet de conserver les poids des nœuds de consommation au sein d'un même secteur mais modifie la répartition des besoins entre secteurs en fonction de ce qui a été mesuré durant le jour de calage.

3.3.4 Le calage du modèle hydraulique

PRINCIPE

En général, le calage du modèle se fait en ajustant les diamètres, longueurs, rugosités des conduites, points de fonctionnement des pompes (couple débit/HMT), consigne des stabilisateurs de pressions, consignes d'asservissements des éléments régulés, altitudes des nœuds, consommation des secteurs ou par ajout de pertes de charge singulières qui peuvent représenter divers irrégularités (changements de diamètres, vanne à moitié fermée, coudes, etc...).

Pour caler le modèle, les modifications suivantes ont été adoptées :

- Ajustement des courbes de modulation de la consommation des différents secteurs ainsi que celles des gros consommateurs ;
- Recalcul de la demande de chaque nœud suivant son secteur et en fonction de la consommation horaire moyenne enregistrée pendant le jour de calage ;
- Mise en place d'un asservissement avec une consigne horaire au niveau du by-pass entre les refoulements de Mésanger et Roche Blanche. En effet, les résultats de mesures montrent que ce by-pass était ouvert entre minuit et 14h00 le jour de calage ;
- Mise en place d'une perte de charge singulière à l'entrée du réservoir de Roche Blanche afin de retrouver le débit à l'entrée calculé grâce au bilan du réservoir ;
- Création d'une perte de charge singulière au niveau du refoulement-distribution de Mésanger afin de retrouver le débit à l'entrée du réservoir ainsi que les pressions mesurées au niveau du refoulement-distribution ;
- Création d'une perte de charge singulière au niveau de la conduite portant le compteur C24 afin de caler ce dernier ;
- Ajustement de la consigne du stabilisateur aval « La butte des tertres » afin de caler le débit du compteur C27 ;
- Ajustement de la consigne du stabilisateur aval « La Guibretière » afin de caler le débit du compteur C28 ;
- Création d'une perte de charge singulière au niveau de la conduite portant le compteur C38 afin de caler ce dernier ;
- Ouverture du stabilisateur aval « La Salmonière » et création d'une perte de charge singulière au niveau du stabilisateur afin de caler le compteur C48 ;
- Dans un premier temps, la mise en place d'un asservissement des pompes avec une consigne horaire afin de retrouver les bons marnages des réservoirs de Mésanger, Roche Blanche et La Varie ;
- Asservir les vannes à l'entrée des réservoirs de Saint-Sulpice, Belligné et Varades avec une consigne horaire afin de retrouver les bons marnages ;
- Mise en place d'une deuxième entrée au niveau du réservoir de Belligné avec un débit représentant le débit de fuite de la vanne à l'entrée du réservoir ;
- Création d'une perte de charge singulière au niveau de la conduite C-RA-AZ-01177 afin de caler la pression au niveau du nœud P9 ;

- Création d'une perte de charge singulière au niveau de la conduite C-RA-OU-03833 afin de caler la pression au niveau du nœud P35 ;
- Ajustement de l'altitude de certains nœuds afin de retrouver la pression mesurée ;

En résumé, le calage a principalement consisté à ajuster les consommations, à mettre en place des consignes d'asservissement pour caler les ouvrages de stockage et à créer des pertes de charge singulières.

Notons que durant la campagne de mesures l'exploitant avait entrepris des travaux pendant lesquels la conduite desservant Maumusson et alimentant le réservoir de Belligné via le réservoir de Mésanger a été isolée. Dans cette configuration les secteurs Maumusson et Belligné sont alimentés par le réservoir de Roche Blanche. 1200 m³/j sont en jeu entre la configuration normale et la configuration travaux. L'analyse des marnages des réservoirs de Roche-Blanche et Mésanger montre que le réseau était dans sa configuration normale pendant le jour de calage.

CONCLUSION SUR LE CALAGE DU MODELE

A l'issu du calage, nous retrouvons les variations des débits, des pressions et des niveaux des réservoirs mesurés pendant la journée de calage. L'annexe 13 présente quelques exemples de courbes de calage au niveau de différents points de mesures.

Le modèle ainsi calé représente le fonctionnement réel du réseau en situation actuelle. La modélisation du réseau sur une journée de consommation donnée nécessite simplement le réajustement des consommations. Nous pouvons ainsi analyser le fonctionnement du réseau et faire un diagnostic pour une journée de consommation moyenne et une journée de pointe que ce soit en situation actuelle ou future.

Le calage du modèle a permis aussi de démontrer l'existence de quelques lacunes au niveau de certaines mesures de pression. Ces mesures sont :

- P27 : où la mesure est inexacte entre 8h00 et 10h30. En effet ce point de pression est sous la charge du réservoir de Saint-Sulpice et la variation de pression mesurée entre 8h00 et 10h30 ne correspond pas au marnage du réservoir ;
- P16 : où l'on remarque un décalage de la mesure dans le temps (décalage de 2h) ;
- P29 : où l'on remarque un décalage de la mesure dans le temps (décalage de 30 min).

Chapitre 4 DIAGNOSTIC EN SITUATIONS ACTUELLE ET FUTURE

4.1 Objectifs

Une fois le modèle calé en situation actuelle, des tests permettent de détecter les problèmes et limites du réseau : problèmes de fortes ou faibles pressions, problèmes de vitesses élevées, temps de séjour trop importants, etc...

Les pressions sont considérées comme trop faibles si inférieures à 15 mCE, soit 1,5 bars, et comme trop élevées si supérieures à 65 mCE, soit 6,5 bars. Les fortes variations de pressions peuvent détériorer prématurément les conduites.

Comme son nom l'indique, la perte de charge se traduit par la perturbation de l'écoulement d'un fluide, soit parce que la section de passage n'est pas appropriée (trop étroite par rapport à la quantité de fluide), soit parce qu'un élément a perturbé l'écoulement (coude...). La perte de charge linéaire est due aux caractéristiques de la conduite, la perte de charge singulière est provoquée par un accident sur la conduite (organe hydraulique, rétrécissement, coude...). Son effet direct est la répercussion sur les pressions en aval, avec des pressions disponibles plus faibles chez les abonnés aux heures de pointe.

Au-delà de 3 mm/m (ou 3 m/km), on considère que la perte de charge est trop élevée, sauf si :

- on se situe sur une conduite de refoulement,
- on souhaite créer une perte de charge pour limiter le débit ou la pression en aval.

Les ouvrages hydrauliques (pompes, réservoirs) peuvent aussi manquer de pression disponible si les pertes de charges sont fortes à l'amont (entraînant des problèmes de démarrage des pompes ou de remplissage des réservoirs par exemple).

A une perte de charge élevée dans une canalisation est liée une vitesse trop importante. Au-delà de 1 m/s, la vitesse de l'eau risque d'entraîner les particules de la canalisation et de décoller le biofilm. Aussi, des études ont montré que les problèmes de stagnation favorisant corrosion et dépôts apparaissent dès que la vitesse de l'eau est inférieure à 0.01 m/s et disparaissent au-delà de 0.1 m/s [Tricard, 1995]. Il est conseillé alors d'avoir des valeurs guides d'écoulement entre 0.5 et 1.5 m/s [Celier et Faby, 2000].

Le diagnostic en situations actuelle et future nous permet de détecter les différents problèmes sur le réseau et de connaître ainsi ses limites.

4.2 Visite des ouvrages

La visite des différents ouvrages (réservoirs, usine et station de reprise) permet de dresser un premier diagnostic et de connaître l'état actuel des équipements et du génie civil.

La visite a abouti à la réalisation d'une fiche détaillée par ouvrage. L'annexe 14 présente ce résultat.

4.3 Fonctionnement du réseau en situation actuelle sur un jour moyen

La carte, annexe 15, présente les différents étages de pression du réseau, obtenus par les réservoirs et les achats d'eau en mentionnant l'emplacement des réducteurs de pression.

Les réservoirs et les réducteurs de pression doivent permettre d'obtenir des pressions convenables sur chaque étage.

La modélisation du réseau sur un jour moyen en situation actuelle montre que les pressions sont correctes mis à part quelques secteurs où on note que :

- Il existe de fortes pressions (supérieure à 6.5 bars) en heure creuse au niveau des secteurs Riailé, Bonnoeuvre, Pannecé, Saint-Mars-La-Jaille, Vritz-Sud, Le Pin Sud, Mésanger centre et sud-ouest, Maumusson, Saint-Herblon, Couffé et Ancenis nord ;
- Quelques habitations à La Bruère (sud-ouest de Saint-Sulpice) manquent de pressions (inférieure à 1.5 bars) en heure de pointe.

Les figures suivantes montrent la répartition des pressions du réseau pour un jour moyen en situation actuelle :

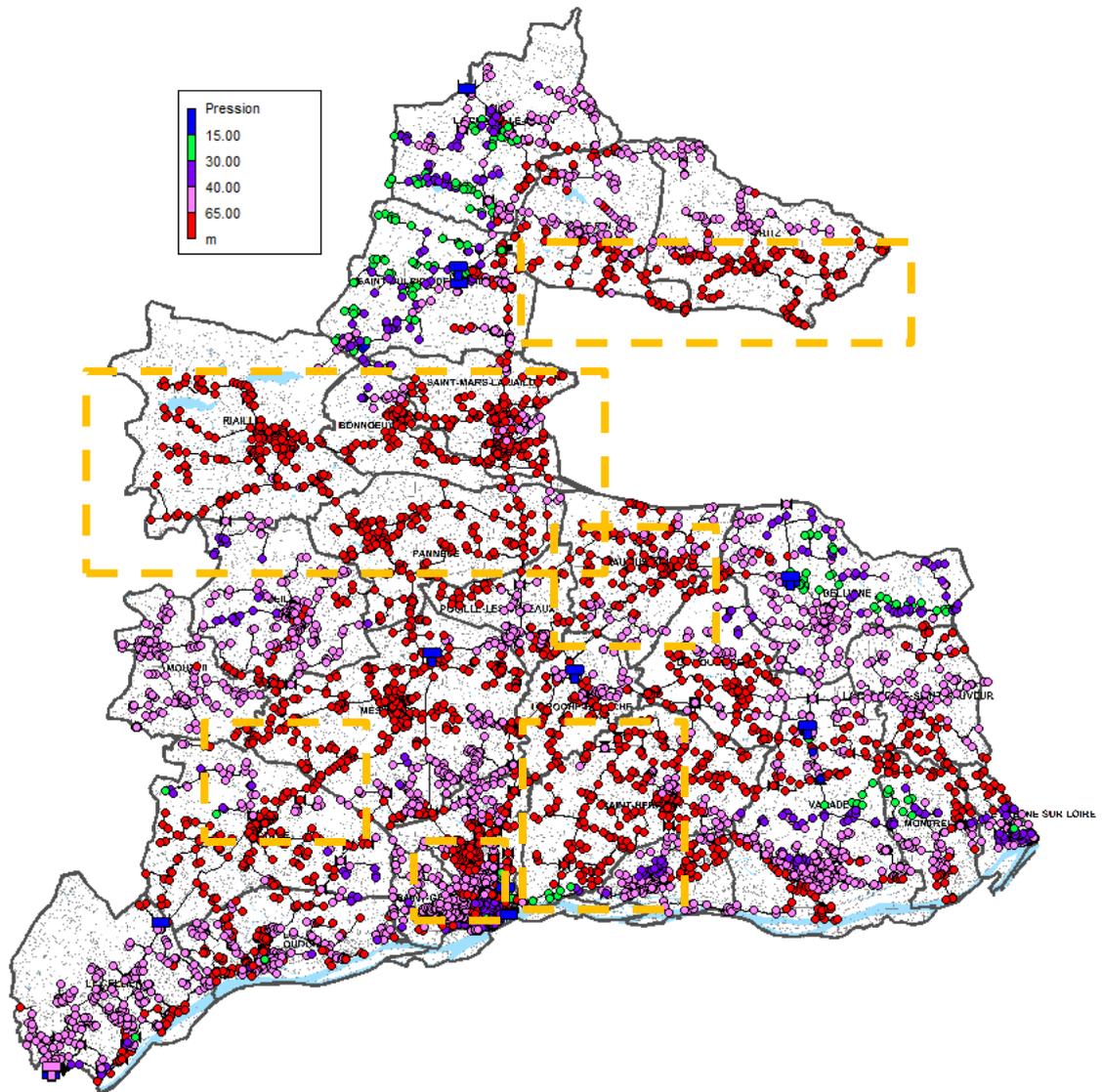


Figure 7 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en PRESSION heure creuse

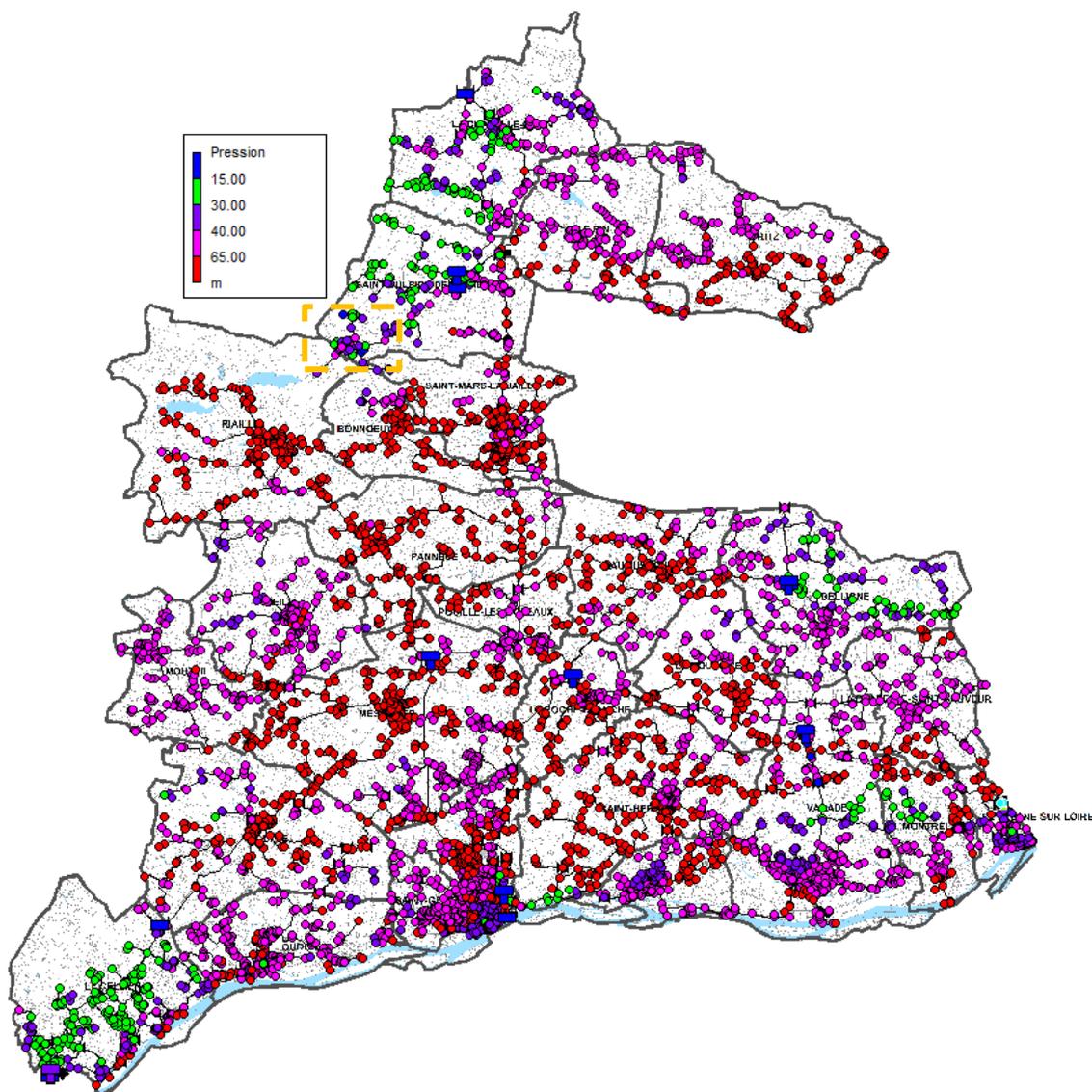


Figure 8 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en PRESSION heure de pointe

Notons que les résultats de pression peuvent comporter certaines erreurs dues à la précision des altitudes renseignées au niveau des nœuds du réseau.

Les résultats de pertes de charge ne montrent pas de grands dysfonctionnements mis à part sur l'antenne qui dessert la vente « Le Ménaardeau » où la perte de charge dépasse les 3 m/km lorsque la demande instantanée de la vente atteint 45 m³/h. La figure suivante illustre ce constat :

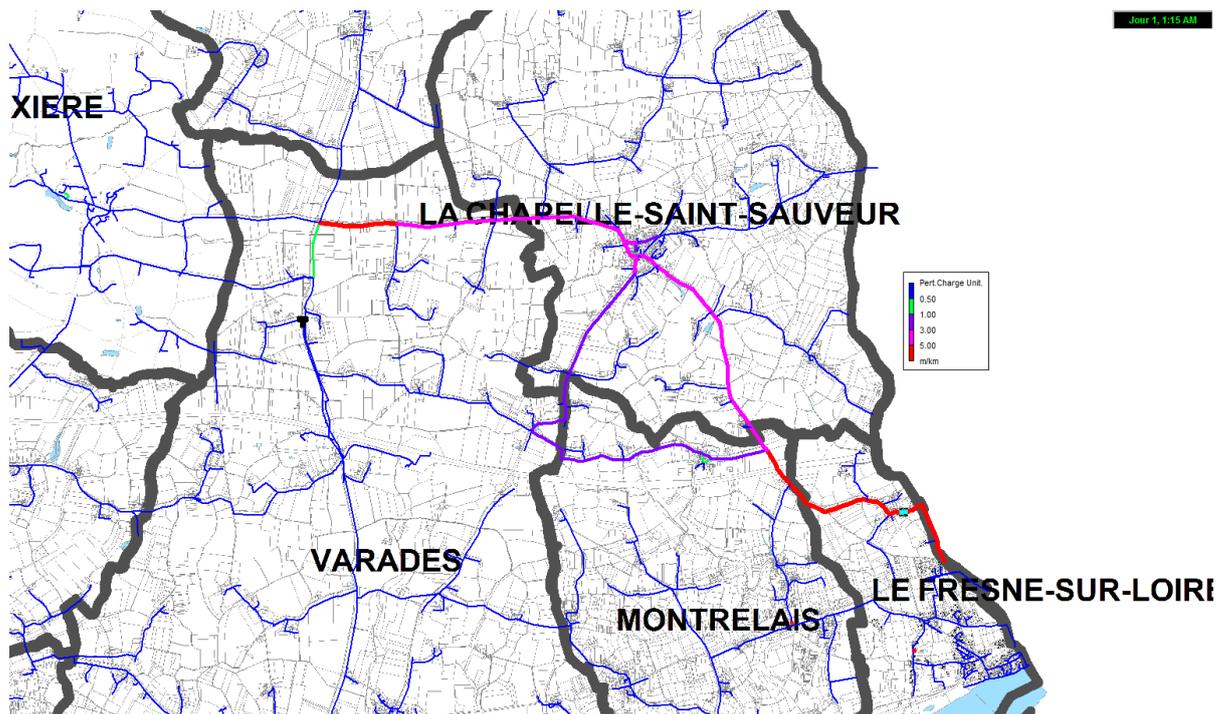


Figure 9 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en PDC – Vente le « Ménardeau »

4.4 Fonctionnement du réseau en situation actuelle sur un jour de pointe

Les résultats de pression pour un jour de pointe en situation actuelle permettent de dresser les mêmes constats que pour un jour moyen. Notons, néanmoins, que quelques habitations à Pouillé-Les-Coteaux manquent de pression en jour de pointe. La figure suivante illustre ce constat :

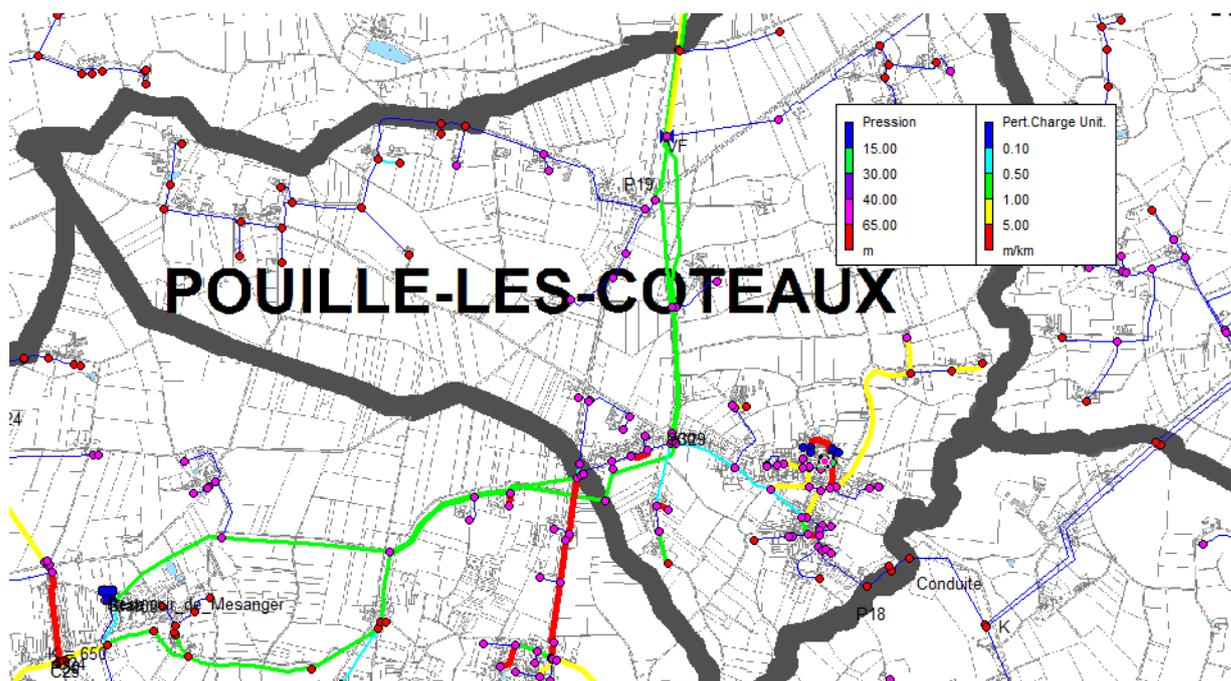


Figure 10 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en PRESSION et PDC – Pouillé-Les-Coteaux

Les bases pressions constatées sur ce secteur sont dues au faible diamètre de la conduite qui l'alimente vis-à-vis du débit demandé (un Ø40 pour un débit de 9 m³/h en pointe) ce qui engendre des pertes de charge très importantes.

Concernant les pertes de charge, et en plus du secteur à Pouillé-Les-Coteaux, les résultats de la simulation révèlent l'existence de pertes de charge significatives au niveau des conduites d'alimentation de Saint-Herblon et d'Anetz ainsi qu'au niveau de la conduite alimentant le bourg de Loire à Mésanger. La figure suivante présente les résultats de pertes de charge sur l'ensemble du réseau :

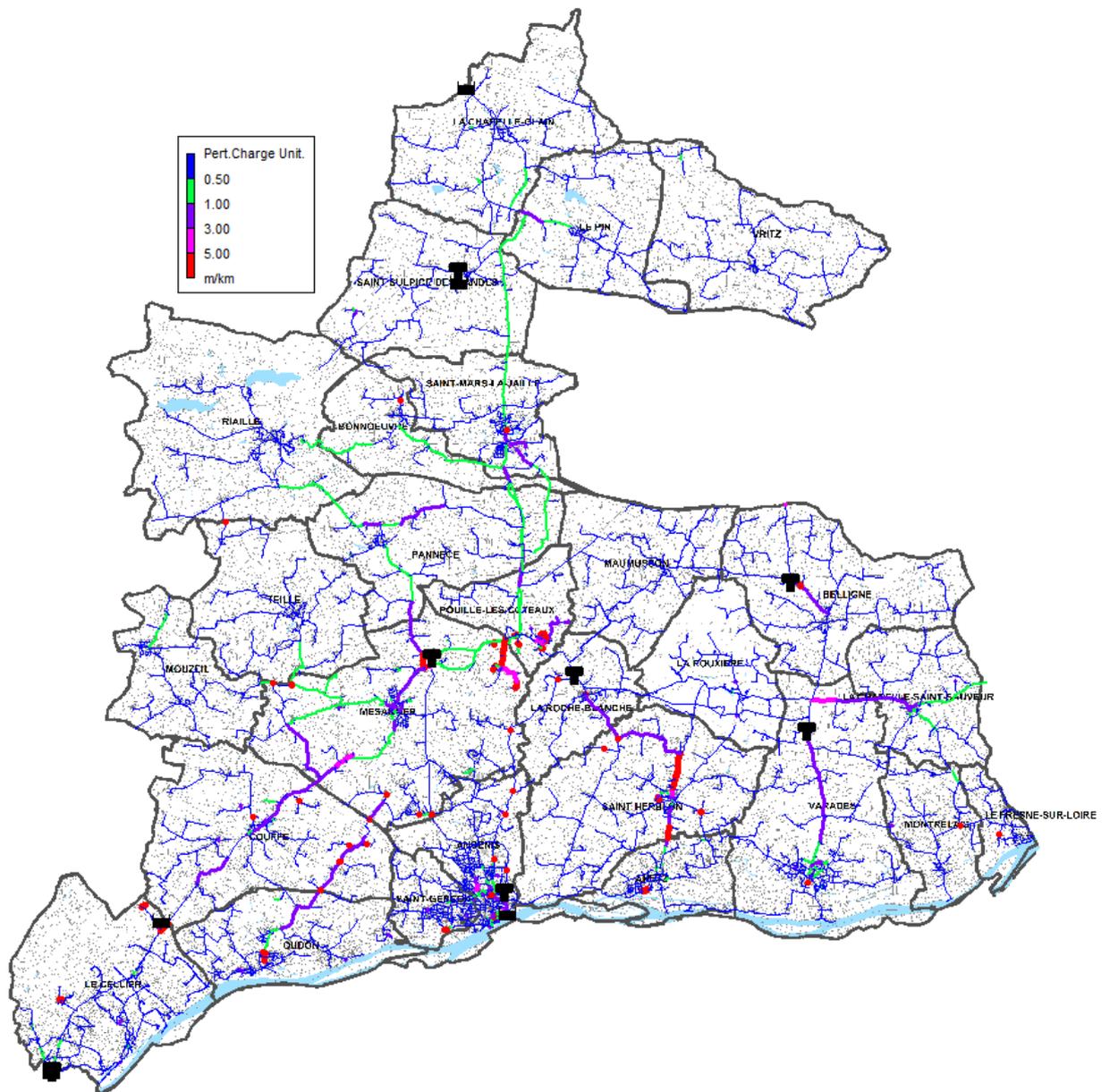


Figure 11 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation actuelle – Résultats en PDC

Les résultats de vitesses ne révèlent pas l'existence de vitesses importantes mis à part au niveau de la conduite alimentant le bourg de la Loire à Mésanger et la conduite alimentant la Trichetière à Pouillé-Les-Coteaux. La figure suivante présente les résultats de vitesse sur l'ensemble du réseau :

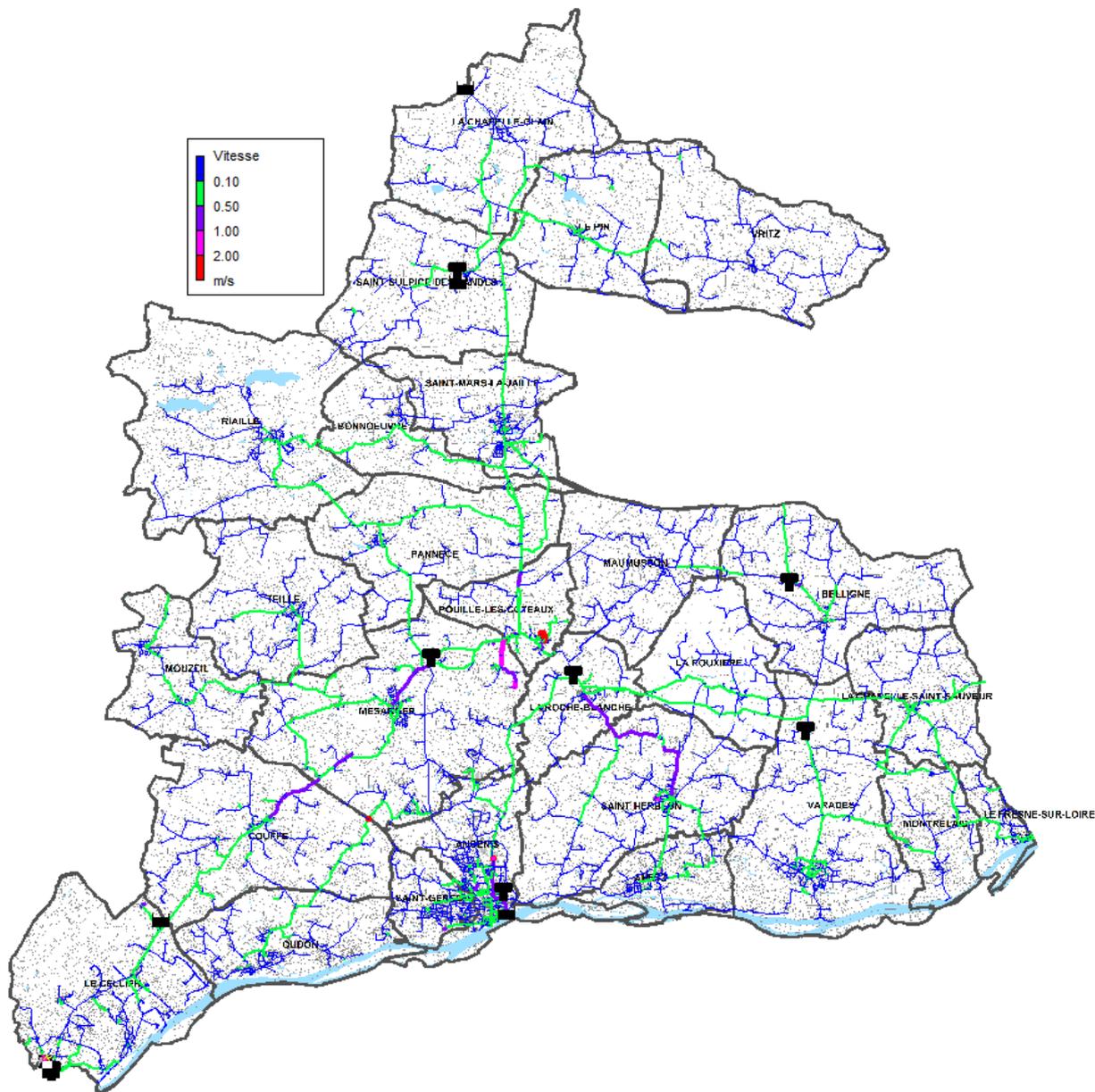


Figure 12 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation actuelle – Résultats en VITESSE

4.5 Fonctionnement du réseau en situation future sur un jour moyen

4.5.1 Situation future à l'échéance 2020

L'analyse des résultats de pression et de pertes de charge permet de dresser les mêmes constats qu'en jour moyen en situation actuelle. Notons que la conduite

alimentant la vente d'eau « Le Ménardeau » ne peut plus transiter le débit demandé (56 m³/h en pointe), ce qui conduit à l'apparition de pressions négatives :



Figure 13 : Capacité limite de la conduite alimentant la vente d'eau « Le Ménardeau » - apparition de pressions négatives

Notons que la capacité de transit maximale de la conduite alimentant la vente d'eau « le Ménardeau » pour avoir au minimum 1 bar de pression est de 45 m³/h ce qui correspond au débit de pointe mesuré durant le jour de calage.

4.5.2 Situation future à l'échéance 2030

Les résultats de pression et de pertes de charge ne révèlent pas de nouveaux dysfonctionnements.

4.6 Fonctionnement du réseau en situation future sur un jour de pointe

4.6.1 Situation future à l'échéance 2020

Les résultats de pression et de pertes de charge révèlent l'existence d'une nouvelle anomalie, il s'agit de l'insuffisance de la surpression de Saint-Sulpice. En effet, un secteur de basses pressions apparaît le long de l'antenne entre La Hayais et La Potinais (au Nord de La Chapelle-Glain). La figure suivante illustre ce constat :

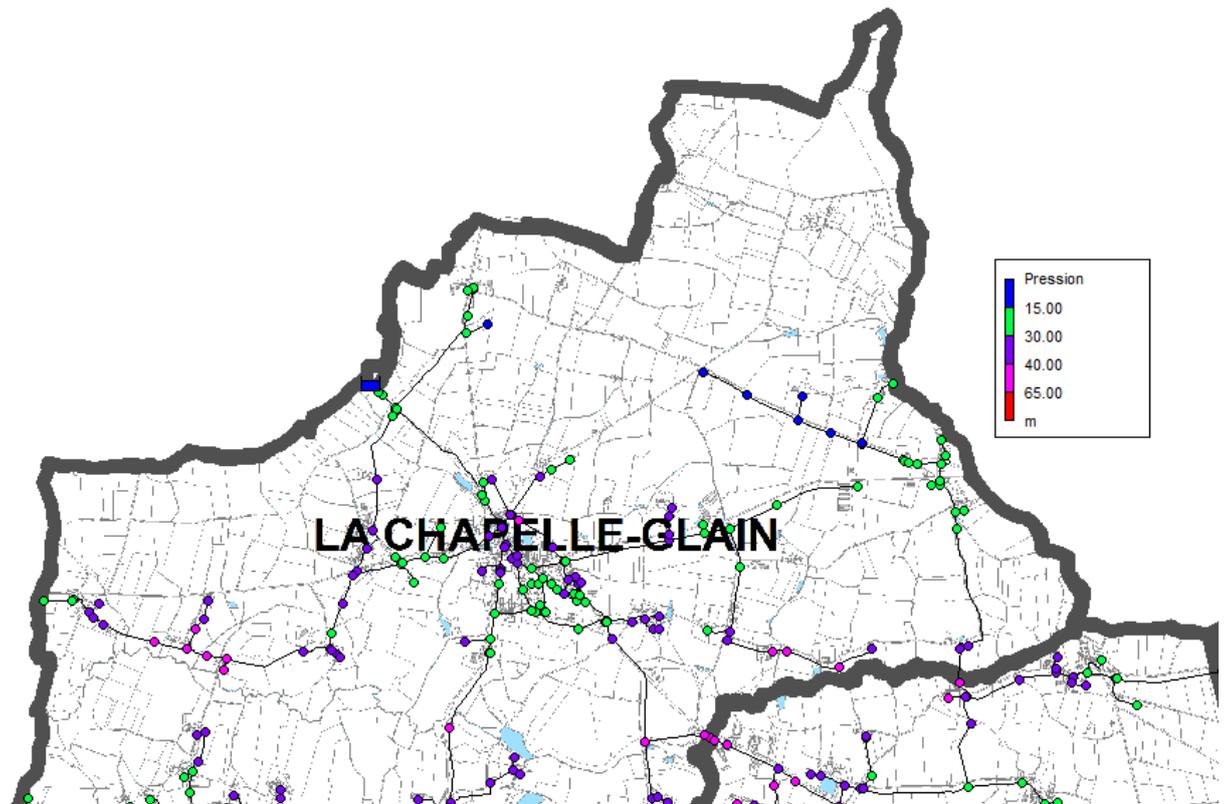


Figure 14 : Insuffisance de la suppression de Saint-Sulpice – basses pressions au nord de la Chapelle-Glain

4.6.2 Situation future à l'échéance 2030

Les résultats de pressions et de pertes de charge révèlent quelques limites du réseau, à savoir :

- Insuffisance des pompes de Mésanger : en effet le niveau du réservoir descend très bas en journée et ne parvient pas à retrouver son niveau initial ;

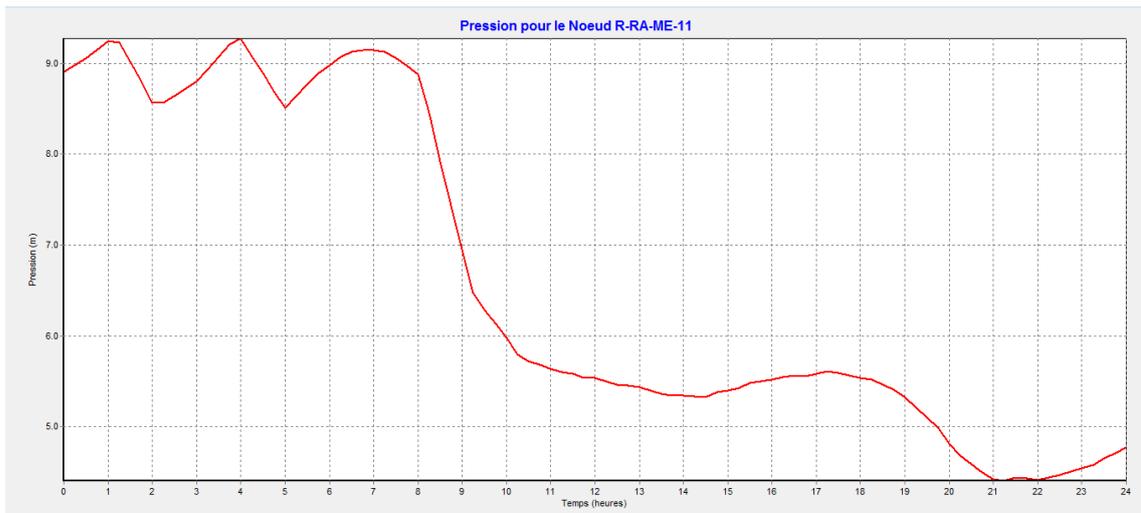


Figure 15 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation future (2030) – Marnage du réservoir de Mésanger

- Insuffisance des pompes de Roche-Blanche : en effet, comme pour le réservoir de Mésanger, celui de Roche-Blanche creuse très bas en journée et n'arrive pas à ce remplir correctement ;



Figure 16 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation future (2030) – Marnage du réservoir de Roche-Blanche

- Insuffisance de la suppression de Saint-Sulpice : en effet, comme pour la situation future 2020, les résultats de pressions révèlent l'existence de basses pressions au niveau des communes de Vritz et La Chapelle-Glain ;

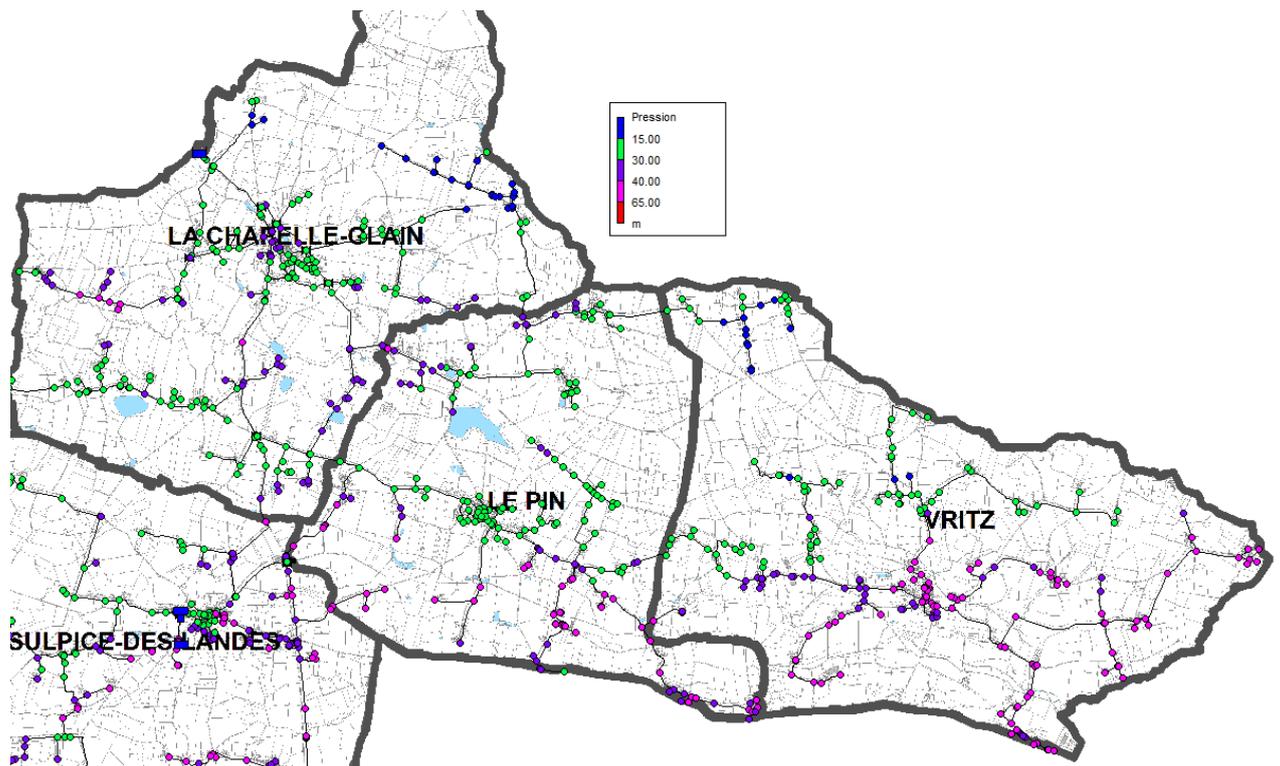


Figure 17 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation future (2030) – basses pressions (La Chapelle-Glain et Vritz)

- Insuffisance de la surpression de la Barre : en effet, les résultats de pression révèlent l'existence de basses pressions au niveau du secteur haut du Cellier.

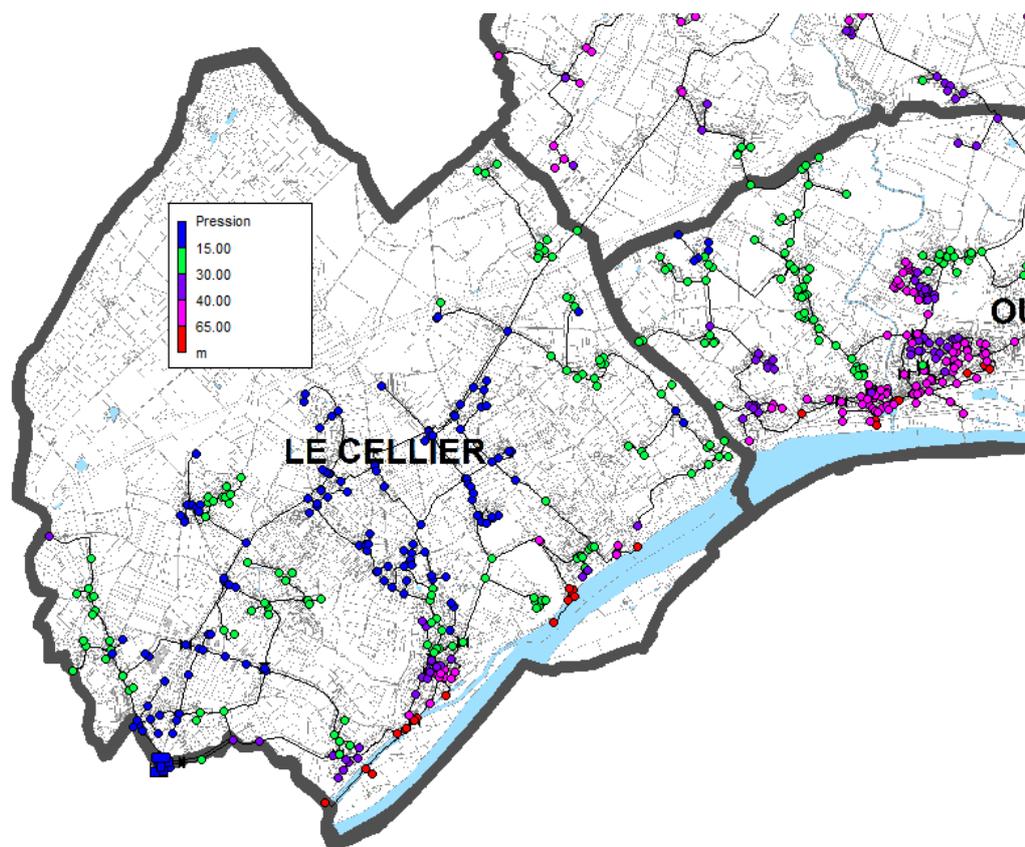


Figure 18 : Simulation sur un JOUR DE POINTE en situation future (2030) – basses pressions au niveau du secteur haut du Cellier

4.7 Etude de la qualité de l'eau

En plus des calculs hydrauliques nous procédons à la modélisation qualité qui nous permet de suivre, en tout point du réseau, l'évolution de certains paramètres liés à la qualité de l'eau, notamment, le temps de séjour, le chlore et les CVM.

Notons que la validité des résultats de la modélisation qualité dépend en partie de la fiabilité du modèle hydraulique et donc de la finesse de son calage.

4.7.1 Temps de séjour

Le temps de séjour de l'eau dans le réseau est un des paramètres majeurs qui affectent la qualité de l'eau. Sa réduction permet de conserver une bonne qualité de l'eau. Or, cela passe des fois par la suppression des maillages qui sont impératifs pour la sécurité incendie (essentiellement en milieu urbain). Donc il s'agit de trouver un équilibre entre la sécurité quantitative (sécurité incendie et satisfaction des besoins) et la sécurité qualitative.

La modélisation du temps de séjour permet de détecter les zones de forte stagnation des eaux telles que les antennes isolées ou les zones d'équilibres. L'exploitant est tenu

dans ce cas de réaliser des purges périodiques sur les tronçons concernés. Il s'agit de créer une consommation artificielle permettant d'évacuer l'eau afin de la renouveler. En pratique, cela consiste à ouvrir une vanne de vidange, une décharge, une ventouse ou un poteau incendie au niveau des tronçons concernés.

Les résultats de la modélisation des temps de séjour pour le jour moyen en situation actuelle sont présentés dans la figure suivante :

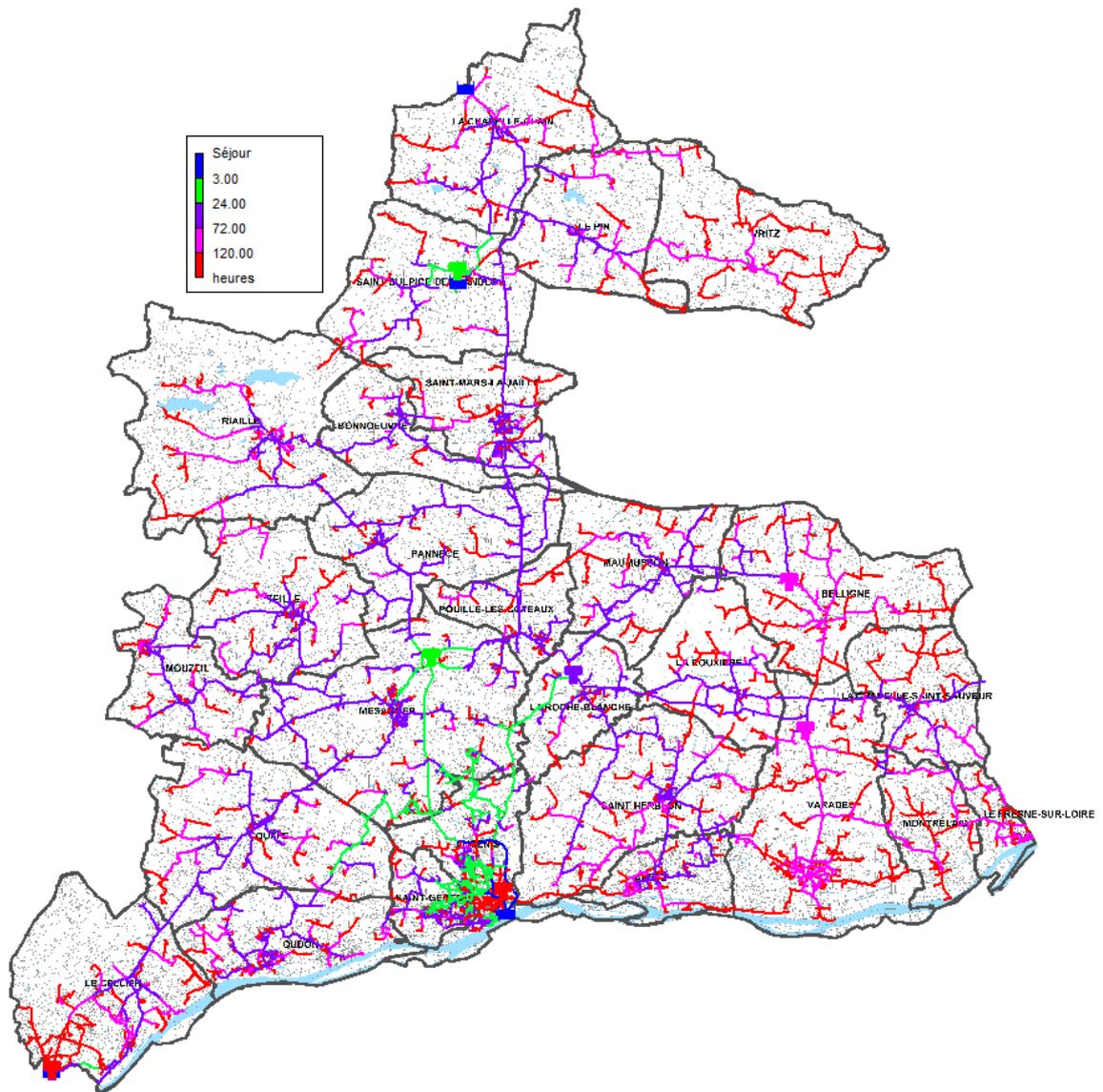


Figure 19 : Simulation sur un JOUR MOYEN en situation actuelle – Résultats en temps de séjour

Les résultats de la modélisation du temps de séjour montrent que les zones de temps de séjour important (supérieur à 5 jours) se situent essentiellement en bout de réseau au niveau des antennes desservant les campagnes. Aussi, le temps de séjour au

niveau du réservoir de La Varie est relativement important du fait de son alimentation par le bas ce qui défavorise la bonne circulation et le renouvellement de l'eau.

4.7.2 Le chlore libre résiduel

Le chlore est un désinfectant utilisé pour l'élimination des germes pathogènes et pour la sécurité sanitaire du transport de l'eau dans les canalisations. Le chlore libre correspond à la fraction du chlore qui peut encore contribuer à la désinfection. Sa concentration dans l'eau est un paramètre indicateur de la qualité de l'eau dans le réseau. Le chlore utilisé dans l'eau potable ne présente aucun risque sanitaire pour le consommateur, néanmoins, une teneur en chlore libre résiduel limitée est souhaitable de telle sorte à ne pas avoir d'odeur ou de saveur désagréable [Ministère de la santé et des solidarités, 2007]. Pour une désinfection efficace, l'OMS stipule qu'il doit rester dans l'eau une concentration résiduelle de chlore libre $\geq 0,5$ mg/l après au moins 30 min de temps de contact à pH $< 8,0$ [OMS, 2011].

Afin de suivre l'évolution de la concentration du chlore dans le réseau nous avons recours à la modélisation qualité. Nous distinguons trois phénomènes qui régissent les interactions du chlore dans un réseau d'eau potable :

- La réaction du chlore avec la matière organique transportée par l'eau ;
- Le transport du chlore vers les parois de la conduite ;
- La réaction du chlore avec le biofilm ou avec le matériau de la conduite lui-même.

La réaction globale s'écrit :

$$\frac{dC}{dt} = -K_b(C - C_{lim})C^{n-1} - \frac{K_w \times K_f}{r_h \times (K_w + K_f)} \times (C - C_{lim})$$

Avec :

C : concentration du chlore en mg/l

t : temps en heure

K_b : coefficient de réaction dans l'eau en h^{-1}

n : ordre de la réaction (pour le chlore $n = 1$)

C_{lim} : concentration limitante en mg/l

K_w : coefficient de réaction aux parois en m/h

K_f : coefficient de transfert du chlore

r_h : le rayon hydraulique en m

Nous avons procédé à l'évaluation du coefficient de réaction du chlore dans l'eau. L'équation simplifiée de la réaction du chlore avec les éléments organiques de l'eau s'écrit de la façon suivante :

$$C = C_0 \times e^{-K_b \times t}$$

Avec C_0 , la concentration initiale du chlore en mg/l.

Nous avons réalisé des mesures de chlore libre au niveau des usines d'Ancenis et de Saint-Sulpice. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Résultats de la mesure de la décroissance du chlore au niveau des usines d'Ancenis et de Saint-Sulpice

	Mesure d'hiver		Mesure d'été	
	C_0 [mg/l]	K_b [h^{-1}]	C_0 [mg/l]	K_b [h^{-1}]
Usine d'Ancenis	0.86	0.054	0.35	0.024
Usine de Saint-Sulpice	0.58	0.042	0.55	0.03

Les résultats détaillés de la mesure du chlore sont présentés en annexe 16.

La connaissance de la décroissance du chlore permet de caler le coefficient de réaction dans l'eau en fonction de l'origine de l'eau (Ancenis ou Saint-Sulpice). Le calage du coefficient de réaction aux parois nécessite de faire des mesures de chlore libre résiduel au niveau de différents points du réseau. L'objectif étant de déterminer des coefficients de réaction aux parois par groupe de conduites de mêmes caractéristiques donnant la meilleure corrélation entre les concentrations mesurées et celles calculées par le modèle. Malheureusement, aucune mesure chlore n'a été réalisée dans le réseau durant cette étude.

Les valeurs du coefficient de réaction aux parois pour les réactions d'ordre un peuvent varier de 0 à 1,5 mètres/jour [Générale des eaux, 2003]. A titre indicatif, nous procédons à la modélisation qualité du réseau pour un jour moyen en situation actuelle en considérant le coefficient de réaction aux parois le plus défavorable ($K_w = 1.5$ m/j). Les résultats de cette modélisation sont présentés dans les figures qui suivent :

Le CVM est un produit synthétique pour lequel il n'existe aucune source naturelle. Sa présence dans l'EDCH est due à son relargage par les canalisations en polychlorure de vinyle (PVC) posées avant les années 1980 et où le temps de contact de l'eau dépasse les deux jours. [DGS, 2012]

La détection des zones à risque est une étape critique dans le processus de surveillance/élimination du CVM. Le recours à la modélisation du réseau comme outil d'aide à la décision peut s'avérer très utile.

Dans le cadre du schéma directeur il n'a pas été demandé de caractériser le risque de relargage des CVM. A titre informatif, et dans le cadre de ce stage, nous procédons à la modélisation du réseau pour le calcul du temps de contact dans les canalisations en PVC posées avant 1980. Afin d'éviter toute confusion les résultats de cette modélisation ne sont pas présentés dans ce rapport.

Chapitre 5 SCHEMA DIRECTEUR ET PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS

5.1 Aménagements pour l'amélioration de la situation actuelle

5.1.1 Réhabilitation des ouvrages existants

Suite à la visite des différents ouvrages nous avons dressé un tableau des réhabilitations à projeter. Il s'agit essentiellement de la réhabilitation des réservoirs ainsi que le forage et la suppression de Saint-Sulpice. Le tableau suivant détaille les travaux à réaliser :

Tableau 14 : Travaux à réaliser pour la réhabilitation des ouvrages existants

Ouvrage	Travaux à réaliser (oui/non)						Montant travaux
	Cuve intérieure (étanchéité)	Extérieur ouvrage (imperméabilisation et/ou reprise GC)	Dôme (étanchéité et/ou reprise GC)	Equipements hydrauliques	Protection des accès	Sécurités collectives	
Mésanger	oui	oui	non	non	oui	oui	364 600 €
Roche-Blanche	oui	non	non	non	oui	oui	173 900 €
La Varie	ouvrage à refaire						
Belligné	non	oui	non	non	oui	oui	65 800 €
Varades	oui	oui	non	non	oui	non	147 300 €
Saint-Sulpice	oui	oui	non	non	oui	non	130 100 €
Le Cellier	oui	oui	non	non	oui	oui	126 300 €
Forage de Saint-Sulpice	non	non	non	non	oui	non	9000 €
Suppression de Saint-Sulpice	non	non	non	non	oui	non	4500 €

5.1.2 Amélioration des pressions et de la sectorisation

Le diagnostic en situations actuelle et future a révélé l'existence de plusieurs zones de fortes pressions (supérieure à 6.5 bar). Il convient de réduire ces pressions en mettant en place des stabilisateurs avals ou en ouvrant et fermant des vannes.

L'amélioration de la sectorisation consiste à mettre en place des compteurs ou à ouvrir et fermer des vannes afin de définir des secteurs de linéaire pas très important. Ce qui facilite le suivi des débits et ainsi une localisation plus précise des fuites. Cependant la mise en place de la sectorisation par fermeture de vanne ne doit pas dégrader la pression délivrée aux abonnés ainsi que la défense incendie.

5.1.2.1 Secteur Pannecé/Riaillé

Afin d'éliminer les fortes pressions au niveau des communes de Pannecé et Riaillé il convient de :

- Mettre en place un stabilisateur aval à l'entrée sud du bourg de Riaillé au niveau de Saint-Ouen ;
- Mettre en place un stabilisateur aval sur la D21 entre la rue des Varennes et la Floquerie ;
- Renforcement en Ø200 de la conduite arrivant du débitmètre « Bréchalerie » (C46) jusqu'au nord du bourg de Pannecé ;
- Mettre en place un stabilisateur aval sur la branche du débitmètre la « Roulière 1 » (C24).

Afin d'améliorer la sectorisation il convient de :

- Déplacement du débitmètre « la Noé » (C45) au niveau de Saint-Ouen ;
- Mise en place d'un débitmètre double sens au niveau de la conduite Ø100 entre Riaillé et Bonnoeuvre.

5.1.2.2 Secteur Saint-Mars-La-Jaille

Afin de réduire les pressions et d'améliorer la sectorisation au niveau de la commune de Saint-Mars-La-Jaille il convient de :

- Mettre en place d'un stabilisateur aval à l'entrée de Saint-Mars-La-Jaille au niveau du Bois Joli ;
- Mettre en place une nouvelle conduite en Ø300 longeant la D878 au niveau du Bois Joli sur 300 ml (pour remplacer les conduites en parallèle à l'entrée du bourg) ;
- Fermer une vanne sur la D28 au niveau de Grison ;
- Renforcer la conduite en PVC Ø160 au niveau de la zone industrielle ;
- Fermer une vanne au niveau de la Servièrè ;
- Mettre en place un débitmètre Ø200 au niveau de l'Avenue Alexandre Braud.

5.1.2.3 Secteur Mouzeil/Teillé

Afin d'améliorer la sectorisation au niveau des communes de Mouzeil et Teillé il convient de mettre en place un débitmètre double sens Ø125 au niveau de la conduite reliant les deux communes. Ceci nous évite de fermer un maillage important.

5.1.2.4 Secteur Pouillé-Les-Coteaux

Afin d'améliorer les pressions au niveau du secteur manquant de pression relevé lors du diagnostic il convient de renforcer la conduite au niveau de la rue de la Trichetière en PVC ø110 sur 400 ml.

5.1.2.5 Secteur Saint-Herblon

Afin de réduire les pressions au niveau du bourg de Saint-Herblon il convient de :

- Mettre en place un stabilisateur aval au niveau de La Salmonière (sur la conduite alimentant le bourg de Saint-Herblon) ;
- Fermer une vanne au niveau de la conduite longeant la D112 et reliant le bourg de Saint-Herblon à La Petite Croix.

5.1.2.6 Secteur Mésanger/Oudon

L'existence de points hauts au niveau d'Oudon et du Cellier ne permet pas de réduire les pressions au niveau de Mésanger dans la configuration actuelle. L'amélioration de la sectorisation nécessite de :

- Mettre en place un débitmètre double sens ø100 au niveau de la conduite reliant Couffé à Oudon via La Gruère ;
- Mettre en place un débitmètre ø150 entre La Choquerie et La Mabonnière.

5.1.2.7 Secteur Ancenis/Saint-Géréon

L'amélioration de la sectorisation actuelle au niveau des communes d'Ancenis et Saint-Géréon nécessite de :

- Mettre en place un débitmètre ø200 au niveau de l'avenue des Alliès sur le piquage en sortie d'usine d'Ancenis vers Saint-Géréon (Ce débitmètre n'aura plus d'utilité dès la mise en place du nouveau réservoir d'Ancenis) ;
- Mettre en place un débitmètre ø200 au niveau de la rue du Baron Geoffroy ;
- Fermer plusieurs vannes le long de la D723 pour isoler Saint Géréon nord de Saint Géréon sud.

L'annexe 17 donne la programmation des travaux.

5.1.3 Le nouveau réservoir de La Varie

5.1.3.1 Nécessité d'un nouveau réservoir

L'état du génie civil du réservoir actuel est la principale raison qui nous amène à mettre en place un nouveau réservoir à Ancenis. Les objectifs du nouveau réservoir sont à

fixer en fonction des constatations actuelles. En effet, le réservoir actuel et du fait de sa côté TP relativement faible alimente une zone assez limitée d'autant plus que les secteurs d'Ancenis alimentés par les refoulements de Roche-Blanche et de Mésanger n'ont pas besoin d'autant de pression. Il convient donc d'augmenter la zone d'influence du nouveau réservoir en y incluant Ancenis, la laiterie, Saint-Géréon, voire Anetz.

5.1.3.2 Choix du site

Concernant le choix du site, deux emplacements intéressants ont été étudiés dans le cadre de cette étude. La figure suivante présente les sites repérés :



Figure 22 : Les sites étudiés pour la mise en place du nouveau réservoir de la Varie

Le site 1 est situé dans le même secteur que le réservoir actuel mais côté zone d'activités. Ce site permet le maintien de l'ancien système de refoulement depuis l'usine et minimise les aménagements liés à la distribution.

Le site 2, situé dans la commune de Saint-Herblon, nous permet de gagner 10 m par rapport au site 1. Cependant, ce site nécessite la reprise du système de refoulement et une partie du système de distribution. Il présente aussi l'inconvénient de se situer en zone naturelle et d'habitat à la différence du site 1 qui est situé en zone d'activité et où l'impact social est moins important.

Après concertation avec le syndicat, le site 1 a été maintenu pour l'étude du schéma directeur.

5.1.3.3 Zone de desserte

Les objectifs du nouveau réservoir prévoient l'élargissement de la zone de desserte en incluant les secteurs : Ancenis-Sud (S1), Saint-Géréon (S5), Anetz-ouest (S8), la laiterie (S3) et Poussemetière (S4) en option.

Le tableau suivant détaille les besoins journaliers futurs de la zone de desserte du nouveau réservoir d'Ancenis :

Tableau 15 : Les besoins journaliers futurs de la zone de desserte du nouveau réservoir d'Ancenis

Secteur	Nom du secteur	Besoins journaliers futurs 2030 (m ³ /j)	
		Jour de pointe	Jour moyen
S1	Ancenis Sud	2025	1522
S3	Laiterie	3510	2340
S4	Poussemetière	562	423
S5	Saint-Géréon	1190	894
S8	Anetz-Ouest	267	200
TOTAL		7554	5379
TOTAL Sans Laiterie		4044	3039

5.1.3.4 Volume et côte trop-plein

VOLUME

Le volume du réservoir est fixé de telle sorte à assurer une journée d'autonomie pour un jour moyen et une demi-journée d'autonomie pour un jour de pointe.

Etant donné que la configuration « nouveau réservoir de la Varie » prévoit de garder les alimentations secours de la laiterie (Mésanger et Roche-Blanche), il a été décidé de calculer le volume du nouveau réservoir sans prendre en compte les besoins de la laiterie.

Le volume nécessaire pour le nouveau réservoir est de 3000 m³. Ce volume est à confirmer avec une estimation des besoins en eau à un plus long terme du fait de la durée de vie relativement importante de l'ouvrage (environ 80 ans).

COTE TROP-PLEIN

La côte TP du réservoir a été optimisée en ayant recours à la modélisation de réseau. Ainsi, afin d'avoir des pressions admissibles sur les secteurs desservis, il est nécessaire d'avoir 75 mCE de charge au niveau du nouveau réservoir. La côte sol à l'emplacement choisi est de 20 mNGF. La hauteur de l'ouvrage nécessaire est de 55 m.

5.1.3.5 Aménagements liés à la mise en place du nouveau réservoir

Plusieurs aménagements/renforcement sont à prévoir avec la mise en place du nouveau réservoir d'Ancenis. Il s'agit essentiellement de renforcement des pompes et de prolongement de réseau. Le programme des travaux est présenté en annexe 17.

5.2 Aménagements liés à l'augmentation des besoins en eau

Les aménagements liés à l'augmentation des besoins en eau résident essentiellement dans le renforcement des pompes. Il s'agit de :

- Renforcer les pompes alimentant le réservoir de Mésanger ($Q = 450 \text{ m}^3/\text{h}$ et $\text{HMT} = 140 \text{ mCE}$) ;
- Renforcer les pompes de la surpression de Saint-Sulpice ($Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$ et $\text{HMT} = 30 \text{ mCE}$) ;
- Renforcer les pompes de la surpression du Cellier ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ et $\text{HMT} = 20 \text{ mCE}$).

Aussi il convient de renforcer la conduite au niveau de la D32 à l'entrée du Pin en Fonte $\varnothing 150$ sur 600ml afin d'améliorer les pressions sur le secteur.

De plus, il est nécessaire de supprimer les pertes de charges singulières à l'entrée des réservoirs de Roche-Blanche et Belligné et en sortie du pompage de l'usine d'Ancenis vers le réservoir de Mésanger.

L'annexe 17 détaille la programmation des travaux.

5.3 Aménagements liés à la sécurisation de l'alimentation en eau

Dans le fonctionnement actuel du réseau, le secteur ouest est alimenté exclusivement par le réservoir de Mésanger. L'absence d'interconnexion ou de stockage augmente la vulnérabilité du secteur ouest du syndicat. Dans cette partie, il convient d'étudier les différents scénarios de sécurisation de ce secteur.

Deux solutions semblent envisageables : une interconnexion avec le syndicat de Nort-Sur-Erdre et la création d'un nouveau réservoir à Oudon.

5.3.1 Sécurisation par le syndicat de Nort-Sur-Erdre

Il existe une interconnexion entre le syndicat de Nort-Sur-Erdre et celui de la région d'Ancenis au niveau de la Rigaudière. Actuellement, cette interconnexion transite des volumes négligeables du fait de la configuration actuelle du réseau ($\varnothing 50$ au niveau de l'interconnexion). Il s'agit dans cette configuration de transiter des volumes plus importants en se connectant au réseau de Nort-Sur-Erdre au niveau de Saint-Mars-Du-

Désert. Dans cette nouvelle configuration, deux modes de fonctionnement se présentent :

- Fonctionnement en mode normal : on alimente le secteur Cellier Haut (S23) tout en arrêtant la surpression. Ce qui correspond à un besoin en eau d'environ 400 m³/j (débit sanitaire associé à la conduite d'interconnexion). et le Cellier haut (S23) ;
- Fonctionnement en mode secours : un jeu de vannage permet de desservir les secteurs Mésanger (S18), Couffé (S15_16) et Oudon (S17).

L'établissement de l'interconnexion avec le syndicat de Nort-Sur-Erdre nécessite la mise en place de plusieurs aménagements. L'annexe 17 donne la programmation des travaux.

5.3.2 Création d'un nouveau réservoir à proximité d'Oudon

Une deuxième solution de sécurisation du secteur ouest consiste à mettre en place un stockage afin d'avoir une meilleure autonomie sur le secteur. La zone de desserte du réservoir projeté comporte les secteurs d'Oudon (S17) et le Cellier haut (S23). Deux emplacements ont été étudiés dans le cadre de cette étude. La figure suivante présente les sites repérés :



Figure 23 : Sites repérés pour la mise en place d'un nouveau réservoir à proximité d'Oudon

- Site 1 : à proximité de la lande (Couffé), la cote sol est de 60 mNGF ;
- Site 2 : à proximité de la Mabonnière (Oudon), la cote sol est de 78 mNGF.

Pour les deux sites l'alimentation est assurée par le réservoir de Mésanger via Couffé d'une part et par le refoulement de Mésanger via la Milaudière d'autre part. En effet, la mise en place d'une seule entrée ne suffit pas pour assurer une bonne alimentation du réservoir.

Afin d'assurer un minimum de pression de 1.5 bar au niveau du secteur desservi la charge nécessaire au niveau du réservoir pour les deux sites est de 112 mCE.

Le tableau suivant donne les aménagements liés à la mise en place du réservoir au niveau de chacun des deux sites :

Tableau 16 : Aménagements liés à la mise en place d'un nouveau réservoir pour le secteur ouest en fonction du site choisi

Site 1	Site 2
- Mise en place d'un réservoir de 52 m de hauteur et 600 m ³ de volume	- Mise en place d'un réservoir de 34 m de hauteur et 600 m ³ de volume
- Extension en Ø200 sur 1650 ml entre la Lande et la Lhorie (conduite de distribution du réservoir)	- Renforcement en Ø200 sur 1050 ml entre la Choquerie et le site du nouveau réservoir pour l'alimentation du réservoir
- Renforcement en Ø200 sur 2400 ml entre la Lhorie et la rue du Coteau Clergeau à Oudon	- Renforcement de la distribution de Oudon en Ø200 sur 4840 ml entre le site du réservoir et Pierre Blanche
- Renforcement en Ø200 sur 2200 ml entre la Lhorie et la sortie nord de la Métellerie (au niveau de la D21)	- Extension en Ø200 sur 860 ml entre Pierre Blanche et Le Bois Macé (alimentation vers Le Cellier)

Il vient que les aménagements liés au choix de chaque site sont relativement similaires en terme de coût (6250 ml en Ø200 pour le site 1 contre 6750 ml en Ø200 pour le site 2). Le site 2 est, néanmoins, plus intéressant que le site 1. En effet, d'une part, le site 2 offre une côte sol plus importante et permet d'avoir un gain en hauteur d'ouvrage de 18 m en comparaison avec le site 1. D'autre part, l'extension prévue pour le site 1 (entre la Lande et la Lhorie) présente des difficultés techniques représentées dans les passages au niveau de l'autoroute et de la rivière du Havre.

5.3.3 Comparaison des deux solutions de sécurisation

Nous comparons les coûts d'investissement ainsi que les avantages et inconvénients de chaque solution. Le tableau suivant présente cette comparaison :

Tableau 17 : Comparaison des deux solutions de sécurisation du secteur ouest du syndicat

Solution de sécurisation	Coûts d'investissement	Avantages	Inconvénients
Interconnexion avec le syndicat de Nort-Sur-Erdre	5 093 600 €	<ul style="list-style-type: none"> - Zone d'influence plus importante (partie ouest du syndicat) - Permet de disposer d'une autre ressource que celle de la Loire - Solution qui participe au renouvellement du réseau (+ de 50% des investissements) 	<ul style="list-style-type: none"> - Volume sanitaire à transiter quotidiennement ($\approx 400 \text{ m}^3$) - A long terme, et si les besoins de Nort-sur-Erdre augmentent significativement, la charge disponible au départ de l'interconnexion peut être limitante
Nouveau réservoir à Oudon	2 719 800 €	<ul style="list-style-type: none"> - Délai et coût d'investissement moins important - Participe au renouvellement du réseau - Améliore le stockage du secteur 	<ul style="list-style-type: none"> - Zone d'influence moins importante (seulement deux communes) - objectifs plutôt médiocres car ne soulage Mésanger que de 600 m^3 et ne lui permet de gagner que quelques heures d'autonomie

Même avec des coûts d'investissement largement plus importants, il vient que l'interconnexion avec le syndicat de Nort-Sur-Erdre reste la solution la plus appropriée afin d'assurer la sécurisation du secteur ouest du syndicat.

Notons que du fait que les renforcements liés à la mise en place d'un réservoir à Oudon sont compatibles avec les renforcements liés à l'interconnexion, il est possible de prévoir la mise en place du réservoir à long terme afin d'améliorer le stockage sur le secteur et/ou solliciter moins l'interconnexion si elle présente quelques limitations.

Conclusion et recommandations

L'élaboration du schéma directeur a permis de dresser un bilan de l'état actuel des aménagements, de connaître les limites actuelles et futures du réseau et d'avoir une vision sur les solutions envisageables. Ce document constitue ainsi un outil de programmation et de gestion auquel la collectivité peut avoir recours pour la réalisation de différents projets.

Actuellement, le réseau du syndicat fonctionne correctement dans sa globalité. A très court terme, la première priorité est de trouver une solution pour le réservoir de la Varie du fait de l'état de son génie civil. Les scénarios étudiés dans cette étude ne sont pas définitifs et sont susceptibles de changer suite aux discussions avec le syndicat.

Le traitement des données issues de la campagne de mesure ainsi que le calage du modèle ont constitué la partie la plus importante du travail. C'est la phase critique du projet car c'est finalement l'obtention d'un modèle calé bien représentatif de la réalité qui nous permet de valider les aménagements proposés.

Notons, qu'il aurait été intéressant d'évaluer l'impact des investissements projetés sur le coût de l'eau. Malheureusement en absence de données sur les financements, en particulier les subventions, nous ne pouvons pas faire cette analyse.

Références bibliographiques

CELERIER JL. et FABY JA. *La dégradation de la qualité de l'eau potable dans les réseaux*. Document technique FNDAE Hors-série n°12, 2000, 98p.

CONSEIL GENERAL DE LA MAYENNE. *Schéma départemental d'alimentation en eau potable, diagnostic et propositions*. Validé le 15 octobre 2007, 82p.

GENERALE DES EAUX. *EPANET 2.0 Simulation Hydraulique et Qualité pour les Réseaux d'Eau sous Pression*. Manuel de l'utilisateur version française. Le 01 septembre 2003, 222p.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SOLIDARITÉS. *Arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique*. Version consolidée du 8 mars 2010, 7p.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SOLIDARITÉS. *Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique*. Journal officiel du 6 février 2007, 9p.

MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT ET DE L'AMÉNAGEMENT DURABLES et al. *Circulaire n° 12/DE du 28 avril 2008 relative à la mise en œuvre du rapport sur le prix et la qualité des services publics d'eau et d'assainissement en application du décret n° 2007-675 du 2 mai 2007*.

MINISTERE DES AFFAIRES SOCIALES ET DE LA SANTE et al. *Arrêté du 2 décembre 2013 modifiant l'arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement*. Journal officiel du 19 décembre 2013, 4p.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE. *Guidelines for Drinking-water Quality FOURTH EDITION*. 2011, 564p.

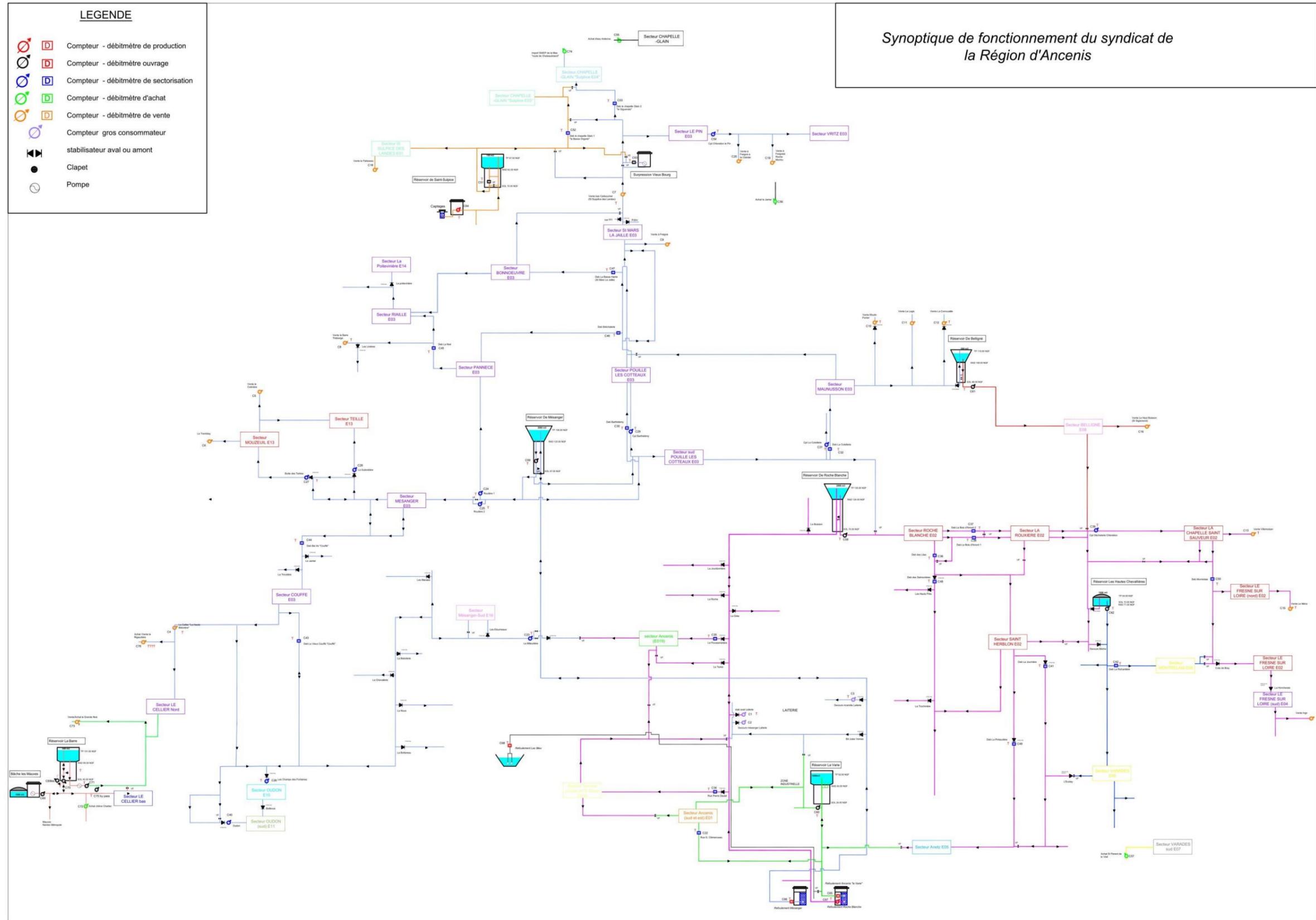
PREFECTURE DE L'HERAULT. *Schéma directeur d'alimentation en eau potable [en ligne]*. Le 7 juin 2012. Disponible sur : <http://www.herault.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Eau/La-reglementation-sur-l-eau/Eau-potable/Schema-directeur-d-alimentation-en-eau-potable#Q> (Consulté le 13/03/2014).

TRICARD D., BUFFAUT P. *Interprétation et communication des résultats au regard des normes microbiologiques relatives aux eaux destinées à la consommation humaine*. TSM, n°3, 1995, 196-199.

Annexes

Annexe 1 : Schéma Synoptique du réseau	58
Annexe 2 : Bilan détaillé par syndicat.....	59
Annexe 3 : Analyse du rendement par syndicat	64
Annexe 4 : Evolution du rendement et de l'ILP par syndicat	66
Annexe 5 : Estimation des besoins domestiques futurs par commune	68
Annexe 6 : Répartition des différents points de mesure	69
Annexe 7 : Liste des compteurs utilisés lors de la campagne de mesure	74
Annexe 8 : Liste des mesures de pression.....	77
Annexe 9 : Dépouillement des données de la campagne de mesure.....	79
Annexe 10 : Information donnée par chaque mesure de pression	90
Annexe 11 : Disponibilité des données de chaque compteur	93
Annexe 12 : Compteurs présentant un dysfonctionnement ou une mauvaise programmation lors de la campagne de mesure	94
Annexe 13 : Courbes de calage au niveau de quelques points de mesure	96
Annexe 14 : Fiche des ouvrages visités	104
Annexe 15 : Carte des étages de pression	116
Annexe 16 : Résultats des mesures de la décroissance du chlore	117
Annexe 17 : Programmation des travaux	122

Annexe 1 : Schéma Synoptique du réseau



Annexe 2 : Bilan détaillé par syndicat

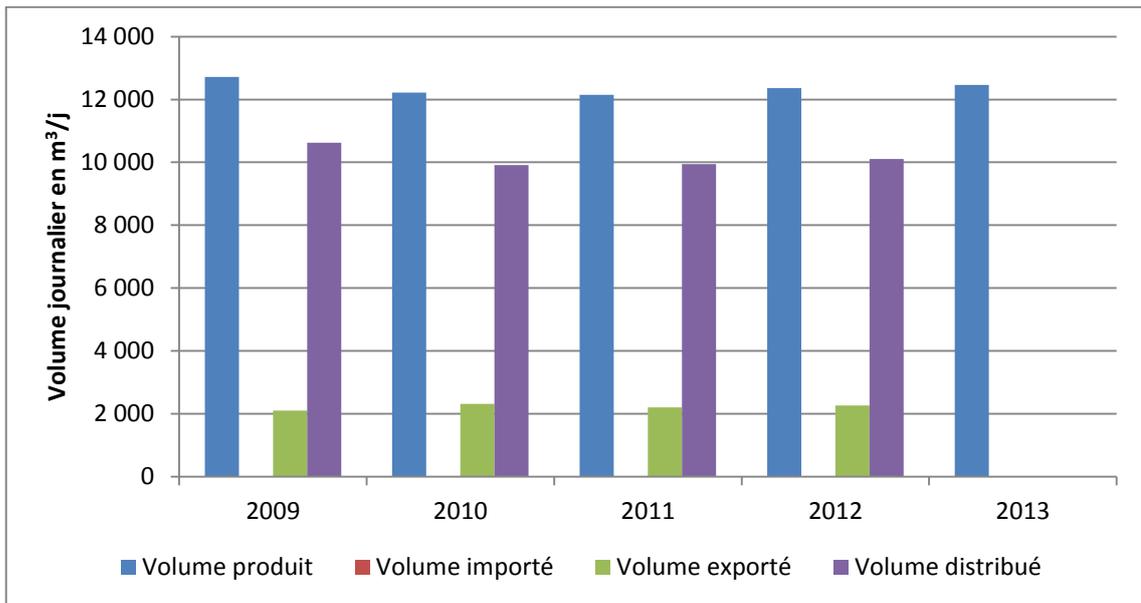
SIAEP D'ANCENIS

Synthèse du SIAEP d'Ancenis des volumes produits, importés, exportés et distribués entre 2009 et 2012

	2009		2010		2011		2012	
	JOUR MOYEN	JOUR DE POINTE						
Volume Produit [m³/j]	12 718	17 471	12 223	16 943	12 142	17 773	12 364	-
Volume de service [m³/j]	132	-	114	-	93	-	99	-
Volume conso sans comptage [m³/j]	16	-	22	-	22	-	22	-
Consommations domestiques [m³/j]	5 518	-	5 425	-	5 376	-	5 895	-
Consommations des industriels [m³/j]	3 072	-	2 934	-	3 216	-	2 770	-
Consommation total autorisée [m³/j]	8 738	-	8 495	-	8 707	-	8 785	-
Pertes en eau [m³/j]	1 883	-	1 370	-	1 300	-	1 321	-
Volume importé [m³/j]	6	-	5	-	6	-	6	-
Volume exporté [m³/j]	2 104	-	2 314	-	2 208	-	2 264	-
Volume distribué [m³/j]	10 619	-	9 914	-	9 941	-	10 106	-

Notons que l'exploitant nous a fourni les relevés hebdomadaires de l'année 2013 des compteurs à la sortie de l'usine d'Ancenis. Le volume journalier moyen produit durant l'année 2013 est de 12 464 m³.

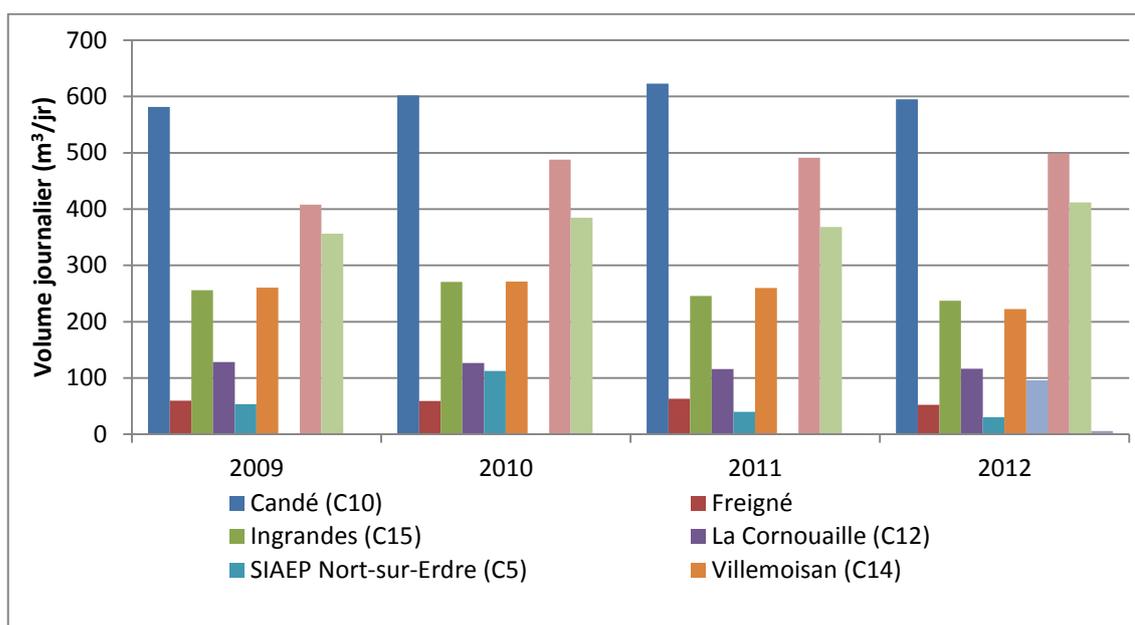
Le graphique suivant présente l'évolution des différents volumes journaliers caractéristiques du réseau :



Evolution des volumes produits, importés, exportés et distribués – SIAEP d'Ancenis

- Le volume journalier produit est relativement constant. Il est de l'ordre de 12 382 m³/j (moyenne sur les 5 dernières années) ;
- La contribution des volumes importés est quasi négligeable. Ces derniers, ne représentent que 0.06% des volumes mis en distribution ;
- Entre 16.5% et 18.9% des volumes produits par le SIAEP d'Ancenis sont vendus en gros aux collectivités limitrophes ;
- Le volume journalier distribué en 2009 est relativement plus important que les volumes distribués durant les années suivantes (9987 m³ en moyenne entre 2010 et 2012 contre 10 619 m³ en 2009). Cette différence est due à l'importance des pertes enregistrées en 2009.

La figure suivante présente la répartition ainsi que l'évolution des volumes exportés entre 2009 et 2012 :



Répartition et évolution des volumes exportés par le SIAEP d'Ancenis

La vente de Candé reste le volume exporté le plus important et représente en moyenne 27% des volumes exportés.

Les exportations vers les syndicats du Cellier et de Saint-Sulpice représentent respectivement 17.1% et 21.2% des volumes exportés (moyenne entre 2009 et 2012).

Globalement, les quantités exportées restent constantes et représentent en moyenne 2222 m3 journaliers.

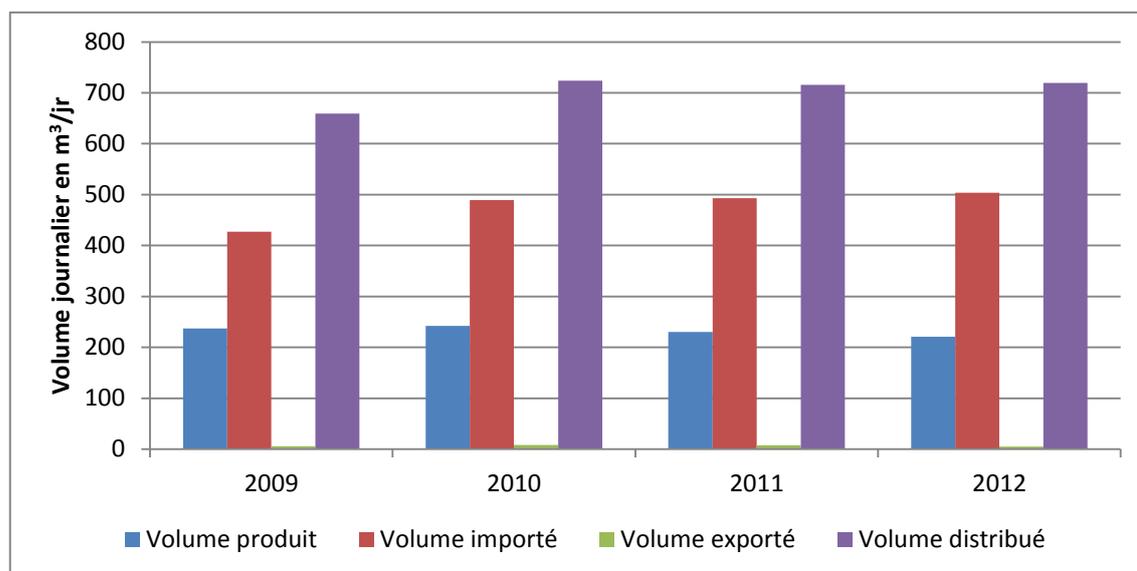
SIAEP DE SAINT-SULPICE

Synthèse du SIAEP de Saint-Sulpice des volumes produits, importés, exportés et distribués entre 2009 et 2012

	2009		2010		2011		2012	
	JOUR MOYEN	JOUR DE POINTE						
Volume Produit [m³/j]	237	335	242	329	230	270	221	-
Volume de service [m³/j]	1	-	2	-	4	-	2	-
Volume conso sans comptage [m³/j]	2	-	3	-	3	-	3	-
Consommations domestiques [m³/j]	556	-	574	-	606	-	633	-
Consommations des industriels [m³/j]	0	-	0	-	0	-	0	-
Consommation total autorisée [m³/j]	559	-	579	-	613	-	638	-
Pertes en eau [m³/j]	97	-	143	-	135	-	144	-
Volume importé [m³/j]	427	-	489	-	493	-	504	-

Volume exporté [m³/j]	6	-	8	-	8	-	5	-
Volume distribué [m³/j]	659	-	724	-	715	-	720	-

Le graphique suivant présente l'évolution des différents volumes journaliers caractéristiques du réseau :



Evolution des volumes produits, importés, exportés et distribués – SIAEP de Saint-Sulpice

Nous remarquons que :

- Le volume journalier produit est relativement constant. Il est de l'ordre de 233 m³/j (moyenne sur les 5 dernières années) ;
- Le volume importé, quasi-exclusivement depuis le SIAEP d'Ancenis, a connu une croissance entre 2009 et 2012 de 76 m³/j ;
- En 2012, 70% des volumes mis en distribution sont des volumes importés ;
- Le SIAEP de Saint-Sulpice exporte des quantités d'eau potable très faibles qui ne dépasse pas 1% du cumul entre les volumes produits et importés.

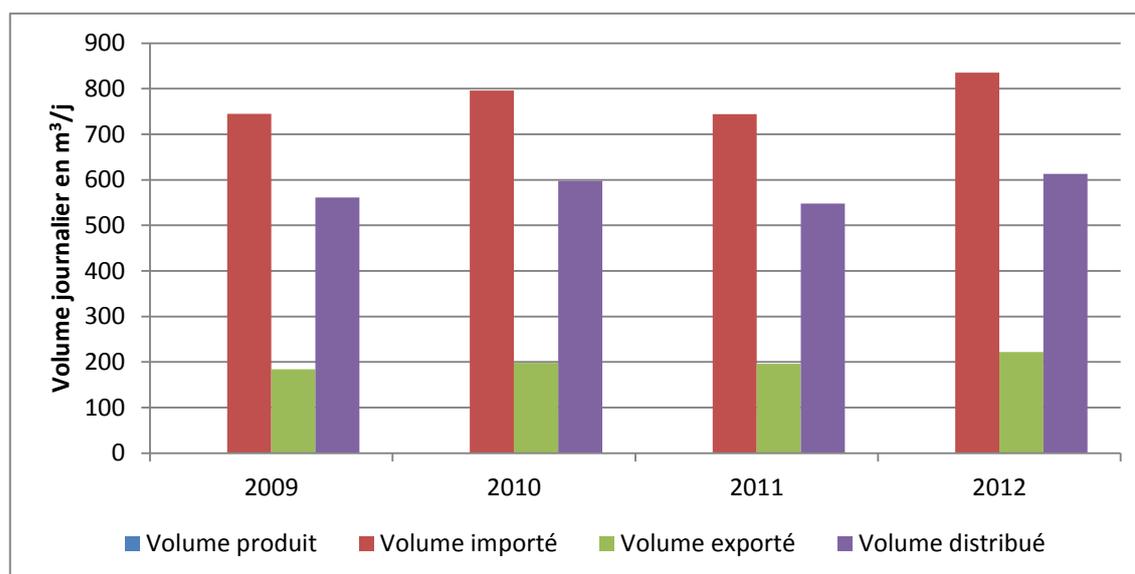
SYNDICAT DU CELLIER

Synthèse du syndicat du Cellier des volumes produits, importés, exportés et distribués entre 2009 et 2012

	2009		2010		2011		2012	
	JOUR MOYEN	JOUR DE POINTE						
Volume Produit [m³/j]	0	0	0	0	0	0	0	0

Volume de service [m ³ /j]	-	-	-	-	-	-	-	-
Volume conso sans comptage [m ³ /j]	-	-	-	-	-	-	-	-
Consommations domestiques [m ³ /j]	-	-	-	-	-	-	-	-
Consommations des industriels [m ³ /j]	-	-	-	-	-	-	-	-
Consommation total autorisée [m ³ /j]	493	-	488	-	522	-	538	-
Pertes en eau [m ³ /j]	56	-	110	-	54	-	53	-
Achats [m ³ /j]	745	-	796	-	744	-	836	-
Ventes [m ³ /j]	184	-	198	-	196	-	222	-
Volume distribué [m ³ /j]	561	-	597	-	548	-	613	-

Le graphique suivant présente l'évolution des différents volumes journaliers caractéristiques du réseau :



Evolution des volumes produits, importés, exportés et distribués – Syndicat du Cellier

Nous remarquons que :

- Le syndicat du Cellier ne dispose d'aucune ressource d'eau potable ce qui explique l'importance des volumes importés ;
- Les volumes importés ont connu des variations relativement importantes. Le maximum enregistré est celui de l'année 2012 où il a été comptabilisé 836 m³/j de volume importé. Notons que les principales importations d'eau potable proviennent du SIAEP d'Ancenis et de Nantes Métropole ;
- Les volumes exportés sont relativement constants. Ils sont de 200 m³/j en moyenne, ce qui constitue 26% des importations (moyenne entre 2009 et 2012). Les exports sont exclusivement vers le syndicat de Nort-sur-Erdre.

Annexe 3 : Analyse du rendement par syndicat

SIAEP D'ANCENIS

Evolution du rendement et des pertes entre 2009 et 2012, SIAEP D'Ancenis

	2009	2010	2011	2012
Consommation total autorisée [m³/j]	8 738	8 495	8 707	8 785
Volume Produit [m³/j]	12 718	12 223	12 142	12 364
Volume importé [m³/j]	6	5	6	6
Pertes en eau [m³/j]	1 883	1 370	1 300	1 321
Rendement [%]	85.2	88.8	89.3	89.3

Les pertes en eau au niveau du SIAEP d'Ancenis connaissent une décroissance depuis 2009. Elles sont passées de 1883 m³/j en 2009 à 1321 m³/j en 2012.

SIAEP DE SAINT-SULPICE

Evolution du rendement et des pertes entre 2009 et 2012, SIAEP de Saint-Sulpice

	2009	2010	2011	2012
Consommation total autorisée [m³/j]	559	579	613	638
Volume Produit [m³/j]	237	242	230	221
Volume importé [m³/j]	427	489	493	504
Pertes en eau [m³/j]	97	143	135	144
Rendement [%]	85.4	80.4	81.3	80.2

Les pertes en eau au niveau du SIAEP de Saint-Sulpice sont stabilisées depuis 2010. Le volume journalier des pertes en 2012 était de 144 m³/j.

SYNDICAT DU CELLIER

Evolution du rendement et des pertes entre 2009 et 2012, Syndicat du Cellier

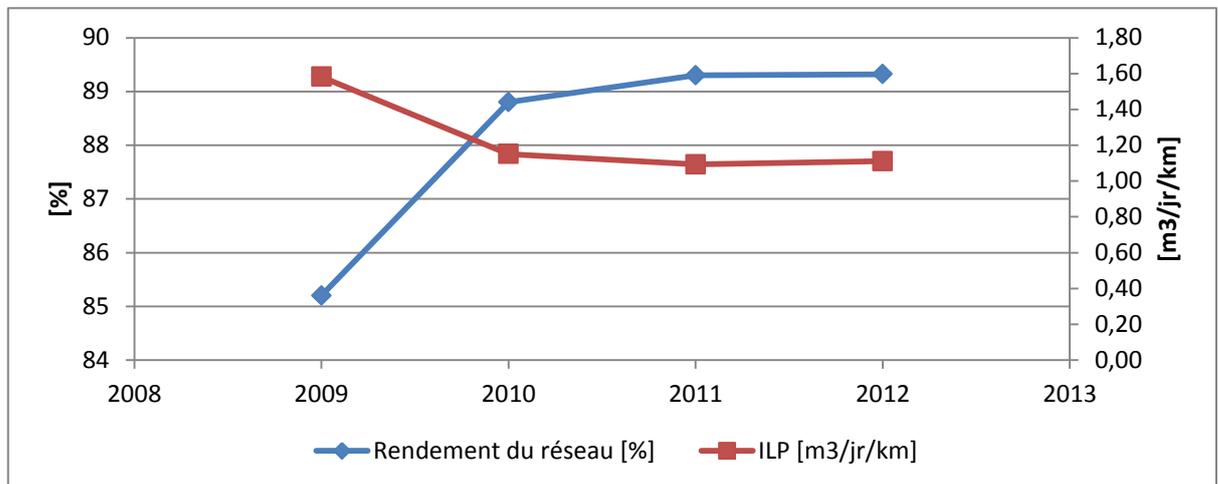
	2009	2010	2011	2012
Consommation total autorisée [m³/j]	493	488	522	538
Volume Produit [m³/j]	0	0	0	0

Volume importé [m³/j]	745	796	744	836
Pertes en eau [m³/j]	56	110	54	53
Rendement [%]	92.5	86.2	92.8	93.7

En moyenne les pertes journalières en eau au niveau du syndicat du Cellier sont de 54 m³/j. A l'exception de l'année 2010 où il a été enregistré des pertes importantes qui ont atteint 110 m³/j.

Annexe 4 : Evolution du rendement et de l'ILP par syndicat

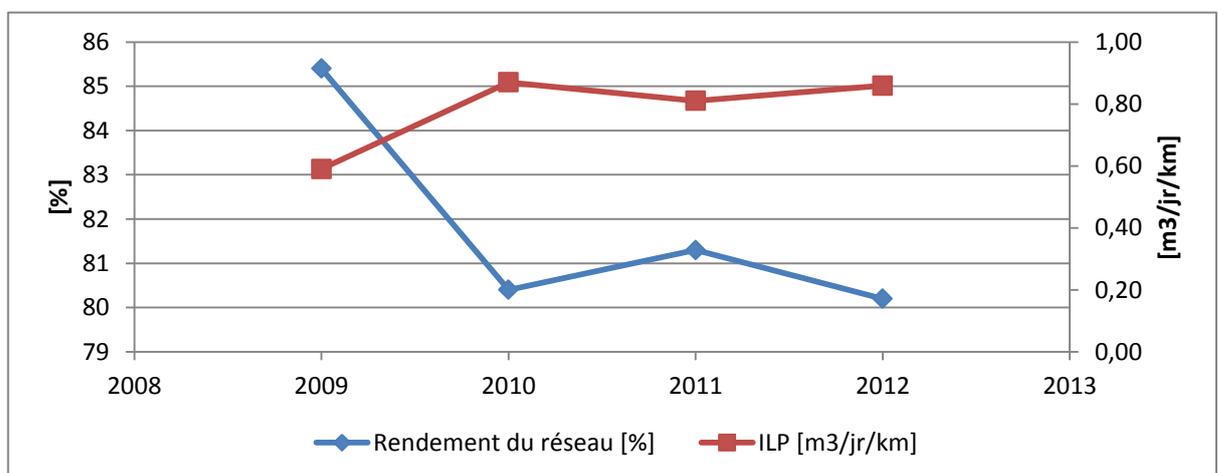
SIAEP D'ANCENIS



Evolution du rendement et de l'ILP – SIAEP d'Ancenis

L'ILP du réseau du SIAEP d'Ancenis a connu une nette décroissance. Il est passé de 1.58 m³/j/km en 2009 à 1.11 m³/j/km en 2012. Le réseau est classé dans la catégorie « Acceptable »

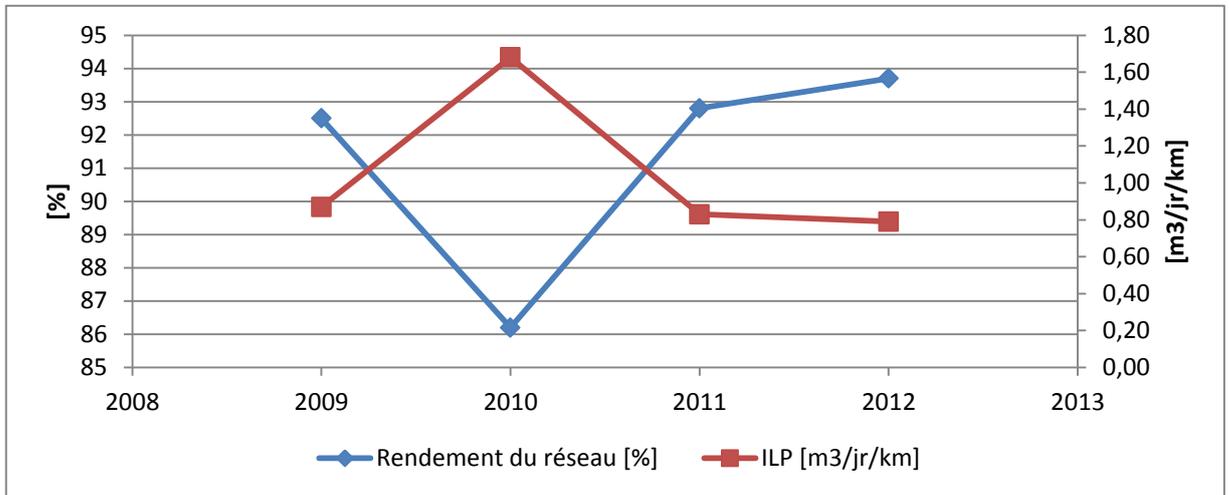
SIAEP DE SAINT-SULPICE



Evolution du rendement et de l'ILP – SIAEP de Saint-Sulpice

L'ILP du réseau du SIAEP de Saint-Sulpice a connu une nette croissance en 2010 et il est relativement constant depuis. Il était de 0.86 m³/j/km en 2012. Le réseau reste classé dans la catégorie « Bon ».

SYNDICAT DU CELLIER



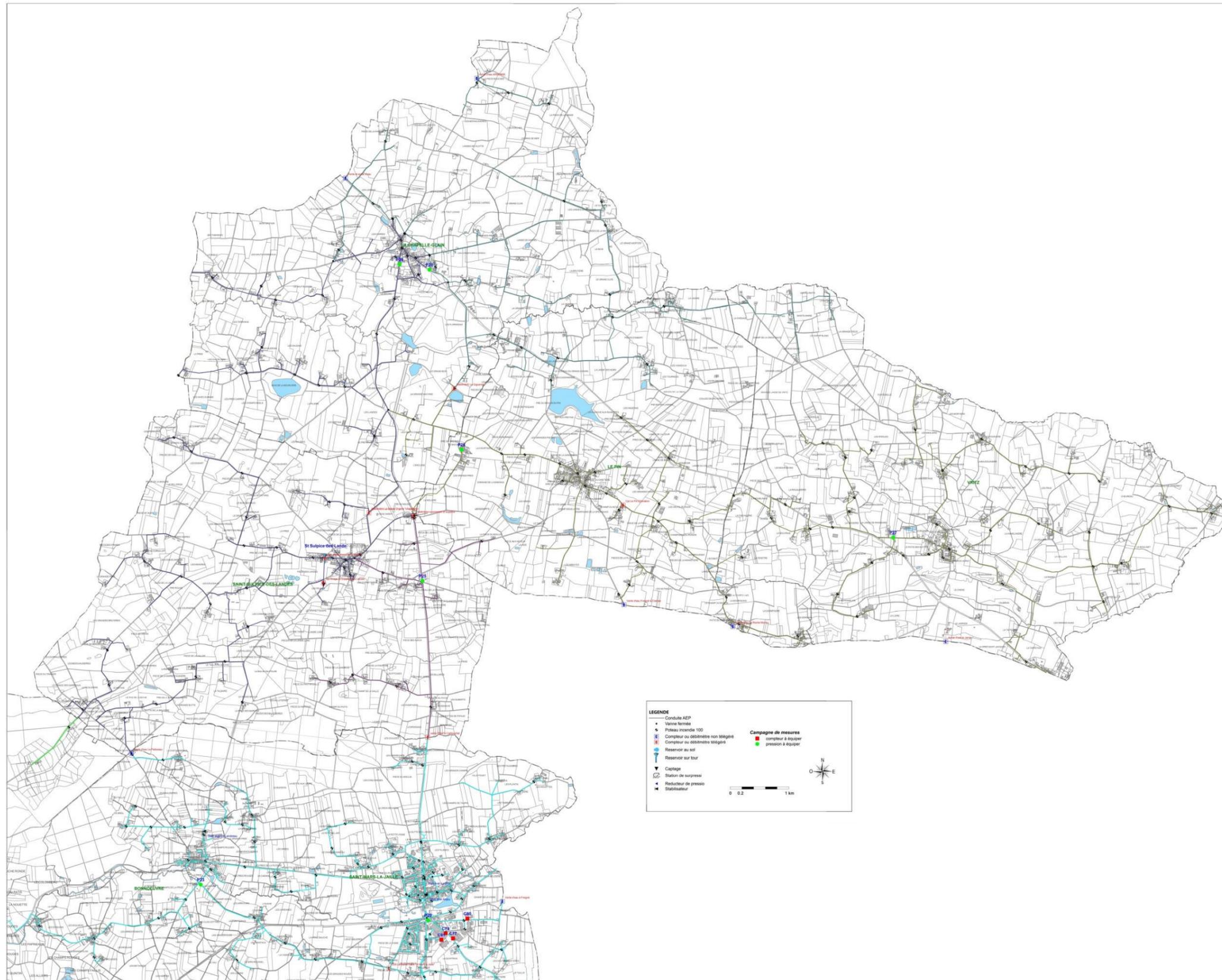
Evolution du rendement et de l'ILP – Syndicat du Cellier

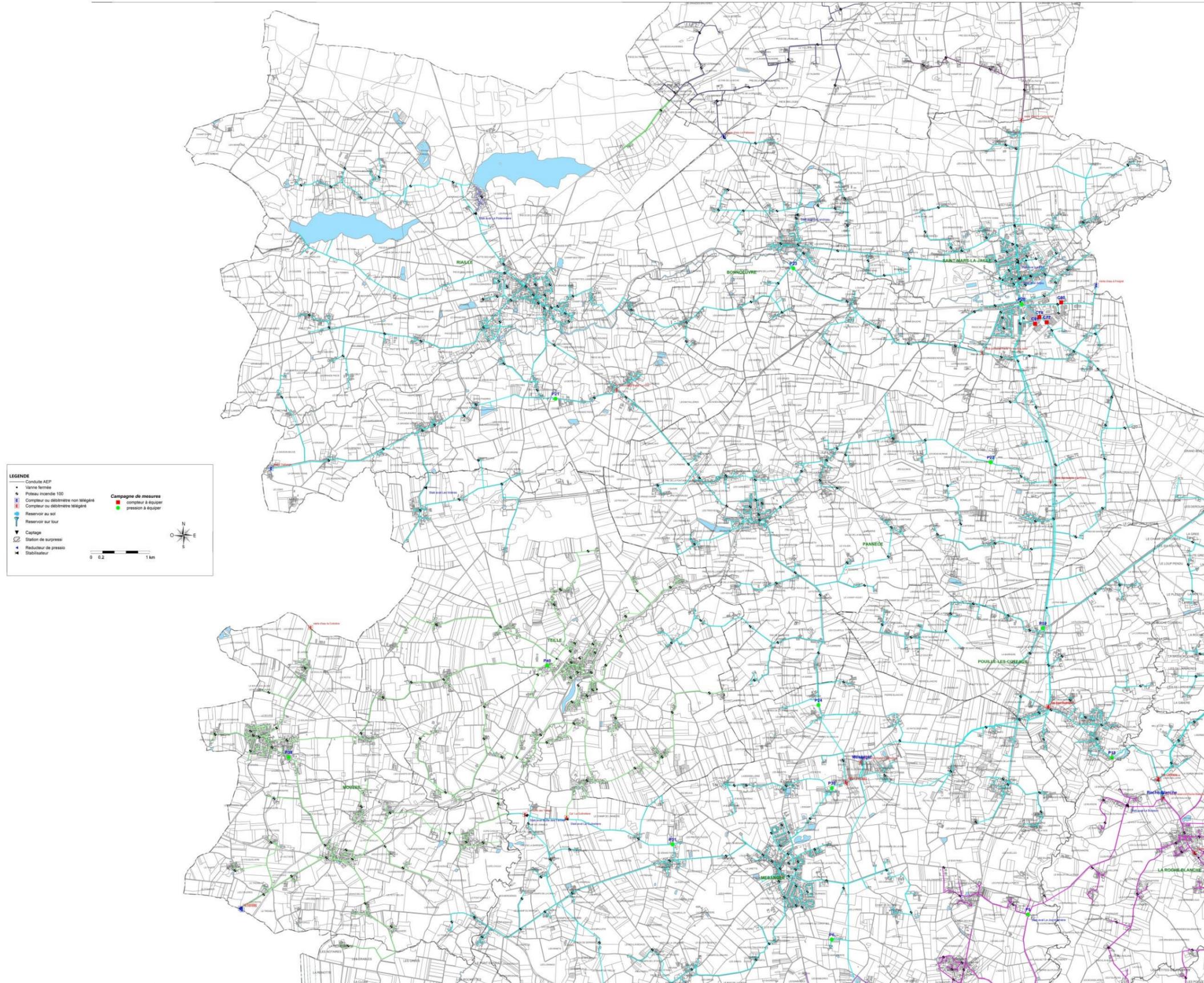
L'ILP du réseau du syndicat du Cellier est relativement constant mis à part durant l'année 2010 où il a connu une nette croissance 1.68 m³/j/km. En 2012, l'ILP du réseau était de 0.79 m³/j/km. Le réseau est classé dans la catégorie « Bon » sur les quatre dernières années sauf en 2010 où il était classé « Moyen ».

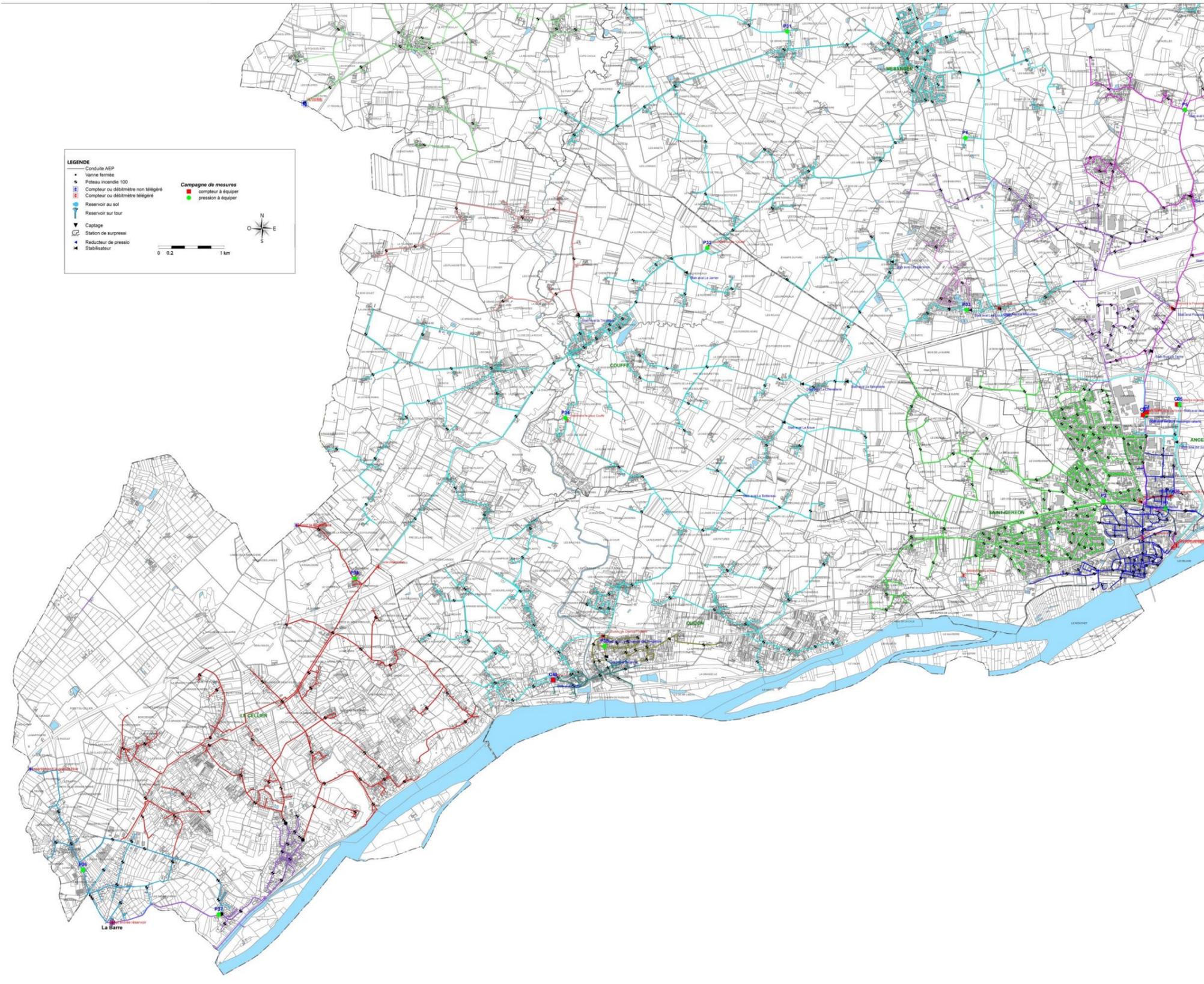
Annexe 5 : Estimation des besoins domestiques futurs par commune

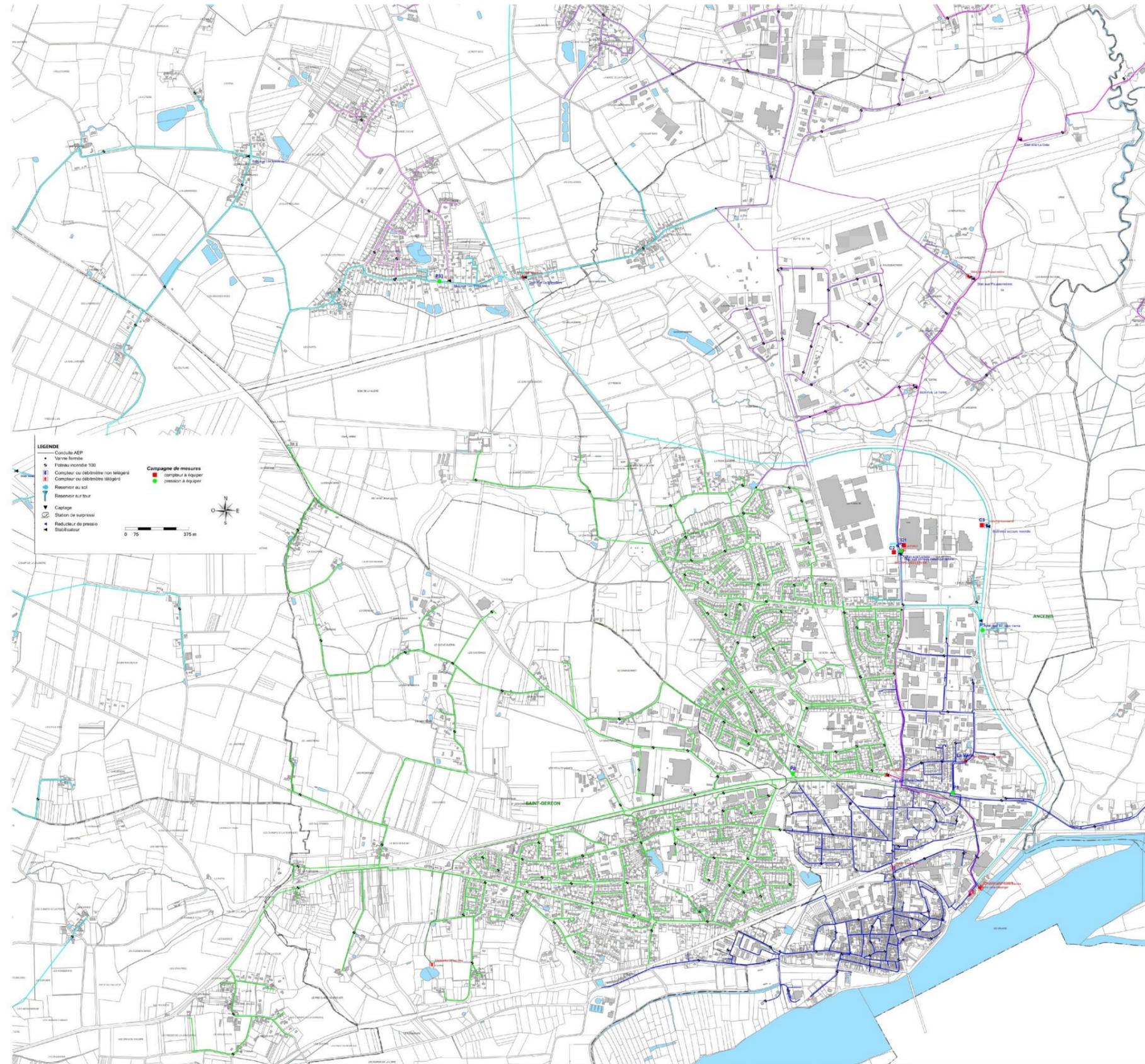
Commune	Conso domestique 2030	Conso domestique 2030
	[m ³ /an]	[m ³ /j]
Ancenis	532 761	1460
Mésanger	192 990	529
Le Cellier	162 234	444
Varades	194 759	534
Oudon	166 174	455
Saint-Géréon	144 781	397
Saint-Herblon	118 571	325
Saint-Mars-La-Jaille	131 835	361
Couffé	140 438	385
Riaillé	136 006	373
Anetz	89 243	245
Mouzeil	116 998	321
Belligné	70 650	194
Teillé	95 426	261
Pannecé	59 221	162
La Roche-Blanche	87 749	240
La Rouxière	69 514	190
Maumusson	53 959	148
Le Fresne-sur-Loire	52 469	144
Pouillé-les-Côteaux	60 277	165
Montrelais	44 595	122
La Chapelle-Saint-Sauveur	51 362	141
Le Pin	75 012	206
Vritz	54 562	149
Saint-Sulpice-des-Landes	66 004	181
Bonnoeuvre	30 350	83

Annexe 6 : Répartition des différents points de mesure









Annexe 7 : Liste des compteurs utilisés lors de la campagne de mesure

N° mesure	Exploitant	Dénomination	Compteur télégréré	Compteur à équiper
C1	VEOLIA	Compteur Laiterie Cana	x	
C10	VEOLIA	Compteur Vente d'eau Candé	x	
C12	VEOLIA	Compteur Vente d'eau La Cornouialle	x	
C13	VEOLIA	Vente d'eau Villemoisian	x	
C14	VEOLIA	Vente d'eau Les Landes	x	
C15	VEOLIA	Vente d'eau Le Menardeau	x	
C2	VEOLIA	Compteur secours la cana		x
C22	VEOLIA	Deb Georges Clémenceau	x	
C23	VEOLIA	Compteur la Millaudière	x	
C24	VEOLIA	Compteur la Roulière 1	x	
C25	VEOLIA	Compteur la Roulière 2	x	
C26	VEOLIA	Compteur Oudon Les Champs	x	
C27	VEOLIA	Compteur Butte des Tertres	x	
C28	VEOLIA	Compteur La Guibretièrre	x	
C29	VEOLIA	Compteur St Barthélémy	x	
C3	VEOLIA	Compteur defense incendie la cana	x	
C30	VEOLIA	Débitmètre St Barthélémy	x	
C31	VEOLIA	Compteur La Cotellerie	x	
C32	VEOLIA	Débitmètre La Cotellerie	x	
C33	VEOLIA	DEBIMETRE maumusson	x	
C34	VEOLIA	Débitmètre réducteur P Dautel	x	
C35	VEOLIA	Débitmètre La	x	

Poussemetière			
C36	VEOLIA	Débitmètre Rue des Lilas	x
C37	VEOLIA	Débitmètre Bois d'Amont 1	x
C38	VEOLIA	Débitmètre Bois d'Amont 2	x
C39	VEOLIA	Compteur décheterie Chloration Varades	x
C4	VEOLIA	Vente d'eau le Cellier	x
C40	VEOLIA	Compteur Oudon	x
C41	VEOLIA	Compteur "La Jounière"	x
C42	VEOLIA	Débitmètre La Richevardière	x
C43	VEOLIA	Débitmètre Couffé	x
C44	VEOLIA	Débitmètre Couffé	x
C45	VEOLIA	Débitmètre Riailé	x
C46	VEOLIA	Débitmètre Panecé	x
C47	VEOLIA	Débitmètre St Mars La Jaille	x
C48	VEOLIA	Débitmètre St Herblon	x
C49	VEOLIA	Débitmètre St Herblon	x
C5	VEOLIA	Vente d'eau La Cotinière	x
C50	VEOLIA	Débitmètre Montrelais	x
C51	VEOLIA	Debimetre Sortie Réservoir de St Sulpice	x
C52	VEOLIA	Debimetre chapelle glain 1	x
C53	VEOLIA	debimetre la chapelle glain 2	x
C54	VEOLIA	Compteur Le Pin Chloration	x
C58	VEOLIA	Sortie réservoir Roche Blanche	x
C59	VEOLIA	Sortie réservoir Mésanger	x
C60	VEOLIA	Sortie réservoir La Varie	x
C61	VEOLIA	Sortie réservoir Belligné	x

C62	VEOLIA	Sortie réservoir Varades	x
C63	VEOLIA	Compteur Surpression Général st sulpices	x
C64	VEOLIA	Compteur forage St Sulpice des Landes	x
C65	VEOLIA	Compteur sortie usine Ancenis	x
C66	VEOLIA	Compteur sortie usine Mésanger	x
C67	VEOLIA	Compteur sortie usine RB	x
C68	VEOLIA	Débitmètre le lac Bleu	
C69	SAUR	Achat d'eau les Mauves	x
C7	VEOLIA	Vente d'eau St Sulpice	x
C70	SAUR	Cpt entrée reservoir La Barre	x
C71	SAUR	Cpt sortie en surpression La Barre	x
C72	SAUR	Cpt achat d'eau Chêne Chartier	x
C69bis	SAUR	Sortie gravitaire réservoir La Barre	x
C76	SAUR	Cpt La Rigaudière	x
C77	VEOLIA	AUBRET 1 (salaison 1)	x
C78	VEOLIA	AUBRET 2 (salaison 2)	x
C81	VEOLIA	AUBRET 3 (salaison 3)	x
C79	VEOLIA	STOROPACK 2	x
C82	VEOLIA	STOROPACK 3	x
C80	VEOLIA	VOLAILLES SAINT MARS	x
C83	SAUR	Aplix	x

Annexe 8 : Liste des mesures de pression

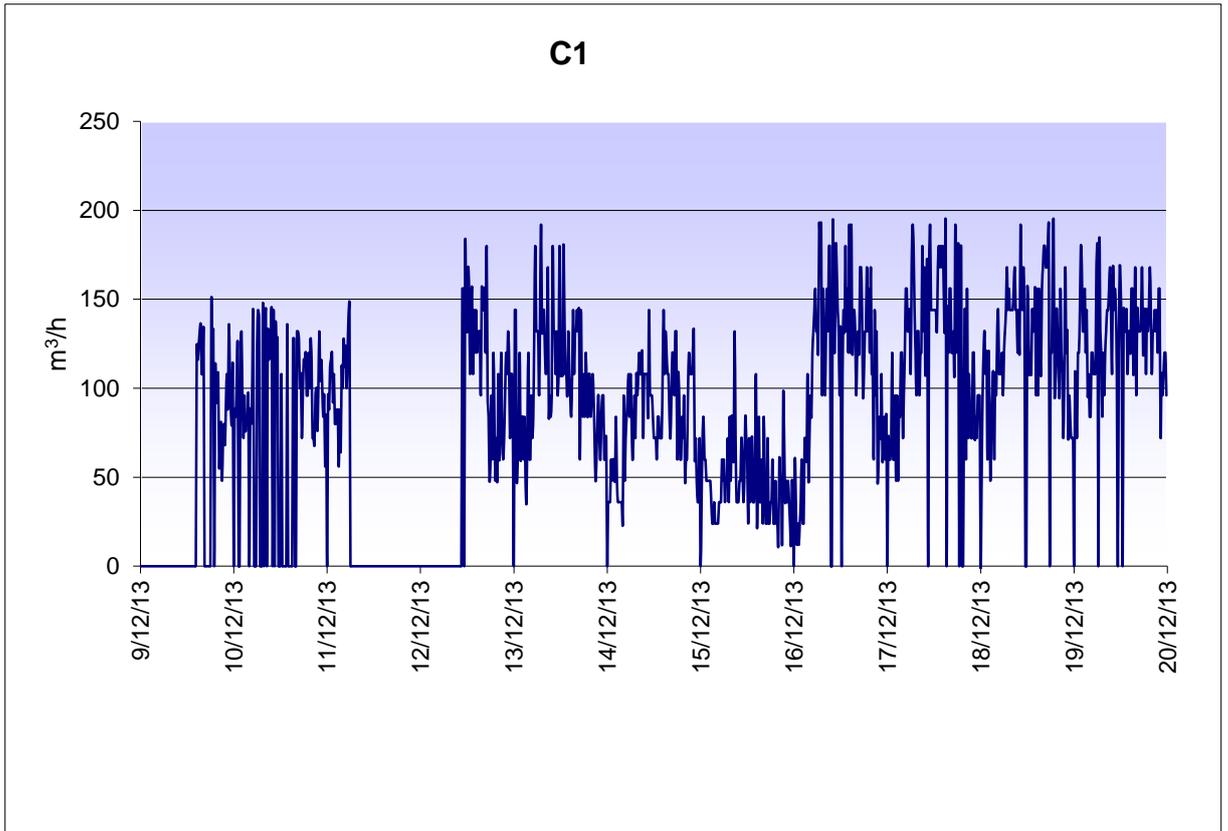
N° mesure	Commune	N°PI
P1	Ancenis	44003 - 0010
P2	St Géréon	44003 - 0125
P3	Ancenis	amont stab la Laiterie
P4	Mésanger	amont stab jourdaunière
P5	Ancenis	amont du stab jules vernes
P6	Mésanger	44096 - 131
P7	La Roche Blanche	44222 - 006
P8	St Herblon	44163 - 043
P9	Anetz	44004 - 002
P10	Anetz	44004 - 010
P11	varades	44213 - 028
P12	montrelais	44104 - 022
P13	Le fresne sur loire	44060 - 010
P14	La chapelle st sauveur	44034 - 010
P15	belligné	44011 - 002
P16	la rouxière	44174 - 036
P17	Maumusson	44093 - 019
P18	pouillé les coteaux	44134 - 016
P19	pouillé les coteaux	44134 - 001
P20	st mars la jaille	44180 - 016
P21	Riaillé	44144 - 027
P22	pannecé	44118 - 032
P23	bonnoeuvre	44017 - 006
P24	Mésanger	44096 - 023
P25	st sulpice	44191 - 3
P26	Le Pin	44124 - 1
P27	Vritz	44219 - 9

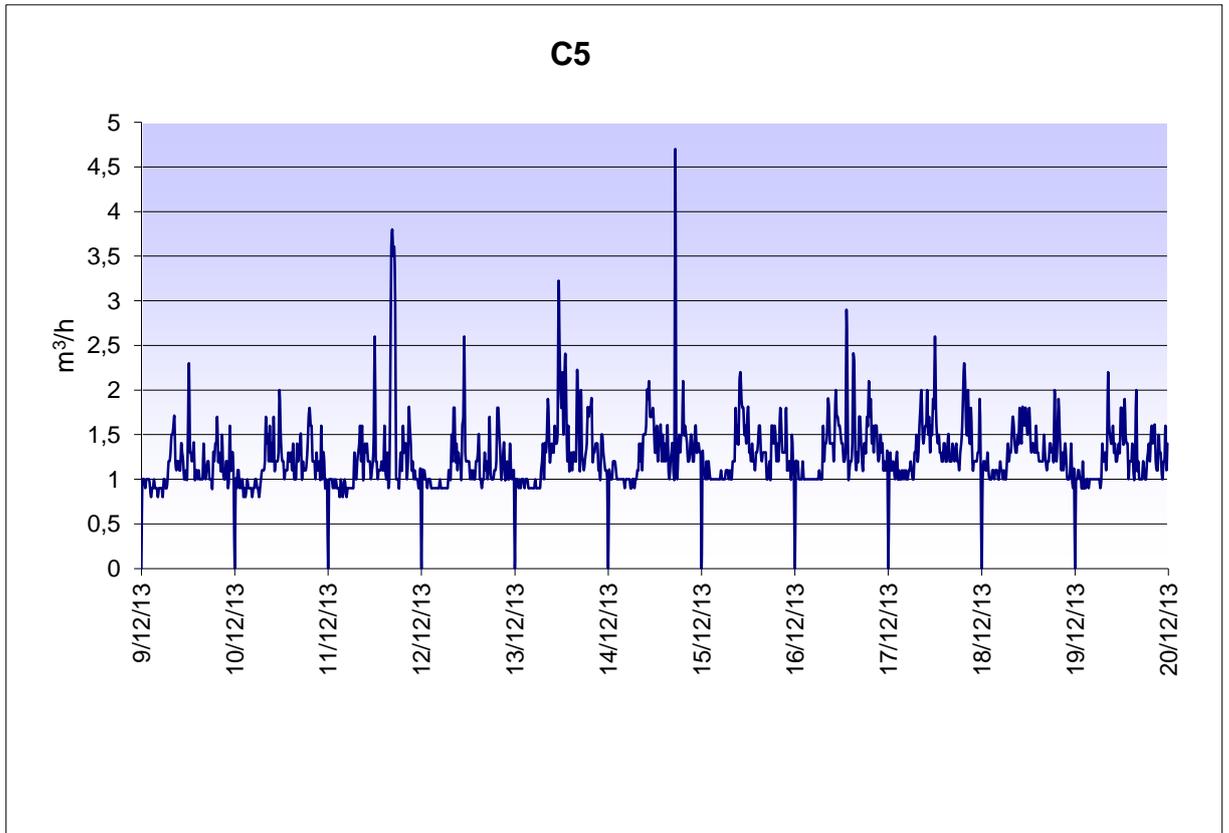
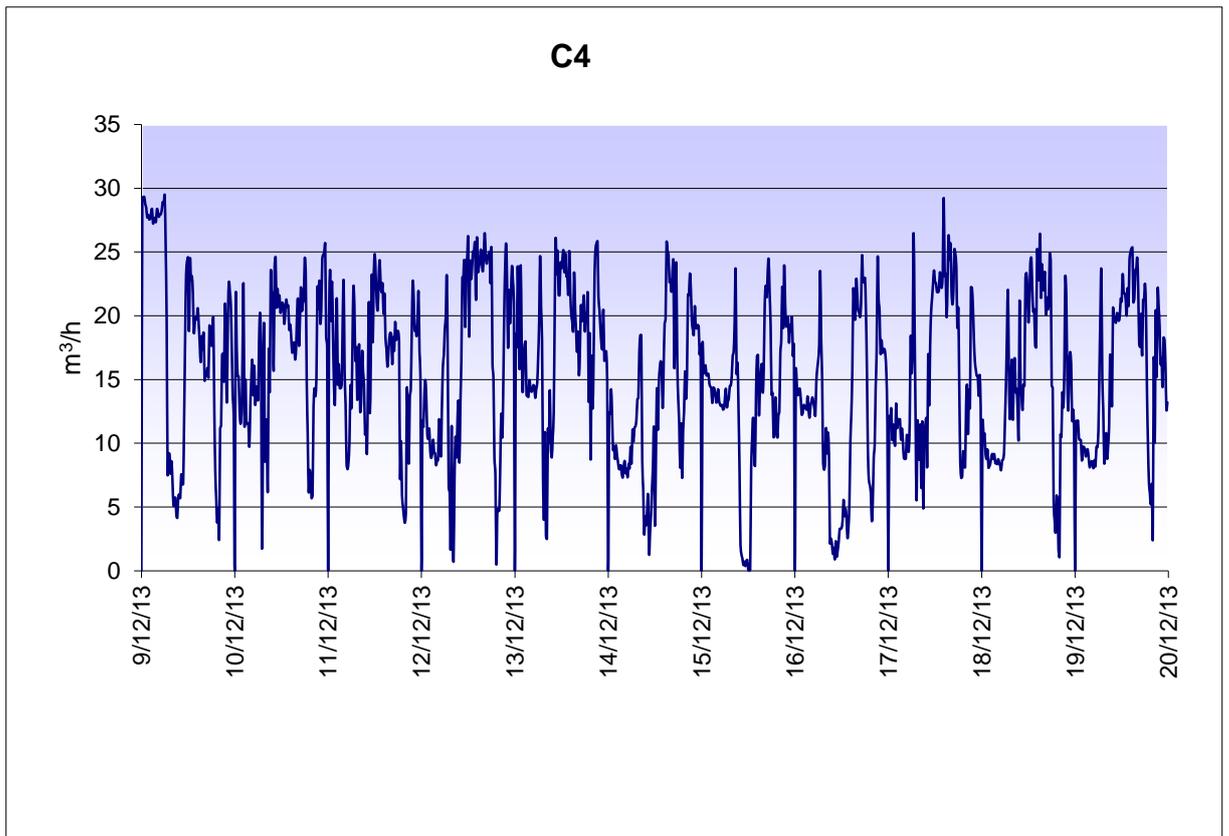
P28	La Chapelle Glain	44031 - ?
P29	La Chapelle Glain	44031 - ?
P30	Mésanger	44096 - 022
P31	Mésanger	44096 - 104
P32	Couffé	44048 - 070
P33	Mésanger	PI 44096 – 073(amont du stab des étourneaux)
P34	Couffé	44048 - 043
P35	Oudon	44115 - 024
P36	Le Cellier	44028 (LA HANNE)
P37	Le Cellier	44028 (LES CHEBAUDIÈRES°)
P38	Le Cellier	44028 (LE BOIS MACE)
P39	Mouzeuil	44107 - 029
P40	Teillé	44202 - 009
P54	Le Pin	Point de pression télégréré
P_La Barre	Le Cellier	Point de pression télégréré

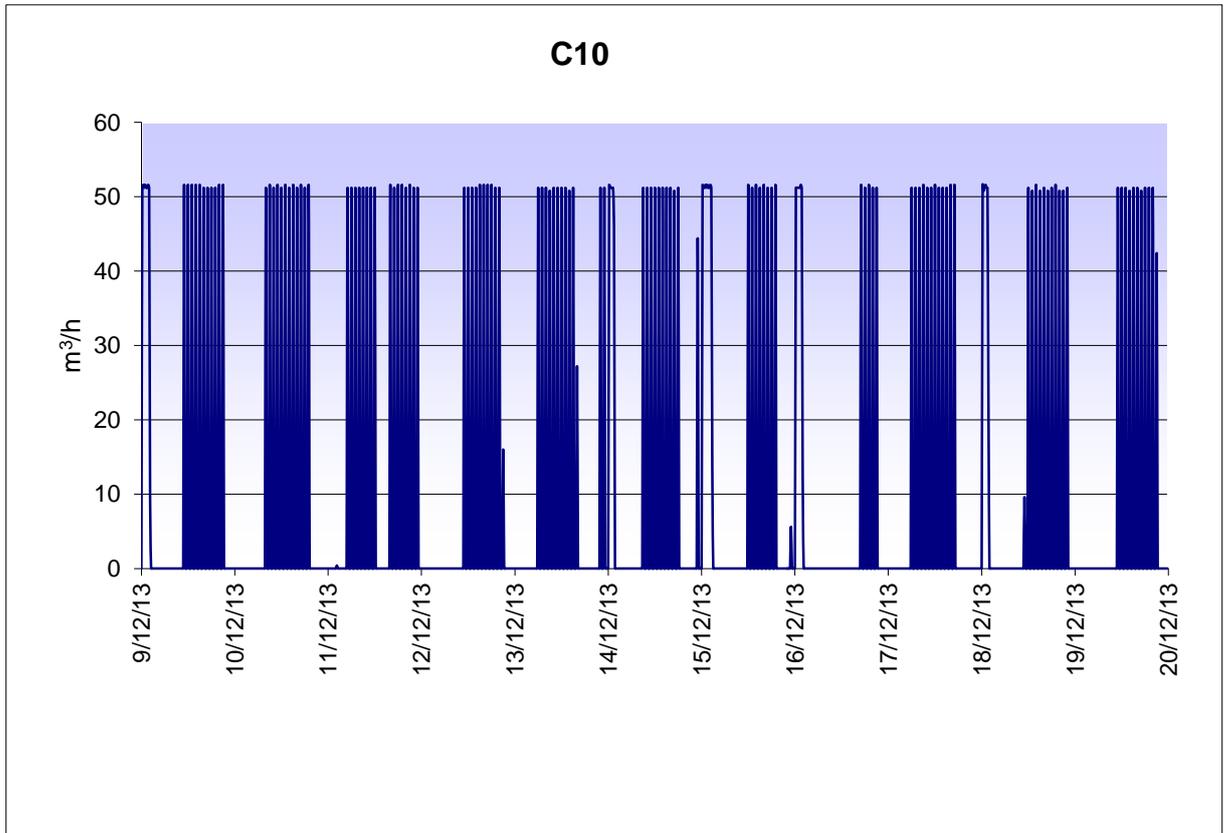
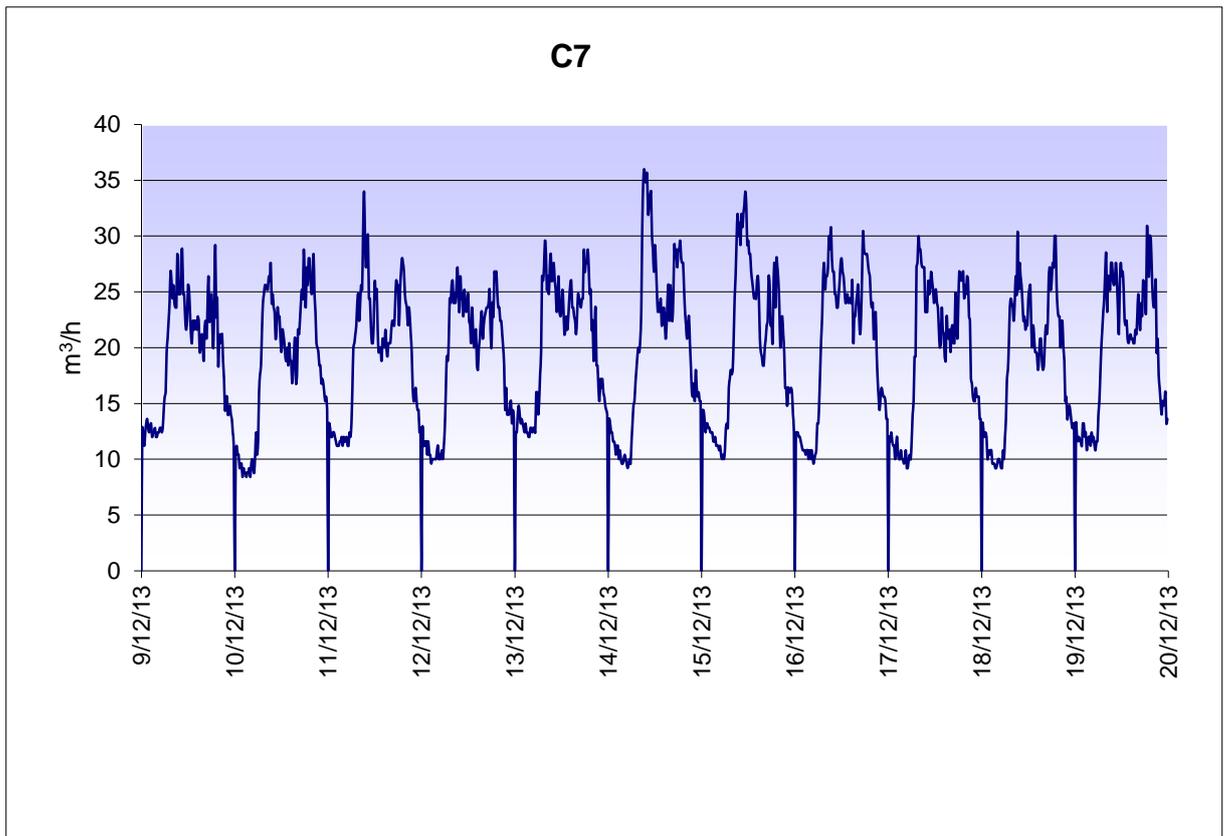
Annexe 9 : Dépouillement des données de la campagne de mesure

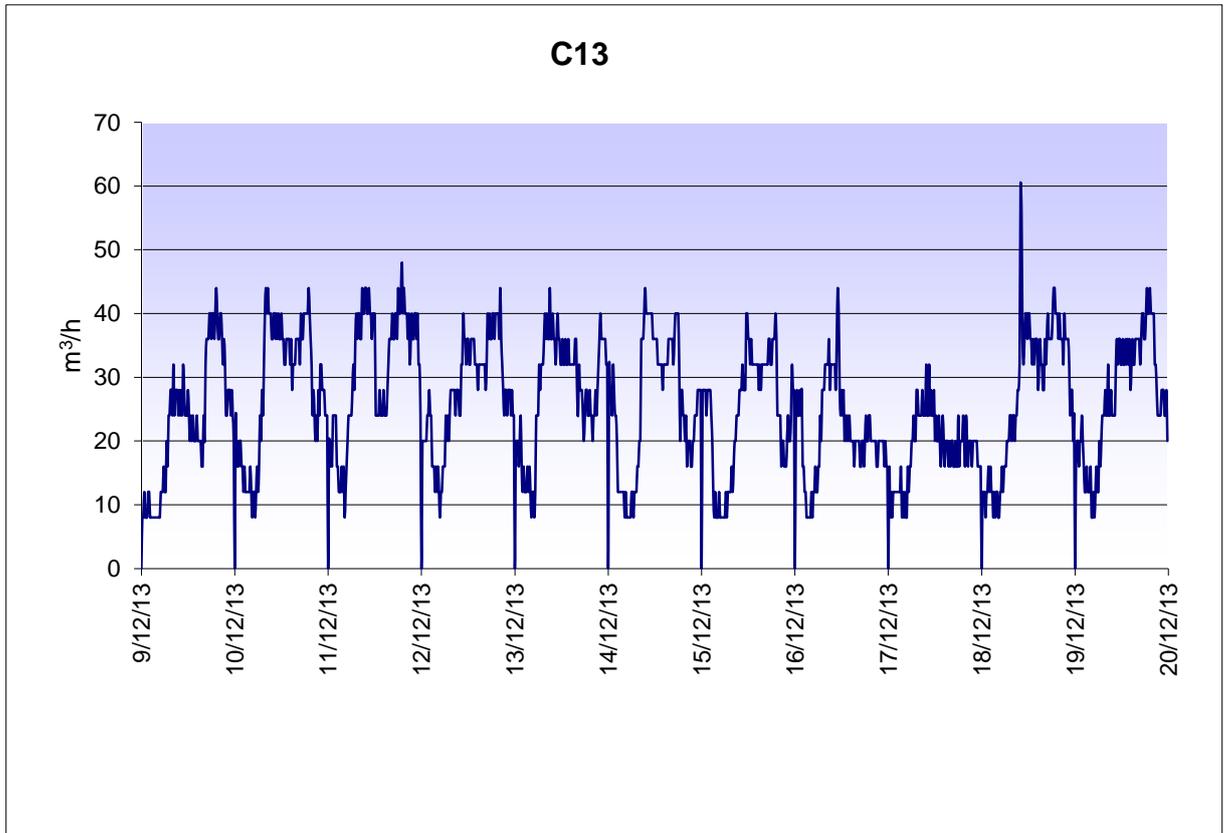
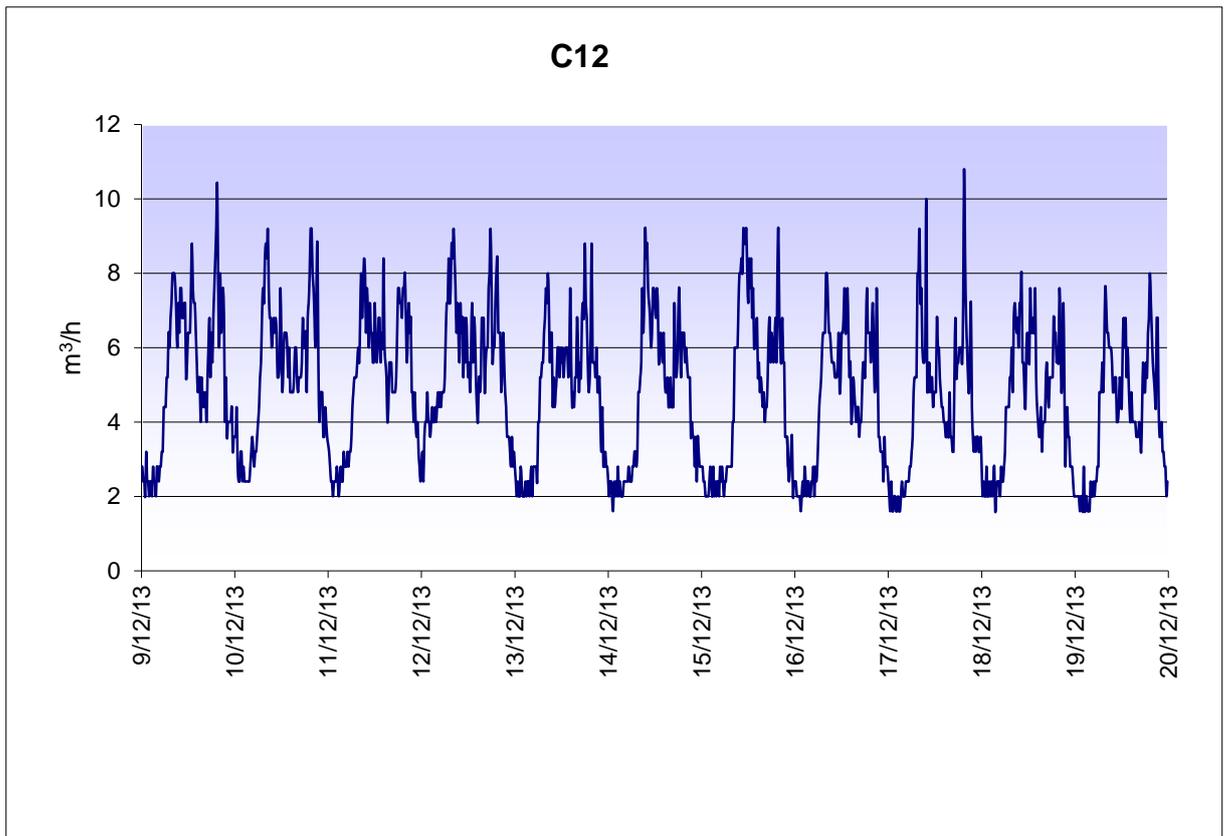
Ci-dessous quelques exemples de dépouillement des données de la campagne de mesure :

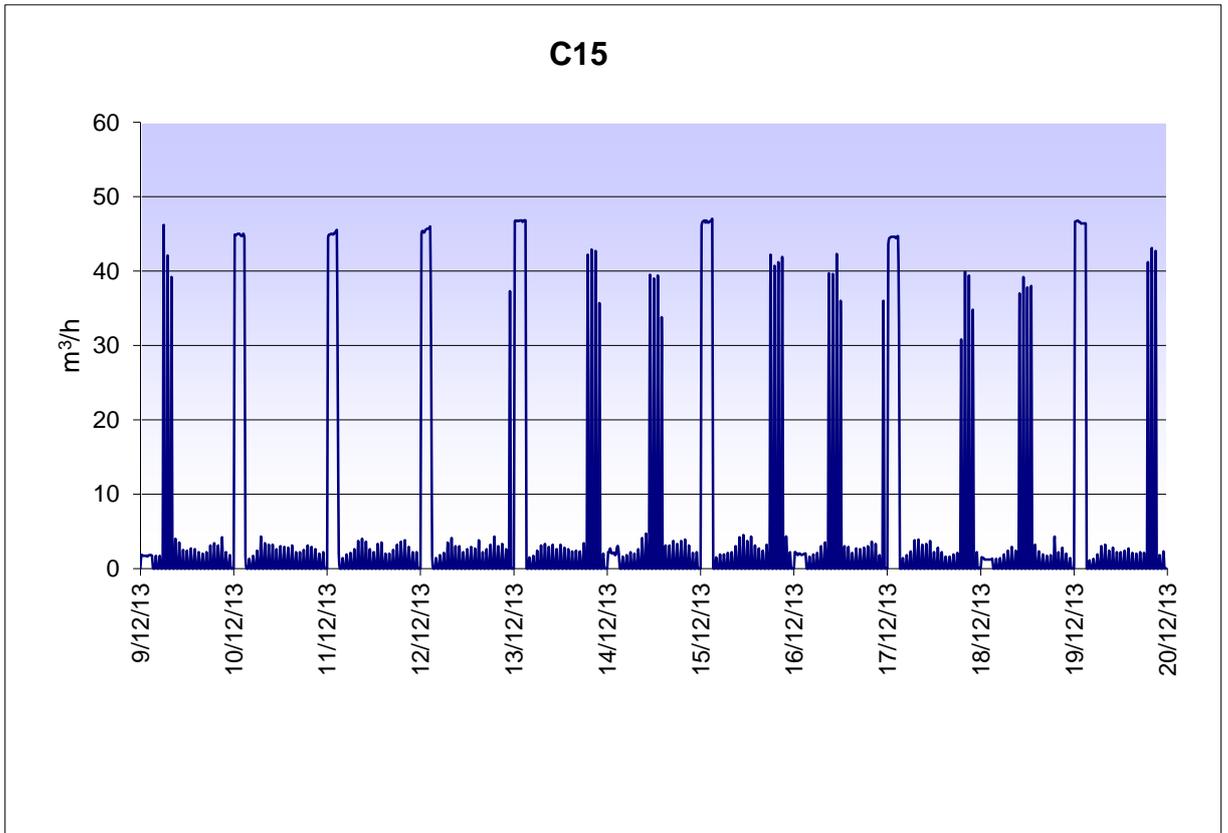
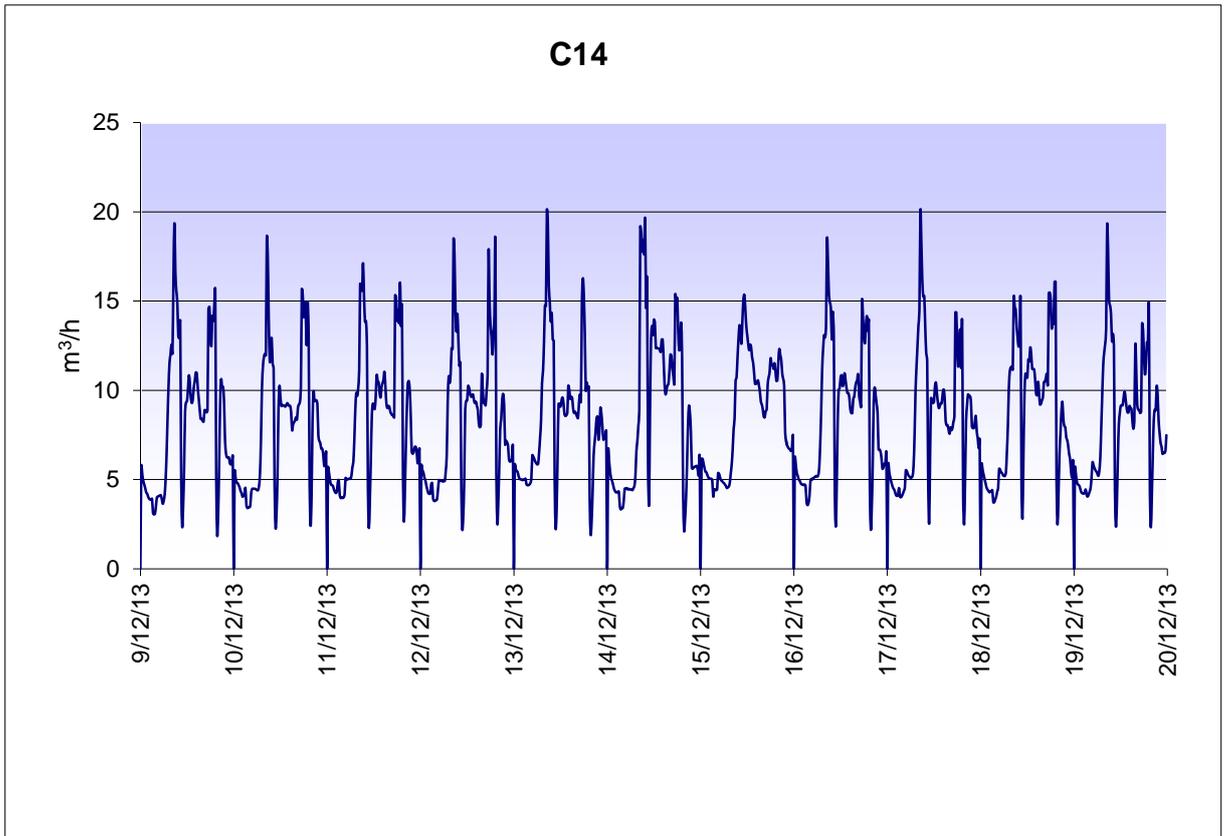
DEBIT



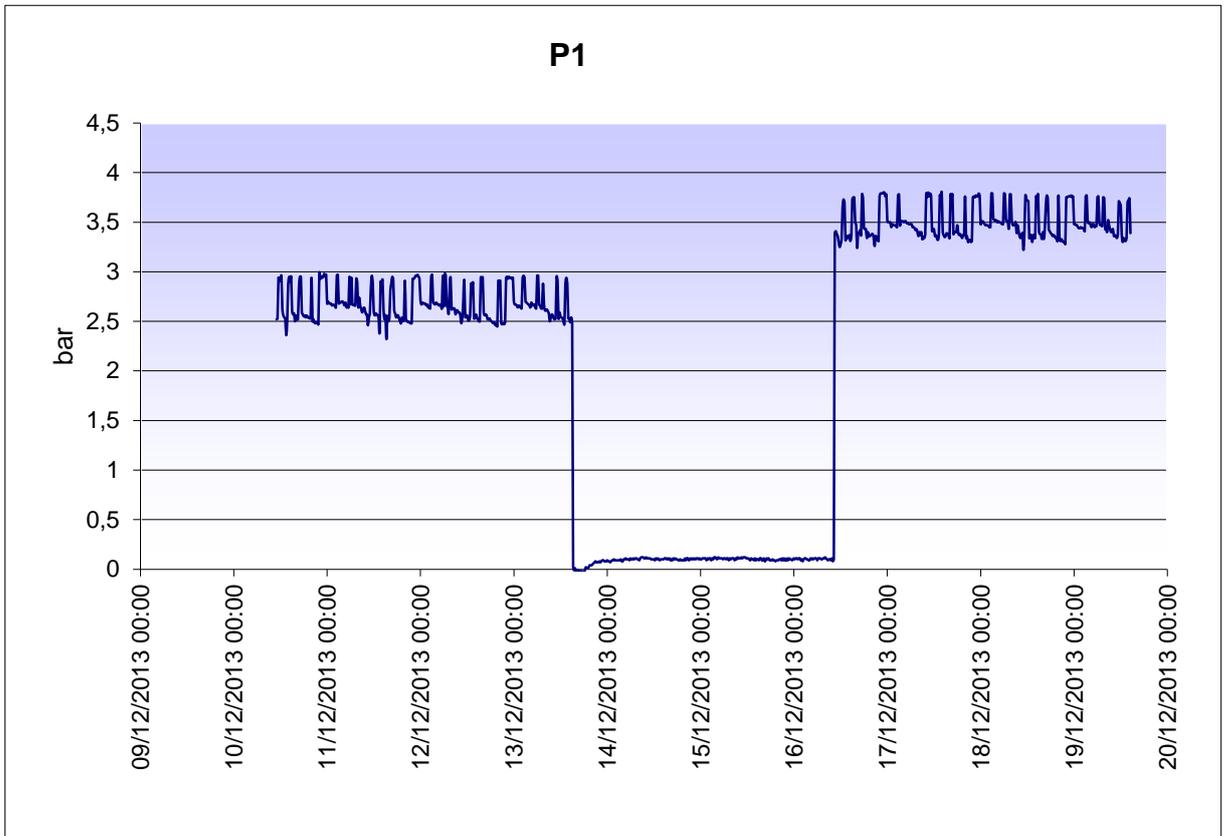


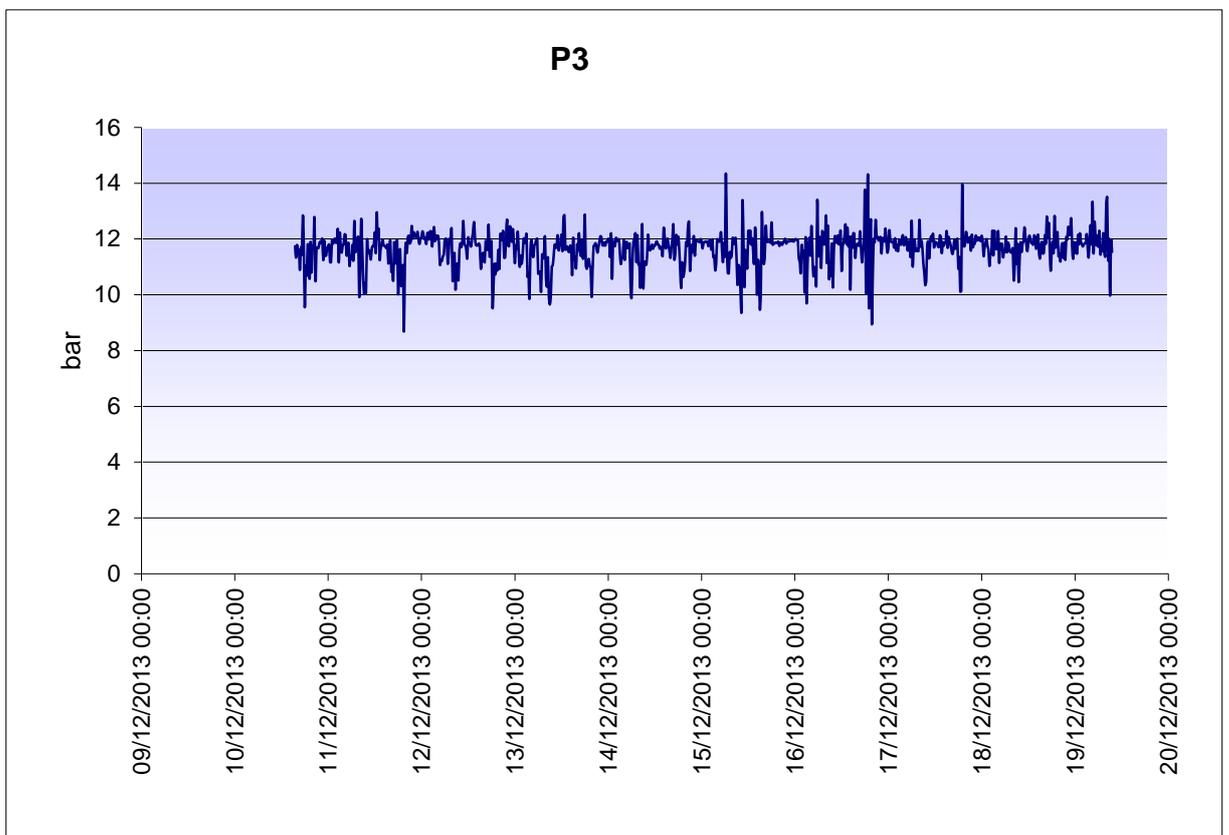
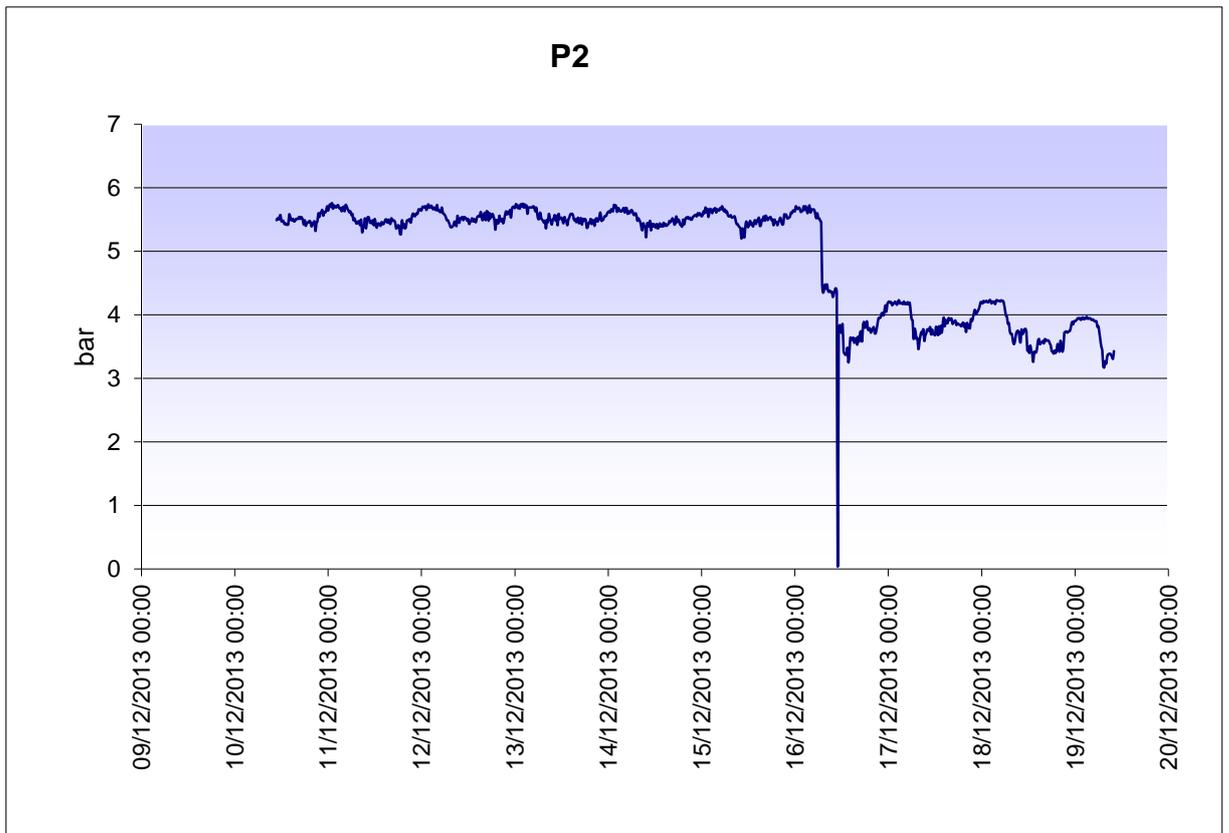


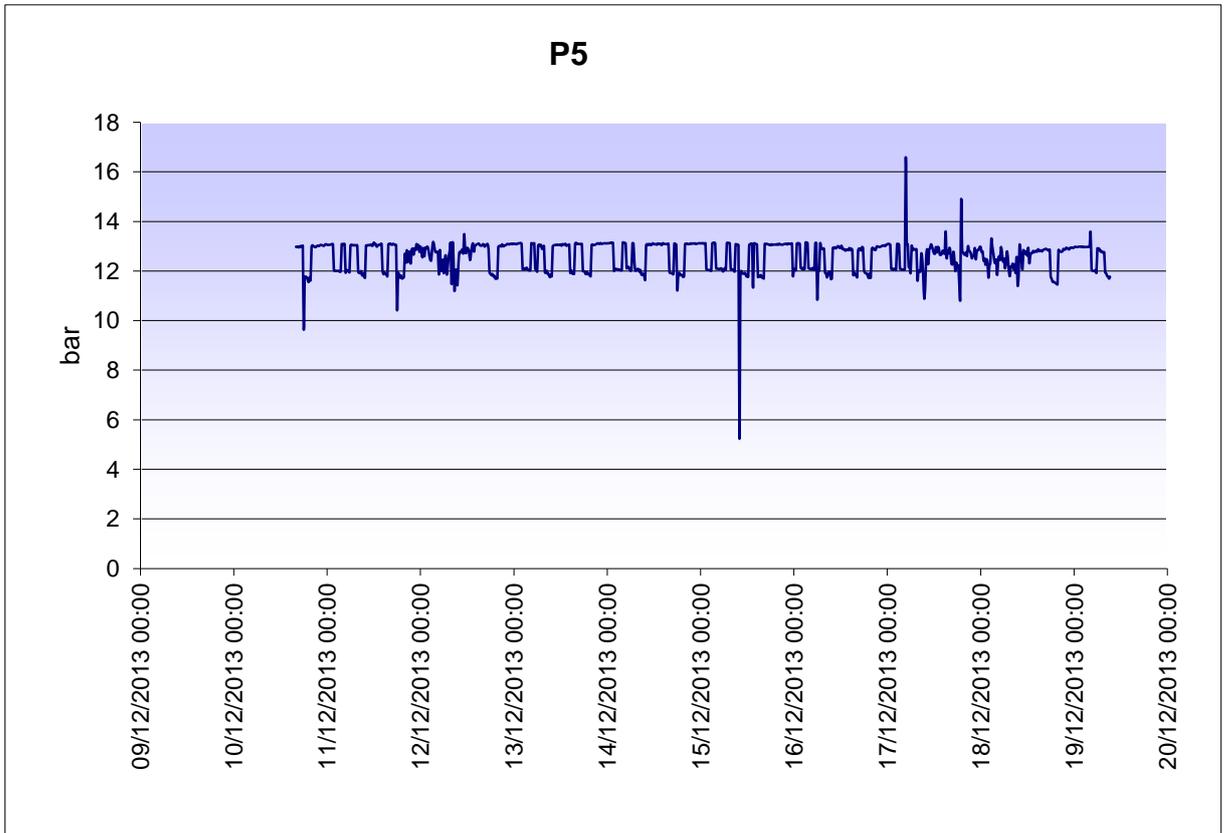
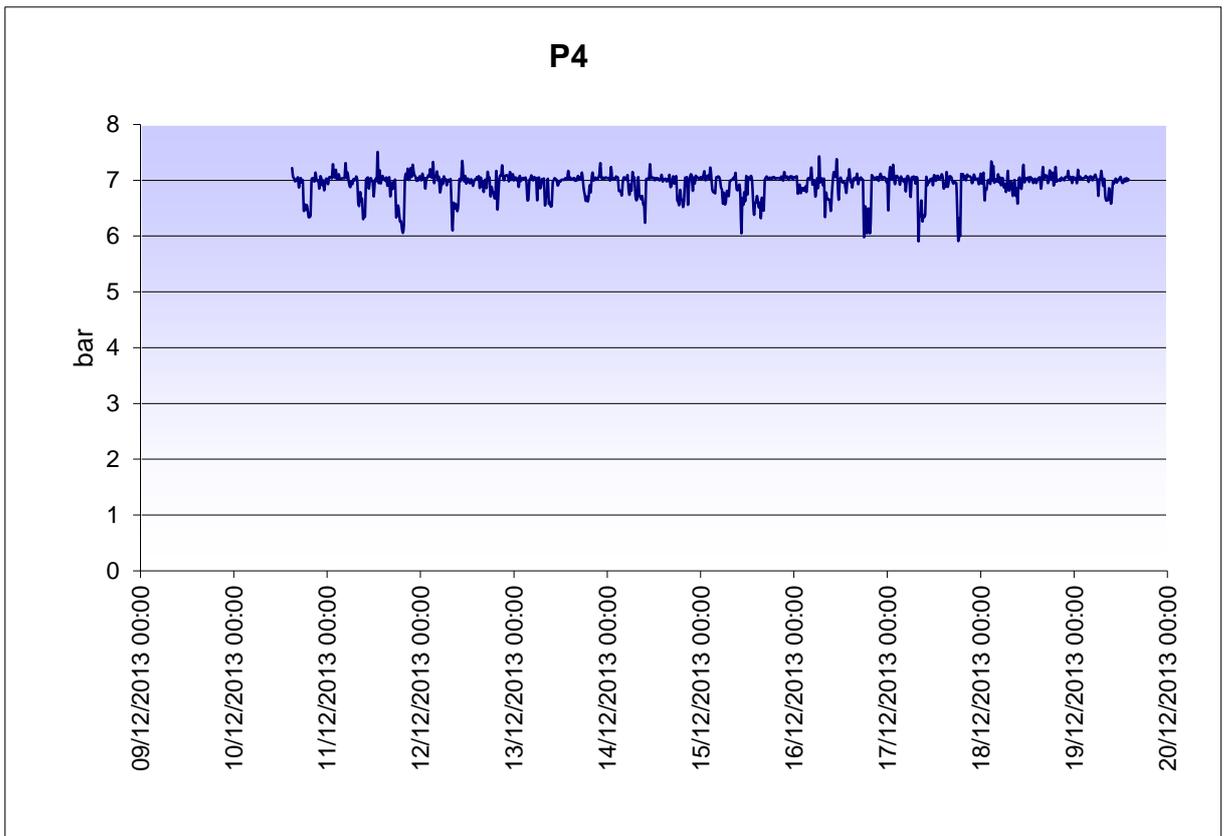




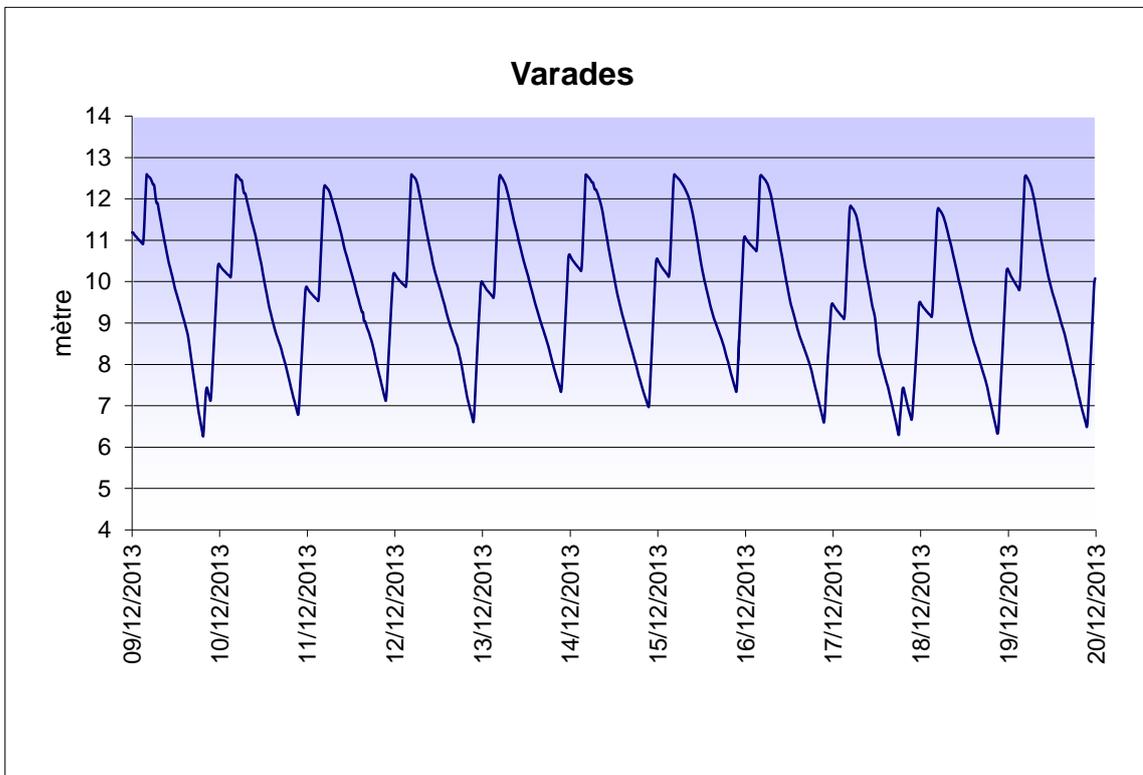
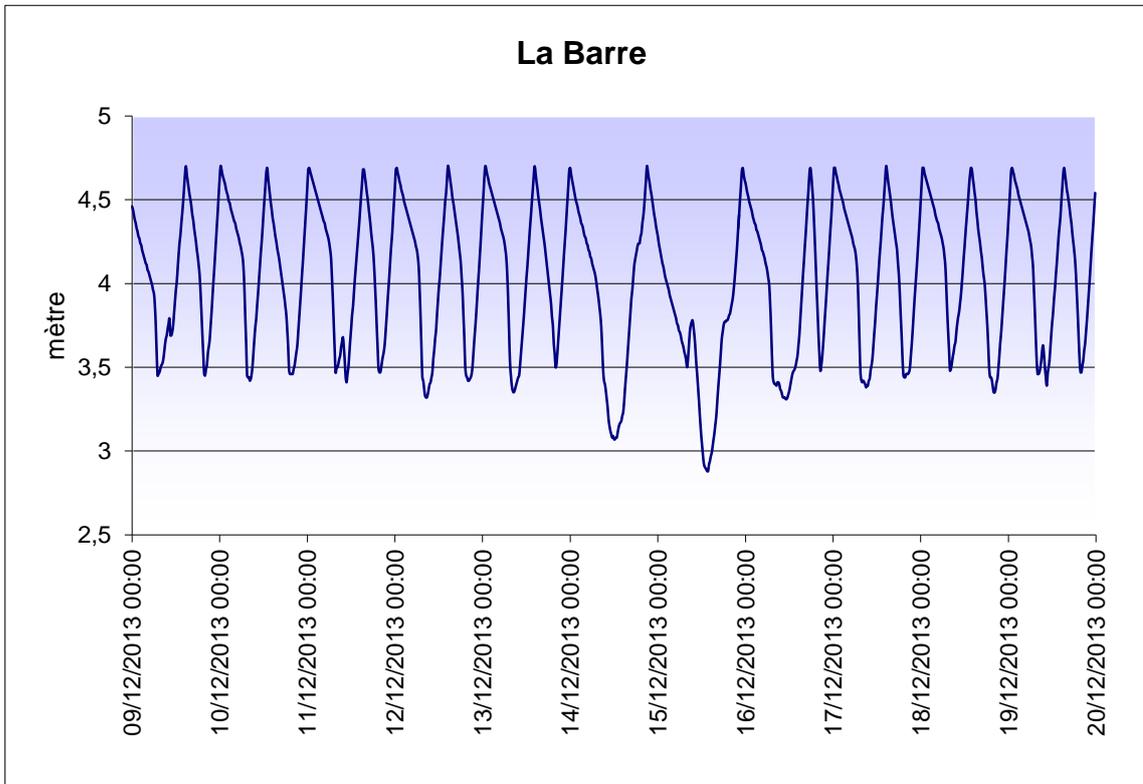
PRESSION

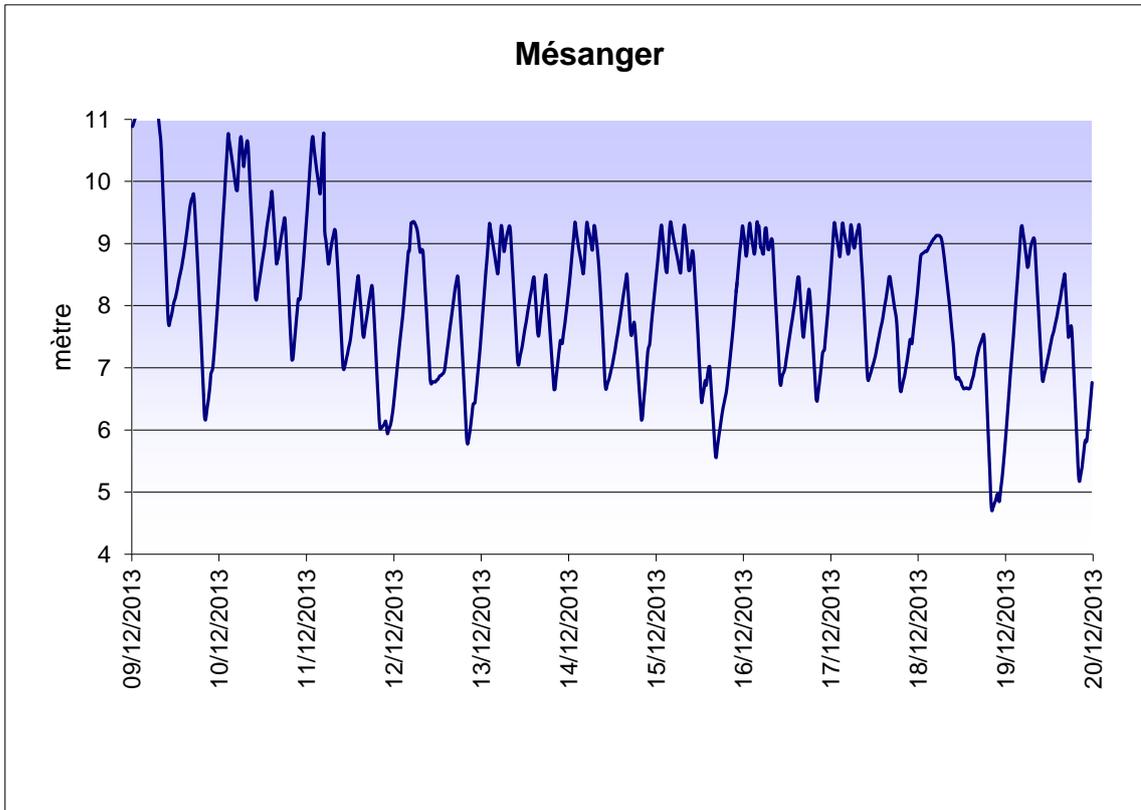
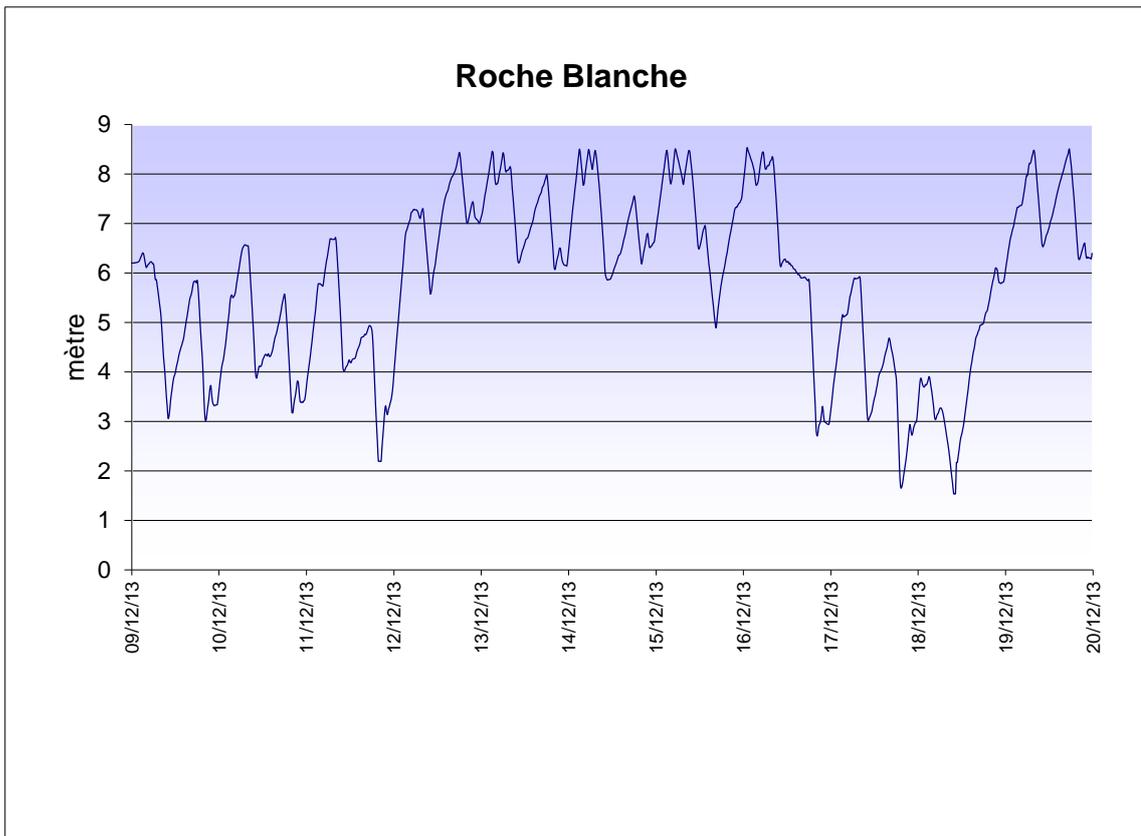


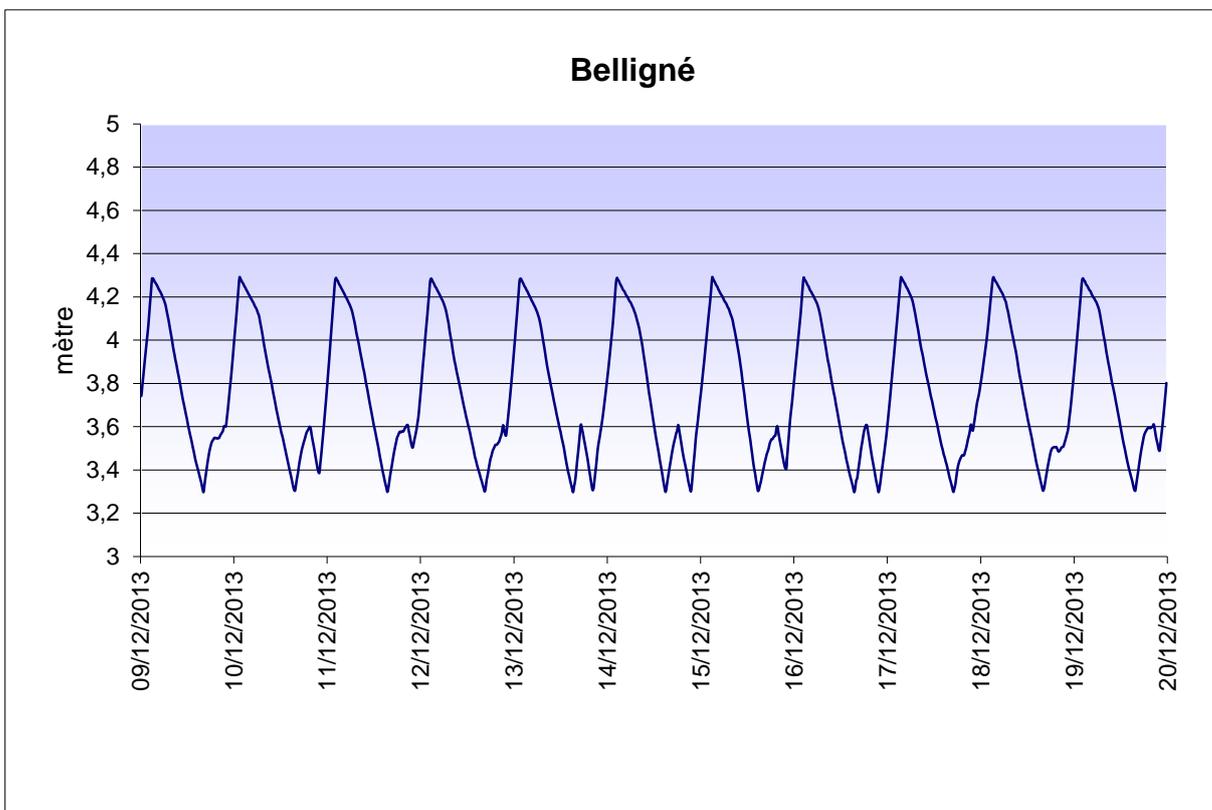
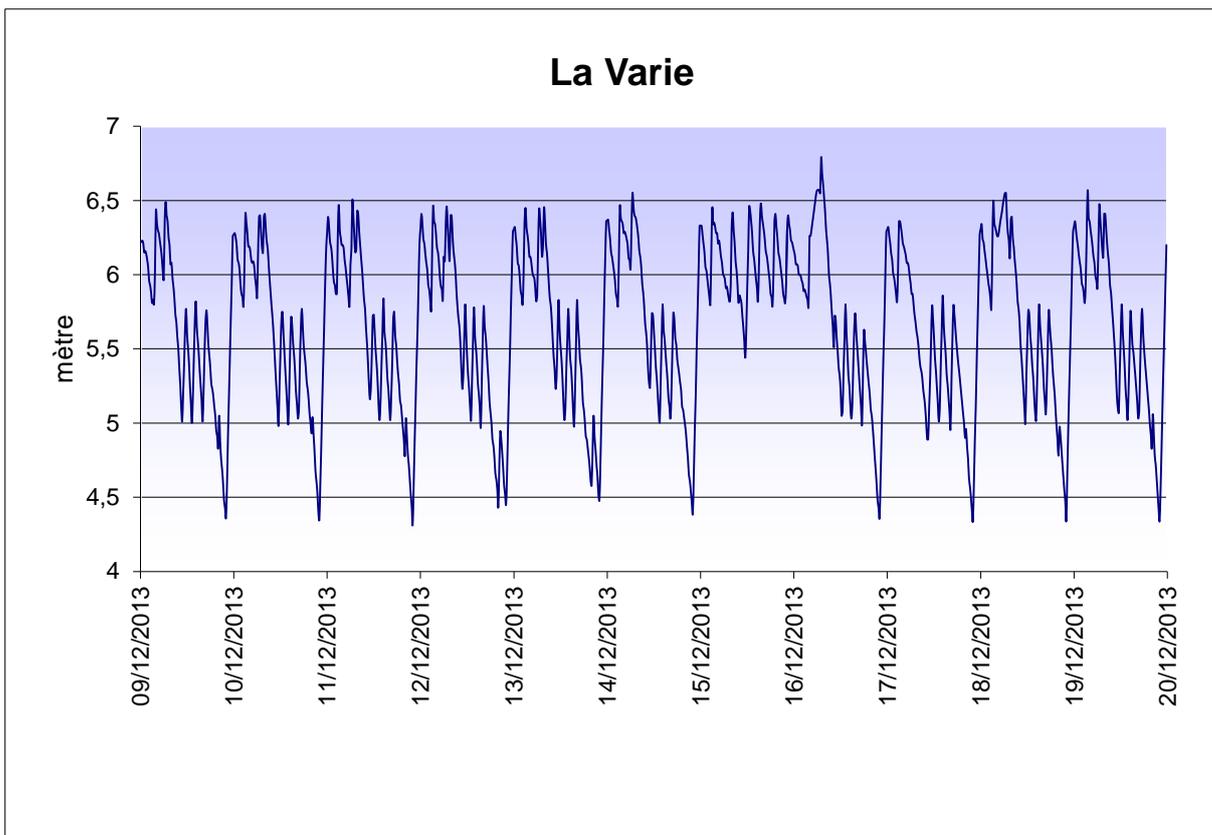




MARNAGE DES RESERVOIRS







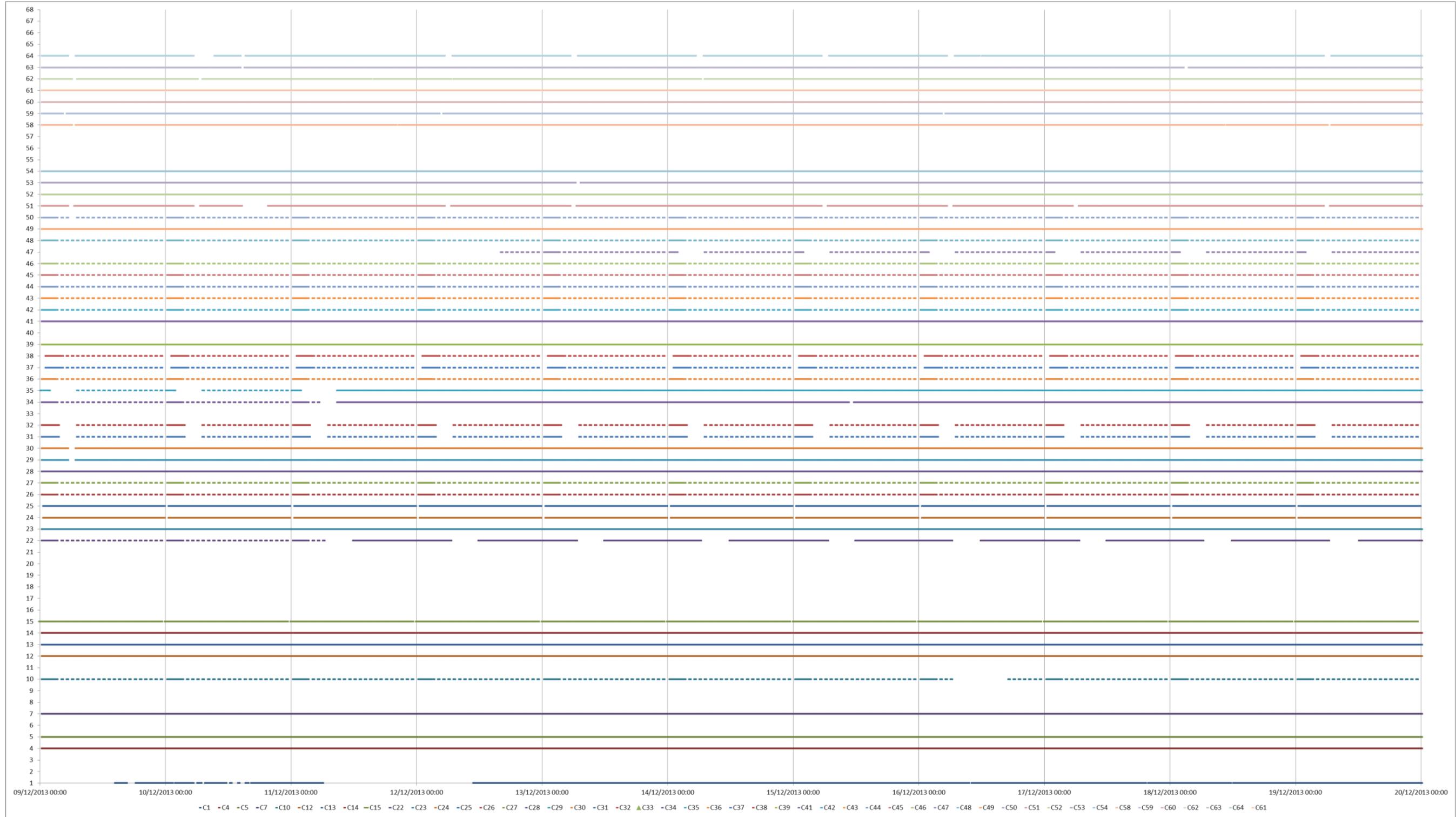
Annexe 10 : Information donnée par chaque mesure de pression

- P1 : déterminer la pression au niveau du refoulement-distribution desservant le réservoir La Varie dans l'objectif de vérifier la HMT de la pompe de refoulement ;
- P2 : connaître la pression au niveau du refoulement-distribution desservant le réservoir de Roche-Blanche dans l'objectif de vérifier la HMT de la pompe de refoulement ;
- P3 : connaître la pression au niveau du refoulement-distribution desservant le réservoir de Roche-Blanche dans l'objectif de vérifier la HMT de la pompe de refoulement ;
- P4 : connaître la pression au niveau du refoulement-distribution desservant le réservoir de Roche-Blanche dans l'objectif de vérifier la HMT de la pompe de refoulement ;
- P5 : déterminer la pression au niveau du refoulement-distribution desservant le réservoir de Mésanger dans l'objectif de vérifier la HMT de la pompe de refoulement ;
- P6 : déterminer la pression au niveau du refoulement-distribution desservant le réservoir de Mésanger dans l'objectif de vérifier la HMT de la pompe de refoulement ;
- P7 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Roche Blanche et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P8 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Roche Blanche et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P9 : connaître la pression du secteur qui est sous la charge du Stab Aval la Journière et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P10 : connaître la pression du secteur qui est sous la charge du Stab Aval la Pintaudière et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P11 : connaître la pression sous la charge du réservoir Varades et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P12 : connaître la pression sous la charge du réservoir Varades et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P13 : connaître la pression sous la charge du stab aval Cote de Bray, ce qui permet de caler la consigne de ce dernier ;
- P14 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Roche Blanche et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P15 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Belligné et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P16 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Roche Blanche et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P17 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Roche Blanche et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;

- P18 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P19 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P20 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P21 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P22 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P23 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P24 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P25 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P26 : déterminer la pression sous la charge de la surpression de Saint-Sulpice dans l'objectif de vérifier la HMT du refoulement ;
- P27 : déterminer la pression sous la charge de la surpression de Saint-Sulpice et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P28 : déterminer la pression sous la charge de la surpression de Saint-Sulpice et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P29 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Saint-Sulpice et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P30 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P31 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P32 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P33 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P34 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P35 : connaître la pression du secteur qui est sous la charge du Stab Aval les champs de fontaines et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P36 : déterminer la pression sous la charge de la surpression de La Barre et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P37 : connaître la pression sous la charge du réservoir de La Barre et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P38 : connaître la pression sous la charge du réservoir de Mésanger et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;

- P39 : connaître la pression du secteur qui est sous la charge du Stab Aval la Guibretière et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P40 : connaître la pression du secteur qui est sous la charge du Stab Aval la Guibretière et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P54 : déterminer la pression sous la charge de la surpression de Saint-Sulpice et déterminer d'éventuelles pertes de charge ;
- P55 : déterminer la pression au niveau de la surpression de La Barre.

Annexe 11 : Disponibilité des données de chaque compteur



Annexe 12 : Compteurs présentant un dysfonctionnement ou une mauvaise programmation lors de la campagne de mesure

N°	Dénomination	Type de lacune
C10	Compteur Vente d'eau Candé	programmation de nuit et coupure le 16/12 entre 06:15 et 16:45
C15	Vente d'eau Le Menardeau	programmation de nuit
C22	Débitmètre Georges Clémenceau	Pas de temps horaire du 09/12 jusqu'au 11/12 à 11:45
C24	Compteur la Roulière 1	Pas de temps de 30 min
C25	Compteur la Roulière 2	Pas de temps de 30 min
C26	Compteur Oudon Les Champs	pas de temps horaire sauf entre 00:15 et 03:00 (programmation de nuit)
C27	Compteur Butte des Tertres	programmation de nuit
C29	Compteur St Barthélémy	Coupure le 09/12 entre 05:15 et 06:30
C30	Débitmètre St Barthélémy	Coupure le 09/12 entre 05:15 et 06:30
C31	Compteur La Cotellerie	pas de temps horaire sauf entre 00:15 et 03:00 et coupure tous les jours entre 03:30 et 06:45
C32	Débitmètre La Cotellerie	pas de temps horaire sauf entre 00:15 et 03:00 et coupure tous les jours entre 03:30 et 06:45
C33	Débitmètre Maumusson	Compteur en disfonctionnement pendant la campagne de mesure
C34	Débitmètre réducteur Pierre Dautel	programmation de nuit du 09/12 jusqu'au 11/12 à 08 :45
C35	Débitmètre La Poussemetière	programmation de nuit du 09/12 jusqu'au 11/12 à 08 :45 avec coupures entre 01:15 et 06:45
C36	Débitmètre Rue des Lilas	programmation de nuit
C37	Débitmètre Bois d'Amont 1	programmation de nuit
C38	Débitmètre Bois d'Amont 2	programmation de nuit
C42	Débitmètre La Richevardière	programmation de nuit
C43	Débitmètre Couffé	programmation de nuit
C44	Débitmètre Couffé	programmation de nuit

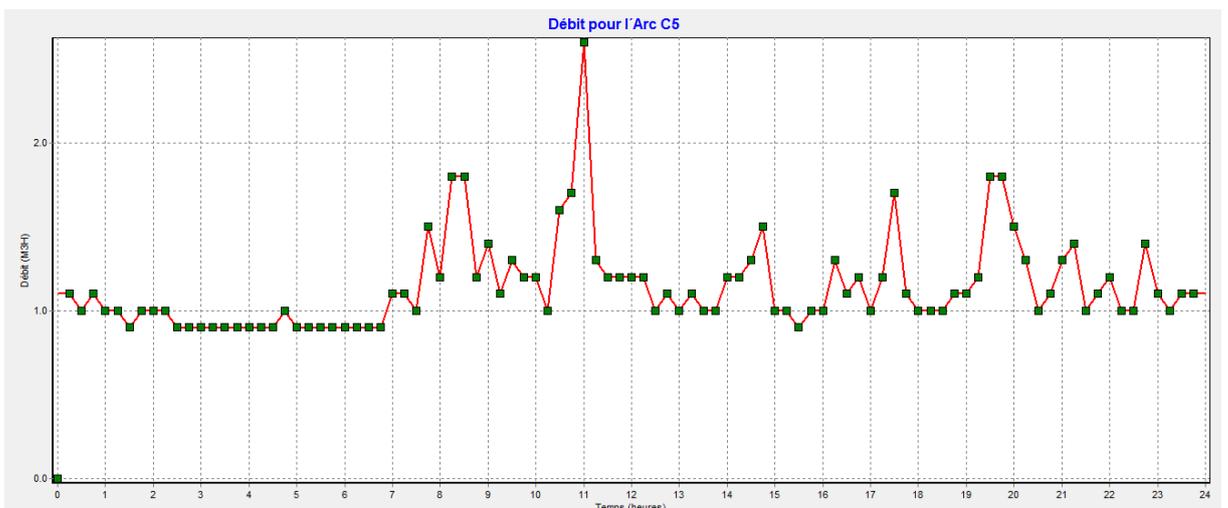
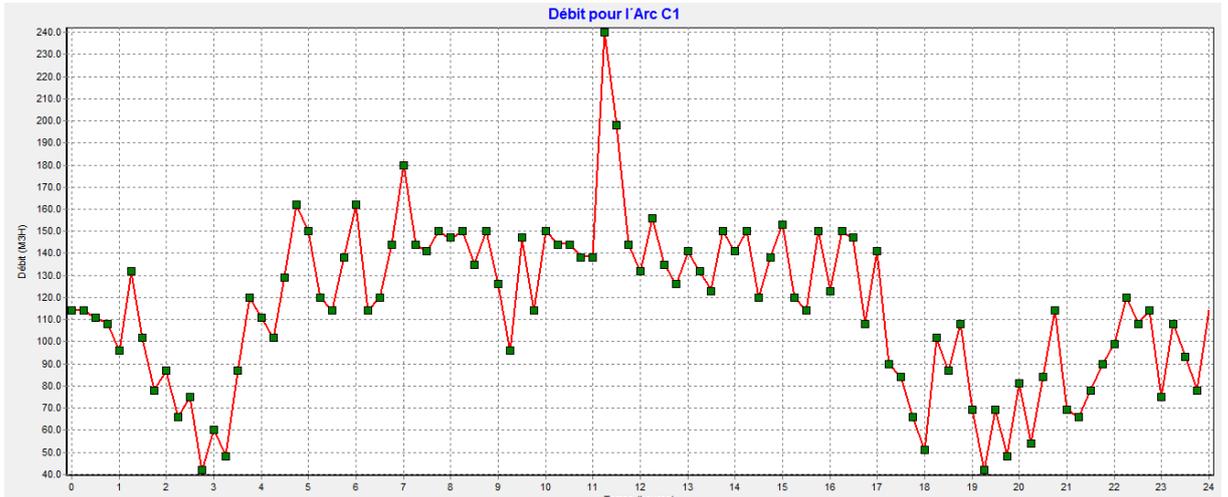
C45	Débitmètre Riaillé	programmation de nuit
C46	Débitmètre Pannecé	programmation de nuit
C47	Débitmètre St Mars-La-Jaille	programmation de nuit
C48	Débitmètre St Herblon	programmation de nuit
C50	Débitmètre Montrelais	programmation de nuit
C51	Débitmètre Sortie Réservoir de St Sulpice	Coupure tous les jours entre 05:15 et 06:30 et le 10/12 entre 14:30 et 19:15
C53	Débitmètre La-Chapelle-Glain 2	Coupure le 13/12 entre 06:15 et 07:00
C58	Sortie réservoir Roche Blanche	Coupure les 09 et 19 décembre entre 06:00 et 06:15
C59	Sortie réservoir Mésanger	Coupure les 09, 12 et 16 décembre entre 04:15 et 04:45
C62	Sortie réservoir Varades	Coupure les 09/12 et 10/12 entre 06:00 et 06:45 et le 14/12 entre 06:15 et 06:45
C63	Compteur Surpression Général st sulpices	Coupure le 10/12 entre 14:15 et 14:45 et le 18/12 entre 02:30 et 03:15
C64	Compteur forage St Sulpice des Landes	Coupure tous les jours entre 05 :15 et 06 :30 sauf les 11/12 et 17/12 et le 10/12 entre 05 :15 et 09 :00
C65	Compteur sortie usine Ancenis	télégestion non disponible
C66	Compteur sortie usine Mésanger	télégestion non disponible
C77	Compteur sortie usine RB	télégestion non disponible

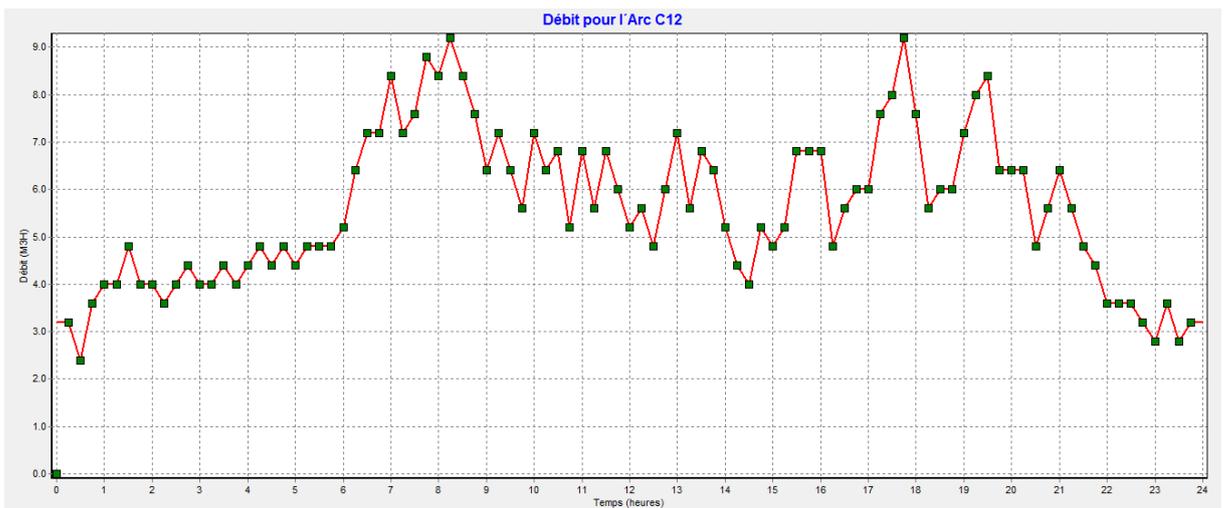
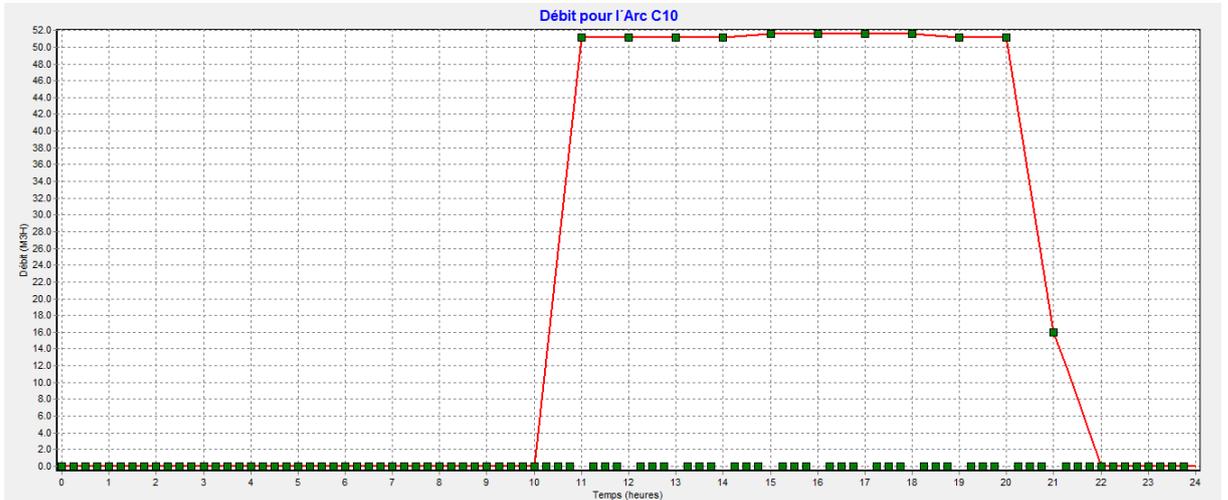
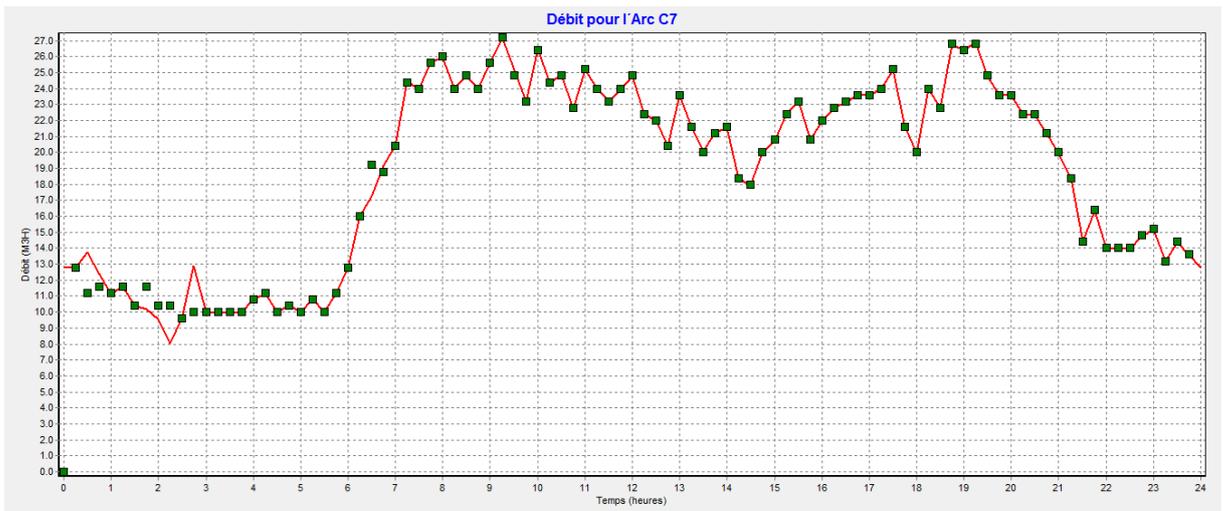
Rajoutons à cela qu'il manque la valeur à minuit sur la totalité des données issues de la télégestion.

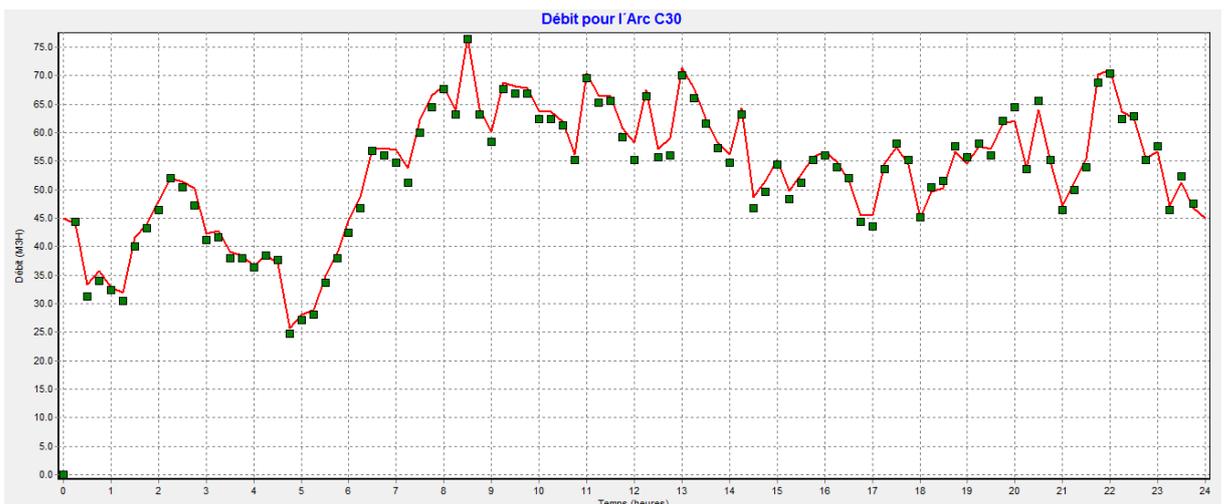
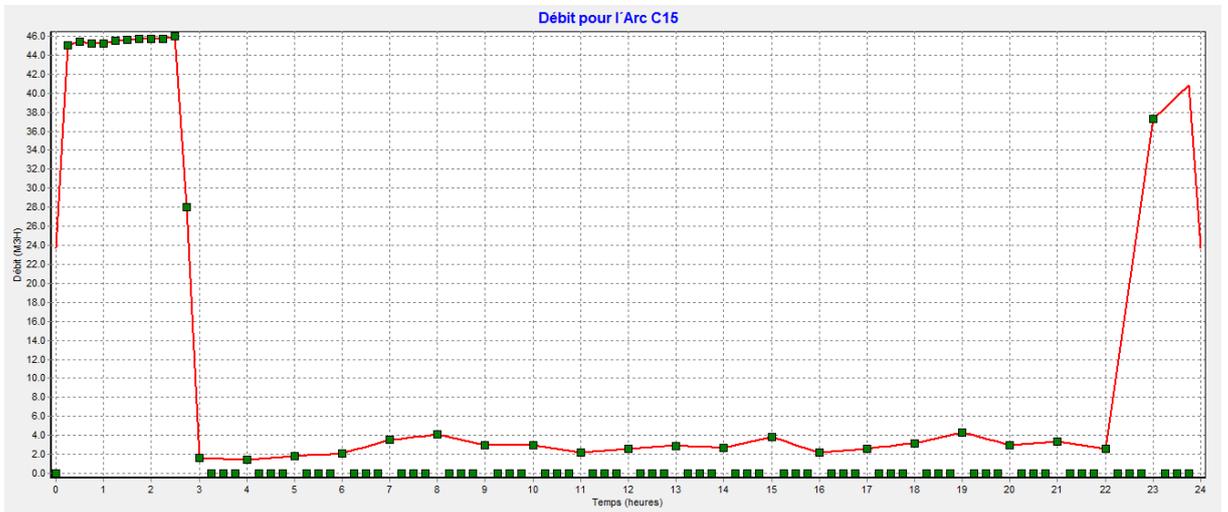
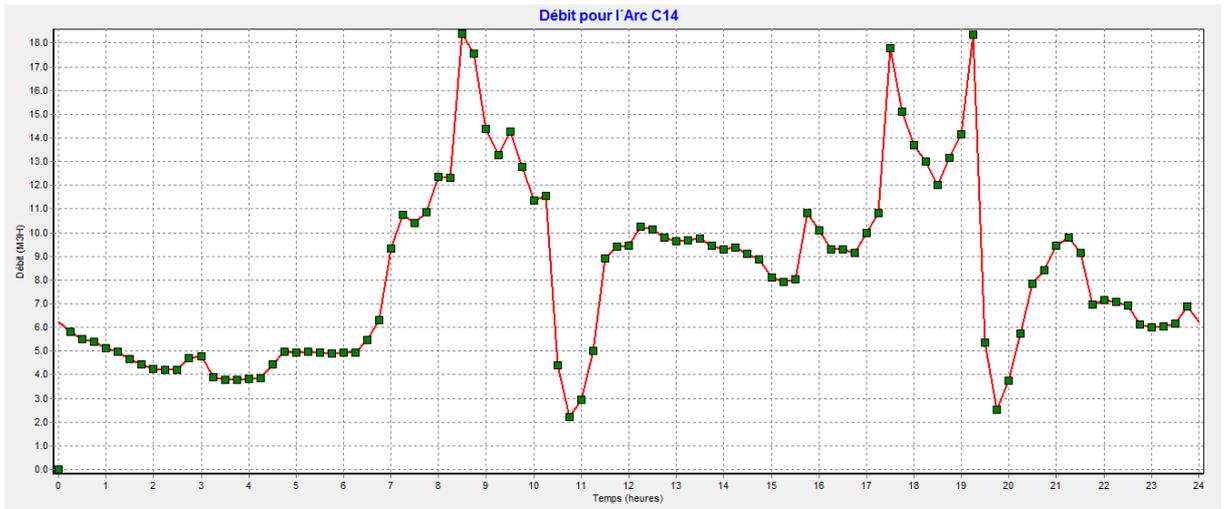
Annexe 13 : Courbes de calage au niveau de quelques points de mesure

Ci-dessous quelques exemples de courbes de calage :

DEBIT

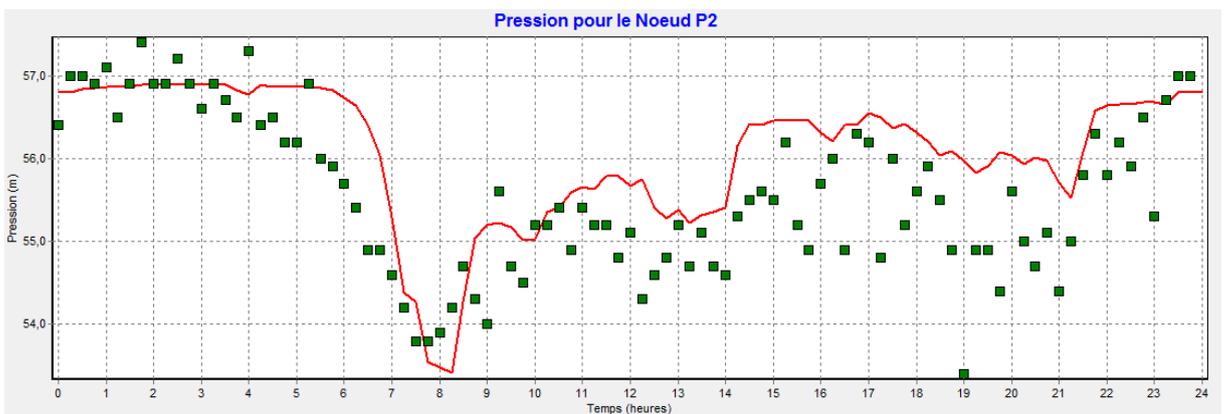
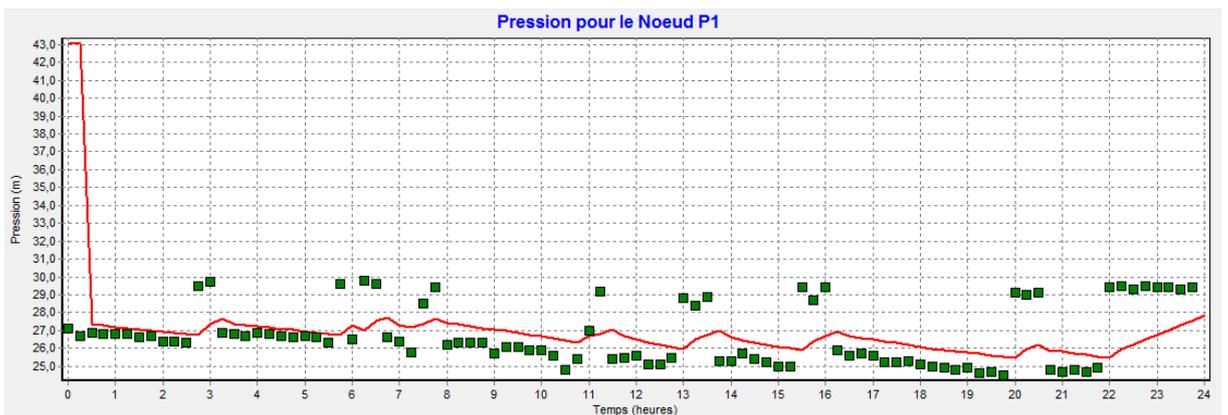


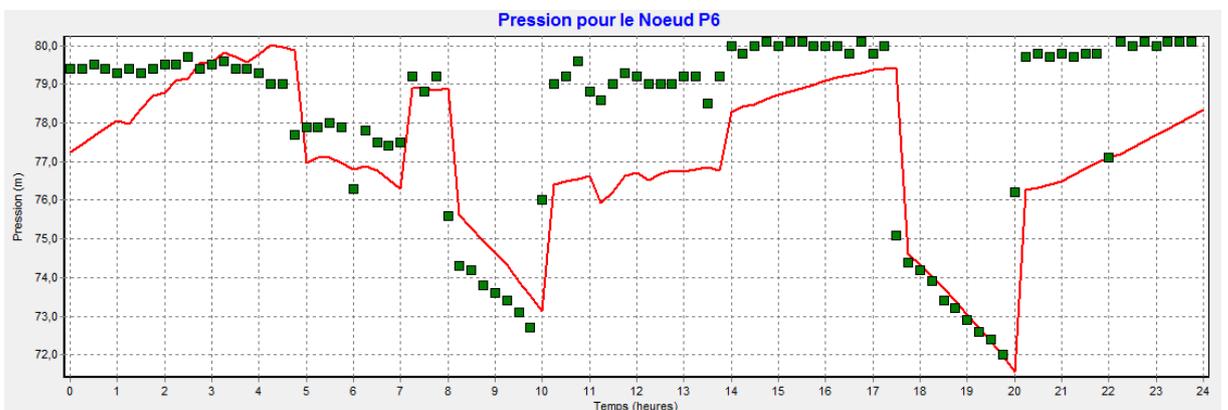
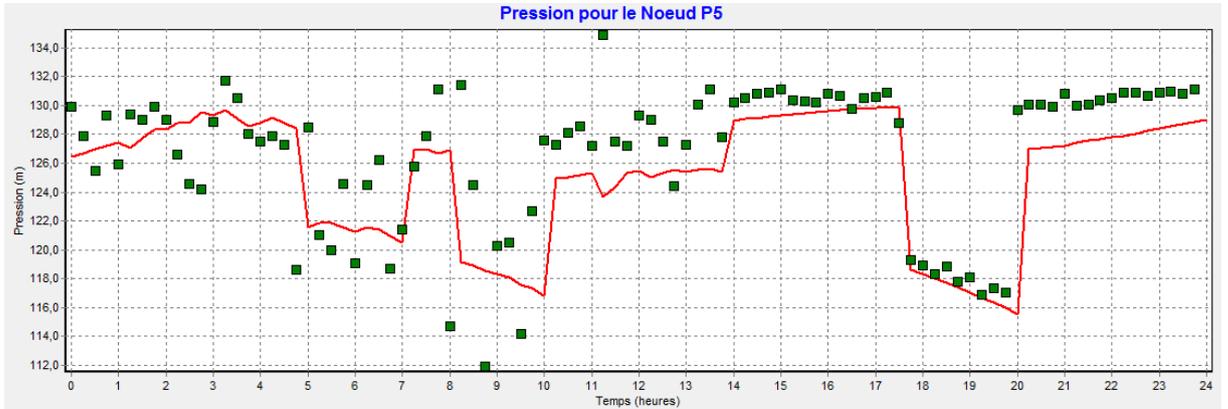
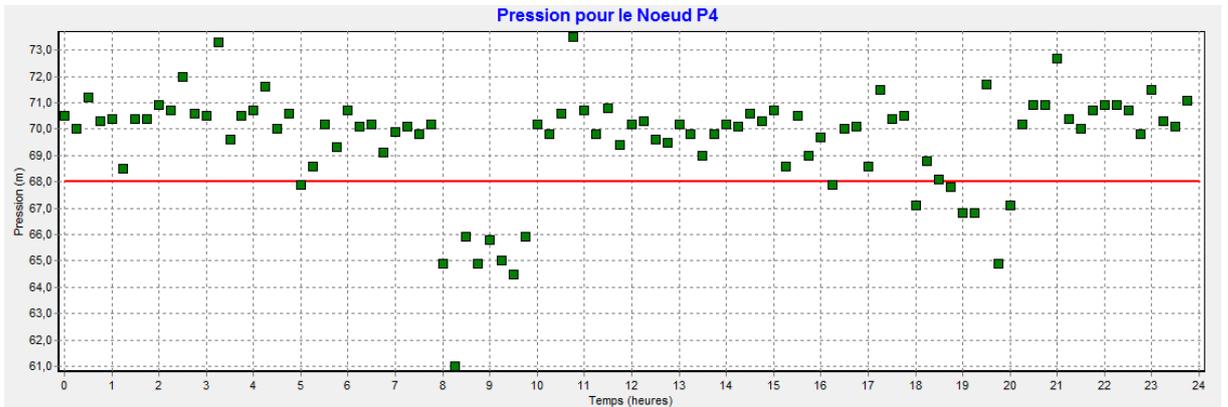
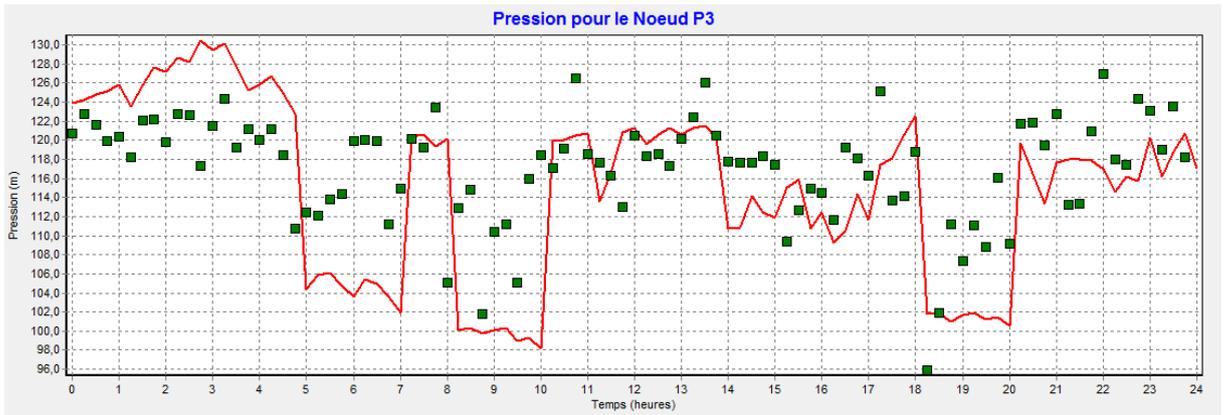


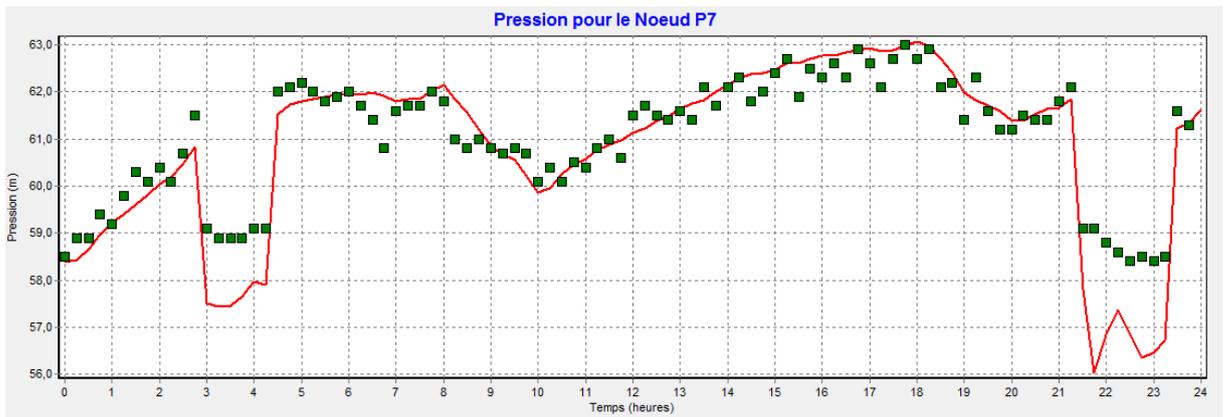




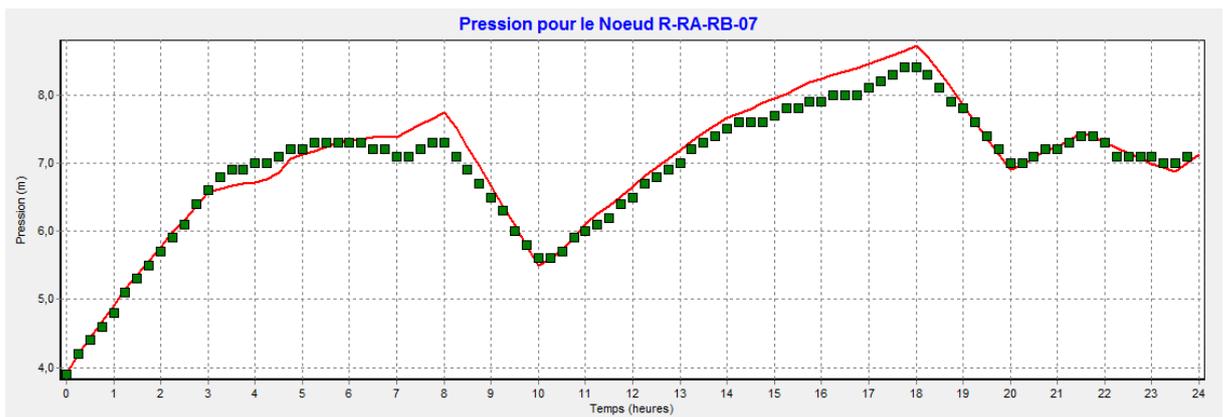
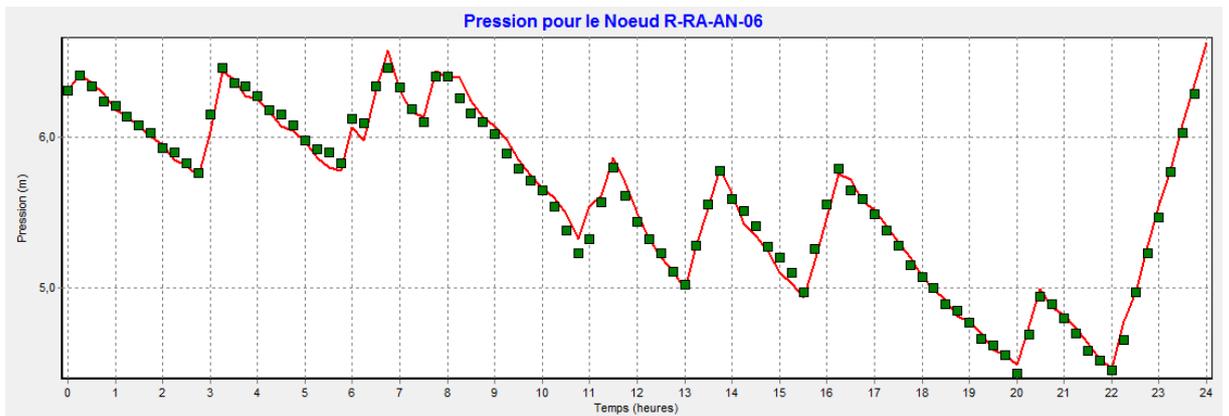
PRESSION

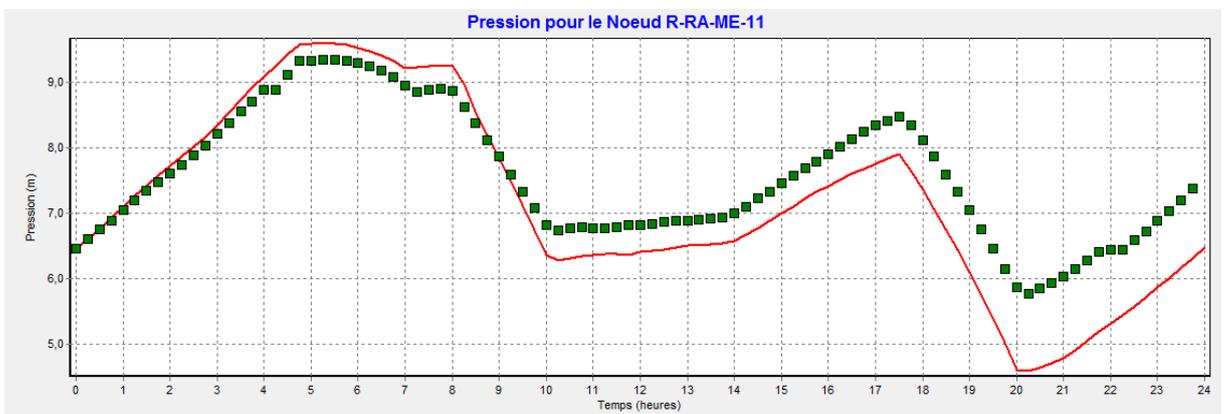
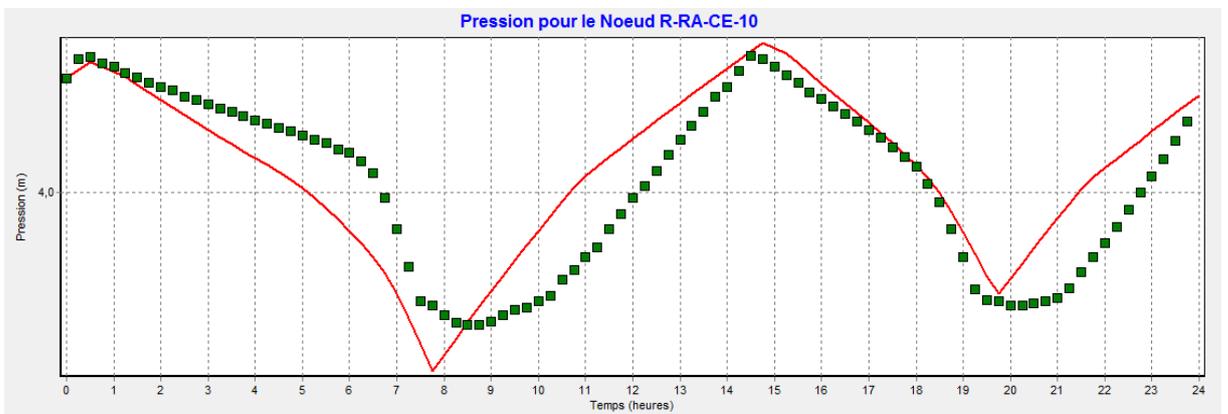
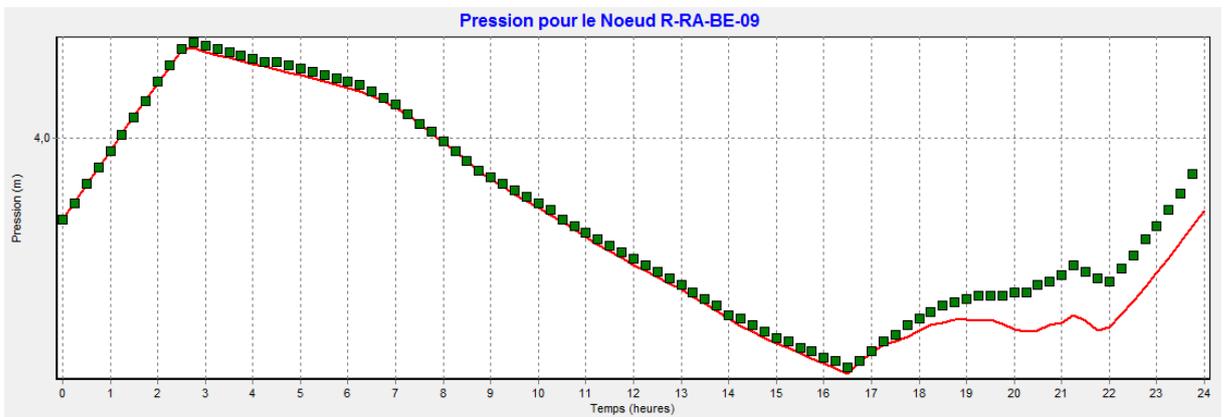
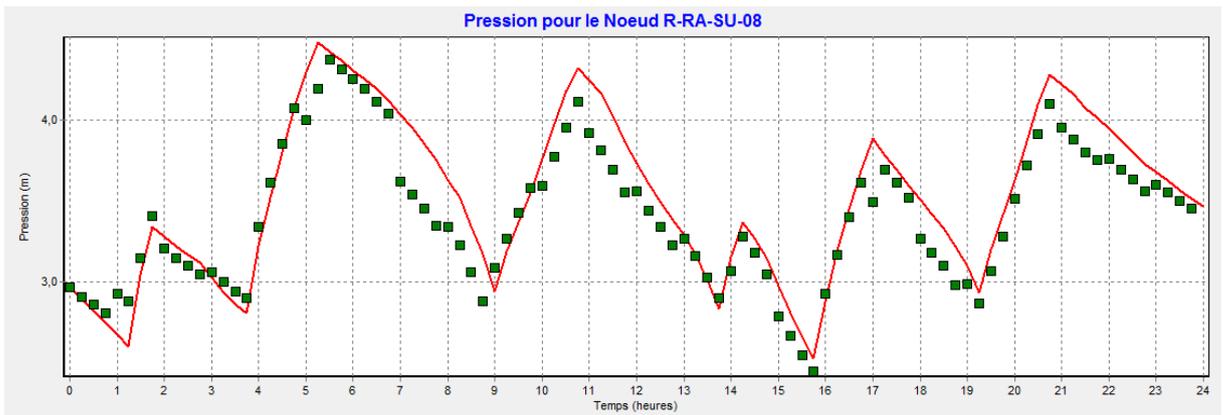


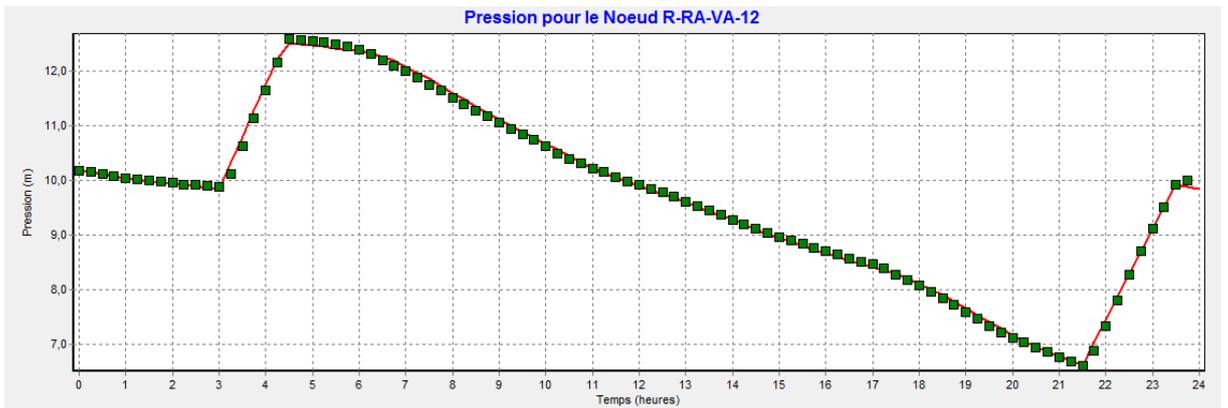




MARNAGE DES RESERVOIRS







Annexe 14 : Fiche des ouvrages visités

Ci-dessous quelques exemples de fiches présentant l'état des ouvrages visités :

RESERVOIR LA VARIE

Nom de l'ouvrage : La VarieCommune de : ANCENIS	
1. GENERALITES	
Année de construction :	
Modalités d'entretien : Nettoyage réservoir 1 fois/an.....	
TYPE :	<input checked="" type="checkbox"/> RESERVOIR SUR TOUR <input type="checkbox"/> SEMI-ENTERRE <input type="checkbox"/> BACHE
MODE D'ALIMENTATION :	<input checked="" type="checkbox"/> PAR SURVERSE <input type="checkbox"/> PAR LE FOND CONDUITE ALIMENTATION DISTRIBUTION <input checked="" type="checkbox"/> UNE
 <input type="checkbox"/> ROBINET A FLOTTEUR <input type="checkbox"/> VANNE ELECTRIQUE AU PIED <input type="checkbox"/> AUTRE
Capacité (m ³) : 2 X 500 m ³	
Capacité réserve incendie (m ³) :	Cote au sol (m) : 24
Cote radier (m) : 45	Cote trop plein (m) : 52 ...
2. PHOTO DE L'OUVRAGE	
<hr style="border: 2px solid green;"/>	



DIAGNOSTIC SOMMAIRE

Historique renouvellement	Année	Équipements renouvelés

Comptage	Oui	Date d'origine	2000
-----------------	-----	----------------	------

TELEGERE

oui NON

PROTECTION DES ACCES

- Alarme
- Télésurveillance
- Portail homologué
- Grillage homologué
- Panneaux d'interdiction d'accès au public (portail et sur périmètre) ?

		REMARQUES	
<input checked="" type="checkbox"/>	oui	<input type="checkbox"/>	non
<input checked="" type="checkbox"/>	oui	<input type="checkbox"/>	non
<input type="checkbox"/>	oui	<input checked="" type="checkbox"/>	non
<input type="checkbox"/>	oui	<input checked="" type="checkbox"/>	non
<input checked="" type="checkbox"/>	oui	<input type="checkbox"/>	non

Site non grillagé

Cuve	<input type="checkbox"/> RESINE D'ETANCHEITE (DATE): <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON
	<input type="checkbox"/> PRESENCE DE DEPOT EN FOND DE CUVE : <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
<input type="checkbox"/> PRESENCE DE SALISSURE SUR LES PAROIS : <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
<input type="checkbox"/> CLOQUAGE DU REVETEMENT : <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
<input type="checkbox"/> ETAT DES CANALISATIONS : MAUVAIS PRESENCE DE DEPOT DANS L'EAU SOUS-FACE COUPOLE :	
<input type="checkbox"/> ACIERS APPARENTS OU TRACES DE ROUILLE : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	
<input type="checkbox"/> ECLATS DE BETON : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	
<input checked="" type="checkbox"/> AUTRES REMARQUES : CARBONATATION DES BETONS ET TRACES D'INFILTRATION AU NIVEAU SOUS-FACE DE LA COUPOLE.....	
Coupole (toit)	<input type="checkbox"/> REVETEMENT D'ETANCHEITE : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON
	<input type="checkbox"/> DECOLLEMENTS <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON

	<p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> ETAT DU CAPOT : BON</p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> ETAT DES GRILLAGES DE VENTILATION : BON</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> AUTRES REMARQUES : TOIT VEGETALISE FAIT PAR L'EXPLOITANT</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Chambre à vannes	<p><input type="checkbox"/> ETAT DES CANALISATIONS CORRECT : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> ETAT DES VENTILATIONS CORRECT : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> FUIITE DES VANNES : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> AUTRES REMARQUES :</p> <p>.....</p>
Fût	<p><input type="checkbox"/> ETAT DES GARDES CORPS CORRECT : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> ETAT DE L'ECELLE CORRECT : <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> ETAT DES CANALISATIONS CORRECT : <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Autres remarques :</p> <p>.....</p>
Ravaleme nt extérieur	<p><input type="checkbox"/> TRACES DE FUIITE <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> DECOLLEMENT D'ENDUIT <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> ACIERS APPARENTS OU TRACES DE ROUILLE : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> ECLATS DE BETON : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> TRACES DE CARBONATATION DU BETON : <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> AUTRES REMARQUES : LA CUVE DU RESERVOIR EST EN TRES MAUVAIS ETAT.</p> <p style="text-align: center;">ELLE EST RECOUVERTE D'UNE BACHE.....</p>

RESERVOIR DE MESANGER

Nom de l'ouvrage : Mésanger..... Commune de : MESANGER.....

1. GENERALITES

Année de construction :

Modalités d'entretien : Nettoyage 1 fois/an

TYPE :

 RESERVOIR SUR TOUR SEMI-ENTERRE BACHE

MODE D'ALIMENTATION :

 PAR SURVERSE PAR LE FOND UNE CONDUITE

ALIMENTATION DISTRIBUTION

+ 1 CONDUITE DE

DISTRIBUTION

 ROBINET A FLOTTEUR VANNE ELECTRIQUE AU PIED AUTRECapacité (m³) : 3000 m³Capacité réserve incendie (m³) :

Cote au sol (m) : 67

Cote radier (m) : 123

Cote trop plein (m) : 136

2. PHOTOS DE L'OUVRAGE



DIAGNOSTIC SOMMAIRE

Historique renouvellement	Année	Équipements renouvelés

Comptage Oui Non Date d'origine

TELEGERE

oui NON

PROTECTION DES ACCES

REMARQUES

Alarme	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	Simple barbelé
Télésurveillance	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Portail homologué	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Grillage homologué	<input type="checkbox"/> oui	<input checked="" type="checkbox"/> non	
Panneaux d'interdiction d'accès au public (portail et sur périmètre) ?	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	

Cuve	<input type="checkbox"/> RESINE D'ETANCHEITE (DATE): <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
	<input type="checkbox"/> PRESENCE DE DEPOT EN FOND DE CUVE: <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON
<input type="checkbox"/> PRESENCE DE SALISSURE SUR LES PAROIS: <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
<input type="checkbox"/> CLOQUAGE DU REVETEMENT: <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	
<input type="checkbox"/> ETAT DES CANALISATIONS: BON	
LA RESINE SE DETACHE SUR CERTAINS ENDROITS DE LA PAROI DE LA CUVE.	
SOUS-FACE COUPOLE:	
<input type="checkbox"/> ACIERS APPARENTS OU TRACES DE ROUILLE: <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
<input type="checkbox"/> ECLATS DE BETON: <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	
<input checked="" type="checkbox"/> AUTRES REMARQUES: IL Y A DES GOUTTELETTES SUR LA SOUS-FACE DE LA COUPOLE	
PROBLEME D'AERATION.	
.....	
Coupole (toit)	<input type="checkbox"/> REVETEMENT D'ETANCHEITE: <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
	<input type="checkbox"/> DECOLLEMENTS <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON

	<p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> ETAT DU CAPOT : MOYEN</p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> ETAT DES GRILLAGES DE VENTILATION : BON</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> AUTRES REMARQUES : PRESENCE DE MOUSSE SUR LA COUPOLE.</p> <p style="text-align: center;">LA PROTECTION THERMIQUE COMMENCE A S'ABIMER.</p> <p style="text-align: center;">.....</p>
Chambre à vannes	<p><input type="checkbox"/> ETAT DES CANALISATIONS CORRECT : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> ETAT DES VENTILATIONS CORRECT : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> FUITE DES VANNES : <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> AUTRES REMARQUES :</p> <p style="text-align: center;">.....</p>
Fût	<p><input type="checkbox"/> ETAT DES GARDES CORPS CORRECT : <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> ETAT DE L'ECELLE CORRECT : <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> ETAT DES CANALISATIONS CORRECT : <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Autres remarques : Présence de mouches sur les rebords de fenêtre au niveau du palier.....</p> <p style="text-align: center;">.....</p>
Ravaleme nt extérieur	<p><input type="checkbox"/> TRACES DE FUITE <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> DECOLLEMENT D'ENDUIT <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> ACIERS APPARENTS OU TRACES DE ROUILLE : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> ECLATS DE BETON : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> TRACES DE CARBONATATION DU BETON : <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p><input type="checkbox"/> AUTRES REMARQUES :</p> <p style="text-align: center;">.....</p>

RESERVOIR DE ROCHE-BLANCHE

Nom de l'ouvrage : Roche-Blanche		Commune de : ROCHE-BLANCHE	
1. GENERALITES			
Année de construction :			
Modalités d'entretien : Nettoyage 1 fois/an			
TYPE :		<input checked="" type="checkbox"/> RESERVOIR SUR TOUR	<input type="checkbox"/> SEMI-ENTERRE
			<input type="checkbox"/> BACHE
MODE D'ALIMENTATION : ALIMENTATION DISTRIBUTION		<input checked="" type="checkbox"/> PAR SURVERSE	<input type="checkbox"/> PAR LE FOND
			<input checked="" type="checkbox"/> UNE CONDUITE + 1 DISTRIBUTION
.....			
		<input type="checkbox"/> ROBINET A FLOTTEUR	<input type="checkbox"/> VANNE ELECTRIQUE AU PIED
			<input type="checkbox"/> AUTRE
Capacité (m ³) : 2000 m ³			
Capacité réserve incendie (m ³) : Oui.....		Cote au sol (m) : 75	
Cote radier (m) :124		Cote trop plein (m) : 135	
2. PHOTO DE L'OUVRAGE			
.....			



DIAGNOSTIC SOMMAIRE

Historique renouvellement	Année	Équipements renouvelés
	2006	Conduite extérieure
	2006	Revêtement extérieur

Comptage	oui
-----------------	-----

Date d'origine

TELEGERE

oui NON

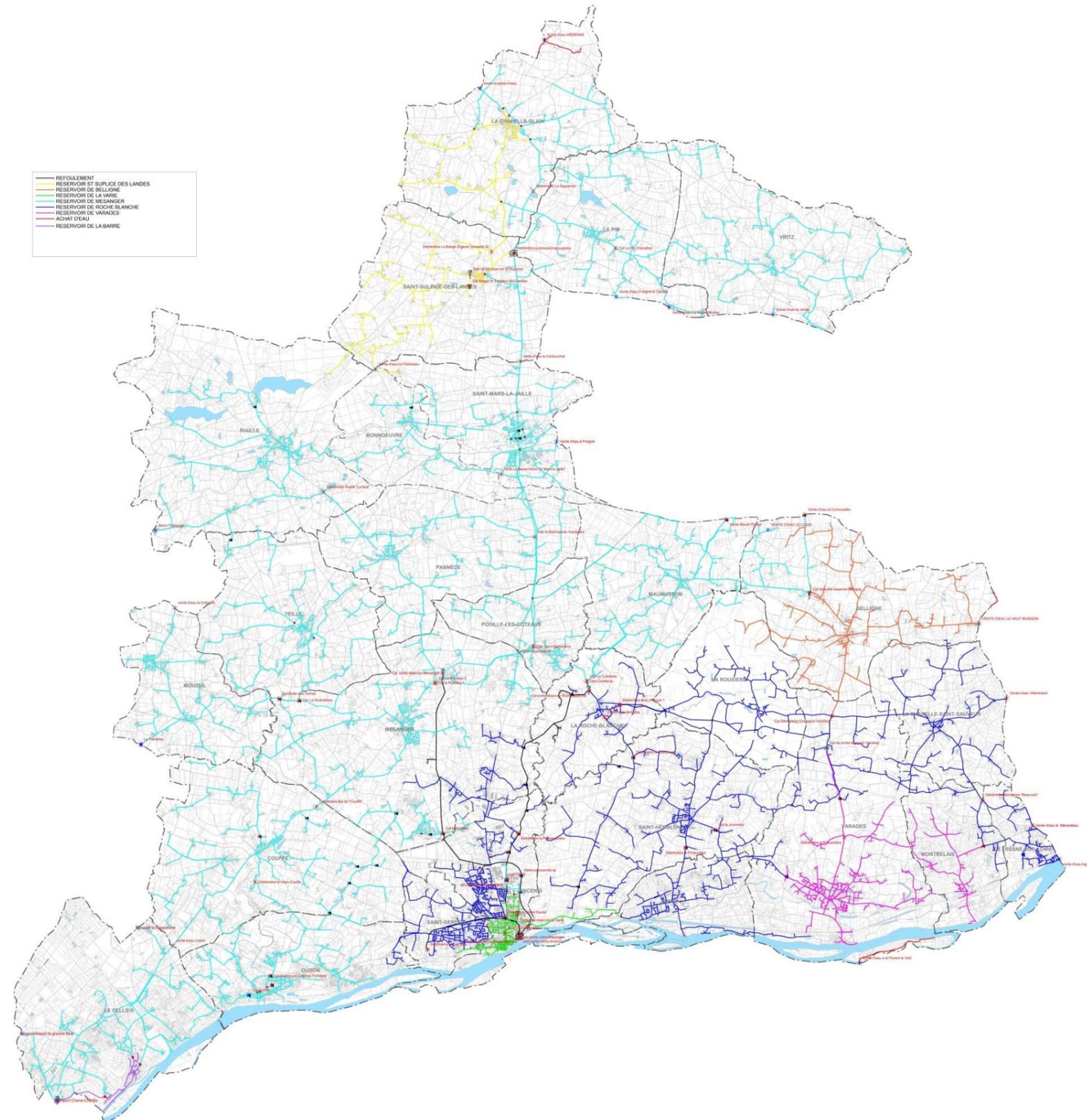
PROTECTION DES ACCES

REMARQUES

Alarme	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	En fond de terrain, grillage simple
Télésurveillance	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Portail homologué	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Grillage homologué	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Panneaux d'interdiction d'accès au public (portail et sur périmètre) ?	<input type="checkbox"/> oui	<input checked="" type="checkbox"/> non	

Cuve	<input type="checkbox"/> RESINE D'ETANCHEITE (DATE): <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
	<input type="checkbox"/> PRESENCE DE DEPOT EN FOND DE CUVE: <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON
<input type="checkbox"/> PRESENCE DE SALISSURE SUR LES PAROIS: <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	
<input type="checkbox"/> CLOQUAGE DU REVETEMENT: <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	
<input type="checkbox"/> ETAT DES CANALISATIONS: BON	
LE REVETEMENT SUR LES PAROIS DE LA CUVE SE DETACHE	
<i>SOUS-FACE COUPOLE:</i>	
<input type="checkbox"/> ACIERS APPARENTS OU TRACES DE ROUILLE: <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	
<input type="checkbox"/> ECLATS DE BETON: <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	
<input checked="" type="checkbox"/> AUTRES REMARQUES: PRESENCE DE CARBONATATION DES BETONS.	
IL Y A DES GOUTTELETTES EN SOUS-FACE DE LA COUPOLE (CONDENSATION)	
LES AERATIONS ONT ETE BOUCHEES.	
Coupole (toit)	<input type="checkbox"/> REVETEMENT D'ETANCHEITE: <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
	<input type="checkbox"/> DECOLLEMENTS <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON

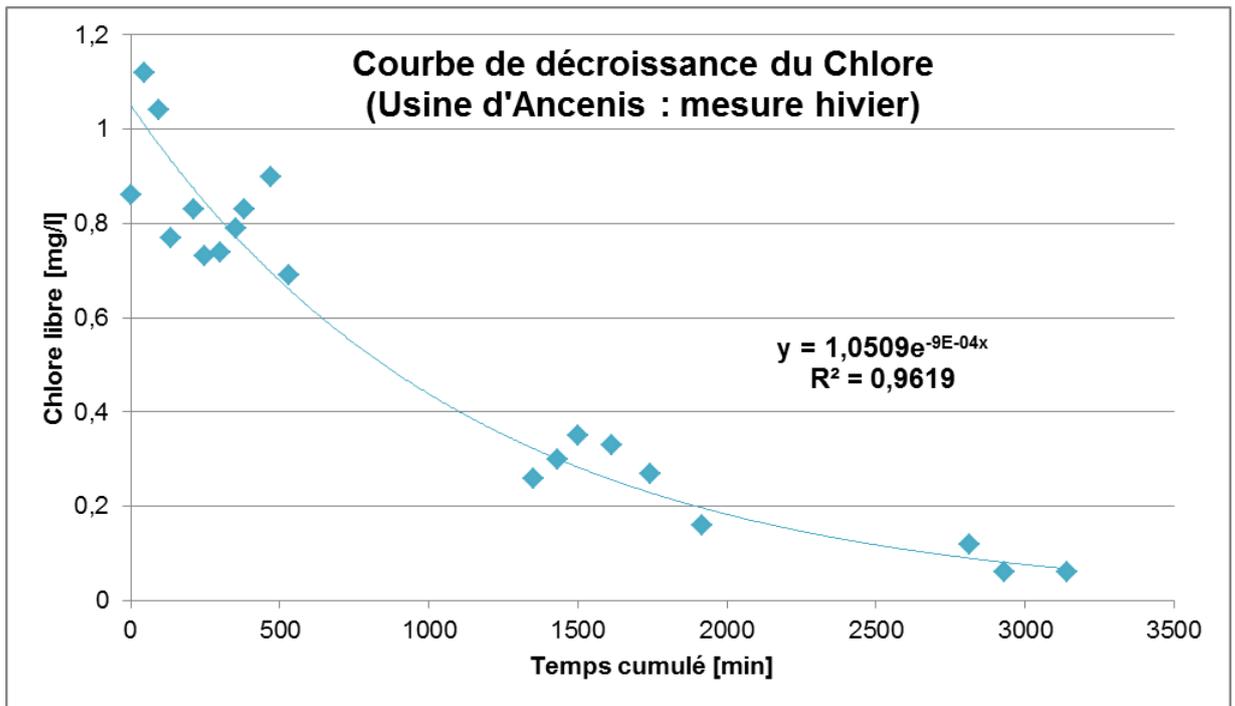
Annexe 15 : Carte des étages de pression



Annexe 16 : Résultats des mesures de la décroissance du chlore

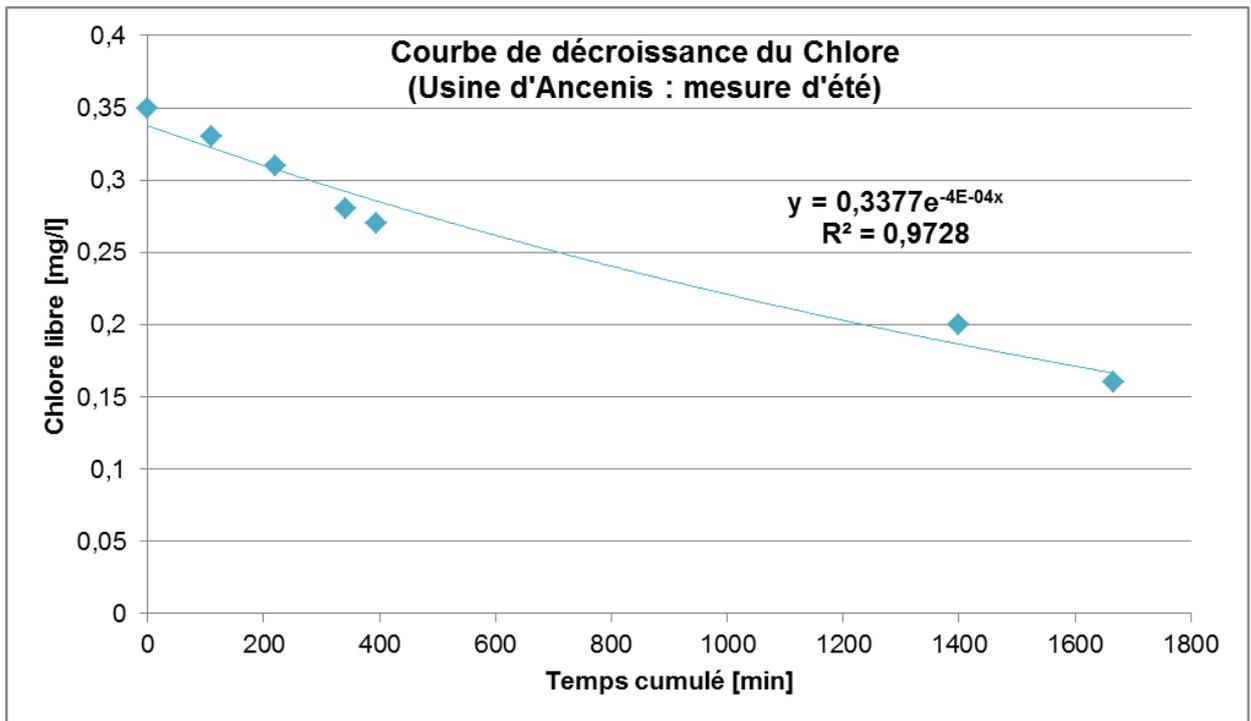
Usine d'Ancenis : mesure d'hiver

JOUR	HEURE	TEMPS (min)	temps cumulé (min)	VALEUR MESUREE CHLORE LIBRE (MG/L)	REGRESSION LINEAIRE LN (C/C ₀) = k.T	REGRESSION LINEAIRE LOG (C/C ₀) = k.T	Température °C
16/12/2013	09:38	0	0	0,86	0,00	0,00	6,7
16/12/2013	10:23	45	45	1,12	0,26	0,11	6,8
16/12/2013	11:14	51	96	1,04	0,19	0,08	7,1
16/12/2013	11:51	37	133	0,77	-0,11	-0,05	7,4
16/12/2013	13:10	79	212	0,83	-0,04	-0,02	7,1
16/12/2013	13:45	35	247	0,73	-0,16	-0,07	6,8
16/12/2013	14:40	55	302	0,74	-0,15	-0,07	8,8
16/12/2013	15:30	50	352	0,79	-0,08	-0,04	6,7
16/12/2013	16:00	30	382	0,83	-0,04	-0,02	6,8
16/12/2013	17:30	90	472	0,9	0,05	0,02	6,9
16/12/2013	18:30	60	532	0,69	-0,22	-0,10	7,8
17/12/2013	08:10	820	1352	0,26	-1,20	-0,52	13,8
17/12/2013	09:30	80	1432	0,3	-1,05	-0,46	15,9
17/12/2013	10:40	70	1502	0,35	-0,90	-0,39	17,6
17/12/2013	12:30	110	1612	0,33	-0,96	-0,42	16,9
17/12/2013	14:40	130	1742	0,27	-1,16	-0,50	20,2
17/12/2013	17:35	175	1917	0,16	-1,68	-0,73	19,3
18/12/2013	08:30	895	2812	0,12	-1,97	-0,86	19,4
18/12/2013	10:30	120	2932	0,06	-2,66	-1,16	19,5
18/12/2013	14:00	210	3142	0,06	-2,66	-1,16	19,3



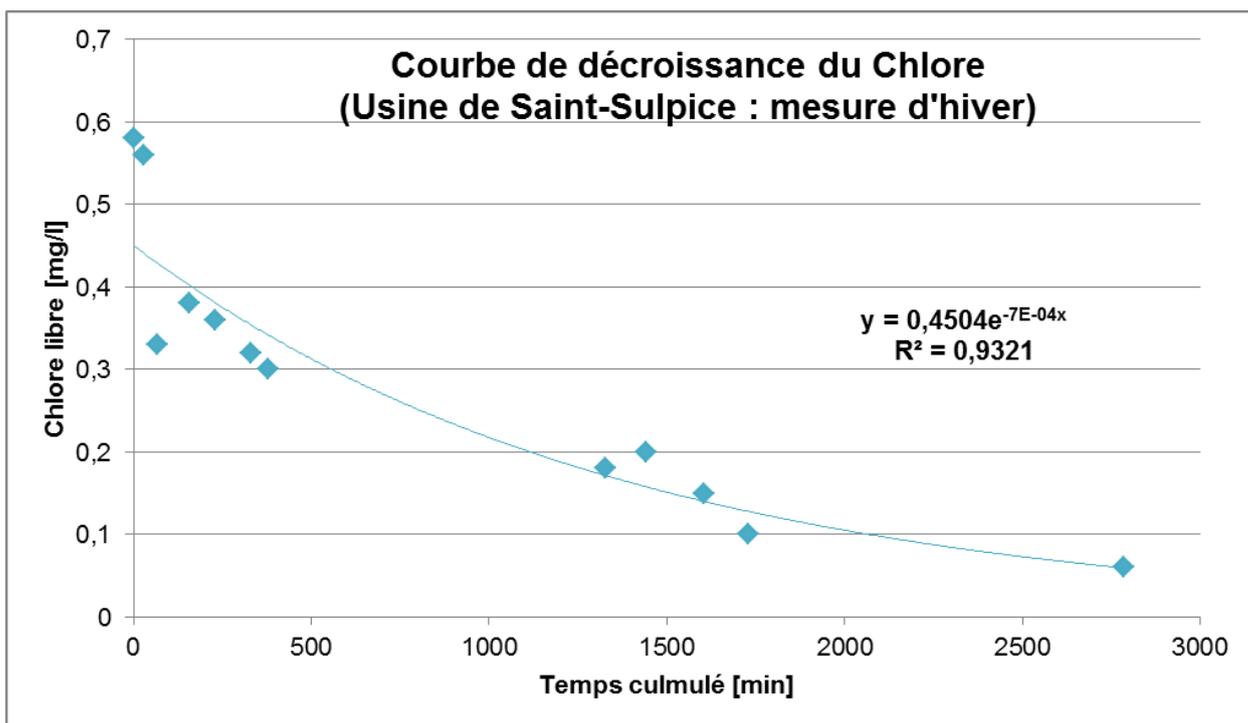
Usine d'Ancenis : mesure d'été

JOUR	HEURE	TEMPS (min)	temps cumulé (min)	VALEUR MESUREE CHLORE LIBRE (MG/L)	REGRESSION LINEAIRE LN (C/C ₀) = k.T	REGRESSION LINEAIRE LOG (C/C ₀) = k.T	Température °C
10/07/2014	11:43	0	0	0,35	0,00	0,00	6,7
10/07/2014	13:32	109	109	0,33	-0,06	-0,03	6,8
10/07/2014	15:24	112	221	0,31	-0,12	-0,05	7,4
10/07/2014	17:25	121	342	0,28	-0,22	-0,10	7,1
10/07/2014	18:18	53	395	0,27	-0,26	-0,11	6,8
11/07/2014	11:02	1004	1399	0,2	-0,56	-0,24	8,8
11/07/2014	15:30	268	1667	0,16	-0,78	-0,34	6,7



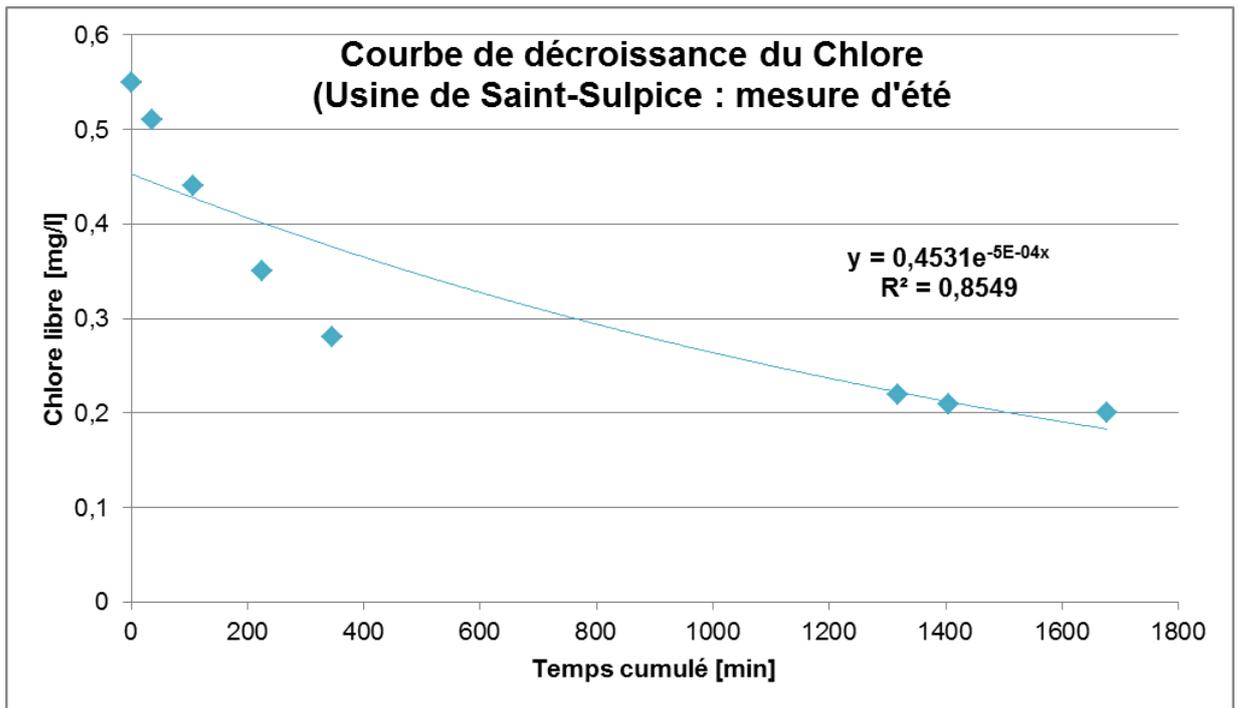
Usine de Saint-Sulpice : mesure d'hiver

JOUR	HEURE	TEMPS (min)	temps cumulé (min)	VALEUR MESUREE CHLORE LIBRE (MG/L)	REGRESSION LINEAIRE LN (C/C ₀) = k.T	REGRESSION LINEAIRE LOG (C/C ₀) = k.T	Température °C
05/03/2014	11:08	0	0	0,58	0,00	0,00	13,2
05/03/2014	11:37	29	29	0,56	-0,04	-0,02	13,9
05/03/2014	12:16	39	68	0,33	-0,56	-0,24	17,1
05/03/2014	13:44	88	156	0,38	-0,42	-0,18	12,2
05/03/2014	14:57	73	229	0,36	-0,48	-0,21	13,6
05/03/2014	16:39	102	331	0,32	-0,59	-0,26	16,8
05/03/2014	17:26	47	378	0,3	-0,66	-0,29	15,9
06/03/2014	09:15	949	1327	0,18	-1,17	-0,51	15,7
06/03/2014	11:11	116	1443	0,2	-1,06	-0,46	18,8
06/03/2014	13:52	161	1604	0,15	-1,35	-0,59	21,2
06/03/2014	15:57	125	1729	0,1	-1,76	-0,76	20,5
07/03/2014	09:33	1056	2785	0,06	-2,27	-0,99	23,6



Usine de Saint-Sulpice : mesure d'été

JOUR	HEURE	TEMPS (min)	temps cumulé (min)	VALEUR MESUREE CHLORE LIBRE (MG/L)	REGRESSION LINEAIRE LN (C/C ₀) = k.T	REGRESSION LINEAIRE LOG (C/C ₀) = k.T	Température °C
10/07/2014	11:32	0	0	0,55	0,00	0,00	13,2
10/07/2014	12:09	37	37	0,51	-0,08	-0,03	13,9
10/07/2014	13:18	69	106	0,44	-0,22	-0,10	17,1
10/07/2014	15:18	120	226	0,35	-0,45	-0,20	13,6
10/07/2014	17:18	120	346	0,28	-0,68	-0,29	16,8
11/07/2014	09:30	972	1318	0,22	-0,92	-0,40	15,9
11/07/2014	10:58	88	1406	0,21	-0,96	-0,42	15,7
11/07/2014	15:30	272	1678	0,2	-1,01	-0,44	18,8



Annexe 17 : Programmation des travaux

N°	Détail des aménagements	Coût des travaux €HT	Plan de financement			
			Priorité 1 2015	Priorité 2 2020	Priorité 3 2025	Priorité 4 2030
REHABILITATIONS AMELIORATIONS SUR LES OUVRAGES EXISTANTS						
	Points de prélèvement					
P1	Forage de Saint Sulpice	9 000 €		9 000 €		
	Ouvrages de stockage					
R1	Mésanger	364 600 €			364 600 €	
R2	Roche Blanche	173 900 €				173 900 €
R3	La Varie	remplacé				
R4	Belligné	65 800 €			65 800 €	
	installation d'un dispositif de rechloration	12 000 €			12 000 €	
R5	Varades	147 300 €			147 300 €	
R6	Saint Sulpice	130 100 €		130 100 €		
R7	Le Cellier	126 300 €				126 300 €
	Stations de reprise et surpressions					
SP1	Reprise de Saint Sulpice	4 500 €	4 500 €			
	TOTAL des REHABILITATIONS ET AMELIORATIONS € HT	1 033 500 €	4 500 €	139 100 €	589 700 €	300 200 €
RENFORCEMENTS ET EXTENSIONS LIES AUX INSUFFISANCES DES RESEAUX						
secteur	Aménagements liés à l'insuffisance des réseaux actuels					
	SOUS TOTAL aménagements liés à l'insuffisance des réseaux actuels	969 800.00 €	969 800 €	0 €	0 €	0 €
secteur	Aménagements liés à l'augmentation des besoins en eau					
II-1	Mésanger	Renforcement des pompes alimentant le réservoir de Mésanger (Q=450 m3/h et HMT=140 m, en considérant la suppression de la perte de charge sortie des pompes)	431 750 €			431 750 €
II-2	Mésanger	Suppression de la perte de charge singulière en sortie du pompage de l'usine vers le réservoir de Mésanger	NC		NC	
II-3	Belligné	Suppression de la perte de charge singulière en entrée du réservoir de Belligné	NC		NC	
II-4	Roche Blanche	Suppression de la perte de charge singulière en entrée du réservoir de Roche Blanche	NC		NC	
II-5	Le Cellier	Renforcement des pompes de la surpression, 4* 20 m3/h 40 mCE	25 960 €			25 960 €
II-6	Saint-Sulpice-Des-Landes	Renforcement des pompes de la surpression, 3* 30 m3/h 30 mCE	20 950 €		20 950 €	
IIIR-7	Saint-Sulpice-Des-Landes	Renforcement de conduite en Fonte ø150 au niveau de la D32 à l'entrée du Pin 600ml	81 000 €		81 000 €	
	SOUS TOTAL aménagements liés à l'augmentation des besoins en eau	559 660 €	0 €	0 €	101 950 €	457 710 €

N°	Détail des aménagements		Coût des travaux €HT	Priorité 1 2015	Priorité 2 2020	Priorité 3 2025	Priorité 4 2030
SOLUTION RETENUE POUR L'ALIMENTATION SECURISATION							
	secteur	Aménagements liés au remplacement du réservoir "La Varie"					
S1	Ancenis	Mise en place d'un réservoir sur tour de 4000 m3, hauteur totale 67 m, à la Varie	4 200 000.00 €	4 200 000 €			
S1bis	Ancenis	Prolongement des réseaux entre le site actuel de la Varie et le site du nouveau réservoir (Ø300 prolongement du refoulement sur 300 ml Ø300 prolongement de la distribution sur 300 ml)	144 000.00 €	144 000 €			
S2	Ancenis	Renforcement des pompes alimentant le nouveau réservoir de la Varie (2*Q=400 à 425 m3/h et HMT=82 m)	210 100.00 €	210 100 €			
S3		Mise en place d'une conduite en Fonte ø300 sur 400 ml partent du nouveau réservoir pour rejoindre le compteur Pierre Dautel et l'extension vers la laiterie (S4)	96 000.00 €	96 000 €			
S4	Ancenis	Mise en place d'une conduite en Fonte ø300 sur 1300 ml pour alimenter la laiterie à partir du nouveau réservoir d'Ancenis	312 000.00 €	312 000 €			
S5	Ancenis	Mise en place d'un stabilisateur aval au départ du secteur de la Varie (Ø150 consigne piézométrique = 52 m)	13 200.00 €	13 200 €			
S6	Ancenis	Mise en place d'un nouveau débitmètre sortie réservoir la Varie	16 000.00 €	16 000 €			
S7	Ancenis	Mise en place d'un stabilisateur aval en by-pass du refoulement de Mésanger vers le réseau de distribution de la laiterie, Pierre Dautel et la Varie (Ø200 consigne piézométrique = 82 m)	15 600.00 €	15 600 €			
S8	Ancenis	en option : Mise en place d'une conduite en PVC ø200 sur 1700 ml pour alimenter le secteur Poussemetière (S4) à partir du nouveau réservoir d'Ancenis	306 000.00 €				306 000 €
		SOUS TOTAL aménagements liés au réservoir de la Varie (hors option)	5 006 900 €	5 006 900 €	0 €	0 €	306 000 €
	secteur	Aménagements liés à la sécurisation avec le syndicat de Nort-sur-Erdre (Mésanger sans le Cellier)					
S9	Saint-Mars-du-Desert (Nort-Sur-Erdre)	Mise en place d'une conduite d'interconnexion Ø300 sur 5740 ml avec le Syndicat de Nort-sur-Erdre (point d'arrivée = le Bois Macé au Cellier)	1 377 600.00 €		1 377 600 €		
S10	Le Cellier	Jeu de vannes électriques au carrefour du Bois Macé 2 vannes électriques Ø200	33 400.00 €		33 400 €		
S10 bis	Le Cellier	A valider : extension pour alimenter les bas du Cellier en mode normal	200 000.00 €				200 000 €
S11	Le Cellier → Oudon	Extension entre le carrefour du Bois Macé et le réseau de Oudon, Ø200 sur 2100 ml le long de l'autoroute, puis passage en encorbellement du point	378 000.00 €		378 000 €		
S12	Oudon	Renforcement du réseau structurante de Oudon PVC 200 sur 5900 ml	1 062 000.00 €		1 062 000 €		
S13	Le Cellier → Couffé → Mésanger	Renforcement de conduite structurante en Ø200 du carrefour du Bois Macé jusqu'au bourg de Mésanger en Ø200 (tronçons de diamètres hétérogènes Ø140, 110, 175, 160, hormis un tronçon en Ø200 sortie du bourg de Couffé, soit ml en tout)	2 135 700.00 €			2 135 700 €	
S14	Mésanger	Extension en Ø140 sur 615 ml pour alimenter les points hauts de Mésanger par le stabilisateur de la Jourdonnière, et vanne à fermer avec le secteur bourg	76 875.00 €			76 875 €	
S15	Mésanger	Vanne électrique en amont du bourg Ø250	20 000.00 €			20 000 €	
S16	Mouzeil	Au compteur de Tremblay, installation d'un by-pass équipé d'un clapet anti-retour, d'une vanne électrique (position ouverte en secours), vanne électrique à ajouter au niveau du compteur de Tremblay (position fermée en secours)	10 000.00 €		10 000 €		
		SOUS TOTAL aménagements liés à la sécurisation par Nort Sur Erdre (hors S10 bis)	5 093 575 €	0 €	2 861 000 €	2 232 575 €	200 000 €
		TOTAL DU PROGRAMME DE TRAVAUX € HT	12 663 435 €	5 981 200 €	3 000 100 €	2 924 225 €	1 263 910 €